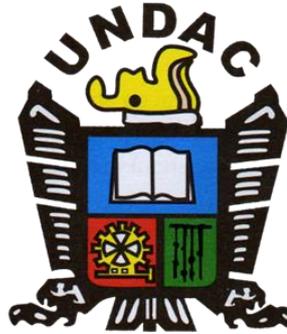


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



T E S I S

**Implementación de protectores auditivos 3M para minimizar el
riesgo de pérdida auditiva en los trabajadores del área perforación y
voladura del Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Bach. Raul Victor HUAMAN TRAVEZAÑO

Asesor:

Mg. Nelson MONTALVO CARHUARICRA

Cerro de Pasco – Perú – 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



T E S I S

**Implementación de protectores auditivos 3M para minimizar el
riesgo de pérdida auditiva en los trabajadores del área perforación y
voladura del Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Edwin Elías SANCHEZ ESPINOZA
PRESIDENTE

Mg. Luis Alfonso UGARTE GUILLERMO
MIEMBRO

Ing. Julio César SANTIAGO RIVERA
MIEMBRO



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
Facultad de Ingeniería de Minas
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 109-JUIFIM-2023

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el Software Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por:

Bachiller Raul Victor HUAMAN TRAVEZAÑO

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería de Minas

Tipo de trabajo

Tesis

“Implementación de Protectores Auditivos 3M para Minimizar el Riesgo de Pérdida Auditiva en los Trabajadores del Área Perforación y Voladura del Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.”

Asesor:

Mg. MONTALVO CARHUARICRA, Nelson

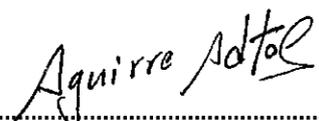
Índice de Similitud: 01%

Calificativo

APROBADO

Se adjunta al presente el informe y el reporte de evaluación del software similitud

Cerro de Pasco, 25 de agosto del 2023


.....
Dr. Agustín Arturo AGUIRRE ADAUTO
JEFE DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION DE LA FACULTAD DE
INGENIERIA DE MINAS

DEDICATORIA

A Dios, por la bendición; quien ilumina mi camino, a mis padres por el apoyo incondicional en mi formación personal y a mis hermanos, ellos siempre me acompañan en mis quehaceres.

AGRADECIMIENTO

A mi Alma Mater Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, a los docentes de la Facultad de Ingeniería de Minas, por sus aportes y experiencias transmitidas.

A los Ingenieros de la minera Chinalco, por permitir cristalizar esta investigación y a todas las personas que participaron en forma directa o indirecta.

RESUMEN

El trabajo de investigación “Implementación de Protectores Auditivos 3M para Minimizar el Riesgo de Pérdida Auditiva en los Trabajadores del Área Perforación y Voladura del Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.”. El presente trabajo plantea el análisis, y estimación de riesgos auditivos y mitigar el ruido percibido por el personal que labora en el área de perforación y voladura, el objetivo de la investigación es analizar y evaluar el protector auditivo 3M para minimizar el ruido en el área perforación y voladura de la minera Chinalco; la metodología utilizada es cuantitativa recolectando datos, analizando registros de control de ruidos. Las mediciones del ruido se han realizado en ambos turnos de 7:00 a 21:00 horas y 21:00 a 7:00 horas, la medición y evaluación se ejecutaron en cuatro zonas; se obtuvieron datos en un tiempo de dos horas, Esta información han permitido realizar las comparaciones entre zonas y horarios para determinar cuál es el protector auditivo más adecuado. Se concluye en que la intensidad del ruido a la que se expone el personal que labora en perforación y voladura, se ha evidenciado que el protector que utiliza en la actualidad Mpow no protege adecuadamente ya que el ruido percibido son en promedio de 64 dB, en relación a los protectores auditivos 3M los ruidos percibidos son 50 dB en turno diurno siendo el más adecuado, mientras que en el turno nocturno se ha percibido 58 dB con la marca Mpow mientras que con protectores auditivos 3M la medición fue de 49 dB; por tanto este último se establece como favorable para mitigar el ruido percibo por los trabajadores.

Palabras clave: Protector auditivo, Riesgo auditivo, área de perforación, voladura.

ABSTRACT

The research work "Implementation of 3M Hearing Protectors to Minimize the Risk of Hearing Loss in Workers in the Drilling and Blasting Area of the Toromocho Pit - Minera Chinalco S.A.". The present work proposes the analysis and estimation of hearing risks and mitigate the noise perceived by the personnel working in the drilling and blasting area, the objective of the investigation is to analyze and evaluate the 3M hearing protector to minimize noise in the area drilling and blasting of the Chinalco mining company; the methodology used is quantitative, collecting data, analyzing noise control records. Noise measurements have been carried out in both shifts from 7:00 a.m. to 9:00 p.m. and from 9:00 p.m. to 7:00 a.m., the measurement and evaluation were carried out in four areas; Data was obtained in a period of two hours. This information has allowed comparisons between zones and times to determine which is the most appropriate hearing protector. It is concluded that the intensity of the noise to which the personnel working in drilling and blasting is exposed, it has been shown that the protector currently used by Mpow does not adequately protect since the perceived noise is an average of 64 dB, in relation to 3M hearing protectors, perceived noises are 50 dB during the day shift, being the most appropriate, while in the night shift 58 dB has been perceived with the Mpow brand while with 3M hearing protectors the measurement was 49 dB; therefore the latter is established as favorable to mitigate the noise perceived by the workers.

Keywords: Hearing protector, Hearing risk, drilling area, blasting.

INTRODUCCIÓN

El enfoque de esta investigación es sobre los riesgos auditivos con el propósito de evitar las lesiones auditivas a los trabajadores de las áreas de perforación y voladura de la minera Chinalco el estudio está relacionado con la medición y evaluación de las estimaciones de exposición al ruido, así como los niveles sonoros y las dosis de ruido.

Según a nuestro objetivo principal de la investigación es analizar y evaluar el protector auditivo 3M para controlar el ruido en el área perforación y voladura de la minera Chinalco mediante la metodología establecida es cuantitativa recolectando datos, revisando registros de control de ruidos.

La primera parte se ocupa de presentar el problema en términos generales. Es decir, su planteamiento básico, la definición de límites a investigar, los objetivos a cubrir y por último, e exponen las razones que justifican llevar a término este trabajo.

La segunda parte o capítulo dos está destinadas a presentar el encuadre teórico o Marco conceptual que sostendrá el despliegue de esta investigación. Específicamente en esta parte es donde se aborda con detalle las especificaciones de los protectores auditivos. Resulta importante este capítulo porque en él se muestra con claridad el desarrollo que supone esta investigación.

La tercera parte de este trabajo está destinada a presentar en detalle el método que hizo posible llevar a término esta investigación.

En la cuarta parte de este trabajo se lleva a cabo una descripción detallada de las pruebas de campo aplicado a los ruidos que emite la perforación y voladura para poder luego relacionar el protector auditivo que se está utilizando con el protector auditivo propuesto detallando los diferentes parámetros y condiciones de cada uno de ellos; posterior a este análisis se describe la discusión de resultados, comparando los rendimientos e indicadores obtenidos en las pruebas de campo.

ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema.....	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	2
1.2.1.	Minera Chinalco.....	2
1.3.	Formulación del problema.....	16
1.3.1.	Problema general.....	16
1.3.2.	Problemas específicos.....	16
1.4.	Formulación de objetivos.....	17
1.4.1.	Objetivo general.....	17
1.4.2.	Objetivos específicos.....	17
1.5.	Justificación de la investigación.....	17
1.6.	Limitaciones de la investigación.....	18

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio.....	19
------	------------------------------	----

2.1.1.	Antecedentes nacionales	19
2.1.2.	Antecedentes internacionales	22
2.2.	Bases teóricas - científicas	24
2.2.1.	Ruidos y vibraciones.....	24
2.2.2.	La medición del ruido.....	27
2.2.3.	Instrumentos de protección auditiva.....	33
2.2.4.	Protectores auditivos especiales.....	39
2.2.5.	Factores que determinan el rendimiento del protector auditivo	40
2.2.6.	Métodos para determinar la atenuación sonora y pérdida de inserción de protectores auditivos.....	47
2.3.	Definición de términos básicos	52
2.4.	Formulación de Hipótesis	56
2.4.1.	Hipótesis general	56
2.4.2.	Hipótesis específicas	56
2.5.	Identificación de variables	57
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	57

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación.....	58
3.2.	Nivel de investigación.....	58
3.3.	Métodos de investigación	58
3.4.	Diseño de investigación.....	59
3.5.	Población y muestra	59
3.5.1.	Población.....	59
3.5.2.	Muestra.....	59
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	59
3.6.1.	Técnicas empleadas.....	59

3.6.2.	Instrumentos de recolección de datos.....	60
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	60
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	61
3.9.	Tratamiento Estadístico.....	61
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica	61

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo	62
4.1.1.	Consideración del nivel de ruido en la perforación y voladura.....	62
4.1.2.	Valores límite de exposición	64
4.1.3.	Proceso de actividades.....	65
4.1.4.	Uso de los instrumentos de medición	67
4.1.5.	Ubicación de puntos para medición de ruidos.....	70
4.1.6.	Puesta en marcha el instrumento de medición.....	71
4.1.7.	Medición del ruido producido por los equipos de perforación.....	75
4.1.8.	Medición realizada en voladura	77
4.1.9.	Actividades para la obtención de datos en la medición de ruido en el personal.....	79
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados	80
4.2.1.	Mediciones del área de perforación del actual protector auditivo Mpow 80	
4.2.2.	Mediciones del área de perforación con el protector auditivo 3M.....	91
4.2.3.	Medición realizada en voladura	101
4.2.4.	Análisis e interpretación de los niveles de ruido.....	102
4.3.	Prueba de Hipótesis	110
4.3.1.	Hipótesis general.....	110
4.3.2.	Hipótesis específicas	110

4.4. Discusión de resultados	111
------------------------------------	-----

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del tajo Toromocho.....	3
Figura 2 Geología Local tajo Toromocho	11
Figura 3 Geología estructural tajo Toromocho	14
Figura 4 Geología económica tajo Toromocho.....	16
Figura 5 Sonómetro marca Teckoplus	28
Figura 6 Sonómetro digital modelo ST-106.....	29
Figura 7 Trípode	31
Figura 8 Dosímetro 3M EDGE 5	31
Figura 9 SVANTEK SV 104 ^a	32
Figura 10 Tapón de espuma desechable	34
Figura 11 Tapones semi insertos	35
Figura 12 Tapones reutilizables	36
Figura 13 Tapones moldeados a medida	37
Figura 14 Orejeras	38
Figura 15 Protector auditivo con banda.....	39
Figura 16 Trayectorias que el sonido puede llegar al oído ocluido	43
Figura 17 Efecto mínimo cuando el protector tipo tapón es insertado profundamente	44
Figura 18 Comparación de protectores auditivos por fabricantes.....	45
Figura 19 Micrófono de sonda diminuto con protector auditivo tipo Tapón desechable, los cuales se utilizan en el método MIRE.....	51
Figura 20 Simulador de torso y cabeza (HATS) de Bruel & Kjaer 4128.....	52
Figura 21 Escalas de ponderación.....	63
Figura 22 Diagrama de flujo del proceso.....	65
Figura 23 Distancia de ubicación del Sonómetro ST-106.....	68
Figura 24 Distancia de ubicación del Dosímetro 3M	70
Figura 25	71
Figura 26 Monitor serie IV con geófono triaxial	71

Figura 27 Encendido del monitor de serie IV.....	72
Figura 28 Instalación del geófono y micrófono en dirección al evento a monitorear ...	73
Figura 29 Verificación de instalación.....	73
Figura 30 Monitoreando eventos de voladuras	74
Figura 31 Vista de los eventos registrados.....	75
Figura 32 Resultados del registro del geófono y micrófono.....	75
Figura 33 Perforadoras Rand DM-M2 y Pit Viper 271	76
Figura 34 Potencia Sonora Estimada para una voladura	78
Figura 35 Monitoreo del ruido en voladura.....	78
Figura 36 Diagrama de flujo para detectar el ruido.....	79
Figura 37 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 1 - Protector Actual Mpow (Turno Diurno)	81
Figura 38 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 2 - Protector Actual Mpow (Turno Diurno)	82
Figura 39 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 3 - Protector Actual Mpow (Turno Diurno)	83
Figura 40 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 4 - Protector Actual Mpow (Turno Diurno)	84
Figura 41 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 5 - Protector Actual Mpow (Turno Diurno)	85
Figura 42 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 1 - Protector Actual Mpow (Turno Nocturno).....	86
Figura 43 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 2 - Protector Actual Mpow (Turno Nocturno).....	87
Figura 44 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 3 - Protector Actual Mpow (Turno Nocturno).....	88
Figura 45 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 4 - Protector Actual Mpow (Turno Nocturno).....	89

Figura 46 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 5 - Protector Actual Mpow (Turno Nocturno).....	90
Figura 47 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 1 - Protector Auditivo 3M (Turno Diurno)	91
Figura 48 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 2 - Protector Auditivo 3M (Turno Diurno)	92
Figura 49 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 3 - Protector Auditivo 3M (Turno Diurno)	93
Figura 50 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 4 - Protector Auditivo 3M (Turno Diurno)	94
Figura 51 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 5 - Protector Auditivo 3M (Turno Diurno)	95
Figura 52 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 1 - Protector Auditivo 3M (Turno Nocturno)	96
Figura 53 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 2 - Protector Auditivo 3M (Turno Nocturno)	97
Figura 54 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 3 - Protector Auditivo 3M (Turno Nocturno)	98
Figura 55 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 4 - Protector Auditivo 3M (Turno Nocturno)	99
Figura 56 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 5 - Protector Auditivo 3M (Turno Nocturno)	100
Figura 57 Promedio de resultados de medición de los 5 días con el Protector Auditivo Mpow y valor máximo permitido en el Turno Día.....	103
Figura 58 Promedio de resultados de medición de los 5 días con el Protector Auditivo Mpow y valor máximo permitido en turno Nocturno.....	104
Figura 59 Comparación de Monitoreo utilizando protector actual Mpow y el protector auditivo 3M – Turno Diurno	105

Figura 60 Comparación de ruidos percibidos entre los protectores Auditivos Mpow y 3M en Turno Nocturno	106
Figura 61 Protector auditivo actual y protector auditivo 3M en el horario de 7 a 21 hrs (diurno) frente a los valores permitidos	107
Figura 62 Protector auditivo actual y protector auditivo 3M en el horario de 21 a 7 hrs (nocturno) frente a los valores permitidos	108
Figura 63 Resumen de Ruido percibido por Voladura durante los 5 días y Protector Auditivo 3M.....	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1 Acceso a la mina.....	4
Tabla N°2 Ficha técnica Sonómetro Teckoplus.....	29
Tabla N°3 Ficha técnica Sonómetro ST-106.....	30
Tabla N°4 Ficha técnica de dosímetros 3M EDGE 5.....	32
Tabla N°5 Parámetros de medición	33
Tabla N°6 Criterio de protección norma europea EN 458.....	46
Tabla N°7 Operacionalización de variables.....	57
Tabla N°8 Escala de ponderación A	62
Tabla N°9 Escala de ponderación C	63
Tabla N°10 Nivel de exposición de ruido.....	64
Tabla N°11 Escala de ponderación.....	66
Tabla N°12 Valores permisibles ruido impacto.....	67
Tabla N°13 Utilidad en el estudio de cada Punto de Medición	70
Tabla N°14 Ruido producido por la Perforadora.....	76
Tabla N°15 Potencia sonora estimada para una voladura.....	77
Tabla N°16 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 1 - Protector Actual Mpow (Turno Diurno)	81
Tabla N°17 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 2 - Protector Actual Mpow (Turno Diurno)	82
Tabla N°18 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 3 - Protector Actual Mpow (Turno Diurno)	83
Tabla N°19 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 4 - Protector Actual Mpow (Turno Diurno)	84
Tabla N°20 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 5 - Protector Actual Mpow (Turno Diurno)	85
Tabla N°21 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 1 – Protector Actual Mpow (Turno Nocturno)	86

Tabla N°22 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 2 - Protector Actual Mpow (Turno Nocturno)	87
Tabla N°23 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 3 – Protector Actual Mpow (Turno Nocturno)	88
Tabla N°24 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 4 – Protector Actual Mpow (Turno Nocturno)	89
Tabla N°25 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 5 – Protector Actual Mpow (Turno Nocturno)	90
Tabla N°26 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 1 – Protector Auditivo 3M (Turno Diurno)	91
Tabla N°26 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 2 – Protector Auditivo 3M (Turno Diurno)	92
Tabla N°27 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 3 – Protector Auditivo 3M (turno diurno).....	93
Tabla N°28 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 4 – Protector Auditivo 3M (Turno Diurno)	94
Tabla N°29 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 5 – Protector Auditivo 3M (Turno Diurno)	95
Tabla N°30 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 1 – Protector Auditivo 3M (Turno Nocturno)	96
Tabla N°31 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 2 – Protector Auditivo 3M (Turno Nocturno)	97
Tabla N°32 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 3 - Protector Auditivo 3M (Turno Nocturno)	98
Tabla N°33 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 4 – Protector Auditivo 3M (Turno Nocturno)	99
Tabla N°34 Monitoreo de ruidos por Zonas Día 5 – Protector Auditivo 3M (Turno Nocturno)	100

Tabla N°35 Ruido percibido por Voladura Día 1.....	101
Tabla N°36 Ruido percibido por Voladura Día 2.....	101
Tabla N°37 Ruido percibido por Voladura Día 3.....	101
Tabla N°38 Ruido percibido por Voladura Día 4.....	102
Tabla N°39 Ruido percibido por Voladura Día 5.....	102
Tabla N°40 Promedio de resultados de medición de los 5 días con el Protector Auditivo Mpow y valor máximo permitido en el Turno Día	102
Tabla N°41 Promedio de resultados de medición de los 5 días con el Protector Auditivo Mpow y valor máximo permitido en el turno Nocturno.....	103
Tabla N°42 Comparación de Monitoreo utilizando protector actual Mpow y el protector auditivo 3M (Turno Diurno).....	105
Tabla N°43 Comparación de ruidos percibidos entre los protectores Auditivos Mpow y 3M en Turno Nocturno.....	106
Tabla N°44 Protector auditivo actual Mpow y protector auditivo 3M en el horario de 7 a 21 hrs (diurno) frente a los valores permitidos	107
Tabla N°45 Protector auditivo actual y protector auditivo 3M en el horario de 21 a 7 hrs (nocturno) frente a los valores permitidos.....	108
Tabla N°46 Resumen de Ruido percibido por Voladura durante los 5 días y Protector Auditivo 3M	109
Tabla N°47 Comparación de Resultados	112

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

En esta última década toda empresa minera tiene planeado controlar y evaluar el cumplimiento de estándares de seguridad; uno de ellos es de controlar la calidad de los EPP que utiliza el trabajador de manera constante, esto lo efectúa en cada una de sus operaciones de exploración, desarrollo, preparación y de producción a su cargo. Asimismo, la OIT ha manifestado que los principales riesgos generados a causa de la actividad minera se contempla el ruido, vibraciones, además de las exposiciones a distintos tipos de materiales como lo son restos químicos, compuestos de mercurio o material particulado en forma de polvo. Esta exposición se ve agravada debido a un sistema de ventilación que no ofrece las garantías mínimas. Además de equipamiento de calidad insuficiente, lugares de trabajo reducidos. Entre otras causas.

En el sector minero del Perú una de las causas de enfermedades laborales es la generación de ruido, siendo la hipoacusia una de ellas, según informa el Ministerio de Energía y Minas publicado en el 2019.

La minera Chinalco por la producción que realiza se encuentra en un ambiente con la presencia de sulfuros primarios y sulfuros secundarios. Esta situación acontece específicamente en emplazamientos donde las operaciones

mineras se realizan a cielo abierto, para lo cual se utilizan equipamiento que genera un gran movimiento aire y material particulado como lo son las máquinas perforadoras los compresores de aire los vehículos de transporte de mineral. Entre estas actividades una que resulta determinantes son las operaciones de voladura que ocasionan ruido y expulsan al aire gran cantidad de material particulado forma de polvo. Ambos detalles pueden incurrir en ocasionar lesiones o enfermedades en el personal minero tanto en ruido como el material particulado Específicamente enfermedades como hipo acucia debido a que no se implementaron las medidas de seguridad necesarias. Por ello se evalúa para proponer el uso de otro protector auditivo para minimizar la pérdida auditiva del trabajador.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Minera Chinalco

A. Ubicación

Estas operaciones se encuentran emplazadas en la región Junín, específicamente pertenece a la jurisdicción Provincial de Yauli, en el límite distrital con Morococha.

Cómo elemento de referencia y orientación geográfica de las operaciones se puede tomar al Tajo Toromocho el que se encuentra entre las coordenadas geográficas “WGS84 375 588 Este y 8 716 565 Norte”.

Figura 1
Ubicación del tajo Toromocho



Fuente: Elaboración propia

B. Acceso

Para acceder a las operaciones del Tajo Toromocho, como ya lo dijimos antes, el punto de referencia es la localidad de Morococha. En ese sentido si nos orientamos desde la capital del Perú, la ciudad de Lima, tendríamos dos opciones para llegar hasta este emplazamiento Minero. Por un lado, nos encontramos con 142 kilómetros de carretera que atraviesa el centro del Perú en dirección a La Oroya. Por otro lado, tenemos la opción de un acceso ferroviario, este medio supone atravesar 173 km por el centro del Perú, como la primera vía también está orientada hacia la ciudad de la Oroya. Sin embargo, a unos treinta km de esta ciudad se debe tomar la carretera hacia la localidad de Yauli.

Tabla N°1

Acceso a la mina

TRAMO	TIPO DE VIA	DISTANCIA KM	TIEMPO (HORAS)
Lima – Morococha	Asfaltado	142.00	4.00
Lima – Morococha	Ferrocarril	173.00	5.00
Oroya – Tajo	Asfaltado	32.00	0.50
Oroya – Tajo	Ferrocarril	35.00	0.60
		174.00	4h 30min

Fuente: Elaboración propia

C. Clima

En cuanto a las condiciones climatológicas el emplazamiento del proyecto presenta rasgos típicos de un ecosistema de montaña, medio que está condicionado por la gran altitud que presenta el paisaje serrano peruano. En términos generales se puede decir que las condiciones más características de este clima son su sequedad y su rigidez como las cuales determinan las temporadas climáticas de todo el año por un lado la temporada lluviosa y por otro el periodo seco. La primera temporada ocurre durante los meses de octubre y marzo como y la segunda se presenta durante abril y septiembre. Como ya se mencionó anteriormente la característica determinante para la configuración de este esquema ecológico es sin duda la altura que alcanza sobre el nivel del mar esta localidad que en su punto máximo llega a ser 4,500 m sobre el nivel del mar.

Otro factor considerado es la latitud sur (entre 11 y 12°), además de su continentalidad o posición con respecto al océano. Estos factores intervienen de manera determinante en sus climas, Térmicamente en periodos diarios y hasta anuales factores como la amplitud o los

factores eólicos, así como el grado de humedad existente y fenómenos contiguos como precipitaciones y evaporaciones están determinados por el factor antes mencionado.

D. Geomorfología general

El elemento crucial que determina el comportamiento de la geomorfología del medio donde se desarrolla el proyecto es sin duda la cadena montañosa central andina más conocida como Cordillera de los Andes.

Esta cordillera está compuesta de tres secciones distintas hacia el norte subdivide en tres, en el centro en dos y hacia el sur en dos conjuntos de picos con una alineación longitudinal.

Estructuralmente esta cadena de montañas presenta una composición Antigua en cuanto a su elemento macizo, de esta manera se puede verificar que su plegamiento es de orientación primaria además de tener una erosión en el secundario, formando dilatadas penillanuras y sobre elevación en bloques durante el terciario debido a la orogenia andina.

Específicamente el emplazamiento del proyecto presenta rasgos Geomorfológicos que nos indican una reciente de glaciación debido a que se encuentran el evidente es factores que muestran una modificación típica de procesos relacionados con el fenómeno conocido como periglaciación posterior.

Como producto de este proceso Geomorfológico la formación Que tiene una presencia predominante es el talud formado por derrubios. Y son justamente estos los que él da la característica a las laderas del entorno que presentan de rubios de un nivel de particulado muy fino, Lo que nos indica una continua acción de factores mecánicos en el terreno.

Entre las formaciones con mayor presencia en la zona podemos identificar a la aglomeración de escombros con forma de cono, aunque no presentan unas dimensiones de importancia debido a su coalescencia característica condiciona el nivel de su talud. Principalmente podemos encontrar estas formaciones en las laderas pero hacia las zonas inferiores de estas, se caracterizan por una marcada composición de material rocoso que muestra una disposición conforme al calibre del material lo que tiene como consecuencia que las rocas más grandes se acumulen en la parte inferior.

Así mismo otra de las formaciones cónicas recurrentes en el terreno son las denominadas aluviales, Aunque en este caso no se presenten en un número importante, y como las anteriores sean de menores dimensiones esto se debe a que el material acuífero no se acumula en grandes cantidades, pero si tiene en la capacidad de erosionar el material presente en la zona.

Por otra parte, en la zona se identifican los denominados procesos de solifluxión, los que permiten la aparición de depósitos de solifluxión que acumulan materiales constantemente en las zonas inferiores de cada vertiente. Es más común encontrar este fenómeno en forma de canales erosionados recorta dimensión que sirven para la circulación de material barroso.

Para completar el conjunto geomorfológico de la zona se debe considerar el material que conforma el sedimento aluvial contemporáneo. En términos generales este material presenta una fragmentación y un aspecto entre grava y arena. Se lo ubica preferentemente en los cauces fluviales aunque su presencia no es

mayoritaria debido a que en su mayoría dichos causes tiene presencia de material rocoso abundante.

E. Geología local

Cuenca de Minas Balcanes

El material rocoso que presenta afloramiento de orientación noreste en la quebrada Balcanes pertenece a las formaciones geológicas Chúlec, Jumasha, casapalca Goyllarisquizga y Pariatambo.

Así mismo, dichas floraciones presentan un ángulo que se orienta al suroeste con una inclinación entre 30° y 55°. Por otro lado, se hace evidente una configuración de escalones hacia la parte última de la falla en el fondo de la quebrada. Esto nos indica la acción del material rocoso como producto de la mecánica glaciár presente.

Además, se debe detallar qué en las laderas adyacentes a los márgenes hay presencia de acumulación coluvial y de formaciones de origen glaciár que acumulan "Till". Colegio morfología de estas formaciones presenta depresiones y rasgos ondulatorio lo que determina la forma y el acabado de la superficie aborregada. En estas formaciones principalmente se acumula material de grava con consistencia arcillosa y limosa, se estima que puede presentar propiedades impermeabilizables.

En cuanto al nivel de disolución de la superficie del material calzareo nos encontramos con una evidencia que nos indica un rango de disolución entre leve y moderado. El nivel de disolución depende de si la evidencia fue extraída en materia calzareo o caliza, en el segundo caso es cuando el nivel comienza a registrarse moderado. Una razón que explique la limitación de la disolución en el horizonte del material caliza puede estar en la presencia de un conjunto de

variantes de este material entre ellas calizas modulares o pizarrosas además de otros materiales de otro como las arenisca y lutita.

En términos geotécnicos en la zona de estudio se puede reconocer la presencia de cuerpos acuíferos como por federales, manantiales y ojos de agua. En todos ellos se registra que comparten un escarpamiento topográfico característico de la zona. Sin embargo, por sus dimensiones y su cantidad se debe considerar que el nivel de cuerpos acuíferos es reducido lo que tiene como consecuencia un escaso drenaje de material acuífero.

Cuenca Tunshuruco

Desde Toromocho, en orientación sur, se ubica la Quebrada Tunshuruco. Las exploraciones de este grupo pertenecen al conjunto Pucará, que está conformado por Casapalca, Jumasha, Pariatambo, Chúlec y Goyllarisquizga. Este conjunto rocoso presenta una orientación noreste va desde los 30 a 50° orientación sur o este. En su parte inferior interna esta falla está compuesta por escalonamiento topográfico como producto de la acción glaciario, con distintos niveles de resistencia en el material rocoso intrusivo o sedimentario.

Próximo al macizo Huruya Punco se observa que la caliza de las formaciones no se encuentra alterada en su composición metasomática-hidrotermal. Asimismo, se puede diferenciar el material considerando distancia estratigráfica de tres unidades.

Específicamente, el primer nivel en la estratigrafía identificada muestra la presencia de una caliza de características claras y cristalinas, además de signos que indican procesos de disolución. En el nivel intermedio se puede encontrar un mal un material con una pigmentación más gris que la del primer nivel, pero con signos

de menor disolución que en ciertos sectores alcanza hacer moderado. Por último, en el nivel superior se hace evidente la presencia de un material poroso con marcas muy grandes de disolución que pueden abarcar varios metros.

Esta quebrada se caracteriza por presentar en la mayor parte de la superficie de su fondo (por encima del setenta por ciento) cuerpos acuíferos como acumulaciones de agua, manantiales o bofedales. Asimismo, hacia la parte superior de la quebrada y en la parte intermedia existe la presencia de cuerpos acuíferos importantes como lagunas.

La presencia de los bofedales en ciertos sectores de la quebrada se debe mayormente a un escaso drenaje, lo que también permite una fácil acumulación como las lagunas y otros cuerpos de agua menores.

En criterios geotécnicos esta quebrada está condicionada por su escaso nivel de drenaje, circunstancia que favorece la formación de distintos cuerpos de agua y acumulaciones de agua en distintos sectores de la quebrada.

En términos geológicos forman las formaciones que determinan esta quebrada pueden ser definidas como caliza, posiblemente éstas son producto de fractura general del sistema geológico local, fallas específicas en la geotecnia de la superficie y dos emplazamientos específicos que favorecen una obtención de su disolución de su material que se lleva a cabo en la cumbre.

Cuenca Rumichaca

A diferencia de los macizos anteriores esta tiene como característica su elevación altitudinal que alcanza los 4550 Msnm. Específicamente

su ubicación se encuentra emplazada a una distancia de siete kilómetros en dirección sur desde Toromocho.

La formación rocosa que se despliega en esta quebrada es Casapalca, cuenta con una geo morfología que se abre paso sobre una colina estable que incluye presencia de lilita roja, que se convierten en bofedales hacia el inicio de la pendiente. Así mismo, hay presencia de roca caliza en el encuentro de las formaciones Jumasha y Casapalca.

Por último, está quebrada presenta material cuaternario depositado de origen coluvial y fulvioglacial Finalmente se encuentran los depósitos. Lo cual permite la formación de distintos cuerpos acuosos. Las orientaciones principales de esta quebrada están al noreste con un ángulo de inclinación que varía entre los 25 y 55° con orientación sur o este.

Cuenca de la laguna Buenaventura

Se encuentra emplazada apenas a 500 metros con orientación suroeste de Toromocho. Conformada principalmente por materiales Coluviales con presencia de grava y arena.

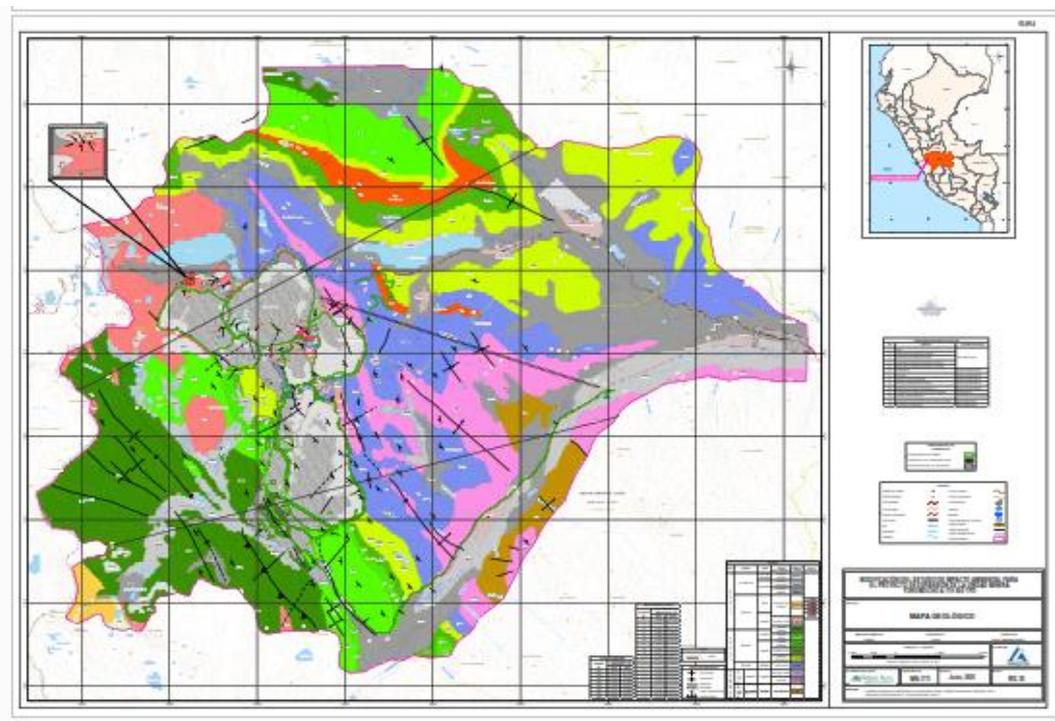
Su zonificación puede establecerse en tres áreas. Hacia el oeste encontramos un segmento con importante elevación en el que se piensan encontrar Anticona diorita, así como feldespatos pórfidos. Por otro lado, en el centro de esta cuenca se encuentran, además de los elementos anteriormente mencionados, depósitos fluviales de origen glaciar que se intercalan con desmonte minero. Por último, en la zona este está ubicado un cuerpo de agua importante que alcanza más de 400 metros de longitud.

En esta cuenca, específicamente, en su sección sur se puede observar el afloramiento de las formaciones Chúlec, Pariatambo y

Jumasha. Estos elementos se presentan acompañados de depósitos fluviales de origen glacial como evidencia de la prolongación desde la zona del centro de la cuenca.

Por último, un elemento importante a señalar es la anglomeración de desmontes provenientes de las operaciones mineras que se encuentran emplazadas en la este y en menor medida en la zona central.

Figura 2
Geología Local tajo Toromocho



Fuente: Área de geología tajo Toromocho

Geología estructural

En el proceso geológico de formación de Los andes peruanos septentrionales y centrales el periodo del Mesozoico representa la fractura entre la “La Cuenca Peruana Occidental” en el oeste y el “Geoanticlinal del Maraón” en el este. En esta zona de fractura se encuentra la denominada la Cuenca Triásica de Cerro de Pasco y Junín. Las características geoestructurales de esta cuenca están

marcadas por una deformación lito-estratigráfica a nivel geoestructural.

A continuación, se detallan los aspectos geoestructurales más importantes de la zona mencionada.

- Plegamientos

En términos generales este concepto hace referencia a una dinámica geo estructural propia del material rocoso perteneciente al periodo Jurásico y Cretácico. Estructuralmente consiste en que el material rocoso desarrolla un pliegue pronunciado cuyas formaciones reciben las denominaciones de sinclinal y anticlinal. Un fenómeno importante que producen estas fallas se puede apreciar en la parte alta de la cuenca del Huallaga, exactamente en el encuentro que se produce entre las quebradas pariamarca u tulliralca. En este punto de encuentro las formaciones rocosas goyarisquisga y chaleco reciben gran impacto geológico anticlinal y sinclinal que producen efectos hasta las proximidades de ticlacayan. También para el caso de las formaciones rocosas del grupo Chambara se puede apreciar que presentan un plegamiento de tipo sinclinal y anticlinal. Además, como parte de esta dinámica geológica se pone en evidencia la acción del sinclinal perteneciente al grupo Atacocha cuyos alcances llegan hasta las formaciones del grupo Casapalca, el cual además presenta una fractura importante en su encuentro con la falla geológica sacra familia.

- Por último, es necesario mencionar otro fenómeno geológico que corre sobre el margen derecho de este valle en dirección paralela se trata de Campanayoc, una estructura de tipo fallamiento sinclinal. Fallamientos

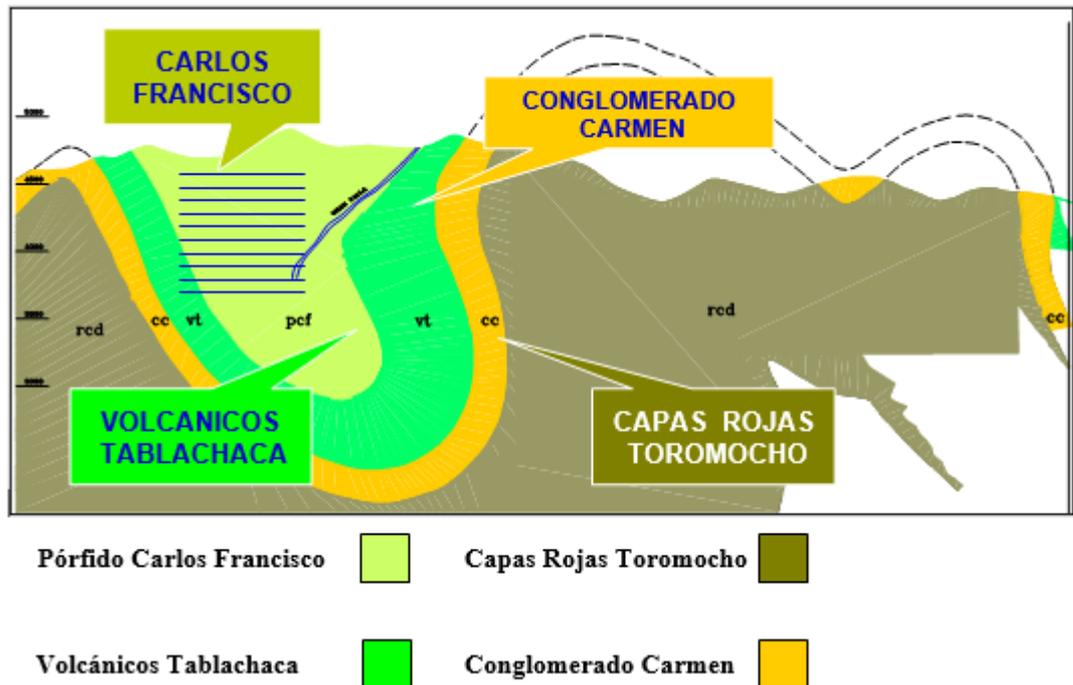
La geoestructura de la zona de estudio se encuentra marcada por distintos fallecimientos geológicos, cada uno con diversa magnitud e importancia y alcance territorial, algunos de estos llegan a tener una influencia a nivel regional.

A continuación, se hace un repaso sucinto de las fallas más importantes que presenta esta área

Falla longitudinal de Milpo - Atacocha. Se considera que este fenómeno Entró en actividad durante el denominado levantamiento andino, el que produjo la movilización de grandes estructuras además de ser Origen de la poli metalización mineral característico de las minas que llevan el mismo nombre de esta discontinuidad geológica. Se tiene evidencia que su acción, que se despliega con una orientación norte- sur, alcanza hasta el grupo Pucará y Goyllarisquizga.

Por otro lado, una discontinuidad geológica que es necesario mencionar por sus efectos regionales es la que tiene presencia en la quebrada Tulluralca, específicamente en el lado izquierdo hacia el sector sur en las proximidades de la localidad, donde pasa el lado derecho y continúa en dirección este sobre el sinclinal Campanayoc. Además de los fallecimientos antes mencionados existen otros de menor alcance cuya extensión llega aproximadamente a unos 5 km, mayormente estos fallecimientos están presentes en el grupo Chambará, además hay evidencia que su alcance tiene presencia en el contacto de este grupo con las formaciones de Chule y Goyllarisquizga.

Figura 3
Geología estructural tajo Toromocho



Fuente: Área de geología tajo Toromocho

F. Geología económica

La conformación geológica de este yacimiento presenta evidencias de mineralización que alcanzan aproximadamente más de siete millones de años, con presencia de intrusiones de granodiorita y porfíricas además de diversas alteraciones propias de estos procesos geológicos. Lo cual tuvo consecuencias en la formación de un material rocoso de tipo polimetálico con presencia primordial de cobre plomo zinc y Plata. estructuralmente el material rocoso predominante en este nacimiento es de tipo skarn.

Específicamente en la parte central de este yacimiento se encuentra el sitio de Toromocho.

Además, se debe mencionar en la zona de Morococha está predominantemente condicionada por los plegamientos

sedimentarios de los periodos mesozoico, y paleozoico, cuyas formaciones presentan múltiples intrusiones rocosas.

El proceso de mineralización de esta zona fue posible en gran medida a la presencia de este material rocoso intrusivo que posiblemente se llevó a cabo por medio de un proceso constante de termo hidratación de la roca.

por otro lado, el material sedimentario presente en la zona es en su mayoría de tipo calcáreo. Este material al entrar en contacto con el material rocoso intrusivo produce una alteración que tiene como consecuencia la formación de hornfels y skarns. Esta evidencia nos permite identificar el tipo de mineralización ocurrido asociándolo al tipo de contacto encontrado.

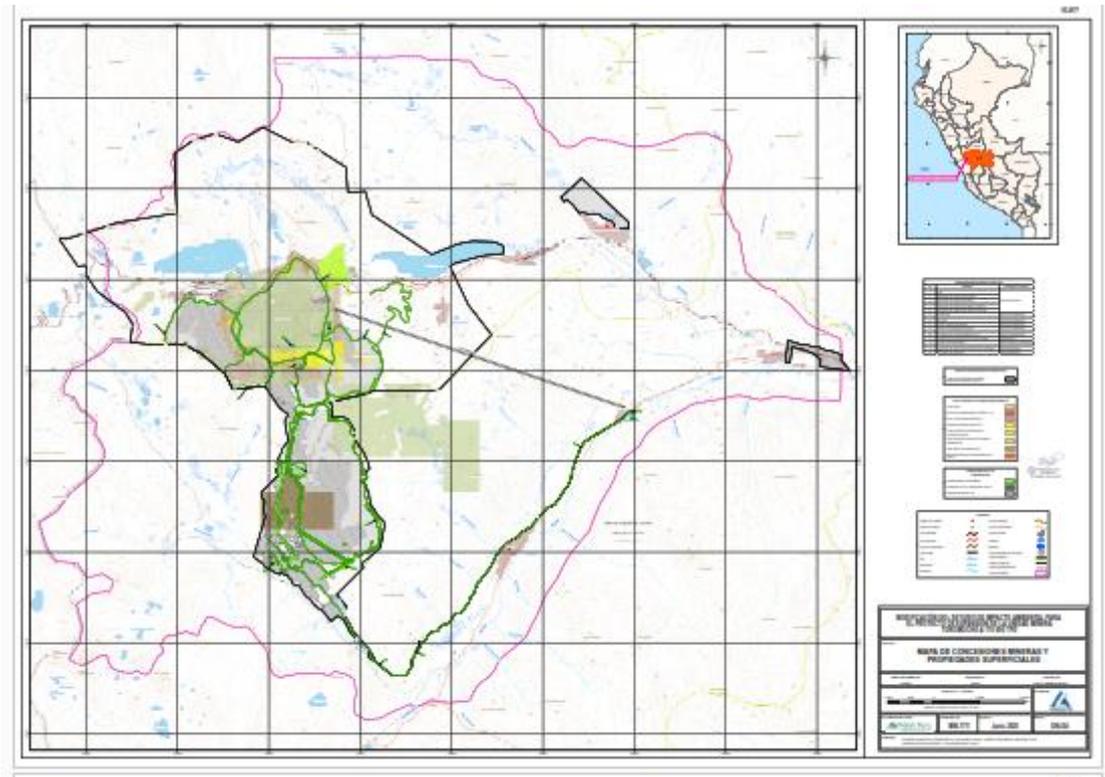
En cuanto a los accidentes geo estructural mes más relevantes de la zona tenemos el denominado Domo de Yauli. Este accidente presenta una extensión de alrededor de treinta kilómetros y presenta una orientación con 35° oeste. Su ubicación encuentra entre las localidades de Morococha y San Cristobal.

Por otro lado, en la zona norte de Domo de Yauli podemos encontrar otra geoestructura de relevancia, está se trata del anticlinal Morococha. la estructura de este plegamento nos muestra su asimetría que alcanza a la formación volcánica Catalina en su parte central.

en cuanto a la mayor concentración de mineral de cobre de ley alta, ésta se encuentra concentrada en una sección que presenta una masa de mineralización con características que nos indican una conformación blanda, pero con admiración de skarn por la presencia de material arcilloso y actinolítico. El componente de la

mineralización restante se puede encontrar en el material intrusivo que también presenta alteración por presencia de material biotito.

Figura 4
Geología económica tajo Toromocho



Fuente: Área de geología tajo Toromocho

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Es posible minimizar el riesgo de pérdida auditiva en los trabajadores del área de perforación y voladura con la implementación de protectores auditivos 3M del Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.?

1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿Con el análisis de la efectividad del control de los decibels de los protectores auditivos 3M se podrá minimizar el riesgo de pérdida auditiva de los trabajadores del área de perforación en el Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.?

- b) ¿Con la evaluación de la magnitud de los decibeles que controla los protectores auditivos 3M se podrá minimizar el riesgo de la pérdida auditiva de los trabajadores en la voladura del tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Minimizar el riesgo de la pérdida auditiva en los trabajadores del área de perforación y voladura con la implementación de protectores auditivos 3M del Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.

1.4.2. Objetivos específicos

- a) Minimizar el riesgo de la pérdida auditiva en los trabajadores del área de perforación con el análisis de la efectividad de los protectores auditivos 3M en el Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.
- b) Minimizar el riesgo de la pérdida auditiva en los trabajadores en la voladura con la evaluación de la magnitud de los decibeles que controla los protectores auditivos 3M en el Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.

1.5. Justificación de la investigación

En la actualidad se exigen estándares que se debe cumplir en los procesos de labores de exploración, desarrollo, preparación y explotación en los yacimientos de minerales; exigen a las empresas mineras a mejorar, aplicar e implementar todo tipo de equipos de seguridad personal de acuerdo a las necesidades de cada proceso para minimizar los índices de la enfermedad ocupacional debido al desarrollo de las labores de los trabajadores una de ellas es el ciclo de la perforación y voladura, que generan altos decibeles de ruido durante la operación del equipo de perforación y en la detonación de la voladura; lo que requiere el uso de cierto tipo de auditivos protectores para mitigar la generación del ruido de esta manera evitar incidentes y enfermedades

profesionales debido al ruido, estos auditivos deben garantizar el cumplimiento de los estándares requeridos, bajo normas legales y deben ser totalmente eficientes para lograr el objetivo.

La presente investigación tiene como objetivo de analizar y evaluar los protectores auditivos 3M técnicamente obtener los resultados para controlar los ruidos que se generan en la perforación y voladura; de esta manera reducir el riesgo de la pérdida auditiva y crear una calidad de trabajo para los operarios. Así mismo que sirva como base y modelo para la investigación de otras empresas mineras en cuanto al control de ruidos de los equipos que operan en una empresa minera.

1.6. Limitaciones de la investigación

Una de las limitaciones de la investigación, es la escasa información historial de los estudios de los equipos de seguridad de una manera muy específica de los protectores auditivos, que determinan la eficiencia y técnica del uso de este equipo de seguridad personal. En cuanto al apoyo del desarrollo de la investigación por parte de la empresa se tuvo todas las facilidades necesarias.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio Antecedentes nacionales

Cuentas, P. (2019), Nos presenta su tesis de investigación desarrollada en la Universidad Nacional del Altiplano que titula: “Medición, evaluación y propuesta de control del ruido mediante la selección de protectores auditivos en la Compañía Minera Casapalca S.A.”.

Esta investigación nos plantea como finalidad el establecimiento de un vínculo objetivo objetivo entre los niveles de ruido que se pueda monitorear y la elección de un equipamiento de protección auditiva adecuado. Con esa finalidad cuentas desplegó un método, para medir directamente los niveles de ruido, que se basa estrictamente en lo delimitado en “la Guía N° 1 del DS 024 - 2016 - EM y su modificatoria - DS 023 - 2017 - EM Reglamento de Seguridad y salud Ocupacional en Minería”. Dicho procedimiento busca revelar los niveles de ruido y establecer una medida en decibeles siguiendo escalas de ponderación. Para ello se conformaron conjuntos de personas que serán expuestas a condiciones similares.

En este caso específico la medición de decibeles se realiza mediante un equipo de dosímetro de segunda clase, el espacio de tiempo necesario para recabar la información adecuada debe no menos el 70% del tiempo laboral

efectivo. De llevarse a cabo dichos parámetros se espera obtener resultados correctos y en base a ello seleccionar el equipamiento de protección auditiva más adecuado. Sin embargo, vistos los resultados que arrojó la investigación se optó por una solución mixta debido a que no se llega a atenuar los niveles de ruido alcanzados solo con tapones auriculares. Asimismo, se tomó en cuenta ya distinta exposición a distintos niveles de ruido lo que condicionaría un uso específico equipamiento para cada, cada uno de estos requerimientos debe establecerse en un procedimiento de uso que debe estar reflejado la ficha técnica específica.

cómo se señaló anteriormente la tesis de cuentas se centra en obtener el correcto procedimiento que garantice una medición adecuada y así poder seleccionar adecuado para cada labor con lo cual gestionar adecuadamente impacto del ruido monitoreado en las labores minimizando sus posibles consecuencias negativas.

Tello, Ch. (2018), nos presenta una tesis de investigación denominado “Evaluación y control de ruido ocupacional en la empresa minera de explotación SERINGTELL E.I.R.L. Cobrepampa - Bella Unión – Arequipa 2018”.

En este trabajo Desarrolla un procedimiento que busca en primer lugar la de las condiciones generales del ambiente sonoro en las labores mineras y posteriormente busca elaborar procedimientos para controlar el nivel de ruido al que están expuestos las personas que trabajan en la empresa.

En detalle su diagnóstico se centra en identificar medir y proponer un sistema de control para el nivel del ruido.

En primer lugar, para identificar las condiciones iniciales de bio sectorizar la zona de control buscando con y yo Más que presentan mayor exposición al ruido. En segundo lugar, una vez sectorizado toda la zona de control se procede a realizar las medidas de los niveles de ruido en cada una de ellas. Con los

resultados obtenidos se identifican las áreas de exposición crítica para luego ser intervenida con medidas de mitigación.

En cuanto al equipamiento usado para la medición se contó con un sonómetro CYRRUS CR-821-B, y los resultados que arrojó fueron los siguientes: se encontró nivel de 98.6dB en el área destinada a labores de extracción de material, el área de funcionamiento de máquinas obtuvo un nivel de 76.8 dB, la chancadora alcanzó un 83.4dB y por último se registró un 53.4 en los campamentos.

Según esos resultados se pudo saber que existían 2 áreas que superaban la normativa mínima de exposición. Éstas fueron el área de extracción y el área donde opera la chancadora.

Además, se hizo uso de un dosímetro Casella Cel.350 que sirvió para recabar resultados de tres que laboraban en distintos lugares del área a medir. Específicamente para ello se seleccionó a la persona que opera la compresora, al operario y al personal que labora en la selección de los minerales. Luego de las mediciones necesarias se pudo conocer que las tres personas registraron niveles por encima de los mínimos permitidos. Para el caso del personal que manejaba el equipo de compresión sus resultados ascendieron a 86.2dB, en el caso del personal de perforación un nivel de 86dB y por último en el sector de selección de mineral el personal alcanzó un nivel de 84.3dB. En los dos primeros casos edición abarcó las ocho horas laborables, en el tercer caso el periodo cubrió la totalidad de las cinco horas que labora este operario.

Con los resultados obtenidos se diagnosticó que los resultados alcanzados respondían a una mala gestión de las condiciones laborales que se reflejaba en el bajo presupuesto asignado para dichos procedimientos. Tomando en cuenta este escenario se procedió a implementar procedimientos que busquen controlar la exposición excesiva a niveles de ruido que superan la

nota normativa vigente, y se recomendó la implementación de equipamiento adecuado que cubran las necesidades.

2.1.2. Antecedentes internacionales

Jara, O & Salinas, P. (2021), nos propone su tesis de estudio titulado: “Evaluación de la exposición al ruido en el proceso de perforación y voladura, para la formulación de un sistema de seguridad en la mina Grumintor, Ponce Enríquez – Azuay”, sustentada en la Universidad Del Azuay, Ecuador.

En esta investigación se incluye una exhaustiva evaluación de los niveles de ruido a los que están expuestas las personas que trabajan en operaciones minera subterráneas las que cumplen el trabajo de perforador y las que están expuestas a las labores de voladuras.

Para recabar la información necesaria inicialmente se llevó acabo una revisión de la totalidad de las instalaciones donde opera la empresa minera, una vez hecha está evaluación distintos niveles de ruido que se encontraban presentes en las instalaciones.

Para elaborar un diagnóstico adecuado se debió diferenciar 4 áreas de evaluación, seleccionadas por estar a una distancia conveniente cada una de la otra. Además, se tuvo que hacer un diagnóstico específico de las condiciones sonoras en el equipamiento usado para las perforaciones y para ello se debió distinguir entre de uso reciente y el equipamiento que ya tenía varios meses de uso.

Los resultados de estas mediciones se obtuvieron a través de un sonómetro Tekcoplus de uso industrial.

Por último, con la información que se obtuvo se elaboró un procedimiento para implementar medidas que busquen contrarrestar el impacto de la exposición al ruido que sobrepase los niveles mínimos permitidos en la norma vigente y aplicable al caso de operaciones mineras en Ecuador.

Pacheco, G. (2006), nos presenta su tesis de investigación "Guía para la Selección y Control de Protectores Auditivos" de la Universidad Austral de Chile.

En este trabajo Pacheco se dedica a investigar y a elaborar un procedimiento adecuado que permita seleccionar y controlar el equipamiento de protección auditiva más adecuado.

Para ello busca que su diagnóstico de las condiciones a la exposición del ruido guarde estrecha relación con el equipamiento. Para que de esta manera se pueda alcanzar una mitigación óptima y de esta manera reducir la exposición sonora nociva.

Pacheco despliega un diagnóstico que no sólo se limita a las condiciones específicas del lugar de trabajo y el equipamiento requerido, hacer una evaluación de las actividades que realiza el personal, así como Ambientales a los que están sometidos entre otros Elementos a considerar en el conjunto. Que está presente en las labores que suponen exposición alta al ruido.

Este estudio encuentra su Marco de aplicación en las normas aplicables a las operaciones mineras vigentes en Chile. Dicha normatividad abarca aspectos como condiciones para las labores, el necesario uso de equipamiento de seguridad.

Específicamente, la normatividad chilena señala las características que debe tener el equipamiento de protección auditiva en relación con los niveles de exposición a los que se encuentra el trabajador. Para ello establece un sistema de entrenamiento a los entes que fiscalizan las labores mineras, a los responsables de abastecer el equipamiento necesario y a las empresas que deberán hacer uso de ellos.

Pacheco en su tesis culmina proponiendo un sistema para gestionar el control y la selección del equipamiento de protección auditiva. Dicho sistema hace énfasis en lo necesario que es introducir reformas continuamente a este

tipo de procesos por parte de los responsables de la empresa y del personal que trabaja en ella.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. Ruidos y vibraciones

A. Ruido

Éste fenómeno se puede definir como un impacto sonoro de elevada magnitud que al ser percibido es generalmente rechazado.

Su ocurrencia puede ser única o repetitiva de ser este el caso se considerará una ocurrencia molesta y intolerable.

Cuando su ocurrencia se hace nociva se considera un elemento perjudicial para unas condiciones adecuadas de salud en las personas. Es posible identificar si el nivel de ruido es excesivo y perjudicial cuándo se exceden los niveles máximos tolerables sobre este detalle específico existe normatividad vigente que está recogida en el: “Decreto Ejecutivo 2393”

Para poder establecer la cantidad adecuada de ruido al que si está expuesto se lo debe considerar usando unidades de medida aplicables a la magnitud del fenómeno sonoro en este caso dichas unidades son los decibelios(dB).

Para poder obtener una adecuada medida del nivel de decibelios al que se está expuesto es necesario utilizar un sonometro.

Los tipos de ruido pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- **Ruido continuo**

se considera la continuidad del fenómeno sonoro cuando se mantiene el nivel de presión o la magnitud de sonoridad no presenta una variación continua. Es decir si el ruido es repetitivo y constante aún mismo nivel será considerado continuo. El

intervalo temporal de no variación a tener en cuenta debe estar por debajo del segundo de duración.

- **Ruido intermitente**

Si se presentan intervalos variables de duración en la presión sonora se trata de un fenómeno de ruido intermitente.

La medida para establecer la intermitencia es los cinco segundos de presión Sonora constante seguidos de una variación de presión. Es decir este fenómeno presenta intervalos de sonoridad a presiones superiores a las normales acompañadas de presiones normales o ambientales. Además para considerarse intermitente la variación entre intervalos debe ser constante.

- **Ruido de impulso o impacto**

Éste fenómeno se caracteriza por un decrecimiento muy marcado en la presión Sonora. Es decir, cuando se produce en el ruido inmediatamente después baja la presión Sonora de manera exponencial. Este fenómeno generalmente ocupa un lapso temporal de dos segundos por cada Impacto de presión hasta su decrecimiento.

- **Ruido ocupacional**

Éste fenómeno se trata de las condiciones sonoras específicas que pueden ser generadas en los espacios laborales. Generalmente las fuentes de esta presión Sonora son el equipamiento Eléctrico o mecánico, aunque se cuente y la realización de Actividades en el sitio de labores.

B. Vibraciones

Éste fenómeno puede ser descrito como la variación de oscilación constante de un sistema sonoro. Entonces entre sus características puede mostrar una estructura armónica básica o una compleja.

Entre los sistemas que pueden generar este tipo de registros sonoros se encuentran Estructuras de movimientos por medio de gas líquidos o sólidos.

En el caso de que el medio utilizado para la vibración sea aéreo o gas y las partículas involucradas alcancen entre 20 y 2000 Hertz como rango de frecuencia se trata de vibraciones que producirán efectos sonoros.

En términos generales una vibración puede ser definida como el desplazamiento que presenta un elenco en relación a un punto inmóvil.

Entre las características más recurrentes del fenómeno de la vibración podemos encontrar:

- **La frecuencia**

Esta característica hace referencia a las repeticiones continuas en el lapso temporal de un segundo que completan las oscilaciones cíclicas.

La unidad de medida de la frecuencia se cuantifica en Hercios, un Herzio abarca los ciclos oscilaciones por cada segundo.

El análisis del fenómeno vibratorio requiere que la frecuencia sea descompuesta en un espectro que abarque de uno a 1500 Hertz.

- **La amplitud**

Esta es la magnitud que hace referencia al nivel o a las intensidades que puede alcanzar el fenómeno vibratorio. Para cuantificar la puede optar por medir la amplitud como aceleración con lo cual tendríamos una dimensión metros por segundo al cuadrado o en velocidad lo cual nos daría una dimensión de metros por segundo Del desplazamiento vibratorio deberíamos

tener la dimensión en metros. Por medio de estas estimaciones se puede alcanzar una dimensión del fenómeno vibratorio mediante su intensidad.

2.2.2. La medición del ruido

Para alcanzar una adecuada cuantificación del fenómeno sonoro es necesario identificar las distintas frecuencias que lo pueden contener, debido a que cada una de ellas determinará un valor específico que se reflejará en un nivel de presión sonora distinto.

Lo mencionado anteriormente es un detalle central para establecer la dimensión del fenómeno sonoro debido a que se debe diferenciar los elementos que lo componen de la frecuencia en la que éste se manifiesta.

Actualmente, no existe una normativa oficial que regule los estándares de ruido en el Perú, aunque hay proyectos en ese sentido todavía no se llegó a una estandarización definitiva.

Sin embargo, para una adecuada medición en labores como la minería se hace uso de los estándares.

La normatividad internacional está basada en el procedimiento de medición y estandarización ISO1996 la cual viene a ocuparse en detalle sobre la medición y los valores adecuados del fenómeno sonoro en el ambiente.

Para establecer la limitación adecuada al fenómeno sonoro se establece varios niveles de sensibilidad sonora. Además, se debe considerar la procedencia del ruido, si este se origina en el ambiente sonoro que preexiste se trata de una fuente fija y si es distinto a él se trata de una fuente móvil. Estos son dos de los factores más determinantes para establecer cuando la exposición a un fenómeno acústico resulta excesiva para las personas. Estos parámetros fueron fijados en la Confederación Suiza N° 814.41.

Los límites de exposición de la norma establecida por la Confederación Suiza N° 814.41, presentan límites para el ruido en zonas con distintos grados

de sensibilidad, y por otro lado, la norma permite evaluar una fuente de ruido (fija o móvil) según su diferencia con el ruido de fondo preexistente, lo que entrega grados de respuesta de la comunidad.

Para un adecuado control de los niveles de exposición al fenómeno sonoro se puede hacer uso de los equipos mencionados a continuación:

A. Sonómetro

Se trata del equipo más utilizada en labores de medición de los niveles de sonoridad. Por medio de este dispositivo se registra los niveles que alcanza el ruido en términos de presión sonora. Como unidad de medida básica utiliza el decibelio.

- El sonómetro cumple con los certificados CE y RoHS.
- El sonómetro cumple con la calibración

A continuación, se puede ver los tipos de sonómetros

Figura 5
Sonómetro marca Teckoplus



Fuente: Ficha Técnica TekcoPlus

Tabla N°2

Ficha técnica Sonómetro Teckoplus

Especificaciones	Sonómetro
Marca	Tekcoplus
Estándar aplicado	Norma IEC 60651 Tipo 2, ANSI SI. 4 Tipo 2.
Modelo	SLM25TK
Fuente de sonido de calibración	94 dB a 1 kHz
Rango de medición	30 dB – 130 dB
Unidad de medida	dBA / dBC

Fuente: Ficha Técnica TekcoPlus

Figura 6

Sonómetro digital modelo ST-106



Fuente: Ficha Técnica ST-106

Tabla N°3

Ficha técnica Sonómetro ST-106

Modelo	ST-106
Pantalla	Pantalla LCD con iluminación verde/amarilla, (240 x 160 puntos), Reloj en tiempo real, Año, mes, minuto.
Ratio de <u>refresco</u> de pantalla	1Hz para valores, 10Hz para gráficos.
Estándares mayores aplicables	IEC61672-1 : 2002 Clase 1
Otros estándares	IEC 60651 : 1979 TIPO 1 IEC606804 : 2000 TIPO 1
Micrófono	Micrófono de ½ pulgada pre-polarizado con condensador.
Preamplificador integrado:	40mV/Pa.
Rango de frecuencia:	10Hz ~ 16KHz, ruido de calor: 20dB(A).
Funciones de medida	Lxyi, Lxyp, Lxeq, Lxmax, Lxmin, LAE, Lc- peak, Lzpeak, remark: X es A, C, Z e Y es F, S, I
Rango de medida	30dB ~ 130dB (A); 35dB ~ 130dB (B); 40dB ~ 130dB (Z)
Intervalo de tiempo integrado	Al azar, 10s, 1m, 5m, 10m, 20m, 30m, 1h, 2h, 4h, 8h
Pesado de tiempo	Rápido, Lento, Impulso, Pico
Pesado de frecuencia	A/C/Z
Rango de frecuencia	10Hz ~ 16KHz
Frecuencia de muestreo	20.8 µs (48 KHz)
Output analógico	AC 20mV/dB
Tiempo de inicio	< 10 segundos
Requerimiento de potencia	LR6: 4 baterías alcalinas (8 horas)
Adaptador AC	Input: 100V ~ 240V, Output: 6V DCV
Tamaño	285*90*39mm (Largo*Ancho*Altura)
Peso	500g (incluyendo baterías)

Fuente: Ficha técnica Sonómetro ST-106

Como accesorios adicionales para la medición del ruido producido por las perforadoras y voladura el sonómetro se ubicará a una distancia promedio para su respectiva medición del ruido con uso de un trípode:

Este accesorio permite alcanzar un emplazamiento estable para el sonómetro. De lo contrario el equipamiento no podría conseguir lecturas correctas, es esta circunstancia que convierte al trípode en indispensable para el correcto funcionamiento de un sonómetro, pues anula la posibilidad de que se generen movimientos que provengan del equipo de medición y con ello se pueda distorsionar las medidas con vibraciones externas al entorno.

Para cumplir la norma aplicada es indispensable el uso de esta herramienta.

Figura 7
Trípode



Fuente: ficha técnica trípode 206

B. Dosímetros

Este aditamento se trata de un tipo específico de sonómetro. Está diseñado para poder registrar lecturas a nivel personal, pues se debe disponer como aditamento al cuerpo a la altura de la cintura o los hombros.

Por medio de este instrumento se registra el nivel de exposición al ruido que presenta un cuerpo humano en entornos cerrados.

Figura 8
Dosímetro 3M EDGE 5



Fuente: Ficha técnica

Tabla N°4

Ficha técnica de dosímetros 3M EDGE 5

Clase	Parámetro	Descripción
Ruido Ocupacional - Dosimetría		Marca: SVANTEK Modelo: SV 104A Serie: 56754
	Equipos a usar	
		Marca: 3M Modelo: EDGE 5 Serie: ESQ010027
	Ponderación de frecuencias	"A"
	Ponderación temporal	Slow
Tasa de intercambio	3	
Nivel sonoro criterio	85dB	

Fuente: Ficha técnica

Figura 9
SVANTEK SV 104^a



Fuente: Ficha técnica

Tabla N°5

Parámetros de medición

Clase	Parámetro	Descripción
Ruido Ocupacional - Dosimetría	Equipos a usar	Marca: SVANTEK Modelo: SV 104A Serie: 56754
		Marca: 3M Modelo: EDGE 5 Serie: ESQ010027
	Ponderación de frecuencias	"A"
	Ponderación temporal	Slow
	Tasa de intercambio	3
	Nivel sonoro criterio	85dB

Fuente: Ficha técnica Tekto Plus

2.2.3. Instrumentos de protección auditiva

Se trata del equipamiento adecuado para mantener protegidos el aparato auditivo humano. Técnica su función es mitigar el impacto de la presión sonora ocasionada por el ruido.

Para obtener óptimos resultados en cuanto a la protección es determinante usarlos correctamente y en la oportunidad requerida además de realizar un constate mantenimiento al equipamiento.

- **Protectores para los Oídos**

En este aspecto se puede encontrar dos tipos de protección las orejeras y el tapón pre modelado.

- **Nivel de Reducción de Ruido**

Según la institución americana encargada de velar por los estándares de la salud publica El NIOSH es recomendable alcanzar una reducción en los valores NRR como parte de lo niveles de protección atribuido a cada dispositivo específicamente:

En el caso de las orejeras la reducción debe alcanzar un 25 por ciento.

En el caso de los tapones moldeables la reducción debe alcanzar un 50 por ciento.

En el caso de los tapones premoldeables la reducción debe alcanzar un 70 por ciento.

Estos valores son considerados antes de usar la protección auditiva.

- **Comparación de tipos de protección auditiva**

- **Tapones de espuma desechables**

Se trata del aditamento más usado en distintas de labores con exposición prolongada al ruido. Este fabricado en una mayaríamos es pudín que permite su compresión y su fácil adaptación a la cavidad interna del oído.

Entre sus beneficios se pueden apuntar las siguientes:

- comodidad: su fácil adaptación a los distintos tipos específicos de canales auditivos.
- fácil disposición: son aditamentos muy accesibles por su bajo precio
- Eficacia: si se los usa adecuadamente puede ofrecer una protección bastante efectiva que mitigue el impacto sonoro.

Figura 10

Tapón de espuma desechable



Fuente: Selección de protección auditiva

Tapones semi insertos

Se trata de instrumentos muy parecidos a los descritos anteriormente, aunque presentan características distintivas que los diferencian de los primeros.

Si bien también están compuesto de un material espumante de textura blanda, estos se caracterizan por llevar una barrilla más firme pero flexible en la parte central trasera.

Por su diseño, para usarlos adecuadamente no es necesario hacer presión en la espuma para adecuarla al orificio auditivo.

Entre sus beneficios se pueden apuntar las siguientes:

- **Uso fácil:** se recomienda su uso a personas que les sea difícil manipular los tapones de espuma convencionales.
- **Practicidad:** su manipulación no requiere de manos libres y limpias.
- **Comodidad:** una de las ventajas de su material es la adaptación fácil a los orificios auditivos.

Figura 11

Tapones semi insertos



Fuente: Selección de protección auditiva

Tapones reutilizables

Se trata de aditamentos que tapan el canal auditivo y que están fabricados con material impermeable que permite ser lavados y desinfectados después

de cada uso. Además, estos accesorios están unidos por un cordón de material plástico para prevenir posibles pérdidas.

- beneficios : su principal característica es que se puede reutilizar múltiples veces sin por ello perder cualidades impermeables.
- costo: al no ser sustituidos cada vez que se usa se Convierten en un menor costo de inversión en implementos de seguridad.
- practicidad: para su manipulación no es necesario tener las manos libres con limpies.
- versatilidad: por sus características impermeables ofrece un funcionamiento efectivo en contextos húmedos.
- Factor atenuante: este producto permite percibir el sonido del entorno si se usa con filtros acústicos de paso. De esta manera también se asegura una correcta actuación en cada labor que se requiera.

Figura 12

Tapones reutilizables



Fuente: Selección de protección auditiva

Tapones moldeados a medida

Estos accesorios por su naturaleza están hechos de un material resistente flexible y adaptable que busca una adecuación perfecta y individualizada a cada canal auditivo que lo requiera.

- durabilidad: al estar hechos de un material resistente se pueden usar múltiples veces sin por ello perder características.
- comodidad: su capacidad moldeable ofrece una adaptación perfecta al orificio de oído del usuario, para ello deben ser manipulados correctamente.
- versatilidad: dependiendo de las necesidades de los usuarios estos tapones pueden incluir la capacidad para atenuar el impacto sonoro mediante el uso de un filtro acústico.

Figura 13

Tapones moldeados a medida



Fuente: Selección de protección auditiva

Orejeras

se trata de Cascos de protección específicos para la parte externa del oído.

Su diseño comprende un puente de plástico entre ambos oídos con capacidad para ajustar y asegurar ambos cascos a la cabeza del usuario. Y además cuenta con almohadas en cada uno de los cascos para un ajuste adecuado que ofrezca un aislamiento con el ruido sin dañar la parte externa de las orejas de la persona que los usará.

- Fácil uso: su uso se da de forma rápida e intuitiva debido a la facilidad que presenta este dispositivo a la adaptabilidad que puede ofrecer al usuario.
- practicidad: operar este dispositivo no requiere mayor esfuerzo que quitárselos y ponérselos cuando se requiera.
- sustituto de la protección directa al canal de oído: por razones de distinta índole ya sea físicas médicas o de comodidad hay usuarios que no pueden usar los tapones anteriormente señalados y optan por usar la protección auditiva mediante estas orejeras.

Figura 14
Orejeras



Fuente: Selección de protección auditiva

Dispositivos de protección auditiva con banda

En este tipo de aditamentos la parte principal es el puente o banda que los mantiene unidos con una firmeza que ayuda a que se mantengan en el lugar adecuado,

- practicidad: su uso es muy accesible y fácil porque sólo requiere ponérselos y quitárselos cuando sea necesario, específicamente cuando se trata de un tránsito entre ambientes alta contaminación sonora ambientes que presentan ruidos normales.

- versatilidad: este tipo de aditamentos ofrece múltiples opciones de diseño cada una con un fin específico pensado en cada requerimiento del usuario.
- nivel de mitigación: están recomendados para labores que necesiten a atenuar moderadamente los niveles de ruido.

Figura 15

Protector auditivo con banda



Fuente: Selección de protección auditiva

2.2.4. Protectores auditivos especiales

a. Generalidades

En condiciones normales un dispositivo de protección auditiva de uso normal no debería representar un impedimento a la persona que lo usa al momento de escuchar una conversación o de prestar atención auditiva a los llamados en situaciones peligrosas en un contexto laboral. El dispositivo de protección auditiva sólo debe ofrecer mitigación de la exposición al ruido más no interferir en la Percepción del medio sonoro que rodea al usuario.

Si esta interrupción se produciría por el hecho del uso de protectores auditivos de uso convencional en usuario o el departamento de seguridad teniendo en cuenta esta condición debería optar por dispositivos de protección auditiva con un diseño especial para este tipo de requerimientos.

b. Clasificación

Por las necesidades que cubren estos dispositivos se clasifican de la siguiente manera:

- dispositivos que responden el nivel de presión: se trata de audífonos que atenúan el ruido dependiendo del nivel de presión que ejerce el impacto sonoro.
- dispositivos de función activa: en este caso se recurre a un mecanismo electrónico para regular el impacto acústico. Éste mecanismo funciona disfrazando las vibraciones de entrada a 180°, éste mecanismo se conoce como efecto de cancelación activo.
- casco de orejas intercomunicadores: se trata de dispositivos que permiten intercomunicar mensajes a la persona que los usa sin que esto sea afectado por la exposición al ruido. Su mecanismo de conexión puede ser mediante cables alámbricos usando una señal inalámbrica.
- auriculares anti ruido: dispositivo diseñado para proteger la zona externa de las orejas y parte de la zona craneal. Su mecanismo de acción permite desviar el impacto sonoro hacia la parte externa de la cabeza y de esta manera evita que el oído interno reciba el impacto sonoro de ruido.

2.2.5. Factores que determinan el rendimiento del protector auditivo

- Trayectoria del sonido a través de un protector auditivo

Aunque el orificio del oído interno presente una oclusión es decir se encuentre tapado por acción de la protección todavía se puede presentar casos en los que exista una transmisión de sonido al interior oído, en estos casos es común identificar hasta 4 posibles trayectos por los cuales se cuele el sonido.

1. Fugas

Este tipo de filtraciones se produce cuando el dispositivo de protección auditiva no logra sellar de manera hermética el orificio del oído interno. Las fugas pueden ocurrir tanto en el momento Tapones de protección como también en las orejeras debido a que por mala manipulación no se logra las condiciones herméticas necesarios.

Sí tuvo registros de qué una fuga en el cierre hermético puede representar una reducción de entre 5 y 15 dB lo que tiene como consecuencia que el ruido no se atenuará y el nivel de protección el dispositivo no alcanzará el nivel de frecuencia adecuado para una cancelación de ruido óptima dependiendo las dimensiones de la fuga.

2. Vibración

Éste fenómeno suele presentarse cuando el orificio auditivo tiene propiedades elásticas y de movilidad que puede producir una mala adaptación del protector al oído. Es con este movimiento y elasticidad que se facilita la filtración de vibración de menor frecuencia.

Por otro lado, el sistema de los cascos para protección de las orejas puede ofrecer vibraciones cuando entren en con tacto mediante presión con la forma del cráneo y en lugar de funcionar por sujeción pueden producir un efecto de rebote. Ante esta posibilidad el diseño contempla el almohadillado de los cascos que además de su finalidad de dar comodidad busca ofrecer amortiguación en el contacto entre el protector y la oreja para tratar de minimizar el efecto vibratorio.

3. Transmisión

Éste fenómeno generalmente se produce por un efecto de la composición material de los dispositivos. Dicha composición permitirá la transmisión de sonido a través del mismo material si estos se presentan demasiado rígidos y con poca amortiguación dicho efecto podrá hacerse más notorio con lo cual el sonido que debe ser anulado podrá Transmitido por el mismo dispositivo de protección. Cuando la transmisión de sonido registre el nivel por encima de los Mil HZ nos encontraremos ante una caída significativa en la capacidad el ruido.

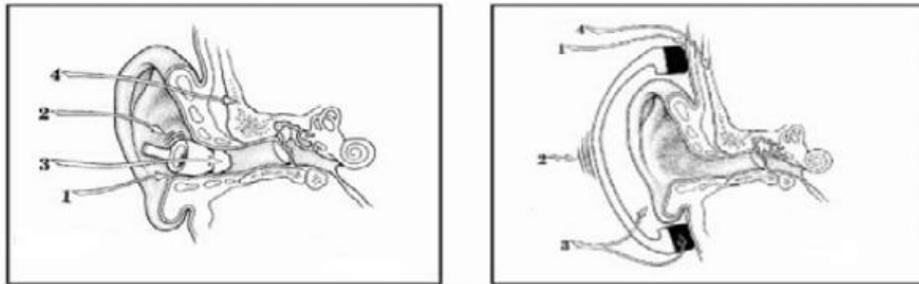
4. Conducción

Éste fenómeno no vende tanto de los dispositivos de protección o anulación sonora sino más bien de la capacidad de los tejidos orgánicos para Conducir frecuencias vibraciones y sonidos. Específicamente el material ocio y ciertos tejidos cartilagosos pueden servir de elementos conductores de frecuencias, aunque los dispositivos de protección se encuentren funcionando adecuadamente.

Algunos estudios demuestran que el material ocio puede conducir Les de frecuencia apenas por de los 20 dB ofrecer un canal auditivo libre de oclusiones.

Figura 16

Trayectorias que el sonido puede llegar al oído ocluido



Fuente: Factor de control auditivo

- **El efecto de oclusión**

Existen dos aspectos importantes a resaltar sobre este efecto.

Por un lado, cuando la oclusión se realiza eficientemente es posible que la vibración sonora sea transmitida por canales orgánicos de tipo óseo, dichas vibraciones pueden alcanzar frecuencias por debajo de los 2000 HZ.

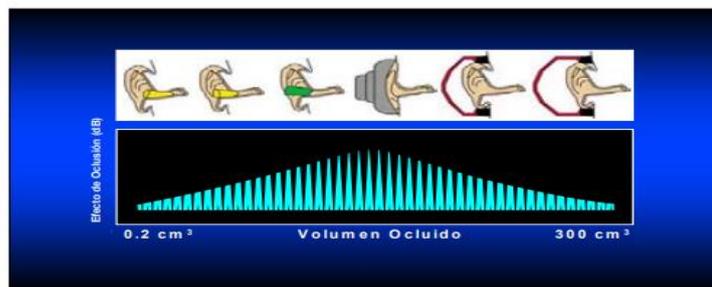
Entonces qué se produzca este efecto es señal de una buena obstrucción del canal de audición y por consecuencia de una protección adecuada para el usuario. Sin embargo, por otra parte, al producirse el efecto de oclusión es común que el usuario sienta incomodidad por el efecto de sonoridad que se produzca cuando el conducto auditivo está herméticamente cerrado.

En estos casos los usuarios manifiestan incomodidad por la sensación que reciben de su voz pues la perciben a otra frecuencia y con otra tonalidad al ser esta transmitida por vía ósea. Es por ello que los trabajadores suelen interpretar como un signo negativo del uso de los protectores el efecto de oclusión auditiva. Y por esa razón se produce en ocasiones en que rehúsan el uso de la protección auditiva.

Este efecto será más pronunciado cuando se utilicen dispositivos que no se insertan completamente en el canal auditivo. Para estos casos se puede aminorar el efecto insertando a mayor profundidad el protector auditivo usando cascos protectores para orejas de un mayor espesor.

Figura 17

Efecto mínimo cuando el protector tipo tapón es insertado profundamente



Fuente: Factor de control auditivo

- Rendimiento

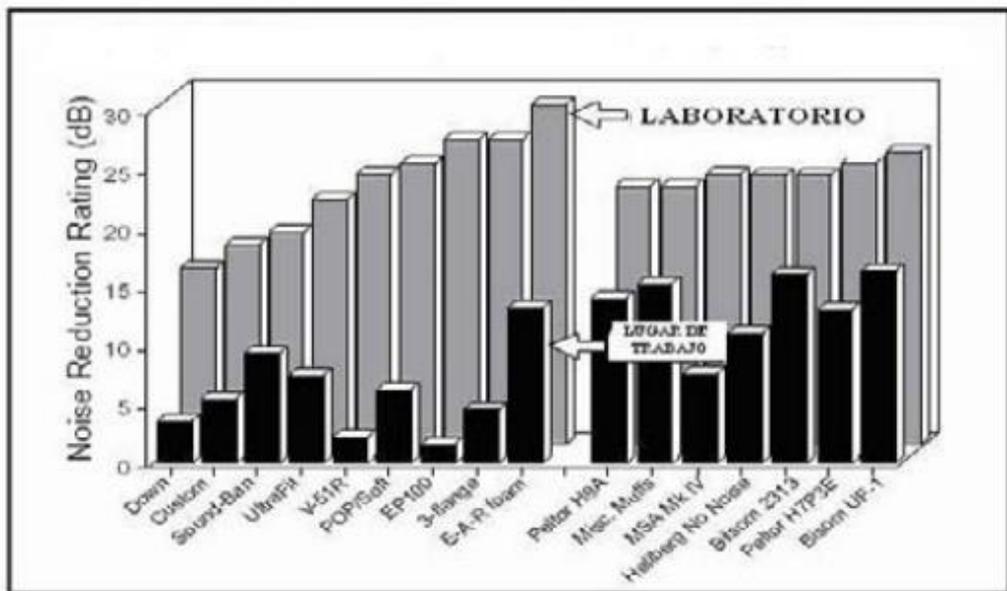
La evidencia de las investigaciones sobre rendimiento de los dispositivos de protección auditiva arroja resultados contradictorios. Esta situación se produce debido a que hay una diferencia resultante entre las condiciones de laboratorio que presentaron las investigaciones y las condiciones en los lugares de trabajo.

Es por ello que las mediciones en laboratorio muestran un valor óptimo para los dispositivos de protección auditiva que no se pueden replicar en los lugares de trabajo. Debido a que las condiciones en el laboratorio están plenamente controladas.

En ese sentido es que se puede entender la diferencia entre el rendimiento óptimo en laboratorio de un dispositivo de protección auditiva y el rendimiento efectivo de este mismo dispositivo en condiciones de trabajo normales.

Un ejemplo práctico de esta diferencia es que en el laboratorio se evalúa el uso de los dispositivos por parte de individuos expertos que sólo debían colocarse los tapones. Normales los usuarios no son expertos en la colocación de los tapones y no es la única función que deben cumplir. Este contraste de condiciones representa en valores del rendimiento una reducción de hasta 50% de la efectividad de los protectores auditivos en condiciones normales. A continuación, el gráfico muestra la subestimación que es atribuida al uso de los protectores auditivos en condiciones de labor cotidiana en contraste con los resultados que se obtienen en laboratorio y que sean valorados como óptimos.

Figura 18
Comparación de protectores auditivos por fabricantes



Fuente: Investigación de Noise Reduction Rating

Existe un aspecto determinante para para protección auditiva que viene a ser el nivel de cancelación Sonora que se puede alcanzar con este equipamiento. Si bien es cierto el diseño de estos

dispositivos está pensado para ofrecer un nivel de protección máximo incluso que exceda normatividad vigente se puede correr el riesgo de que por asegurar una protección mayor se exceda y se obstruya o dificulte la atención sonora del entorno de parte de la persona que esté usando la protección mientras trabaja.

En términos simples se trata de que se puede incurrir en un exceso de sobreprotección.

El escenario menos deseado de un caso de sobre protección auditiva podría ocasionar que la persona no pueda realizar su labor como debería y por consiguiente hasta se pueda ocasionar accidentes por no tener la atención auditiva adecuada de las señales o alertas que pueda recibir, además de una dificultad para comunicar sus necesidades.

Pensando en esta situación es la normativa internacional no favorece las acciones que buscan sobreproteger a las personas del impacto sonoro.

La escala de niveles que se deben tener en cuenta para una protección adecuada se muestra a continuación en el siguiente cuadro:

Tabla N°6

Criterio de protección norma europea EN 458

Nivel de exposición protegida o Nivel de presión sonora efectivo en dB(A)	Protección
> 85	Insuficiente
80 – 85	Aceptable
75 – 80	Optima/Ideal
70 – 75	Aceptable
< 70	Sobreprotección

Fuente: Norma europea EN 458

2.2.6. Métodos para determinar la atenuación sonora y pérdida de inserción de protectores auditivos

Probar el nivel de atenuación que pueden ofrecer los dispositivos de protección es determinante para su fabricación y comercialización. En ese sentido por más de cinco décadas se vienen realizando este tipo estudios con la finalidad de establecer los métodos más adecuados en cada caso específico.

Los factores principales que estos estudios buscan cubrir son si los umbrales de audición se desplazan, el nivel del balance en el efecto sonoro, la existencia de un sonido enmascarado y el fenómeno conocido como lateralidad auditiva. Para ello, hacen pruebas en sujetos de control que simulan las actividades normales a las que deberá ser sometido el dispositivo, además de simulaciones con miembros humanos modelados.

Para una correcta clasificación de los métodos de protección de la audición se debe tener en cuenta dos categorías principales. los métodos objetivos y los subjetivos. En el primer tipo de metodología los resultados responden a una evolución sujeta al equipamiento de medición, es decir es el instrumento el que indica el nivel de protección con que se cuenta. En cambio, en la categoría subjetiva el resultado es estimado por una persona. siendo de esta manera un juicio personal y restringido a su percepción. Ambos métodos presentan sus ventajas y aportan herramientas valiosas al momento de evaluar dispositivos de protección auditiva.

Método REAT (Real-Ear Attenuation at Threshold)
Método MIRE (Microphone in Real Ear)
Método ATFs (Acoustical Test Fixtures)

A pesar de la existencia de diversas metodologías de evaluación hay un consenso en considerar el REAT como el procedimiento estándar. Favorece su

referencia que sea el método que usa la normativa internacional y presente menor sofisticación procedimental.

A. Método REAT (Real Ear Attenuation at Threshold)

Este es un procedimiento de medición y registro que se apoya en la valoración subjetiva sobre los posibles desplazamientos que puede presentar el umbral auditivo. Para establecer dicha valoración se parte de dos escenarios básicos: por un lado se considera un umbral en condiciones de apertura total, y por otro lado se considera un umbral en condiciones de obstrucción total. Es decir, el criterio de valor de este método se basa en el fenómeno de la oclusión de la cavidad auditiva.

En ese sentido se dispone a un grupo de individuos para las pruebas y otro para controles. A partir de lo cual se va registrando los niveles mínimos que los individuos manifiestan escuchar en situación de apertura total o de oclusión total. En otras palabras, este método puede ser definido como la valoración subjetiva ante la pérdida de los umbrales de audición.

Ahora bien, este procedimiento presenta limitaciones técnicas que dificultan registrar los ruidos de fondo o las distorsiones causadas por el ambiente en el que son tomadas las pruebas.

Las condiciones de las pruebas necesitan hacerse con un bajo nivel de presión sonora. Por esta razón el nivel de registro no podrá ser un factor para determinar la exactitud del rendimiento de los dispositivos de protección sujetos a este método. Es por ello que este método está indicado para dispositivos o productos protección auditiva de uso convencional, que carecen de instrumental de regulación como diafragmas o un circuito activo orificios o una válvula.

Adicionalmente, puede implementarse equipo que recree tonalidades puras o un espectro sonoro que produzca ruido en el orden de un tercio de octava con el fin de ampliar el rango de las pruebas. El equipamiento

necesario para recrear estas condiciones son un dispositivo de audiometría, amplificadores, fondos regulados, parlantes y un espacio con condiciones audiométricas básicas.

Las condiciones de sonoridad que mejor reproducen el ambiente de trabajo industrial son las que ofrece la configuración de los tercios de octava en bandas de ruido, Para ello se debe contar con un equipo calibrado especialmente y una cabina insonorizada adecuadamente con la capacidad de controlar el ruido de fondo.

Estas pruebas se realizan con una persona en medio de un ambiente de sonoridad direccional dentro de una sala anecoide con una fuente de sonido frente a él y pueden registrar bandas en octavas donde las tonalidades se encuentren entre los 125 hasta los 8000HZ, con una frecuencia sonora ubicada entre los 3150 y 6300HZ.

Adicionalmente, se puede utilizar un dispositivo de parlantes que intente crear un ambiente de difusión sonora.

El uso de la metodología de bandas de ruido en tercios de octava y una difusión sonora del ambiente ofrece mejores resultados en el registro de la desviación de sonoridad en comparación de cuando solo se mide el nivel atenuante de los dispositivos de protección auditiva.

Por último, se debe destacar como una ventaja importante que presenta el procedimiento REAT frente al método puramente instrumental o a las opciones simuladas que este método ofrece el registro de transmisiones sonoras que utilizan la cavidad auricular, aunque se use el dispositivo de protección, por vía orgánica que se puede producir en el canal auditivo en algunos tejidos o en el cráneo.

B. Método MIRE (Microphone in Real Ear)

En este caso se trata de un método que depende enteramente del instrumental para recoger información de la prueba a la que se somete el dispositivo de protección auditiva.

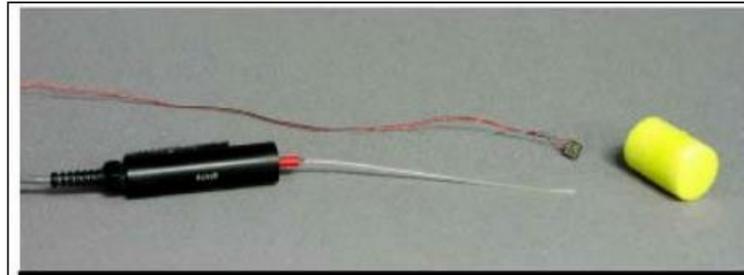
Específicamente, se dispone de sensores que deben dar registro de los valores que son captados por unos pequeños micrófonos que ocupan la función del oído humano. Estos valores representan el nivel de protección auditiva que se puede lograr por medio de los dispositivos puestos a prueba. De esta manera se puede establecer un registro o nivel que permita cuantificar los desplazamientos que se produzcan dentro del umbral de audición.

Entre sus ventajas debemos señalar que por sus requerimientos técnicos se trata de un procedimiento accesible y rápido para lograr una evaluación de los dispositivos de protección. Sin embargo, hay que recordar que el instrumental utilizado no es capaz de registrar toda la amplitud de la frecuencia sonora que el oído humano puede captar, en ese sentido es posible que se deje información valiosa sin verificar. Esta situación representa una desventaja frente al procedimiento anterior, pues no logra registrar transmisión de vibraciones sonoras por vía orgánica que se puede producir en el canal auditivo en algunos tejidos o en el cráneo.

A continuación, se muestra en qué consiste este método:

Figura 19

Micrófono de sonda diminuto con protector auditivo tipo Tapón desechable, los cuales se utilizan en el método MIRE



Fuente: Método Mire

C. Método ATFS (Acoustical Test Fixtures)

Este es el procedimiento que recurre a modelos de acción simulados en los que se recrea partes del cuerpo artificialmente como la cabeza o el torso, y especialmente el aparato auditivo.

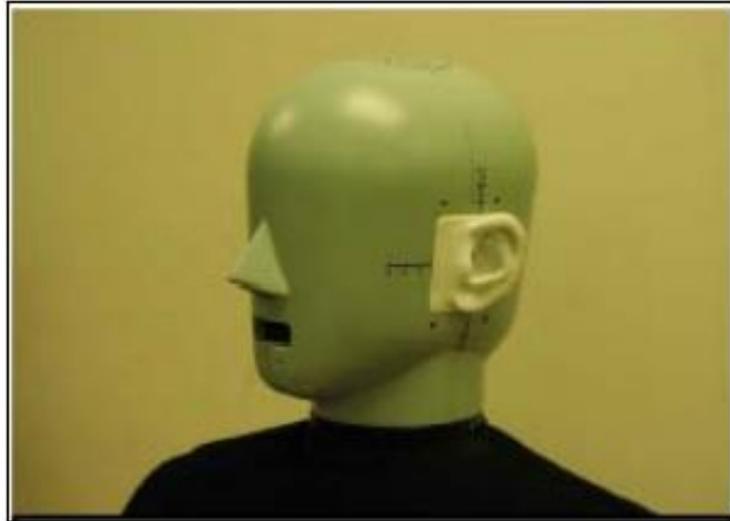
Estos modelamientos del control ofrecen una mayor precisión sobre las medidas y detalles como calidades o diseños relacionados con la producción de estos dispositivos. Pero, sobre todo ofrecen una ventaja determinante que viene a ser la posibilidad de hacer pruebas sobre la resistencia y el nivel de capa Ku ciudad para atenuar el impacto sonoro en situaciones como el uso de armas, una explosión o detonaciones, situaciones en las que sería imposible hacer dichas pruebas con un individuo de control disponible pues los daños hacia la persona serían de consideración.

Sin embargo, este procedimiento también presenta ciertas limitaciones como lo son una retroalimentación de información adecuada sobre detalles relacionados al confort de los materiales o a los ajustes necesarios que debiera tener cada dispositivo. Esta limitación repercute en el posterior alcance que podría tener el rendimiento del dispositivo de protección auditiva.

A continuación, se da un ejemplo de este tipo de modelamiento para pruebas de control.

Figura 20

Simulador de torso y cabeza (HATS) de Bruel & Kjaer 4128



Nota: Este es nuevo para evaluaciones con métodos ATFs

2.3. Definición de términos básicos

1. Audición

Es el conjunto de capacidades que están implicadas en la percepción del fenómeno sonoro para lo cual se sirven del órgano denominado oído. Por lo cual a esta capacidad se le denomina uno de los sentidos humanos.

2. Análisis

Distinción y separación de las partes de algo para conocer su composición.

3. Atenuación

Disminución de la intensidad, la importancia o el valor de un hecho o de un suceso.

4. Calidad

Adecuación de un producto o servicio a las características especificadas.

5. Contaminación acústica

Se trata del fenómeno que implica una irrupción ambiental de sonidos o vibración ruidosa de diversas fuentes que tiene consecuencias nocivas para los organismos o personas que ocupan ese ambiente.

6. Control de ruido

El sistema de control de ruido activo contiene un dispositivo electro acústico que atenúa el ruido no deseado.

7. Decibelio (dB)

Se trata de las unidades que se usa para medir el espectro acústico. En estas unidades se puede cuantificar la dimensión potencial que puede presentar un ruido o las intensidades que registra una vibración.

8. Decibelio Ponderado A (dBA)

Es un tipo específico de decibelios que se usa para medir las frecuencias sonoras dejando de lado sus rangos altos y bajos. Por medio de esta unidad se puede cuantificar la cantidad o intensidad del ruido que resulta nocivo para el organismo.

9. Dosímetro

Es un instrumento de medición para determinar el nivel de sonido. El dosímetro de ruido es un equipo portátil, que cumple con las máximas exigencias.

10. Dosis de ruido

Es la porción de impacto sonoro que recibe un individuo en el tiempo que dura su jornada laboral. La unidad para cuantificar las dosis de ruido recibidas es el Pascal. También puede ser expresada Mediante un porcentaje del total de la dosis.

11. EPP

Equipo de protección personal

12. Exposición

Se trata de la situación en la que un individuo se encuentra expuesto a factores ambientales que pueden tener consecuencias sobre su organismo. Dependiendo del grado de exposición estas consecuencias pueden representar un peligro para el individuo y una dificultad para que este pueda desarrollar sus actividades básicas ya sea cotidianas o laborales.

13. Factores de Riesgo

Se trata de elementos de origen natural o artificial que por su naturaleza pueden condicionar que el riesgo de exposición represente un nivel peligroso o nocivo para el normal funcionamiento de la salud del ser humano.

14. Hipoacusia

Se trata de la condición donde la capacidad auditiva es deficiente. Se presenta como una limitación evidente en la persona para poder percibir vibraciones sonoras consideradas en un rango de normalidad. Por su naturaleza que compromete el sentido de la audición puede tener implicancias en la capacidad para comunicarse y usar el lenguaje de las personas que lo padecen.

15. Medición de ruido

Es un procedimiento estandarizado por el cual se cuantifica la magnitud del impacto sonoro. Esta presión sonora puede provenir de un origen natural o de algún mecanismo como equipamiento mecánico eléctrico o del ambiente.

16. Mitigar

Atenuar o suavizar una cosa negativa, especialmente una enfermedad

17. Orejera Auditiva

Se trata de un dispositivo de protección auditiva cuya finalidad es recubrir la parte externa de la oreja produciendo un ajuste a la cabeza por medio de una diadema que une ambos cascos auriculares. Para una mayor

Capacidad de aislar el ruido externo cuentan con material que amortigüe entre los cascos y la oreja como Espumas de origen plástico o geles anti vibraciones.

18. Perforación

Se trata del procedimiento para horadar un agujero en una determinada superficie. Las labores de perforación se llevan a cabo mediante una maquinaria especializada denominada perforadora. Este equipamiento cuenta con distintas capacidades destinadas a trabajar distintos materiales desde los blandos hasta los más duros como los macizos de mineralización.

19. Protector auditivo

Es el equipamiento adecuado para garantizar un nivel de seguridad auditivo a la persona que los lleva. Básicamente su función es anular el sonido externo, y de esta manera poder reducir el efecto nocivo que puede causar las vibraciones ruidosas para el organismo zona.

20. Riesgo Ocupacional

Es el nivel que presenta un individuo cuando está expuesto a un elemento que representa un riesgo para su integridad en el lugar donde desempeñar sus labores.

21. Salud

Para términos de esta investigación este concepto refiere al estado en el que el individuo puede considerar su integridad en condiciones normales. Esto quiere decir que se encuentra fuera de riesgo o peligro de algún origen o causa que sea propia o externa, que le impida el normal funcionamiento de sus capacidades mentales o físicas.

22. Sonómetro

Se trata del equipo más utilizada en labores de medición de los niveles de sonoridad. Por medio de este dispositivo se registra los niveles que alcanza

el ruido en términos de presión sonora. Como unidad de medida básica utiliza el decibelio.

23. Tapón auditivo

Este dispositivo que consiste en un material que por su flexibilidad se adapta y logra cerrar herméticamente el orificio auditivo de la persona.

Su objetivo es impedir que el sonido acceda a el canal interno del oído.

24. Trípode

Armazón de tres pies, generalmente articulados y plegables, que sirve para sostener ciertos instrumentos o aparatos.

25. Voladura

Se trata del procedimiento por el cual se logra una fractura que produzca fragmentos de un cuerpo rocoso mayor y lo convierta en pedazos más pequeños. Su acción puede ser llevada a cabo sobre distintos materiales, para ello se requiere emplear material explosivo.

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La implementación de protectores auditivos 3M permite minimizar el riesgo de la pérdida auditiva en los trabajadores del área de perforación y voladura del Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a. Los resultados del análisis de la efectividad de los protectores auditivos 3M permite minimizar el riesgo de la pérdida auditiva en los trabajadores del área de perforación en el Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.
- b. Los resultados de la evaluación de la magnitud de los decibeles que controla los protectores auditivos 3M permite minimizar el riesgo de

la pérdida auditiva de los trabajadores en la voladura del Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.

2.5. Identificación de variables

- Variable Independiente

X: Implementación de protectores auditivos 3M en los trabajadores del área de perforación y voladura del Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.

- Variable Dependiente

Y: Minimizar el riesgo de la pérdida auditiva en los trabajadores del área de perforación y voladura del Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla N°7

Operacionalización de variables

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	
VARIABLE INDEPENDIENTE	X: Implementación de protectores auditivos 3M en los trabajadores del área de perforación y voladura del Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.	La implementación de un nuevo protector auditivo en un área de perforación y voladura permite minimizar los riesgos de la pérdida auditiva de los trabajadores; ya que un buen protector auditivo controla el ruido producto de los equipos de perforación y de las ondas sonoras de la voladura, estos niveles producidos se minimizan y mejoran notablemente durante la operación y detonación.	Análisis del protector auditivo	Nivel de ruido	dB
				Frecuencia Sonora	Hz
				Estándar	Norma legal
				Tipo de protector	Marca
			Evaluación del protector auditivo	Nivel de ruido	dB
				Frecuencia sonora	Hz
Estándar	Norma legal				
VARIABLE DEPENDIENTE	Y Minimiza el riesgo de la pérdida auditiva en los trabajadores del área de perforación y voladura del Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.	Cuando los equipos de perforación se encuentran en operación se generan altos niveles de ruido y con diferentes frecuencias sonoras durante la perforación, como también en la detonación de una voladura se genera una alta intensidad de presión sonora con diferentes frecuencias; muchas veces generan la pérdida auditiva de los trabajadores por no utilizar un protector adecuado.	Riesgos de pérdida auditiva	Nivel de ruido	Decibel
				Frecuencia del sonido	Hertz
				Tiempo de exposición	Hora

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación en todo el proceso del estudio fue de campo, experimental y descriptiva, determinado por los fines del desarrollo del trabajo que está centrado en la toma de información en el campo, luego se experimenta la variable propuesta, finalmente los resultados se describen para la demostración.

3.2. Nivel de investigación

El nivel utilizado para el procesamiento de la investigación es relacional, aplicativo y explicativo por la presentación de los datos de campo, el análisis, la deducción, la síntesis y conclusiones, también se definen resultados mediante la observación que afectan al objeto del estudio.

3.3. Métodos de investigación

En el método de investigación utilizado se ha considerado lo lógico, el deductivo y lo inductivo; por la información tomada la presentación y el contenido de la base de datos de campo, se observa, se analiza, se deduce para luego llegar a una conclusión de manera inductiva. que finalmente concluye a las variables en estudio.

3.4. Diseño de investigación

El desarrollo del diseño de investigación corresponde al experimental, explicativa y la evaluación en forma cuantitativa, de corte transversal y correlacional, se toma una base de datos en un solo momento único que describe los resultados al evaluar el protector auditivo de línea base y el propuesto. Para luego realizar un análisis de comparación entre ambos protectores auditivos.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Protectores auditivos utilizados en el Área de Perforación y Voladura del Tajo Toromocho Minera Chinalco S.A.

3.5.2. Muestra

Protectores auditivos utilizados en la Fase I del Área de Perforación y Voladura del Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas empleadas

- Recopilación de información

Se recopiló las experiencias de otras operaciones similares de uso de protectores auditivos para minimizar los niveles de ruidos en áreas de operaciones con altos niveles sonoros.

- Observación directa

Se realizó observaciones insitu en los análisis y evaluación de protectores auditivos de eventos anteriores y eventos actuales directas en el campo.

- Información bibliográfica

Se utilizó la técnica de lectura de textos para tener un mejor conocimiento acerca de resultados, análisis y evaluación de

protectores auditivos en diferentes áreas y variantes de niveles de ruido en diferentes condiciones.

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos

- Materiales
 - Fichas técnicas de protectores auditivos
 - Formatos de recopilación del control de niveles de ruido
 - Formatos de recopilación de control de frecuencia sonora
 - Formatos de recopilación de percepción del nivel de ruido del trabajador
 - Normas legales y estándares de impactos de niveles de ruido.
- Equipos
 - Laptop
 - Equipo para medición de niveles de ruido
 - Sensor de intensidad sonora
 - Cámara Fotográfica
 - Kit de control cronómetro, cartillas.
- Software
 - Excel

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Se tuvo en cuenta los formatos utilizados en campo durante la ejecución de pruebas para seleccionar la información de primera mano con los que se captó y elaboro este informe investigativo,

Los resultados de los ruidos y vibraciones y demás parámetros se validan a través de los resultados del área de perforación y voladura del tajo Toromocho. Para lo cual se tuvo que ejecutar una coordinación con el área respectiva.

Además, se puede ofrecer la garantía sobre la veracidad de los datos, porque su colección se llevó a cabo en el sitio de labores y abarcó el periodo que se programó para esa tarea.

Las nociones que se llegó a concluir en esta investigación fueron cotejadas con el área de seguridad encargada de las labores en la empresa.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Todo el procesamiento y los análisis de datos se llevó a cabo por medio de una hoja de cálculo electrónica agrupando el total de la base datos de ambas variables y los resultados se presentan en tablas y gráficos dinámicos.

3.9. Tratamiento Estadístico

Se realizarán histogramas y otros gráficos estadísticos en Microsoft Excel.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

El desarrollo de toda la investigación se realiza bajo los principios y valores de la ética profesional; el proceso es singular, original, compartiendo con todos criterios, que un trabajo inédito debe tener. Puedo mencionar que el resultado de la investigación es de mi permanencia en la minera Chinalco.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Consideración del nivel de ruido en la perforación y voladura

Estas perforaciones y voladuras producen ruidos afectan de forma directa en la salud auditiva, el desconocimiento de dBA en base a medidas del ruido producido por las perforadoras puede afectar la salud a través de diferentes mecanismos biológicos, la escala de ponderación A, de acuerdo con la tabla 8.

Tabla N°8

Escala de ponderación A

Frecuencias (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Nivel Total
Nivel dB	60	65	67	68	55	55	50	60	72,4 dB
Ponderación A	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1	67,3 dBA
Nivel dBA	33,8	48,9	58	65	55	56,2	51	58,9	

Fuente: Sistemática de medición y medidas preventivas

El dBC está destinado a medir la presión sonora o los niveles de ruido restringidos a la escala de ponderación c, por esa razón su valor de medida es exclusiva para la magnitud física indicada en la siguiente tabla:

Tabla N°9

Escala de ponderación C

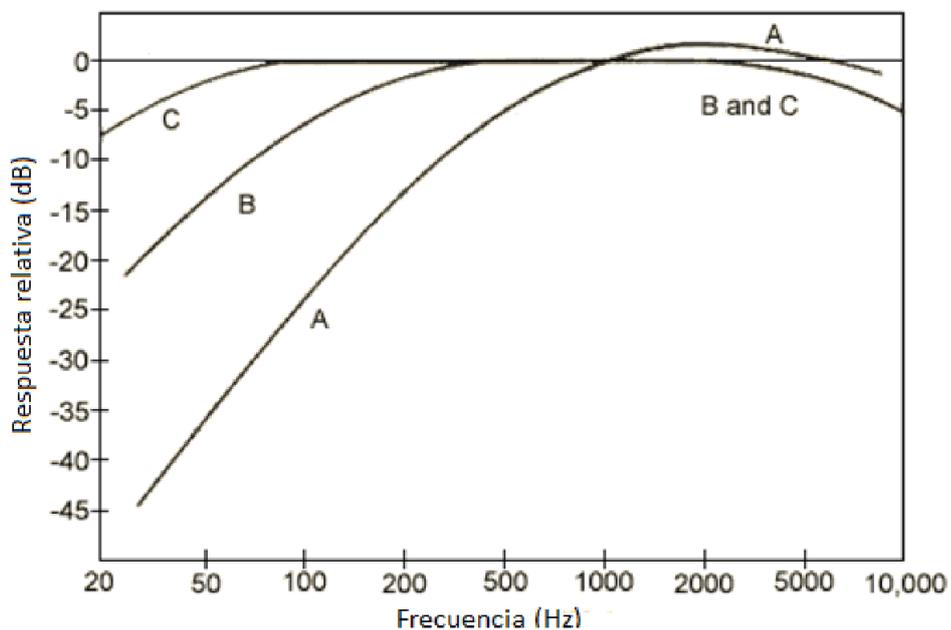
Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Lf	85	85	87	90	90	85	82	78	L= 96 dB
Ponderación C	-0,8	-0,2	0,0	0,0	0	-0,2	-0,8	-3	
Lc	84	85	87	90	90	85	81	75	LC=95 dBC

Fuente: Sistemática de medición y medidas preventivas

Partiendo que la contaminación acústica, por los altos niveles de ruido; producido en el área de perforación y voladura el ruido es un agente perturbador en la actividad de los perforistas de acuerdo con las escalas de ponderación. En la Figura 21 muestra la Escala de ponderación entre respuestas relativa (dB) vs frecuencia (Hz).

Figura 21

Escalas de ponderación



Fuente: Sistemática de medición y medidas preventivas

4.1.2. Valores límite de exposición

El ruido es uno de los principales factores que origina la disminución en la productividad de los trabajadores en el área de perforación y voladura del tajo Toromocho. La exposición al ruido de la operación en largas jornadas de trabajo se puede calcular el nivel sonoro máximo permitido en las 6 horas de trabajo y con la utilización de los siguientes valores límite de exposición:

Valores límite de exposición	$LA_{eq,d} = 87 \text{ dB (A)}$ y $L_{pico} = 140 \text{ dB (C)}$
Valores superiores de exposición que dan lugar a una acción	$LA_{eq,d} = 85 \text{ dB (A)}$ y $L_{pico} = 137 \text{ dB (C)}$
Valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción	$LA_{eq,d} = 80 \text{ dB (A)}$ y $L_{pico} = 135 \text{ dB (C)}$

La escasa frecuencia con que se realizan del control de ruido, evitan tomar medidas preventivas pertinentes para minimizar el impacto de riesgo para el trabajador. Las medidas preventivas no consideran la utilización de equipos de protección individual adecuadas, omitiendo los niveles de exposición como se muestra en la tabla 10.

Tabla N°10

Nivel de exposición de ruido

Criticidad	Nivel de exposición	Condición
1	Inapreciable	Exposición menor tal 25% de medida de exposición
2	Bajo	Exposición menor al nivel de acción es decir está por debajo del 50% de dosis de exposición
3	Moderado	Exposición mayor o igual al nivel de acción y menor que el límite máximo permisible (LMP) es decir si está por debajo del 100% de dosis de exposición
4	Alto	Exposición mayor o igual al límite máximo permisible es decir supera el 100% de la dosis de exposición
5	Crítico	Exposición mayor a 800% de dosis exposición

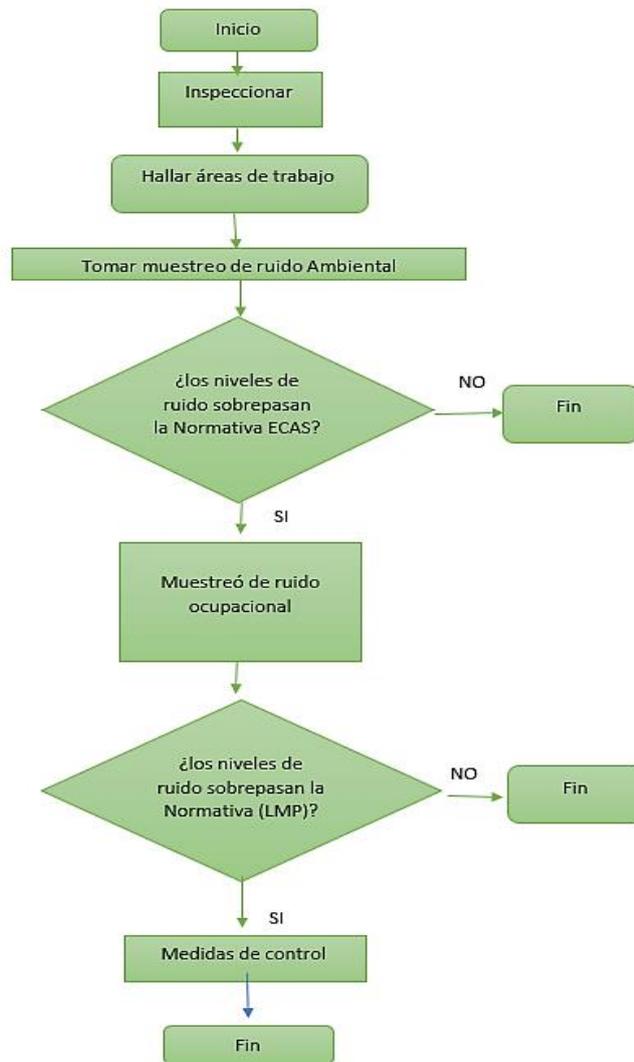
Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Proceso de actividades

En la Figura 22 se muestra el diagrama de flujo de proceso de actividades en el tajo Toromocho.

Figura 22

Diagrama de flujo del proceso



Fuente: Elaboración propia

En el tajo Toromocho, los niveles sonoros generados por la perforación y voladura los cuales son audibles por las personas y los niveles altos de ruido perjudican la salud auditiva de los trabajadores.

Frente al desconocimiento de niveles máximos permisibles, el marco legal vigente

fija el límite permitido en cuanto a magnitudes de presión sonora. Para lo cual considera periodos de tiempo de continua exposición y la cantidad de impulsos para el impacto de ruidos.

Específicamente, en los casos en que la fuente de origen del impacto sonoro sea acciones asociadas a labores de perforación el valor límite permitido debe guardar correlación con el periodo de funcionamiento del NPS que produce el martillo neumático, se calcula que esta magnitud se encuentra entre los 100 y 130db.

De lo anterior se desprende una estimación aproximada para cumplir adecuadamente con los valores de seguridad del perforista se se expone a impactos sonoros entre 90 y 120db debería acumular una exposición de entre dos y tres horas en dos jornadas de trabajo a la semana, siempre y cuando cuente con el equipamiento que proteja su audición correctamente,

A continuación, se muestra el detalle en tiempo de exposición y magnitudes alcanzadas en dB.

Tabla N°11

Escala de ponderación

Exposición Diaria (horas)	NPS Permitido en db
8	90
7-6	92
5-4	95
3	97
2	100
1	102
½	105
¼	110

Fuente: Correa & Martínez

En el caso de labores asociadas a voladuras debe considerarse la presión sonora por impactos, como se muestra a continuación.

Tabla N°12

Valores permisibles ruido impacto

Nivel Sonoro db	No. Impulsos o impactos permitidos por día
140	100
130	1.000
120	10.000

Fuente: Correa & Martínez

Para estimar el nivel sonoro producida por un equipo de perforación y una voladura se considera el condicionamiento en términos geológicos del sitio, la topografía del lugar, y por supuestos detalles propios de la labor de voladura como son el método y la forma, además de sus posibles diseños. Con esta finalidad se debe disponer del equipamiento necesario que pueda ofrecer los datos adecuados.

4.1.4. Uso de los instrumentos de medición

a. El sonómetro en la medición ruido en perforación

- Proceso de selección del Sonómetro

Visto las fichas técnicas de los sonómetros, por la exigencia del trabajo a realizar el equipo seleccionado es Sonómetro Digital tipo ST-106

Consideraciones básicas para su selección:

Rápido, lento, aumenta el tiempo de respuesta
Frecuencia de muestreo: 20.8 μ S (48 KHz)
Amplio rango de frecuencia: 10Hz-16KHz
Amplio rango de medición: 30 dB-130dB
Amplio rango dinámico: 110 dB
Ponderación de frecuencia A / C / Z
Cumple con IEC-61672-2013 Clase 1
Fácil de usar
Precio competitivo
Rango dinámico 110dB
Alto rendimiento que mide Lxyi, Lxyp, Lxeq, Lxmax, Lxmin, LAE, Lcpeak, Lzpeak funcionan simultáneamente

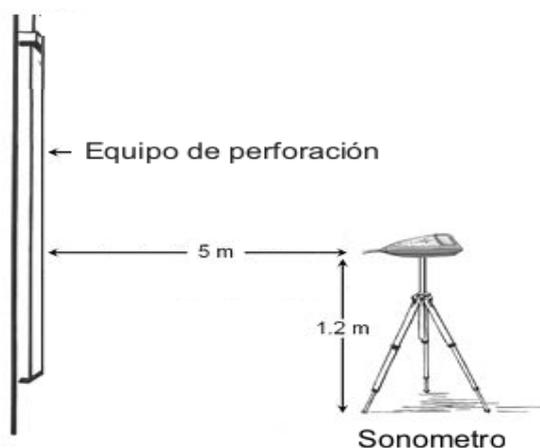
- Ubicación del Sonómetro

En la medición del ruido producido por los equipos de perforación se utilizará un sonómetro, típicamente los sonómetros son más grandes y se utilizan para medir la exposición sonora

- El trípode contenido con el sonómetro se ubica a una distancia de 5m del equipo de perforación.
- El Sonómetro se ubica a una altura de 1.2 m del suelo, así como se muestra en la figura 23.

Figura 23

Distancia de ubicación del Sonómetro ST-106



Fuente: Elaboración propia

b. El dosímetro en la medición de ruido en el personal

- Proceso de selección del Dosímetro

En el caso de la elección del dosímetro conforme a las fichas técnicas se ha seleccionado el dosímetro de la Marca 3M, modelo EDGE 5

Características consideradas para su elección:

- Calibrador QC-10, (2) estaciones de conexión EDGE EdgeDock-5 compartimentos y accesorios estándar.
- Batería de polímero de litio recargable
- Monturas delgadas contorneadas para hombro; el marco compacto ofrece comodidad superior - 88mm (L) x 53mm (W) x 19mm (D)
- Certificaciones de seguridad intrínseca
- Muestra SPL, dosis, Lavg o Leq, TWA, nivel máximo, nivel mínimo, nivel máximo, exposición y tiempo de ejecución... todo mientras está en modo de ejecución.
- Dos dosímetros virtuales y registro de datos para rangos de medición de 70 a 140 dB
 - Ubicación del Dosímetro

El dosímetro debe estar ubicado sobre la clavícula a unos diez centímetros del orificio de entrada del oído y a cuatro centímetros del hombro, se requiere que se encuentre lo más expuesto posible siempre en relación con la pared interior de la oreja.

Figura 24

Distancia de ubicación del Dosímetro 3M



Fuente: Elaboración propia

4.1.5. Ubicación de puntos para medición de ruidos

Las mediciones se realizarán en aquellos sectores que podrían verse afectados por la aparición de ruidos por perforación y voladura.

Tabla N°13

Utilidad en el estudio de cada Punto de Medición

	Punto	Utilidad
1, 2 y 3	Interior	Punto referencial de la emisión al interior de la mina. Se utiliza para calibración del modelo de propagación sonora.
A	Exterior	Punto de evaluación diurno, nocturno y de operaciones de voladuras tanto para ruido como vibraciones
B	Exterior	Punto de evaluación diurno y nocturno de ruido y vibraciones.
C	Exterior	Punto de evaluación diurno de ruido y vibraciones.
D	Exterior	Punto de evaluación diurno de ruido y vibraciones.
E	Exterior	Punto referencial de la emisión de ruido y vibraciones del flujo de camiones por el camino de la garita San José.

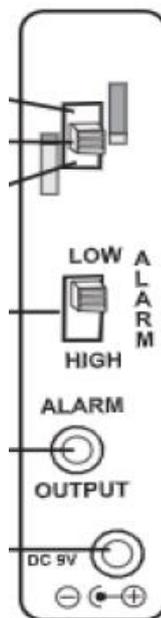
Fuente: Elaboración propia

Paso 2: Encendido de la unidad

Para encender el equipo se debe pulsar por cinco segundos el botón principal.

A continuación, la pantalla se activará y se iniciará las funciones del equipo. Cuando ya esté listo el equipo aparecerá el menú principal.

Figura 27
Encendido del monitor de serie IV



Fuente: Elaboración propia

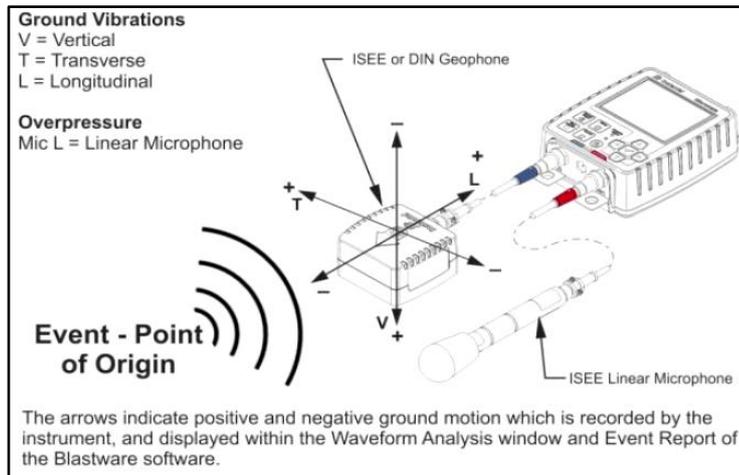
Paso 3: Revisión / Modificar la configuración actual

mediante la opción configuraciones puede acceder a los parámetros que desea regular antes de usar el equipo.

Entre las posibles opciones existe parámetros específicos para campo de cercanías o a distancia.

Figura 28

Instalación del geófono y micrófono en dirección al evento a monitorear



Fuente: Elaboración propia

Paso 5: Realice una comprobación del sensor

Se debe verificar que el sensor del micrófono se encuentre orientado adecuadamente. Además, se debe verificar que las conexiones de los cables se encuentren insertados adecuadamente.

En las opciones del menú se debe elegir el programa que revisa el funcionamiento de los sensores. El equipo de la indicación correspondiente al estado del sensor.

Figura 29

Verificación de instalación

Sensor Check			
Passed 15:34:23 Mar 17/22			
	Tran	Vert	Long
Geophone	Passed	Passed	Passed
Frequency (Hz)	7.3	6.9	7.3
Overswing Ratio	4.0	3.9	4.0
Microphone	Passed		
Frequency (Hz)	19.7		
Amplitude (mV)	1352		

Fuente: Elaboración propia

Paso 6: Grabar un Evento

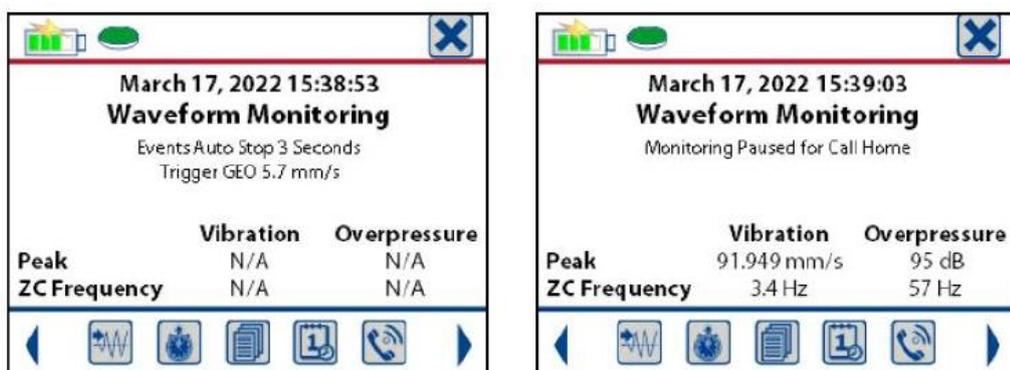
Para hacer registro de los eventos se debe configurar el equipo para este.

Cuando el equipo se encuentre en funcionamiento debe ser agitado para que registre un evento y comience el funcionamiento del sistema. De ser así las condiciones funcionamiento serán las normales.

Cuando se quiera dar por concluido el registro se debe activar la opción cancelar registro.

Figura 30

Monitoreando eventos de voladuras



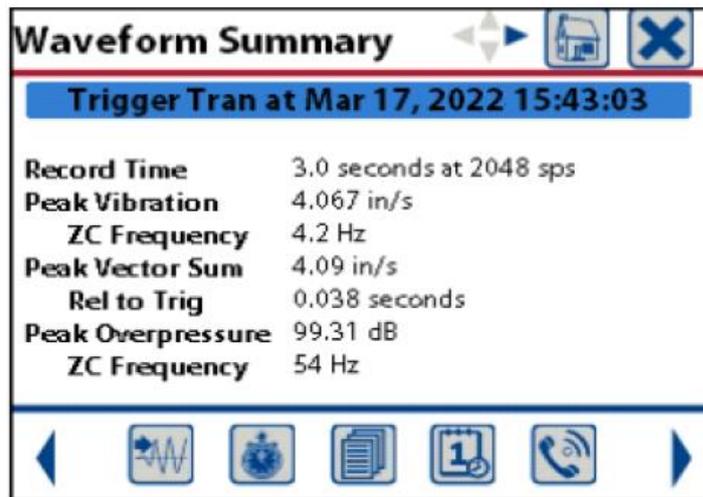
Fuente: Elaboración propia

Paso 7: Vea los Resultados de eventos

Los registros se guardan en la memoria del equipo y se encuentran listados como eventos. Para acceder a algunos de ellos se debe ubicar la pantalla de configuración y buscar la relación de registros. Cuando se cuente con la relación de registros se debe ubicar el evento adecuado para acceder a sus detalles y resultados.

Figura 31

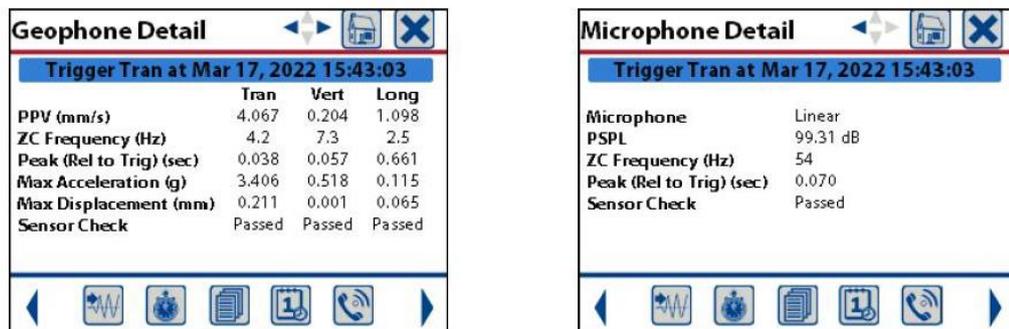
Vista de los eventos registrados



Fuente: Elaboración propia

Figura 32

Resultados del registro del geófono y micrófono



Fuente: Elaboración propia

4.1.7. Medición del ruido producido por los equipos de perforación

En el tajo Toromocho los trabajos de perforación se realizan con perforadora:

- Pit Viper 270 Pit Viper 275
- Pit Viper 271 ROC L8

En la tabla 14 se presenta el ruido producido en las perforadoras en horas de operación tajo.

Figura 33

Perforadoras Rand DM-M2 y Pit Viper 271



Fuente: Freeport-McMoran

Tabla N°14

Ruido producido por la Perforadora

Perforadora	Ruido en dB
Pit Viper 270	162
Pit Viper 271	156
Pit Viper 275	150
ROC L8	154

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados se observa en la relación de 4 equipos de perforación de donde se puede extraer lo siguiente, el equipo que más produce ruido es la Pit Viper 270 con 162db, como segundo que produce ruido es al Pit Viper 271 con 156dB mientras que el tercero es la ROC L8 con 154dB, finalmente el equipo que menos produce ruido es más adecuado en el cuidado de la salud auditiva es la Pit Viper 275, en serie que la más superior en su marca.

4.1.8. Medición realizada en voladura

a. Estimación Sonora En Voladuras

Para obtener un registro de eventos que impliquen labores de voladura, se debe realizar una simulación que recree las condiciones adecuadas de una explosión con sesenta toneladas de material explosivo.

Se puede observar en la tabla 15.

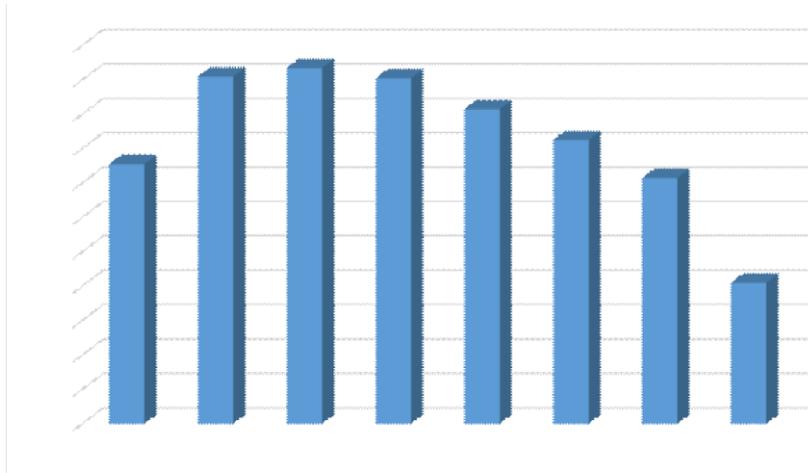
Tabla N°15

Potencia sonora estimada para una voladura

Espectro de Bandas	Potencia Sonora
63Hz	145
125Hz	150
250Hz	151
500Hz	150
1000Hz	148
2000Hz	147
4000Hz	144
8000Hz	138

Fuente: Elaboración propia

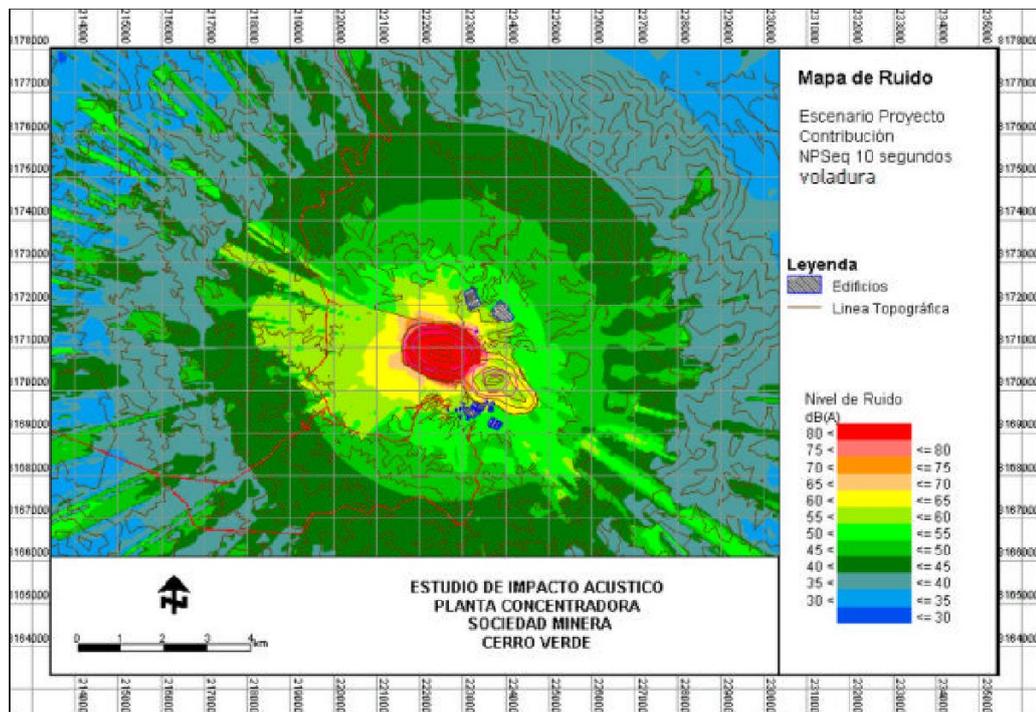
Figura 34
Potencia Sonora Estimada para una voladura



Fuente: Elaboración propia

En la figura 35 se puede observar el campo sonoro que se produjo luego de una explosión en la que se registró 10s alrededor de peal inicial

Figura 35
Monitoreo del ruido en voladura



Fuente: Elaboración propia

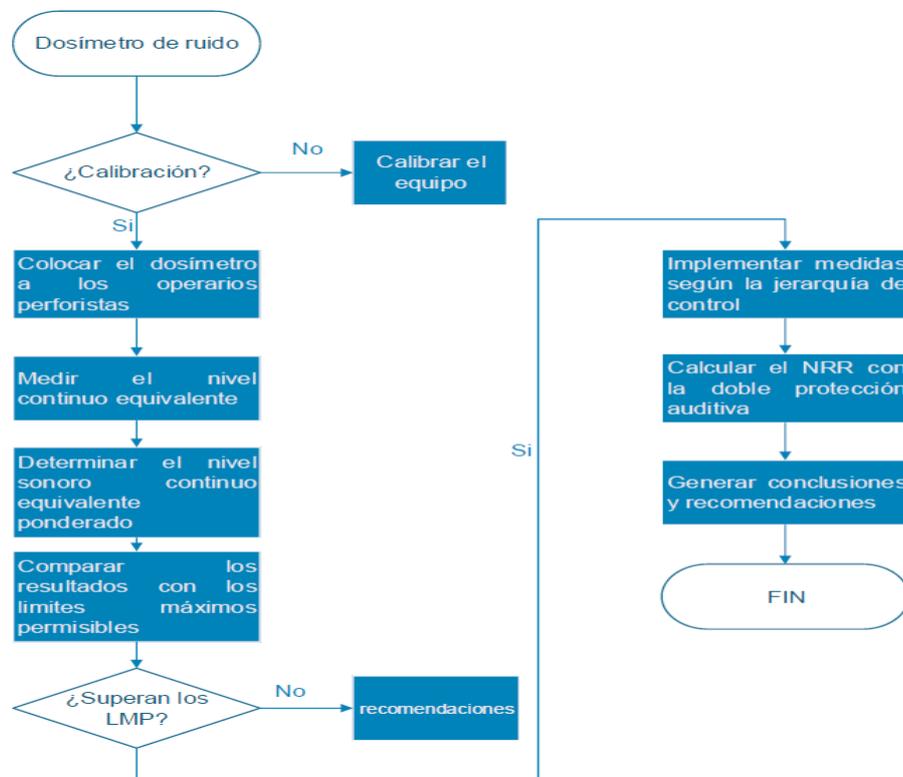
Con la información mostrada se puede inferir en voladuras convencionales que forman parte de las labores mineras los impactos sonoros producidas por no son perceptibles más allá de 8 kilómetros.

Si tomamos en cuenta esta información podremos compararla con la distancia que existe entre el lugar de las labores de voladura y la distancia que existe con las poblaciones más cercanas.

Se debe aclarar qué no es como el impacto sonoro se propague como efecto de una voladura, debido a que el efecto que éstos tiene siempre se manifiesta nivel local, sin embargo, es posible encontrar influencias más allá dependiendo de su rango que puedan influir.

4.1.9. Actividades para la obtención de datos en la medición de ruido en el personal

Figura 36
Diagrama de flujo para detectar el ruido



Fuente: Elaboración propia

El flujograma en la figura 36, se presenta la secuencia de actividades que permite determinar el nivel de ruido ocupacional al que están expuestos los operarios perforistas del tajo Toromocho. Esto permitirá determinar las medidas a implementar de acuerdo con la jerarquía de control y calcular el nivel de reducción de ruido.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Mediciones del área de perforación del actual protector auditivo

Mpow

En el tajo Toromocho se ostenta una gestión en prevención de riesgos por contaminación acústica, con el fin de mitigar con mayor eficiencia el ruido en el área de perforación y voladura, al mismo tiempo contribuir a la salud auditiva de los trabajadores.

El ruido laboral ocasionada por las perforadoras y voladuras no se limitan a afectar el sistema auditivo del individuo, sus consecuencias son sistémicas, y tienen alcancen en otros sentidos y órganos lo que puede manifestarse por medio de distintos síntomas en otras partes del cuerpo y además afectar otras funciones centrales del organismo y con ello pueden convertirse en la causa de accidentes o riesgos en el centro de labores.

A esta problemática se asocia los costos por evaluaciones y mediciones de los ruidos son altos y por parte de la empresa se observa como un gasto y se asigna un presupuesto económico limitado sin importarles en la forma que afecta en la salud de los trabajadores.

A continuación, se presenta la data tomada en campo:

1. Turno diurno

a. Muestreo en turno de 7 a 21 hrs (Diurno) Protector Actual Mpow

Para obtener la información se ha tomado muestras en el intervalo de 2 horas cada uno en turno diurno, durante 5 días.

Tabla N°16

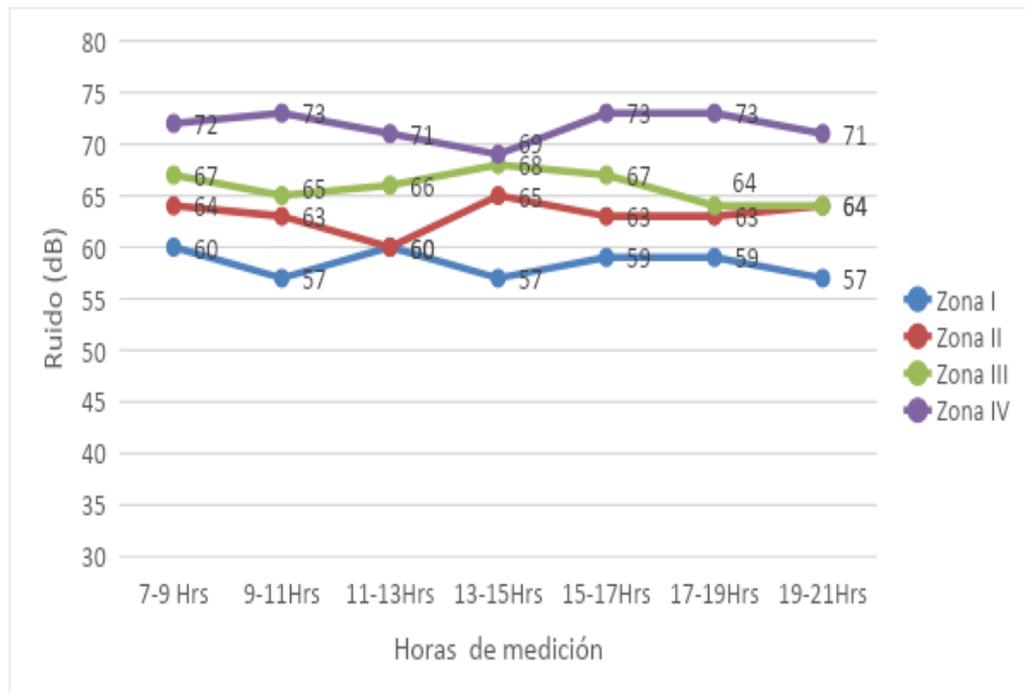
Monitoreo de ruidos por Zonas Día 1 - Protector Actual Mpow (Turno Diurno)

Zona	Ruido percibido por horarios en decibelio (dB)						
	7-9 Hrs	9-11Hrs	11-13Hrs	13-15Hrs	15-17Hrs	17-19Hrs	19-21Hrs
	Zona I	60	57	60	57	59	59	57
Zona II	64	63	60	65	63	63	64
Zona III	67	65	66	68	67	64	64
Zona IV	72	73	71	69	73	73	71

Fuente: Elaboración propia

Figura 37

Monitoreo de ruidos por Zonas Día 1 - Protector Actual Mpow (Turno Diurno)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 37 los niveles de ruido con menor frecuencia están en la zona I teniendo como mínimo 57 dB, luego en la zona II y III, la zona en la que más se percibe el ruido el en la IV llegando hasta un máximo de 73 dB.

Tabla N°17

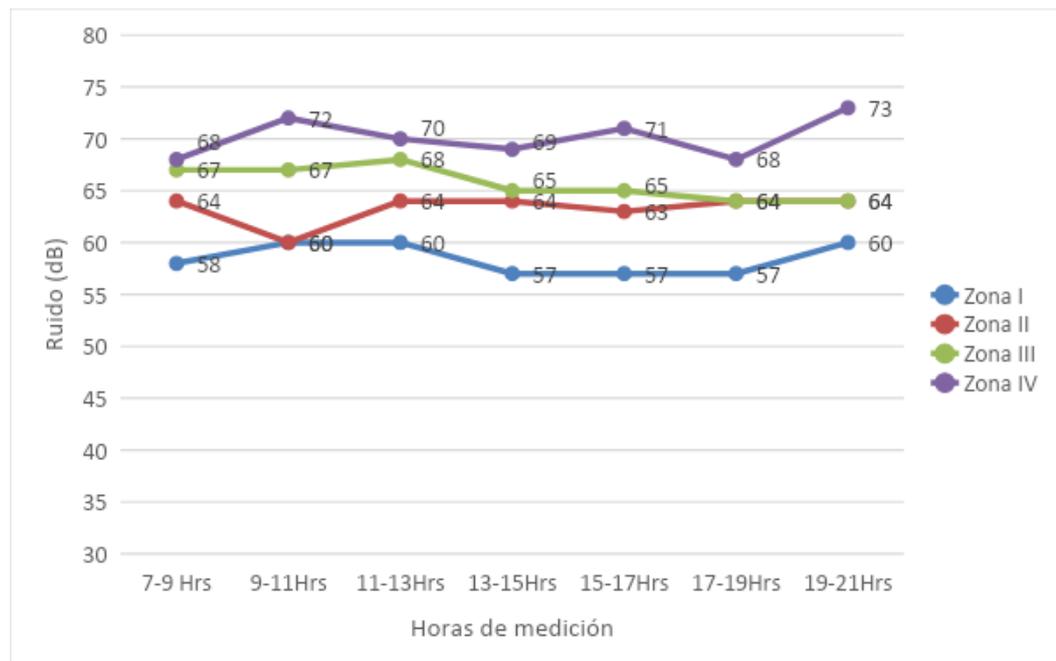
Monitoreo de ruidos por Zonas Día 2 - Protector Actual Mpow (Turno Diurno)

Zona	Ruido percibido por horarios en decibelio (dB)						
	7-9 Hrs	9-11Hrs	11-13Hrs	13-15Hrs	15-17Hrs	17-19Hrs	19-21Hrs
Zona I	58	60	60	57	57	57	60
Zona II	64	60	64	64	63	64	64
Zona III	67	67	68	65	65	64	64
Zona IV	68	72	70	69	71	68	73

Fuente: Elaboración propia

Figura 38

Monitoreo de ruidos por Zonas Día 2 - Protector Actual Mpow (Turno Diurno)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 38 el ruido percibido es en la zona I con 57 dB como mínimo mientras que en las zonas II y III los ruidos fluctúan en un rango de 60 dB a 68 dB, finalmente en zona IV son los ruidos más altos con máximo de 73 dB.

Tabla N°18

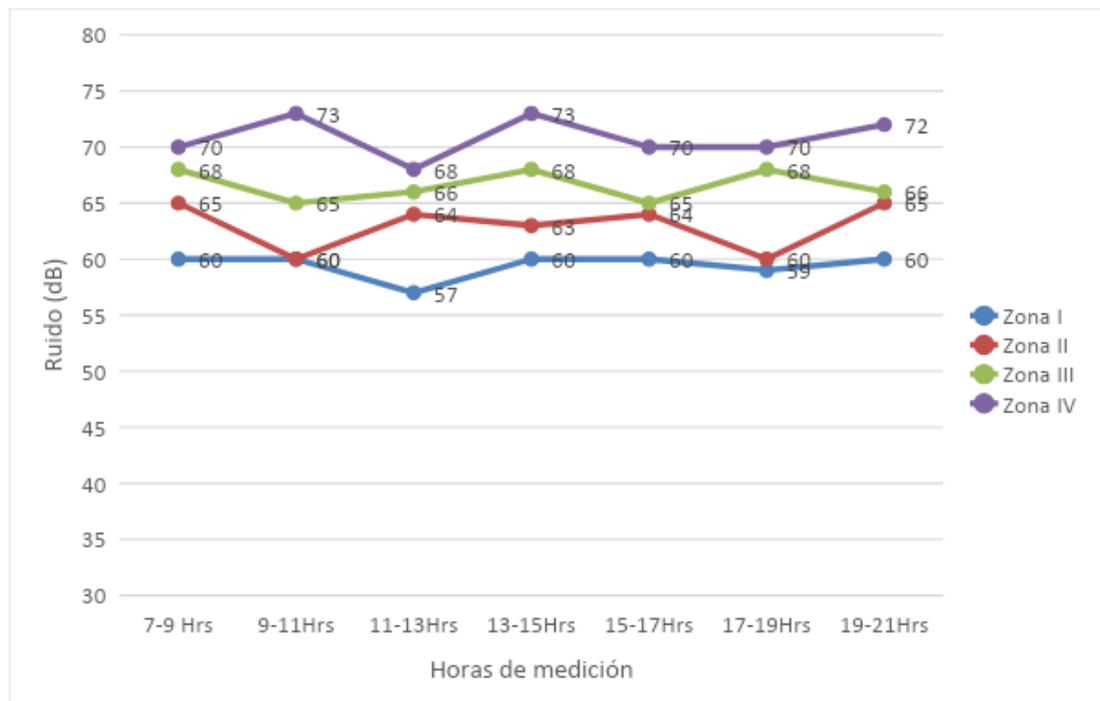
Monitoreo de ruidos por Zonas Día 3 - Protector Actual Mpow (Turno Diurno)

Zona	Ruido percibido por horarios en decibelio (dB)						
	7-9 Hrs	9-11Hrs	11-13Hrs	13-15Hrs	15-17Hrs	17-19Hrs	19-21Hrs
Zona I	60	60	57	60	60	59	60
Zona II	65	60	64	63	64	60	65
Zona III	68	65	66	68	65	68	66
Zona IV	70	73	68	73	70	70	72

Fuente: Elaboración propia

Figura 39

Monitoreo de ruidos por Zonas Día 3 - Protector Actual Mpow (Turno Diurno)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 39 se los niveles de ruido con menor frecuencia están en la zona I teniendo como mínimo 57 dB a 60 dB, luego en la zona II y III, la zona en la que más se percibe el ruido el en la IV llegando, teniendo un rango de 70 a 73 dB.

Tabla N°19

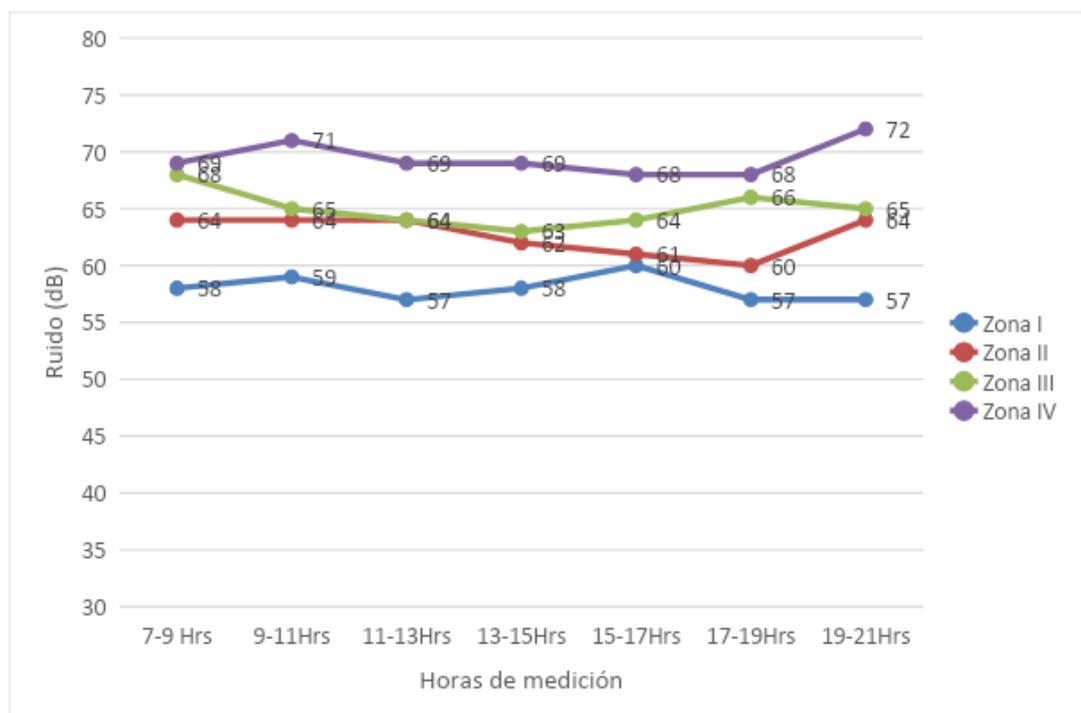
Monitoreo de ruidos por Zonas Día 4 - Protector Actual Mpow (Turno Diurno)

Zona	Ruido percibido por horarios en decibelio (dB)						
	7-9 Hrs	9-11Hrs	11-13Hrs	13-15Hrs	15-17Hrs	17-19Hrs	19-21Hrs
Zona I	58	59	57	58	60	57	57
Zona II	64	64	64	62	61	60	64
Zona III	68	65	64	63	64	66	65
Zona IV	69	71	69	69	68	68	72

Fuente: Elaboración propia

Figura 40

Monitoreo de ruidos por Zonas Día 4 - Protector Actual Mpow (Turno Diurno)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 40 el ruido percibido es en la zona I están en el rango de 57 dB a 60 dB siendo menores, mientras que en las zonas II y III los ruidos están en un rango de 63 dB a 68 dB, por último, en zona IV son los ruidos más altos con máximo de 73 dB.

Tabla N°20

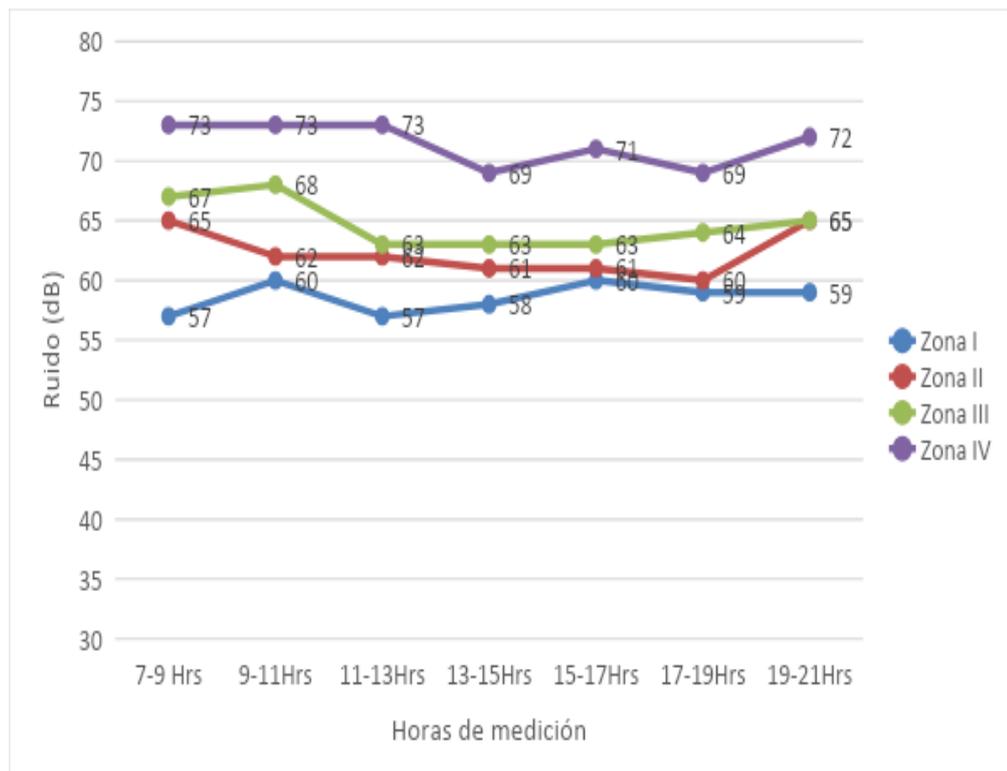
Monitoreo de ruidos por Zonas Día 5 - Protector Actual Mpow (Turno Diurno)

Zona	Ruido percibido por horarios en decibelio (dB)						
	7-9 Hrs	9-11Hrs	11-13Hrs	13-15Hrs	15-17Hrs	17-19Hrs	19-21Hrs
Zona I	57	60	57	58	60	59	59
Zona II	65	62	62	61	61	60	65
Zona III	67	68	63	63	63	64	65
Zona IV	73	73	73	69	71	69	72

Fuente: Elaboración propia

Figura 41

Monitoreo de ruidos por Zonas Día 5 - Protector Actual Mpow (Turno Diurno)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 41 se los niveles de ruido con menor frecuencia están en la zona I teniendo como mínimo 57 dB a 60 dB, luego en la zona II y III los ruidos percibidos están entre 61 a 68 dB, la zona en la que más se percibe el ruido el en la zona IV teniendo hasta un de 69 a 73 dB.

2. Turno nocturno

a. Muestreo en turno de 21 a 7 hrs con el Protector Actual Mpow

Para obtener la información se ha tomado muestras en el intervalo de 2 horas cada uno en turno nocturno, durante 5 días haciendo uso del Protector Actual Mpow.

Tabla N°21

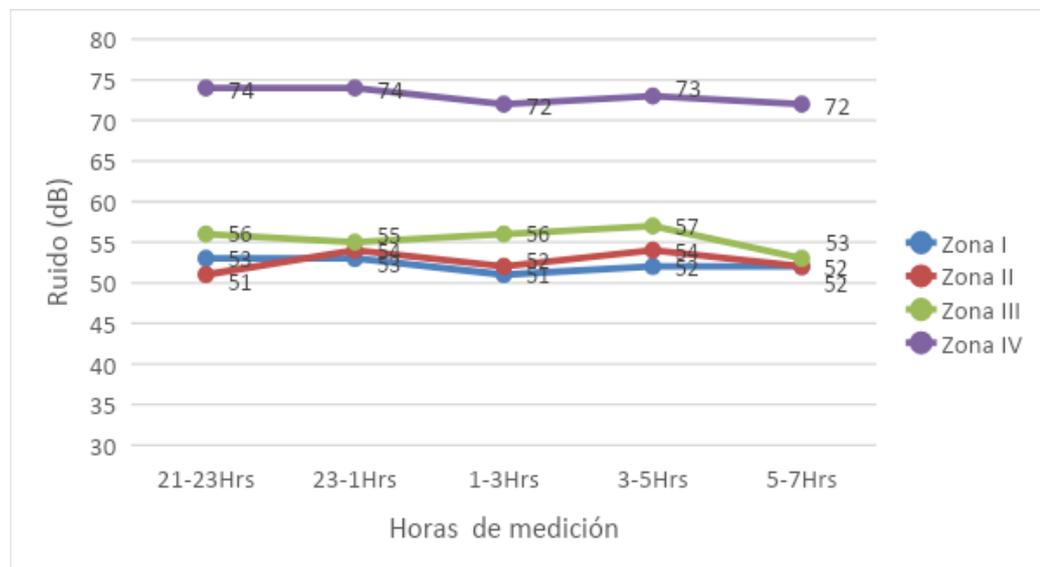
Monitoreo de ruidos por Zonas Día 1 – Protector Actual Mpow (Turno Nocturno)

Zona	Ruido percibido por horarios en decibelio (dB)				
	21-23Hrs	23-1Hrs	1-3Hrs	3-5Hrs	5-7Hrs
Zona I	53	53	51	52	52
Zona II	51	54	52	54	52
Zona III	56	55	56	57	53
Zona IV	74	74	72	73	72

Fuente: Elaboración propia

Figura 42

Monitoreo de ruidos por Zonas Día 1 - Protector Actual Mpow (Turno Nocturno)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 42 se los niveles de ruido con menor frecuencia están en la zona I teniendo como mínimo 51 dB, luego en la zona II y III tienen en rango de 52dB a 54 dB, la zona en la que más se percibe el ruido es en la IV llegando hasta un máximo de 74 dB.

Tabla N°22

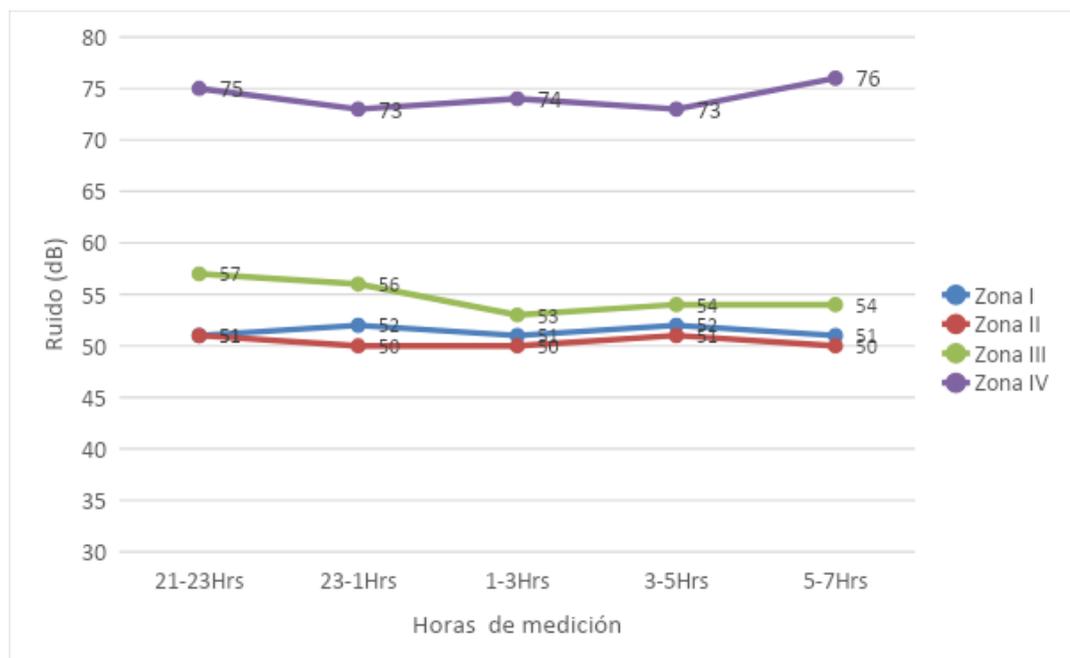
Monitoreo de ruidos por Zonas Día 2 - Protector Actual Mpow (Turno Nocturno)

Zona	Ruido percibido por horarios en decibelio (dB)				
	21-23Hrs	23-1Hrs	1-3Hrs	3-5Hrs	5-7Hrs
Zona I	51	52	51	52	51
Zona II	51	50	50	51	50
Zona III	57	56	53	54	54
Zona IV	75	73	74	73	76

Fuente: Elaboración propia

Figura 43

Monitoreo de ruidos por Zonas Día 2 - Protector Actual Mpow (Turno Nocturno)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 43 se muestra que el ruido percibido es en la zona I con 50 dB como mínimo mientras que en las zonas II y III los ruidos fluctúan en un rango de 51 dB a 52 dB, finalmente en zona IV son los ruidos más altos con máximo de 76 dB.

Tabla N°23

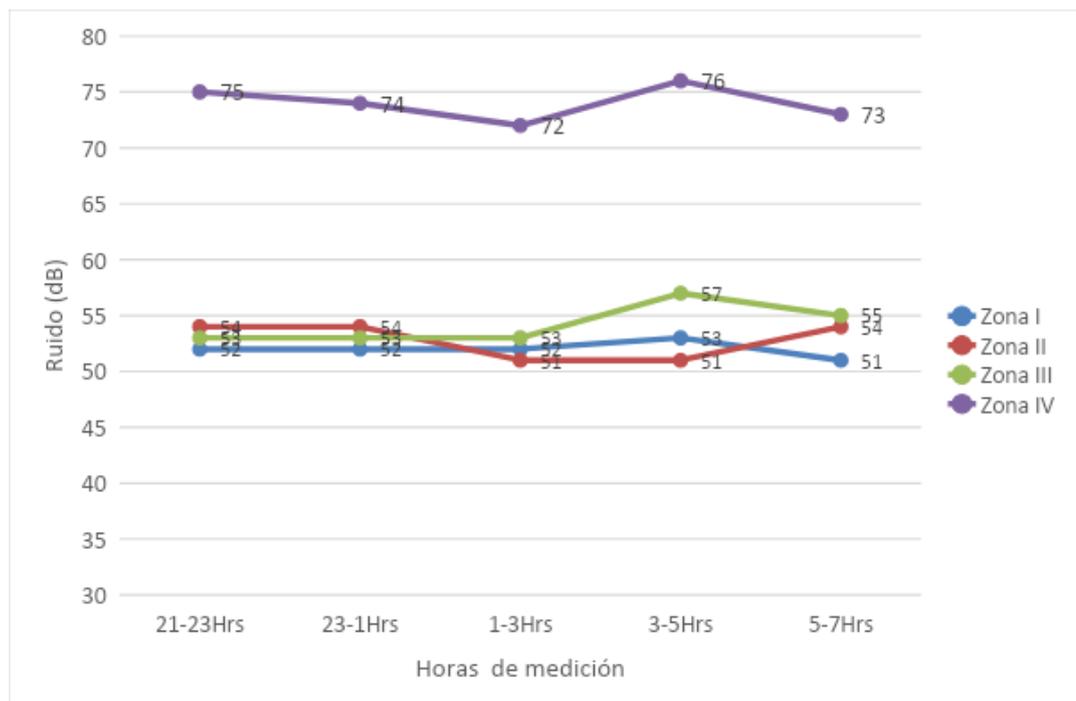
Monitoreo de ruidos por Zonas Día 3 – Protector Actual Mpow (Turno Nocturno)

Zona	Ruido percibido por horarios en decibelio (dB)				
	21-23Hrs	23-1Hrs	1-3Hrs	3-5Hrs	5-7Hrs
Zona I	52	52	52	53	51
Zona II	54	54	51	51	54
Zona III	53	53	53	57	55
Zona IV	75	74	72	76	73

Fuente: Elaboración propia

Figura 44

Monitoreo de ruidos por Zonas Día 3 - Protector Actual Mpow (Turno Nocturno)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 44 se observa los niveles de ruido con menor frecuencia están en la zona I teniendo como mínimo 51 dB a 52 dB, luego en la zona II y III, la zona en la que más se percibe el ruido el en la IV llegando, teniendo un rango de 72 a 76 dB.

Tabla N°24

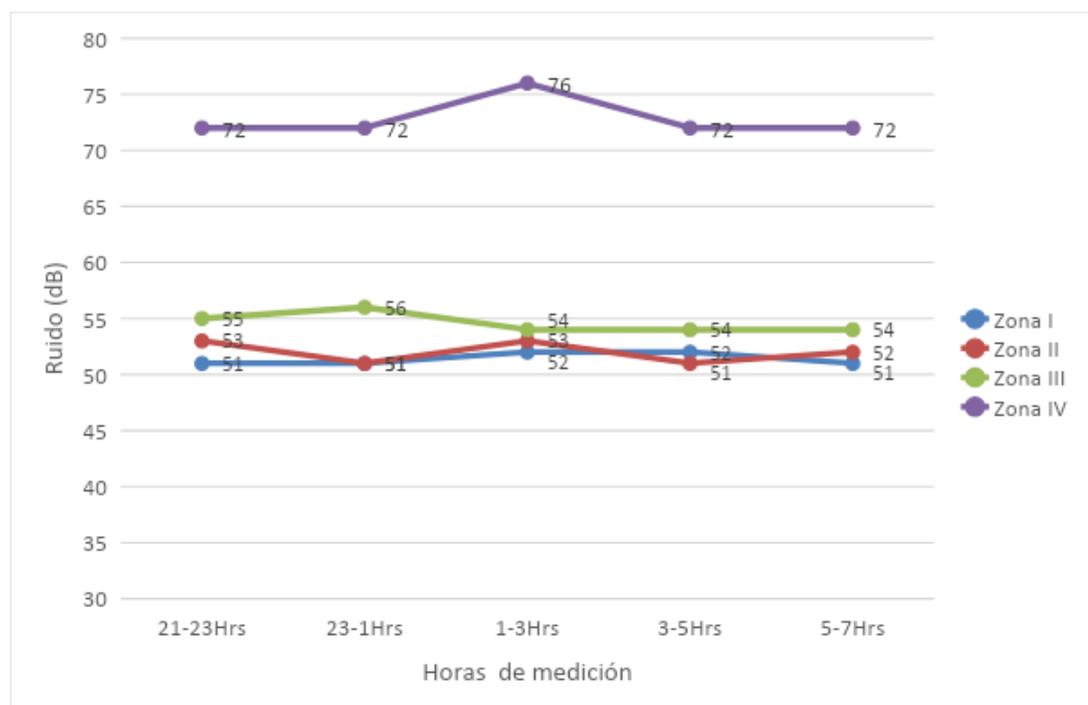
Monitoreo de ruidos por Zonas Día 4 – Protector Actual Mpow (Turno Nocturno)

Zona	Ruido percibido por horarios en decibelio (dB)				
	21-23Hrs	23-1Hrs	1-3Hrs	3-5Hrs	5-7Hrs
Zona I	51	51	52	52	51
Zona II	53	51	53	51	52
Zona III	55	56	54	54	54
Zona IV	72	72	76	72	72

Fuente: Elaboración propia

Figura 45

Monitoreo de ruidos por Zonas Día 4 - Protector Actual Mpow (Turno Nocturno)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 45 se observa el ruido percibido es en la zona I están en el rango de 51 dB a 52 dB siendo menores, mientras que en las zonas II y III los ruidos están en un rango de 53 dB a 56 dB, por último, en zona IV son los ruidos más altos con máximo de 76 dB.

Tabla N°25

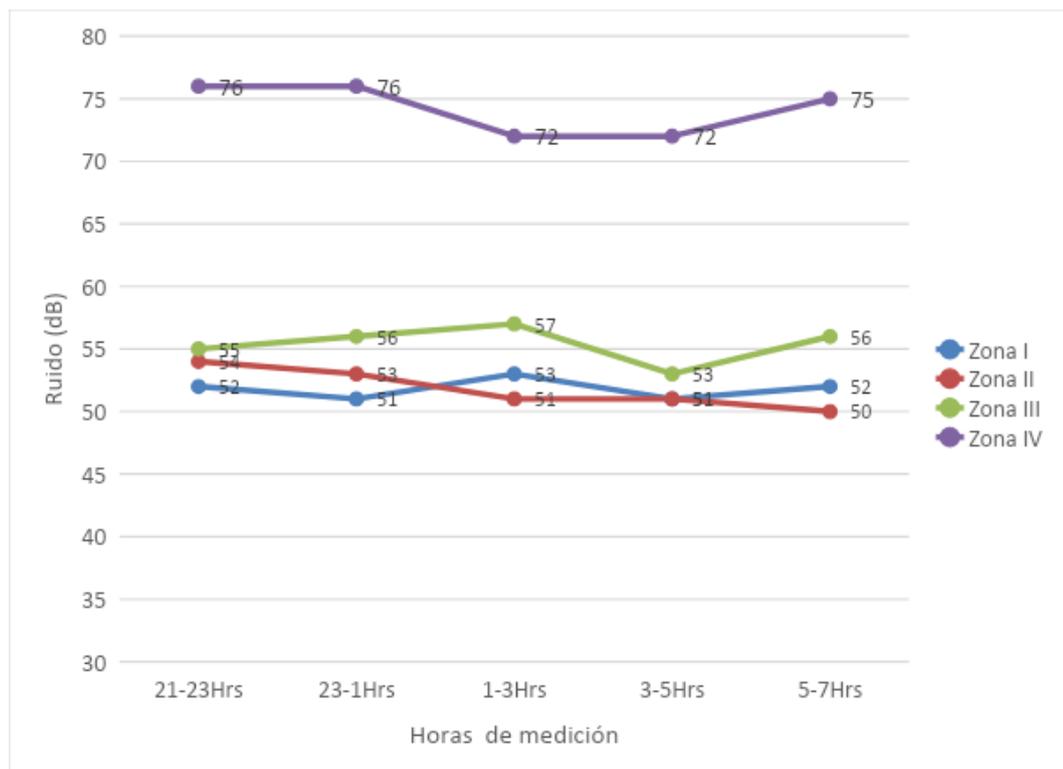
Monitoreo de ruidos por Zonas Día 5 – Protector Actual Mpow (Turno Nocturno)

Zona	Ruido percibido por horarios en decibelio (dB)				
	21-23Hrs	23-1Hrs	1-3Hrs	3-5Hrs	5-7Hrs
Zona I	52	51	53	51	52
Zona II	54	53	51	51	50
Zona III	55	56	57	53	56
Zona IV	76	76	72	72	75

Fuente: Elaboración propia

Figura 46

Monitoreo de ruidos por Zonas Día 5 - Protector Actual Mpow (Turno Nocturno)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 46 se observa que los niveles de ruido con menor frecuencia están en la zona I teniendo como mínimo 51 a 52 dB, luego en la zona II y III los ruidos percibidos están entre 53 a 56 dB, la zona en la que más se percibe el ruido el en la zona IV teniendo hasta un de 69 a 73 dB.

4.2.2. Mediciones del área de perforación con el protector auditivo 3M

1. Turno diurno

a. Muestreo en turno de 7 a 21 hrs

Para obtener la información se ha tomado muestras obtenidos en el intervalo de 2 horas cada uno en turno diurno, durante 5 días con uso Protector Auditivo 3M

Tabla N°26

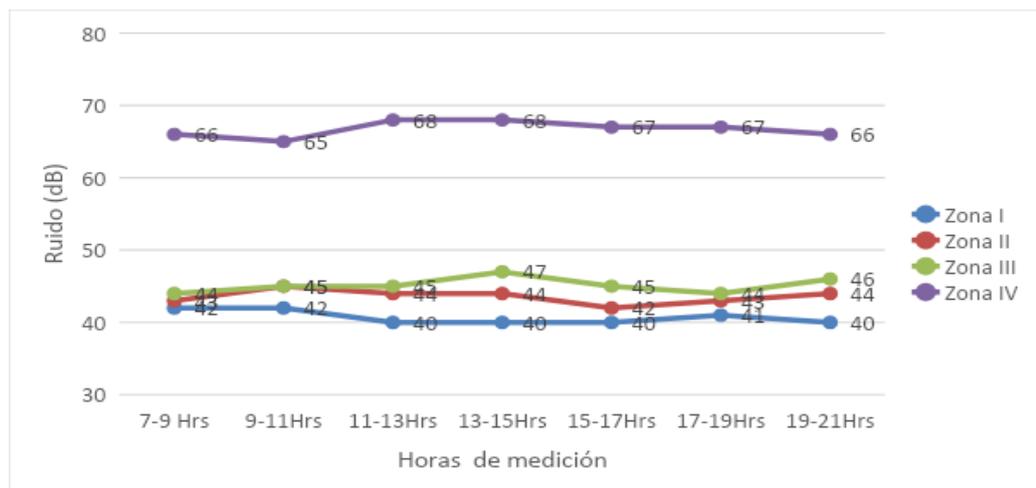
Monitoreo de ruidos por Zonas Día 1 – Protector Auditivo 3M (Turno Diurno)

Zona	Ruido percibido por horarios en decibelio (dB)						
	7-9 Hrs	9-11Hrs	11-13Hrs	13-15Hrs	15-17Hrs	17-19Hrs	19-21Hrs
Zona I	42	42	40	40	40	41	40
Zona II	43	45	44	44	42	43	44
Zona III	44	45	45	47	45	44	46
Zona IV	66	65	68	68	67	67	66

Fuente: Elaboración propia

Figura 47

Monitoreo de ruidos por Zonas Día 1 - Protector Auditivo 3M (Turno Diurno)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 47 los niveles de ruido con menor frecuencia están en la zona I teniendo como mínimo 40 a 42 dB, luego en la zona II y III los ruidos

percibidos están en 42 a 46 dB, la zona en la que más se percibe el ruido es en la zona IV teniendo el rango de 65 a 68 dB.

Tabla N°26

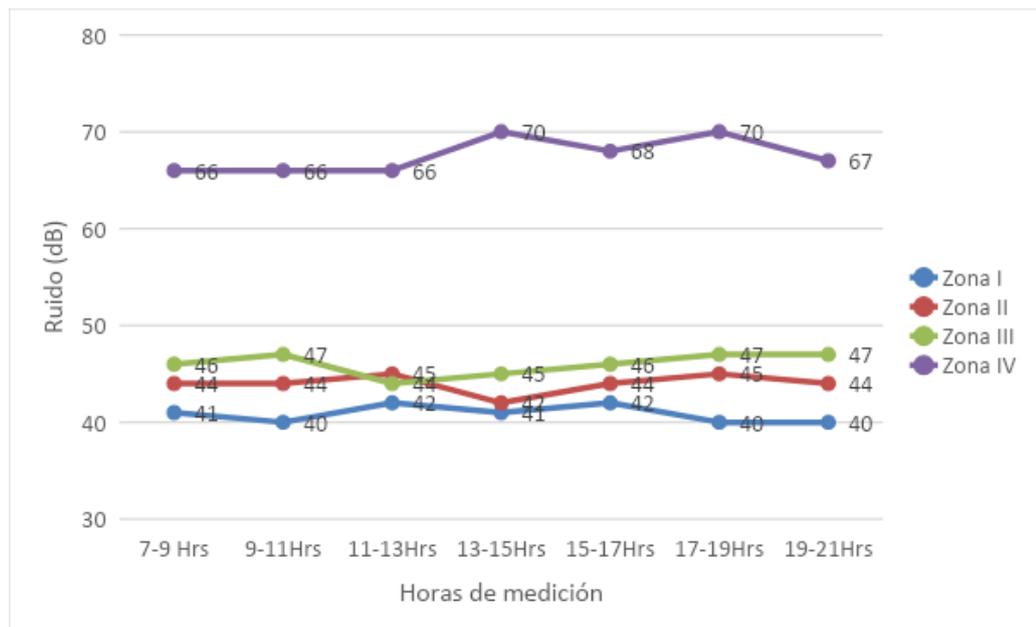
Monitoreo de ruidos por Zonas Día 2 – Protector Auditivo 3M (Turno Diurno)

Zona	Ruido percibido por horarios en decibelio (dB)						
	7-9 Hrs	9-11Hrs	11-13Hrs	13-15Hrs	15-17Hrs	17-19Hrs	19-21Hrs
Zona I	41	40	42	41	42	40	40
Zona II	44	44	45	42	44	45	44
Zona III	46	47	44	45	46	47	47
Zona IV	66	66	66	70	68	70	67

Fuente: Elaboración propia

Figura 48

Monitoreo de ruidos por Zonas Día 2 - Protector Auditivo 3M (Turno Diurno)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 48 con el uso del Protector Auditivo 3M el ruido percibido en la muestra obtenida que en la zona I se ha percibido en un rango de 40 a 41 dB, que en las zonas II y III los ruidos fluctúan en un rango de 44 dB a 47 dB, finalmente en zona IV son los ruidos más altos comprendido en el rango de 66 a 70 dB.

Tabla N°27

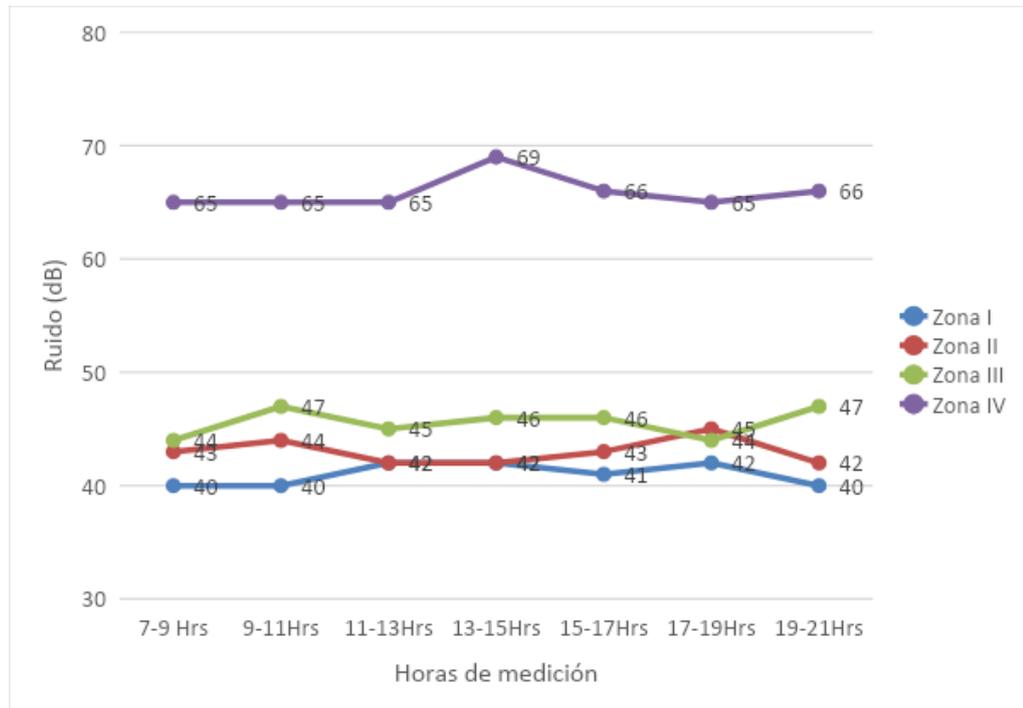
Monitoreo de ruidos por Zonas Día 3 – Protector Auditivo 3M (turno diurno)

Zona	Ruido percibido por horarios en decibelio (dB)						
	7-9 Hrs	9-11Hrs	11-13Hrs	13-15Hrs	15-17Hrs	17-19Hrs	19-21Hrs
Zona I	40	40	42	42	41	42	40
Zona II	43	44	42	42	43	45	42
Zona III	44	47	45	46	46	44	47
Zona IV	65	65	65	69	66	65	66

Fuente: Elaboración propia

Figura 49

Monitoreo de ruidos por Zonas Día 3 - Protector Auditivo 3M (Turno Diurno)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 49 con el uso del Protector Auditivo 3M se puede observar que en la Zona I los niveles de ruido están entre 40 y 42 dB, en la Zona II fluctúa de 42 a 45 dB, en la Zona III comprende entre 44 a 47 dB, mientras en la Zona IV se han percibido los niveles más altos de ruido entre 65 a 69dB.

Tabla N°28

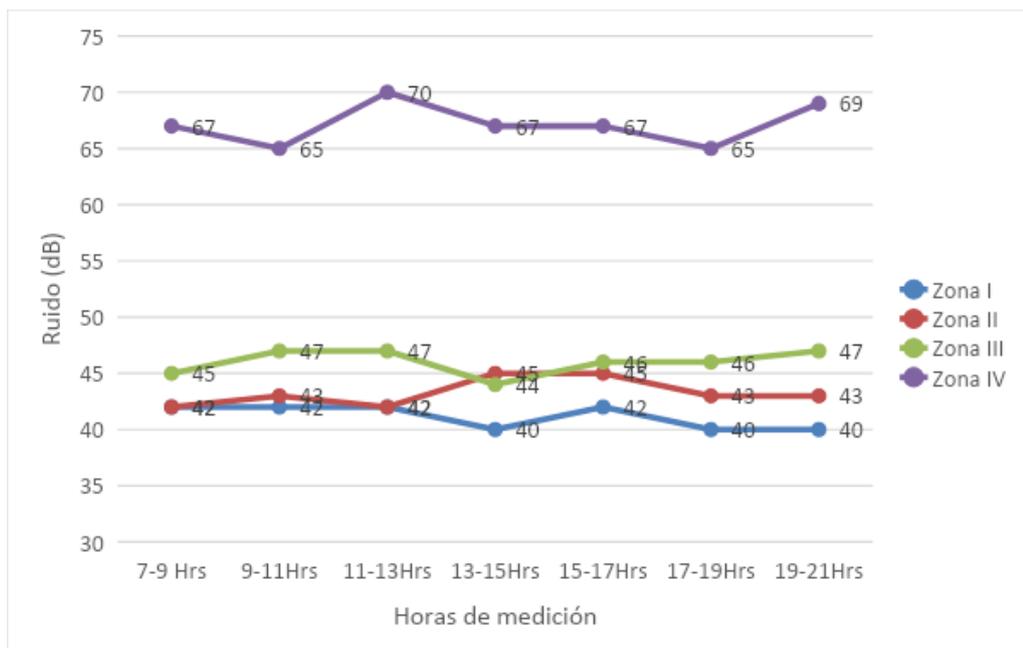
Monitoreo de ruidos por Zonas Día 4 – Protector Auditivo 3M (Turno Diurno)

Zona	Ruido percibido por horarios en decibelio (dB)						
	7-9 Hrs	9-11Hrs	11-13Hrs	13-15Hrs	15-17Hrs	17-19Hrs	19-21Hrs
Zona I	42	42	42	40	42	40	40
Zona II	42	43	42	45	45	43	43
Zona III	45	47	47	44	46	46	47
Zona IV	66	66	66	66	66	67	65

Fuente: Elaboración propia

Figura 50

Monitoreo de ruidos por Zonas Día 4 - Protector Auditivo 3M (Turno Diurno)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 50 con el uso del Protector Auditivo 3M la muestra indica que en los ruidos percibidos en la Zona I es de 40 a 42 dB, en la Zona II de 42 a 45dB, en la Zona III de 44 a 47dB, mientras que en la Zona IV se tiene los niveles más altos de ruido entre 65 a 67 dB.

Tabla N°29

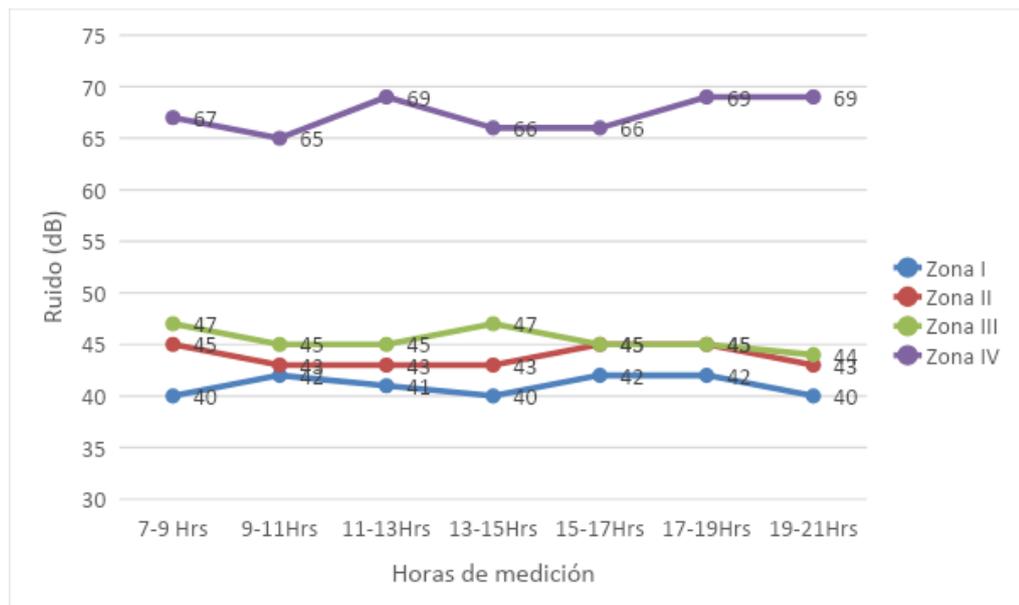
Monitoreo de ruidos por Zonas Día 5 – Protector Auditivo 3M (Turno Diurno)

Zona	Ruido percibido por horarios en decibelio (dB)						
	7-9 Hrs	9-11Hrs	11-13Hrs	13-15Hrs	15-17Hrs	17-19Hrs	19-21Hrs
Zona I	40	42	41	40	42	42	40
Zona II	45	43	43	43	45	45	43
Zona III	47	45	45	47	45	45	44
Zona IV	67	65	69	66	66	69	69

Fuente: Elaboración propia

Figura 51

Monitoreo de ruidos por Zonas Día 5 - Protector Auditivo 3M (Turno Diurno)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 51 con el uso del Protector Auditivo 3M de acuerdo a los datos de la muestra los ruidos percibidos en la Zona I son de 40 a 42 dB, en la Zona II de 43 a 45dB, en la Zona III de 44 a 47dB, mientras que en la Zona IV se tiene los niveles más alto de ruido entre 65 a 69dB.

2. Turno nocturno

- a. Muestreo en turno de 21 a 7 hrs – Protector Auditivo 3M

Para obtener la información se ha tomado muestras en el intervalo de 2 horas cada uno, durante 5 días con uso Protector Auditivo 3M.

Tabla N°30

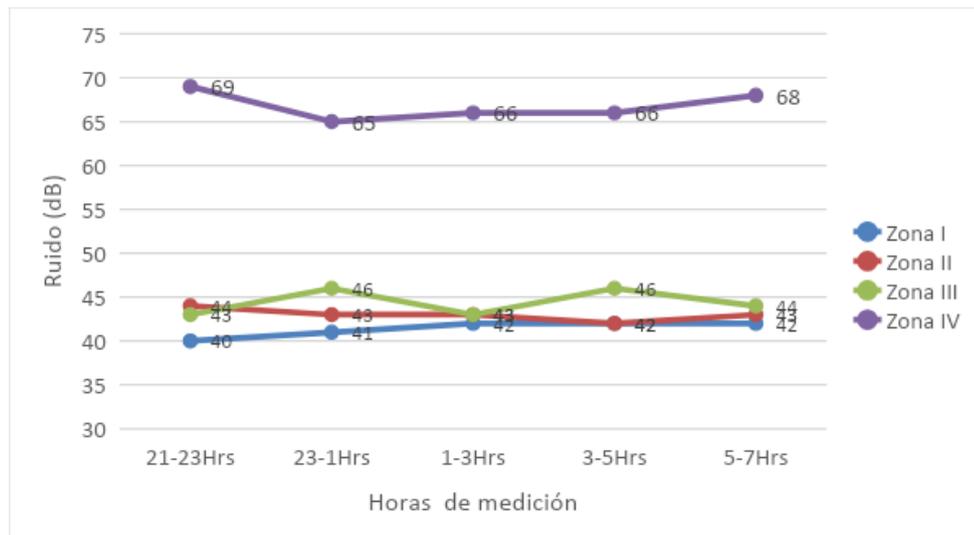
Monitoreo de ruidos por Zonas Día 1 – Protector Auditivo 3M (Turno Nocturno)

Zona	Ruido percibido por horarios				
	en decibelio (dB)				
	21-23Hrs	23-1Hrs	1-3Hrs	3-5Hrs	5-7Hrs
Zona I	40	41	42	42	42
Zona II	44	43	43	42	43
Zona III	43	46	43	46	44
Zona IV	69	65	66	66	68

Fuente: Elaboración propia

Figura 52

Monitoreo de ruidos por Zonas Día 1 - Protector Auditivo 3M (Turno Nocturno)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 52 los resultados se muestran con el uso de Protector Auditivo 3M en el turno noche, se tiene en la Zona I de 40 a 42dB, en la Zona II de 42 a 44dB, Zona III de 43 a 46 dB, mientras que en la Zona IV de 65 a 69dB.

Tabla N°31

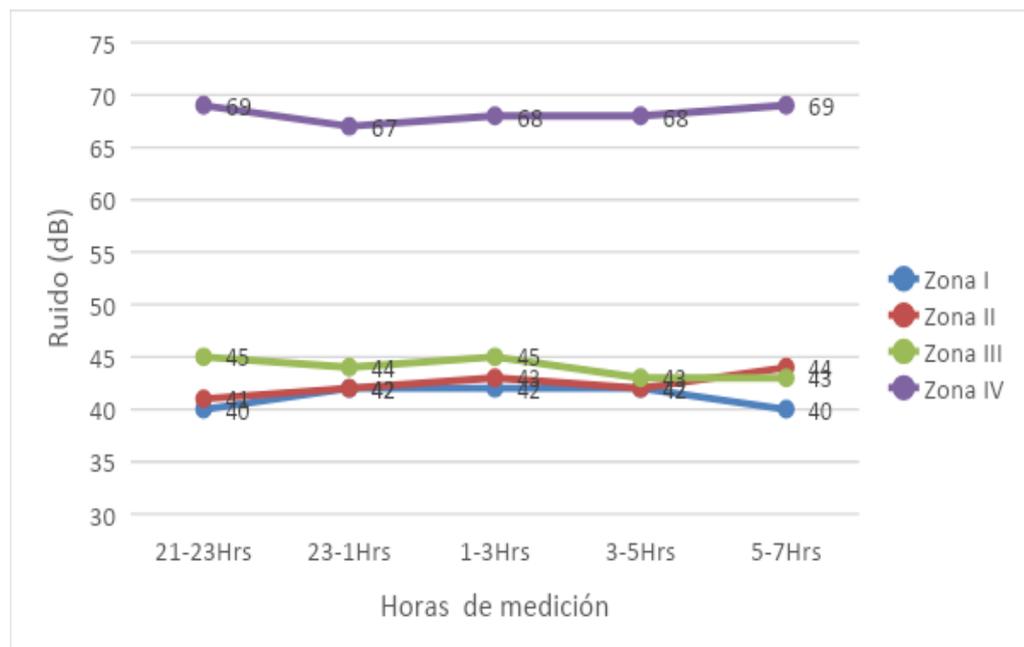
Monitoreo de ruidos por Zonas Día 2 – Protector Auditivo 3M (Turno Nocturno)

Zona	Ruido percibido por horarios en decibelio (dB)				
	21-23Hrs	23-1Hrs	1-3Hrs	3-5Hrs	5-7Hrs
Zona I	40	42	42	42	40
Zona II	41	42	43	42	44
Zona III	45	44	45	43	43
Zona IV	69	67	68	68	69

Fuente: Elaboración propia

Figura 53

Monitoreo de ruidos por Zonas Día 2 - Protector Auditivo 3M (Turno Nocturno)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 53 los resultados se muestran con el uso de Protector Auditivo 3M en el turno noche, se tiene en la Zona I de 40 a 42dB, en la Zona II de 41 a 44dB, Zona III de 43 a 45 dB, en tanto en la Zona IV de 67 a 69 dB.

Tabla N°32

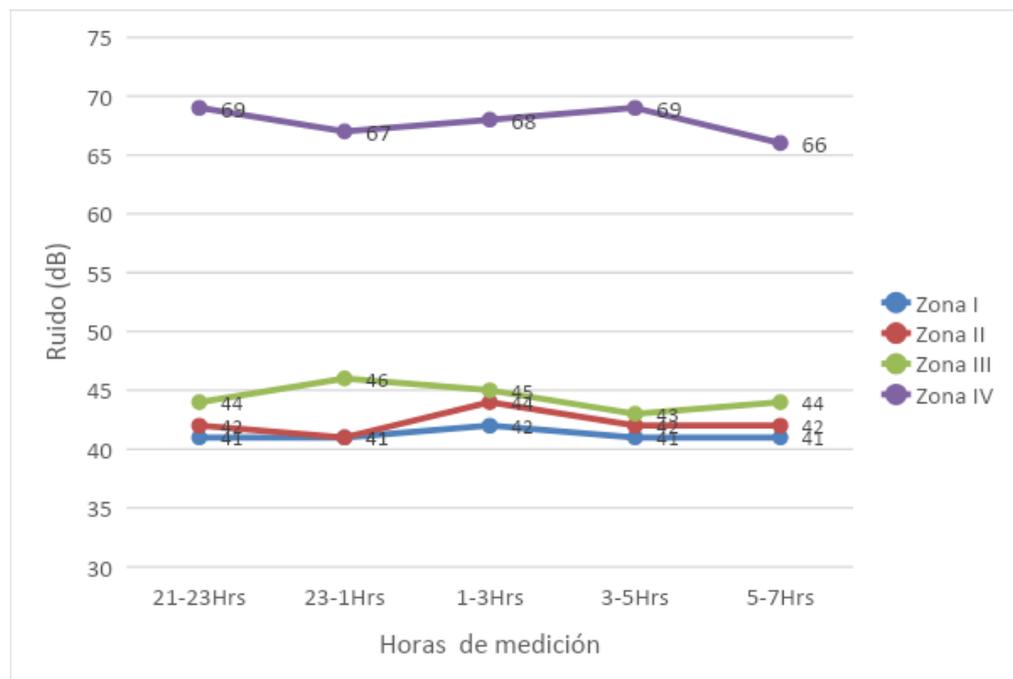
Monitoreo de ruidos por Zonas Día 3 - Protector Auditivo 3M (Turno Nocturno)

Zona	Ruido percibido por horarios en decibelio (dB)				
	21-23Hrs	23-1Hrs	1-3Hrs	3-5Hrs	5-7Hrs
Zona I	41	41	42	41	41
Zona II	42	41	44	42	42
Zona III	44	46	45	43	44
Zona IV	69	67	68	69	66

Fuente: Elaboración propia

Figura 54

Monitoreo de ruidos por Zonas Día 3 - Protector Auditivo 3M (Turno Nocturno)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 54 los resultados se muestran con el uso de Protector Auditivo 3M en el turno noche, se tiene en la Zona I de 41 a 42dB, en la Zona II de 41 a 44dB, Zona III de 43 a 46 dB, mientras que en la Zona IV de 67 a 69 dB.

Tabla N°33

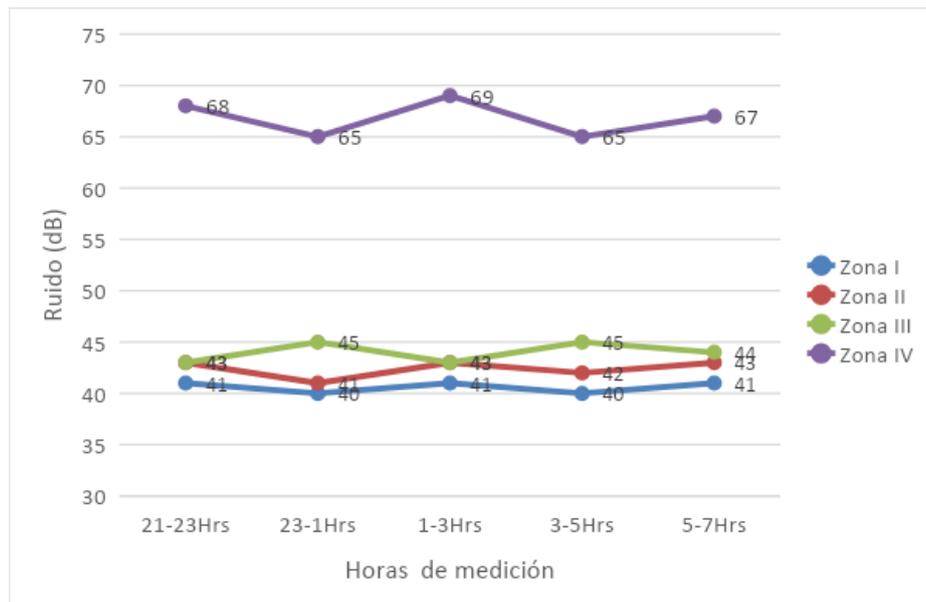
Monitoreo de ruidos por Zonas Día 4 – Protector Auditivo 3M (Turno Nocturno)

Zona	Ruido percibido por horarios en decibelio (dB)				
	21-23Hrs	23-1Hrs	1-3Hrs	3-5Hrs	5-7Hrs
Zona I	41	40	41	40	41
Zona II	43	41	43	42	43
Zona III	43	45	43	45	44
Zona IV	68	65	69	65	67

Fuente: Elaboración propia

Figura 55

Monitoreo de ruidos por Zonas Día 4 - Protector Auditivo 3M (Turno Nocturno)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 55 los resultados indican mientras se usa el Protector Auditivo 3M en el turno noche, se tiene en la Zona I de 40 a 41dB, en la Zona II de 41 a 43dB, Zona III de 43 a 45 dB, mientras que en la Zona IV de 67 a 69 dB.

Tabla N°34

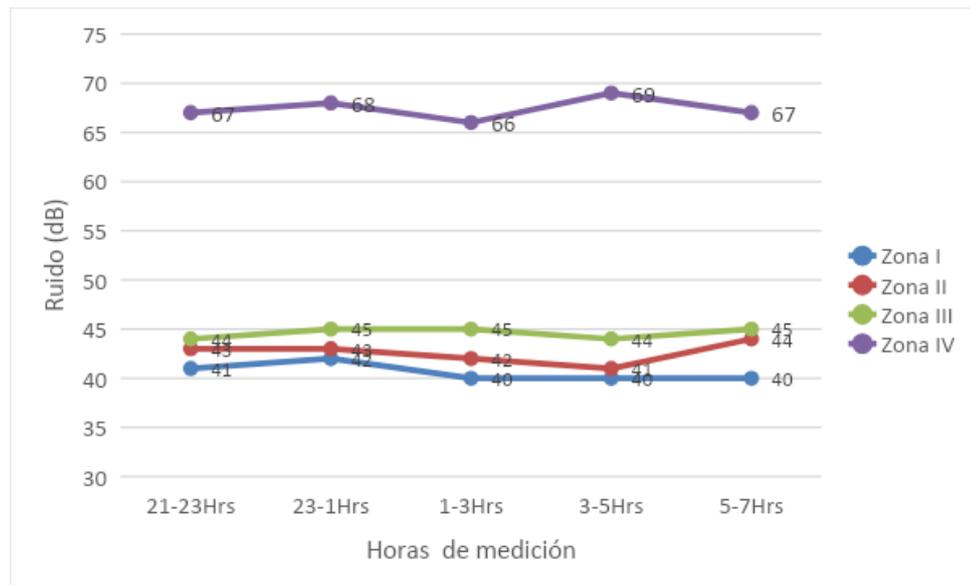
Monitoreo de ruidos por Zonas Día 5 – Protector Auditivo 3M (Turno Nocturno)

Zona	Ruido percibido por horarios en decibelio (dB)				
	21-23Hrs	23-1Hrs	1-3Hrs	3-5Hrs	5-7Hrs
Zona I	41	42	40	40	40
Zona II	43	43	42	41	44
Zona III	44	45	45	44	45
Zona IV	67	68	66	69	67

Fuente: Elaboración propia

Figura 56

Monitoreo de ruidos por Zonas Día 5 - Protector Auditivo 3M (Turno Nocturno)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 56 los resultados indican mientras se usa el Protector Auditivo 3M en el turno noche, se tiene en la Zona I de 40 a 41dB, en la Zona II de 41 a 43dB, Zona III de 44 a 45 dB, mientras que en la Zona IV de 67 a 69 dB.

4.2.3. Medición realizada en voladura

Obtención de resultado en 5 días

Tabla N°35

Ruido percibido por Voladura Día 1

Voladura	Ruido Percibido (en dB)	Estimación Sonora (en dB)
V-1	129	145
V-2	140	150
V-3	152	151
V-4	153	150
V-5	139	148
V-6	142	147

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°36

Ruido percibido por Voladura Día 2

Voladura	Ruido Percibido (en dB)	Estimación Sonora (en dB)
V-1	141	145
V-2	149	150
V-3	151	151
V-4	154	150
V-5	138	148
V-6	141	147

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°37

Ruido percibido por Voladura Día 3

Voladura	Ruido Percibido (en dB)	Estimación Sonora (en dB)
V-1	143	145
V-2	151	150
V-3	153	151
V-4	153	150
V-5	141	148
V-6	142	147

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°38*Ruido percibido por Voladura Día 4*

Voladura	Ruido Percibido (en dB)	Estimación Sonora (en dB)
V-1	143	145
V-2	144	150
V-3	151	151
V-4	147	150
V-5	145	148
V-6	146	147

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°39*Ruido percibido por Voladura Día 5*

Voladura	Ruido Percibido (en dB)	Estimación Sonora (en dB)
V-1	148	145
V-2	146	150
V-3	152	151
V-4	149	150
V-5	146	148
V-6	144	147

Fuente: Elaboración propia

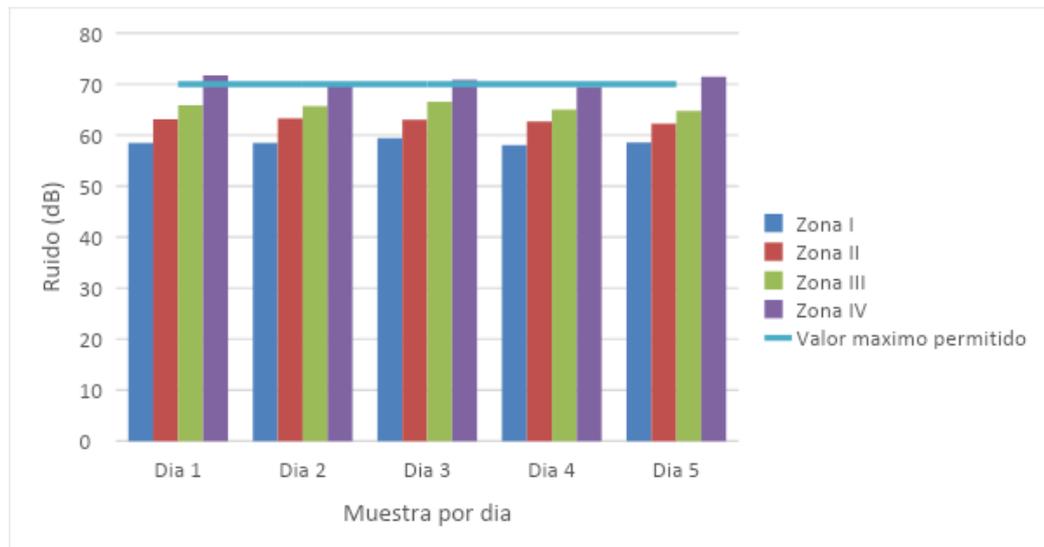
4.2.4. Análisis e interpretación de los niveles de ruido**a. Promedio de muestreo en turno de 7 a 21 hrs (Diurno) Protector****Auditivo Mpow****Tabla N°40***Promedio de resultados de medición de los 5 días con el Protector Auditivo**Mpow y valor máximo permitido en el Turno Día*

Zona	Ruido percibido por horarios en decibelio (dB)				
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Zona I	58	58	59	58	59
Zona II	63	63	63	63	62
Zona III	66	66	67	65	65
Zona IV	66	66	67	65	65
Valor máximo permitido	70	70	70	70	70

Fuente: Elaboración propia

Figura 57

Promedio de resultados de medición de los 5 días con el Protector Auditivo Mpow y valor máximo permitido en el Turno Día



Fuente: Elaboración propia

Realizada la medición durante el turno diurno la figura 57 nos muestra que los resultados son cercanos a los valores máximos permitidos, en las Zonas I, II y III los valores de medición son adecuados mientras que la Zona IV llega a pasar al valor máximo permitido.

b. Promedio de muestreo en turno de 21 a 7 hrs (Nocturno) con el Protector Actual Mpow

Tabla N°41

Promedio de resultados de medición de los 5 días con el Protector Auditivo

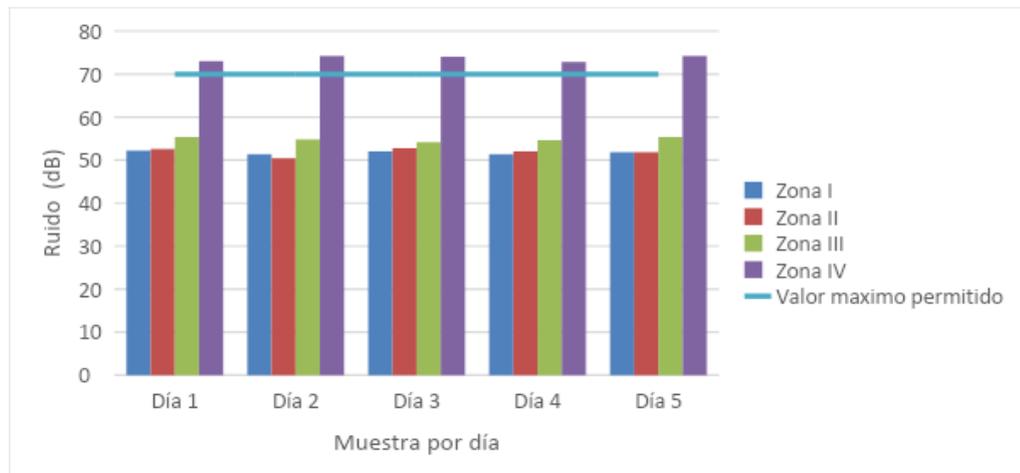
Mpow y valor máximo permitido en el turno Nocturno

Zona	Ruido percibido por horarios en decibelio (dB)				
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Zona I	58	58	59	58	59
Zona II	63	63	63	63	62
Zona III	66	66	67	65	65
Zona IV	66	66	67	65	65
Valor máximo permitido	70	70	70	70	70

Fuente: Elaboración propia

Figura 58

Promedio de resultados de medición de los 5 días con el Protector Auditivo Mpow y valor máximo permitido en turno Nocturno



Fuente: Elaboración propia

Realizada la medición durante el turno noche la figura 58 se evidencia que dichos datos se aproximan a los valores máximos permitidos en las Zonas I, II y III los valores de medición son adecuados, en cambio en la Zona IV llega los resultados sobrepasan al valor máximo permitido.

c. Comparación de resultados Protector Actual Mpow y Protector Auditivo 3M

Los niveles de ruidos que se muestran a continuación son con el uso del protector auditivo 3M, del mismo modo las muestras se tomaron en las 4 zonas en los horarios de 7 a 21 Hrs y de 21 a 7 hrs:

Tabla N°42

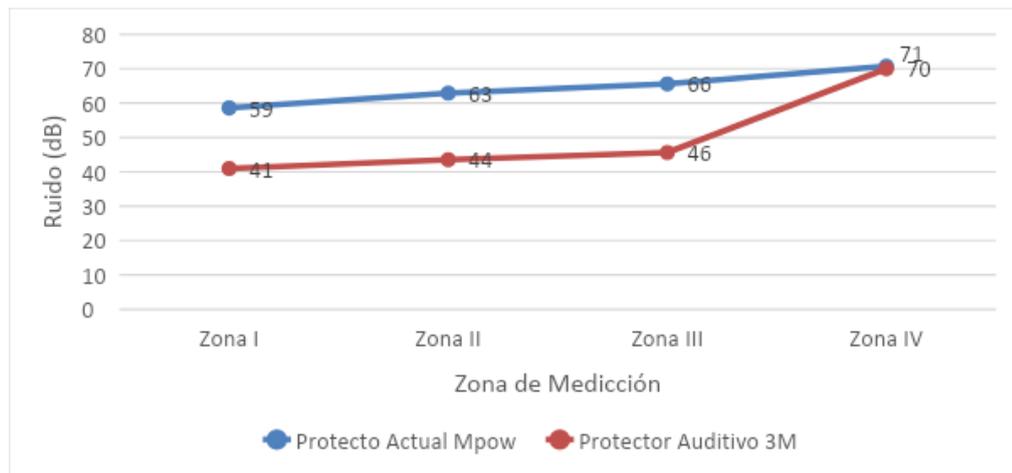
Comparación de Monitoreo utilizando protector actual Mpow y el protector auditivo 3M (Turno Diurno)

Zona	Ruido percibido por horarios en decibelio (dB)	
	Protector Actual Mpow	Protector Auditivo 3M
Zona I	59	41
Zona II	63	44
Zona III	66	46
Zona IV	71	70

Fuente: Fuente elaboración propia

Figura 59

Comparación de Monitoreo utilizando protector actual Mpow y el protector auditivo 3M – Turno Diurno



Fuente: Elaboración propia

De los resultados mostrados en la figura 59 se observa que el protector auditivo 3M es muy recomendable ya que la recepción del ruido está por debajo en comparación al protector Mpow que utiliza en la actualidad.

d. Comparación de ruido percibido por Zonas entre los protectores auditivos Mpow y 3M en turno nocturno

Los niveles de presión sonora los cuales se obtienen con el uso del sonómetro, la fuente emisora de ruido en perforación, los valores que se fijan a continuación:

Tabla N°43

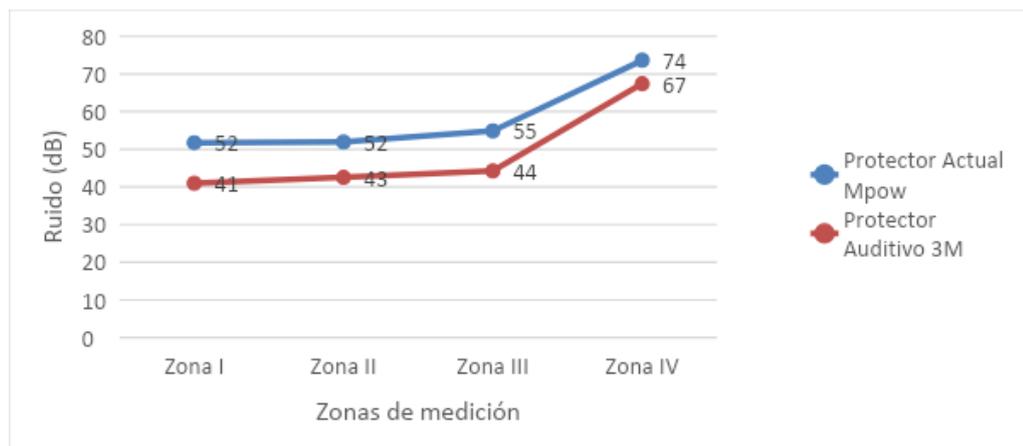
Comparación de ruidos percibidos entre los protectores Auditivos Mpow y 3M en Turno Nocturno

Zona	Ruido percibido por horarios en decibelio (dB)	
	Protector Actual	Protector Auditivo
	Mpow	3M
Zona I	52	41
Zona II	52	43
Zona III	55	44
Zona IV	74	67

Fuente: Elaboración propia

Figura 60

Comparación de ruidos percibidos entre los protectores Auditivos Mpow y 3M en Turno Nocturno



Fuente: Elaboración propia

Se los resultados mostrados en la figura 60 los ruidos se han percibido con mayor fuerza en la Zona IV, y en comparación los protectores auditivos Mpow y 3M se demuestra que el protector auditivo 3M es el más adecuado ya que la percepción del ruido inferior a la marca Mpow.

- e. Comparación de resultados en el horario de 7 a 21 hrs (Diurno) con el protector auditivo actual Mpow y el protector auditivo 3M**

Tabla N°44

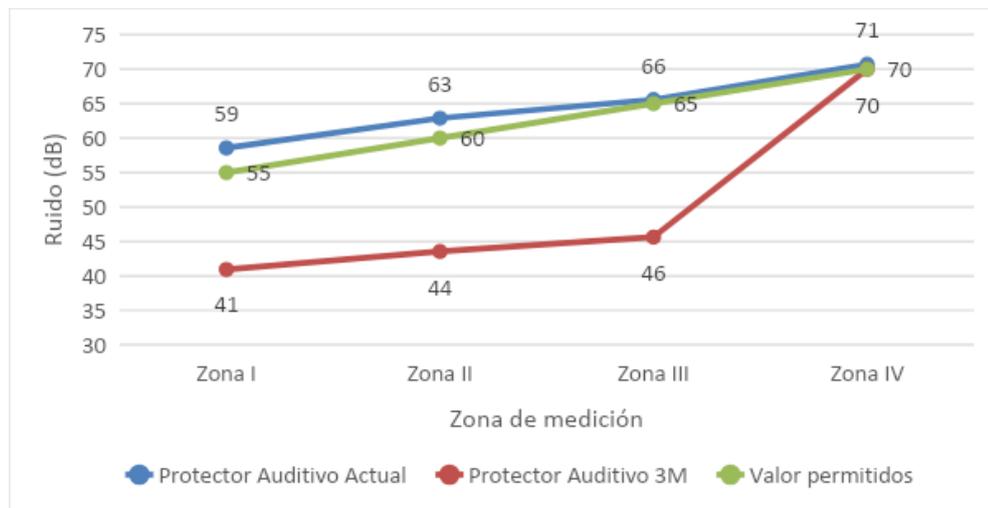
Protector auditivo actual Mpow y protector auditivo 3M en el horario de 7 a 21 hrs (diurno) frente a los valores permitidos

Zona	Protector Auditivo Mpow (en dB)	Protector Auditivo 3M (en dB)	Valor permitido (en dB)
Zona I	59	41	55
Zona II	63	44	60
Zona III	66	46	65
Zona IV	71	70	70

Fuente: Elaboración propia

Figura 61

Protector auditivo actual y protector auditivo 3M en el horario de 7 a 21 hrs (diurno) frente a los valores permitidos



Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados obtenido en la figura 61 se observa que el uso de los protectores auditivos 3M, es recomendable ya no sobrepasa los valores permitidos, mientras que los protectores auditivos actuales Mpow se observa se en las Zonas I y II sobrepasa los valores permitidos.

f. **Comparación de resultados en el horario de 21 a 7 hrs (Nocturno) con el protector auditivo actual y el protector auditivo 3M**

Tabla N°45

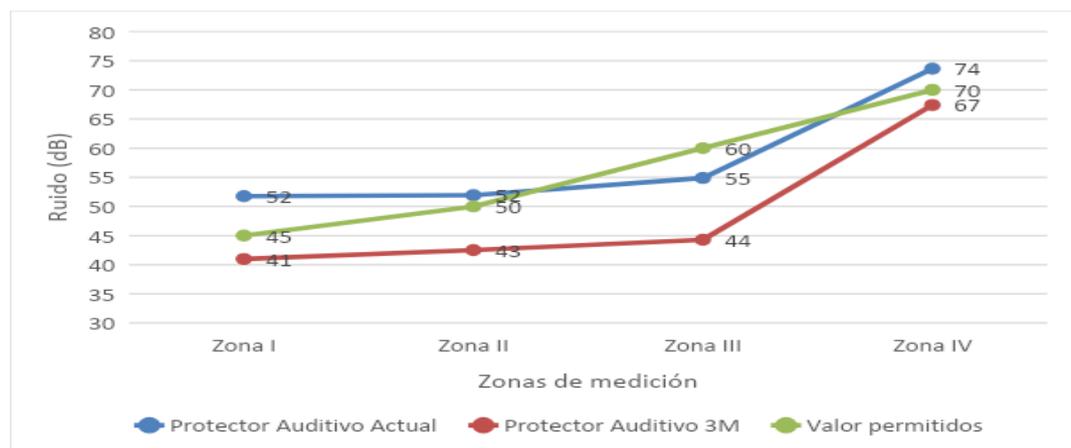
Protector auditivo actual y protector auditivo 3M en el horario de 21 a 7 hrs (nocturno) frente a los valores permitidos

Zona	Protector Auditivo Actual (en dB)	Protector Auditivo 3M (en dB)	Valor permitido (en dB)
Zona I	52	41	45
Zona II	52	43	50
Zona III	55	44	60
Zona IV	74	67	70

Fuente: Elaboración propia

Figura 62

Protector auditivo actual y protector auditivo 3M en el horario de 21 a 7 hrs (nocturno) frente a los valores permitidos



Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados en la figura 62 se puede observar que los protectores auditivos actual Mpow utilizados no son recomendados ya que los ruidos percibidos sobre pasa los límites permitidos en las 3 Zonas. Mientras que el uso del protector auditivo 3M según las muestras son las más recomendables

ya que el ruido percibido se encuentra debajo de los niveles permitidos en las IV Zonas.

b. Resumen de ruidos por voladura

Tabla N°46

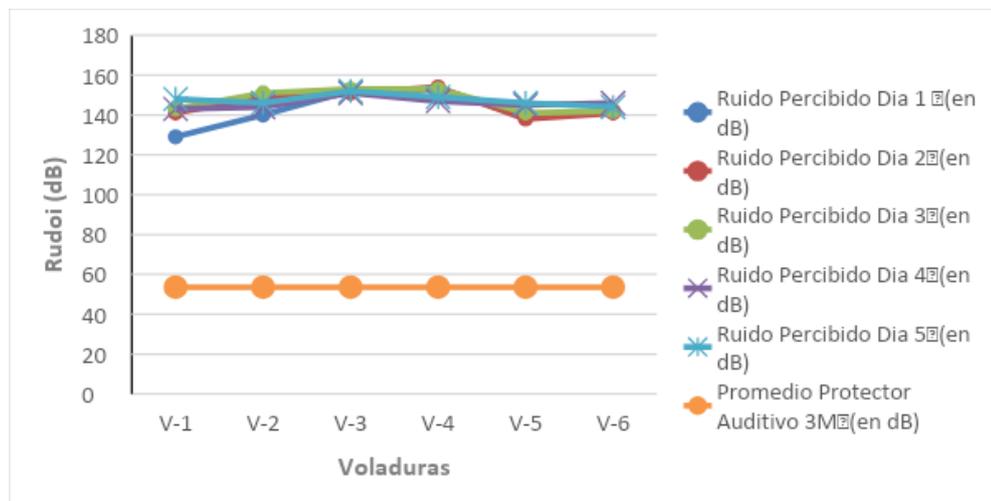
Resumen de Ruido percibido por Voladura durante los 5 días y Protector Auditivo 3M

Voladura	Ruido Percibido Dia 1 (en dB)	Ruido Percibido Dia 2 (en dB)	Ruido Percibido Dia 3 (en dB)	Ruido Percibido Dia 4 (en dB)	Ruido Percibido Dia 5 (en dB)	Promedio Protector Auditivo 3M (en dB)
V-1	129	141	143	143	148	54
V-2	140	149	151	144	146	54
V-3	152	151	153	151	152	54
V-4	153	154	153	147	149	54
V-5	139	138	141	145	146	54
V-6	142	141	142	146	144	54

Fuente: Elaboración propia

Figura 63

Resumen de Ruido percibido por Voladura durante los 5 días y Protector Auditivo 3M



Fuente: Elaboración propia

Según a los resultados en figura 63 se puede observar que la Voladura 6 es la que emana más ruido frente a la voladura 4, conforme a ellos estos resultados se puede derivar que los ruidos producidos superan los 130dB

llegando hasta un máximo de 154dB producido el día 2 en la por la voladura 4, finalmente el protector auditivo 3M percibe en un promedio de 54 dB, siendo lo recomendable para el cuidado de la salud auditiva.

4.3. Prueba de Hipótesis

4.3.1. Hipótesis general

Se planteo la siguiente hipótesis “La implementación de protectores auditivos 3M permite minimizar el riesgo de la pérdida auditiva en los trabajadores del área de perforación y voladura en el Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.”

Tal como se muestra en los análisis e interpretación de los datos obtenidos se tiene un mejor control del nivel del ruido y los valores de la estimación sonora en la perforación y voladura; obteniendo un mejor control muy significativo tal como se muestran en la figura 59, 60, 61, 62 y 63 respectivamente. Quedando demostrado la hipótesis planteada.

4.3.2. Hipótesis específicas

a. Prueba de la primera hipótesis específica

La primera hipótesis específica plantea: “Los resultados del análisis de la efectividad de los protectores auditivos 3M permite minimizar el riesgo de la pérdida auditiva en los trabajadores del área de perforación en el Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.

De acuerdo con las muestras tomadas en línea base de los protectores auditivos Mpow y luego de las muestras tomadas de los protectores auditivos 3M; que luego de efectuar el proceso de análisis y evaluación correspondiente se demuestra que, con los protectores auditivos 3M se tenía un mayor control muy significativo en relación con la base de línea; el trabajador percibe un nivel promedio de ruido con el protector auditivo propuesto de 50.25 decibeles en la perforación con relación con el protector auditivo

actual que el trabajador percibe 64.75 decibeles. Por lo que concluimos que se tiene un mejor control con el protector auditivo 3M durante la perforación.

b. Prueba de la segunda hipótesis específica

La segunda hipótesis específica plantea: “Los resultados de la evaluación de la magnitud de los decibeles que controla los protectores auditivos 3M permite minimizar el riesgo de la pérdida auditiva de los trabajadores en la voladura del Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.”. De acuerdo con las muestras tomadas en línea base, luego de las

muestras tomadas durante la voladura con los protectores auditivos de línea base y al realizar el proceso de análisis y evaluación correspondiente donde se demuestra que el trabajador percibía 60 decibeles y en relación con el protector auditivo 3M se percibe 54 decibeles durante la voladura. Por lo que concluimos que se tiene un mejor control y muy significativo del nivel de ruido y de la estimación sonora durante la voladura.

4.4. Discusión de resultados

En relación con el título de la investigación “La implementación de protectores auditivos 3M permite minimizar el riesgo de la pérdida auditiva en los trabajadores del área de perforación y voladura en el Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.” existen resultados bastante significativos, desde el punto de vista en un mejor control del nivel de ruido de la perforación y voladura, así como de la estimación sonora, estos resultados se pueden observar claramente en la tabla 9.

Tabla N°47*Comparación de Resultados*

Parámetro	Protector auditivo Mpow decibeles	Protector auditivo 3M decibeles
Nivel de ruido que percibe el trabajador durante la perforación (turno día)	64.75	50,25
Nivel de ruido que percibe el trabajador durante la perforación (turno noche)	62.50	48.30
Nivel de ruido que percibe el trabajador durante la voladura (turno día)	60.10	54.20
Nivel de ruido que percibe el trabajador durante la voladura (turno noche)	60.10	54.20
Estimación sonora que percibe el trabajador durante la voladura	60	54

Fuente: Elaboración propia

Partiendo de lo que muestra la tabla anterior se puede elaborar las siguientes ideas centrales:

- Con la implementación del protector auditivo 3M en la perforación del turno día del área de perforación y voladura del tajo Toromocho – Minera Toromocho S.A., el trabajador logra percibir 50.25 decibeles en relación con el protector Mpow que percibía 64.75 decibeles, se puede apreciar una mejora muy significativa de 14.50 decibeles menos.
- Con la implementación del protector auditivo 3M en la perforación del turno día del área de perforación y voladura del tajo Toromocho – Minera Toromocho S.A., el trabajador logra percibir 50.25 decibeles con relación al protector Mpow que percibía 64.75 decibeles, se puede apreciar una mejora muy significativa de 14.50 decibeles menos.
- Con la implementación del protector auditivo 3M en la perforación del turno noche del área de perforación y voladura del tajo Toromocho – Minera Toromocho S.A., el trabajador logra percibir 48.30 decibeles con

relación al protector Mpow que percibía 62.50 decibeles, se puede apreciar una mejora muy significativa de 14.20 decibeles menos.

- Con la implementación del protector auditivo 3M en la voladura del turno día del área de perforación y voladura del tajo Toromocho – Minera Toromocho S.A., el trabajador logra percibir 54.20 decibeles con relación al protector Mpow que percibía 60.10 decibeles, se puede apreciar una mejora muy significativa de 5.90 decibeles menos.
- Con la implementación del protector auditivo 3M en la voladura del turno noche del área de perforación y voladura del tajo Toromocho – Minera Toromocho S.A., el trabajador logra percibir 54.20 decibeles con relación al protector Mpow que percibía 60.10 decibeles, se puede apreciar una mejora muy significativa de 5.90 decibeles menos.
- Con la implementación del protector auditivo 3M con lo que respecta a la estimación sonora en la voladura del área de perforación y voladura del tajo Toromocho – Minera Toromocho S.A., el trabajador logra percibir 54.00 decibeles con relación al protector Mpow que percibía 60.00 decibeles, se puede apreciar una mejora muy significativa de 6.00 decibeles menos.

CONCLUSIONES

1. Con la implementación del protector auditivo 3M analizados mediante 5 muestras en el turno día se obtiene que los valores percibidos por el trabajador durante la perforación oscilan entre 41dB a 70dB y con relación de los valores recolectados del protector auditivo Mpow que se utiliza actualmente varía los valores entre 59 dB a 73 dB. Por lo que se concluye que los valores recolectados en promedio son superiores frente al protector auditivo 3M, siendo esta marca el más adecuado.
2. Con la implementación del protector auditivo 3M analizados mediante 5 muestras en el turno noche se obtiene que los valores percibidos por el trabajador durante la perforación oscilan entre 41dB a 69dB y con relación de los valores recolectados del protector auditivo Mpow que se utiliza actualmente varía los valores entre 52 dB a 72 dB. Por lo que se concluye que los valores recolectados en promedio son superiores frente al protector auditivo 3M, siendo esta marca el más adecuado.
3. Habiendo realizado la evaluación y relación de las muestras entre los turnos día y noche de la percepción del nivel de ruido se concluye que el uso del protector auditivo 3M es más recomendable, siendo los valores muy significativos frente a los valores máximos permitidos, de esta manera se protege la salud auditiva del personal que labora en perforación y voladura.
4. Con respecto al ruido que generan los equipos de perforación Pit Viper 275 150 dB, Pit Viper 270 162 dB, ROC L8 154 dB, se concluye que con la implementación del protector auditivo 3M se mitiga de 49 dB a 70 dB por lo que es recomendable su uso.
5. En el área de voladura de los resultados obtenidos de la estimación sonora varían entre 130dB - 154dB. Con la implementación del protector auditivo 3M se percibe un promedio de 54 dB; por lo que se concluye ser el más recomendable para el cuidado de la salud auditiva.
6. Finalmente se concluye que los instrumentos de medición utilizados como son el sonómetro Digital ST-106 y el Dosímetro de 3M EDGE5, nos han permitido obtener

los datos de manera óptima para poder analizar y evaluar el nivel de ruido de la perforación y voladura.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar periódicamente monitoreos del nivel de ruido en las diferentes operaciones de mina para llevar un control minucioso de este factor de riesgo físico con la finalidad de recomendar el mejor protector auditivo.
2. Se recomienda controlar mediante una revisión continua las programaciones que suministran y reponen los EPP del protector auditivo. De manera que el personal pueda disponer de este protector a tiempo y en buenas condiciones.
3. Se recomienda implementar un programa integral de capacitación, tal que se concientice al personal del área en el buen cuidado y mantenimiento del protector auditivo, de esta manera el personal tendrá el uso correcto al estar debidamente entrenados para una práctica de procesos en el trabajo seguro.
4. Se recomienda que la empresa debe revisar periódicamente el protocolo de vigilancia de salud en lo referente a la exposición al nivel del ruido, para que se practiquen los controles médicos de especialidad y exámenes necesarios, en audiometrías; de acuerdo con las normas legales vigentes.
5. Se recomienda realizar las mediciones del nivel de ruidos de forma constante con instrumentos de medición actualizados como sonómetros y dosímetros, para obtener resultados bastantes reales en el análisis y evaluación de los protectores auditivos.
6. Se recomienda tener en consideración los resultados obtenidos para futuras investigaciones en donde se labore en el área de perforación y voladura.

BIBLIOGRAFÍA

- Alberto-Simarro, C. (2015). *Metodología para la evaluación del impacto del ruido ambiental producido por maquinaria de minería a cielo abierto (Escuela técnica superior de Ingenieros de Minas)*.
- Chang X. Quang, Alan H. Clark, James K.W.I Lee y Jorge Guillen (2003); *boletín 98. Economic Geology 2003. "40Ar-39Ar Ages of Hypoge and Supergene Mineralization in the Toromocho-Minera Chinalco, Arequipa, Peru"*.
- Congreso de la República del Perú, (2011) "*Ley No 29783, Seguridad y salud en el trabajo.[Diario El Peruano]*"
- PDF/Legislación Perú/Ley 29783 de Seguridad y Salud en el Trabajo.pdf
- Correa, P.L. y Martinez A.D. (2017) *Diseño del sistema de perforación y voladura en los bancos D, E y F en la Mina de caliza El Tesoto, contrato de concesión ILI-1611 Ubicada en las Verdeda las caleras del municipio de Nobsa - Boyocá, Universidad Pedagógica Tecnológica de Colombia.*
- D.S. N° 005-2012 TR "*Reglamento de la Ley N°29783*"
- D.S. N° 023-2017-EM, *Modifican Diversos Artículos Y Anexos Del Reglamento De Seguridad Y Salud Ocupacional En Minería, Aprobado Por Decreto Supremo N° 024-2016 EM.*
- D.S. N° 024-2016-EM, *Que aprueba el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería.*
- Jiménez Cervantes, J. (1999), *Incidencias del ruido en la salud. Trabajo presentado en las Jornadas contra el Ruido organizadas por la Asociación de Vecinos de San Lorenzo – Universidad de Murcia. Murcia.*

Falagán Rojo, M. J., Canga Alonso, A., Ferrer Piñol, P., & Fernández Quintana, J. M. (2000).

Manuel Básico de Prevención de Riesgos Laborales; Higiene Industrial, Seguridad y Ergonomía. Sociedad Asturiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo y Fundación

Médicos Asturias. Flores G. y Torres E. (2019) *Determinación de la exposición al ruido en el puesto de trabajo de perforista en una mina subterránea en el distrito minero Zaruma Portovelo*, Universidad Esp. Sant.

Issuu (2020) *Sociedad Minera Cerro Verde Minería responsable que aporta al desarrollo del país.*

Knight Piésold Consultores S.A. (2004) *Estudio de Impacto Ambiental "Proyecto de Sulfuros Primarios", Arequipa, Perú.*

Llancallaya, L.A. (2014) *Geología de Cerro Verde, Universidad nacional de San Agustín Arequipa [Artículo Científico], Arequipa.*

Osinergmin, "Reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería Decreto"

Pauca, J.M. (2014) *Estudio de temperatura para control de daños y selección de neumáticos gigantes 46/90R57 Sociedad Minera Cerro Verde, Universidad nacional de San Agustín Arequipa [Tesis de Grado], Arequipa.*

Seguridad Minera, (2020) "Perforación Minera: tipos, clases de maquinaria y ubicación de taladros", Rev. Seguridad Minera.

ANEXOS

INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Ficha técnica de equipo de protección auditiva.

Fonos 3M™ PELTOR™ H10/OPTIME 105 Ficha Técnica



■ Descripción

Los protectores auditivos del tipo fono H10/Optime 105 de 3M™ Peltor™, son fabricados para brindar una efectiva protección a los trabajadores que se desempeñan en áreas donde los niveles de ruido superan los límites establecidos en el Decreto Supremo N° 594, como por ejemplo, 85 dB(A) para exposiciones efectivas a ruido durante 8 hrs.

Este fono cuenta con copas de alto perfil y puntos pivotantes que permiten a los usuarios inclinar y ajustarlas para mayor comodidad y eficiencia. Sus almohadillas de espuma plástica mejoran su adherencia a los costados de la cara y disminuyen la transmisión de calor. Su arnés metálico, fabricado en acero inoxidable, distribuye la presión entregando una mayor comodidad y adaptación a las diversas características antropométricas del cráneo. Además, este arnés resiste torceduras y deformaciones, y mantiene constante la presión a lo largo del tiempo, asegurando de esta forma la mantención de la atenuación entregada.

Estos fonos se encuentran disponibles en 3 versiones: **H10A** (copa H540A y arnés superior), **H10B** (copa H540B y arnés para usar tras la nuca), **H10P3E** (copa H540P3 y ajuste para casco).

■ Atenuación

Los valores medios de atenuación para los fonos H10/Optime 105 obtenidos según lo establecido en las normas ISO 4869, EN 352 y NCh1331 son los siguientes:

Modelo	Frec. (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	H	M	L	SNR
H10A	Atenuac. dB	20,8	17,4	24,7	34,7	45,4	39,7	47,5	42,6	40	32	23	35
	Desv. Est. dB	3,3	2,1	2,8	2,0	2,1	1,5	4,5	2,8	40	40	40	40
H10B	Atenuac. dB	20,9	17,6	24,6	34,6	45,4	39,8	47,3	42,0	40	32	23	35
	Desv. Est. dB	3,3	2,3	2,7	2,0	2,2	2,8	4,4	2,8	40	40	40	40
H10P3E	Atenuac. dB	20,1	17,1	24,5	34,8	40,2	39,6	46,7	43,1	40	32	22	34
	Desv. Est. dB	3,3	2,3	2,8	2,2	2,8	1,8	4,2	2,5	40	40	40	40

De acuerdo a la norma ANSI S3.19-1974, los valores de reducción de ruido NRR para los diversos modelos son:

H10A : 30 dB H10B : 29 dB H10P3E : 27 dB

■ Aplicaciones

Los fonos H10/Optime 105 han sido diseñados para aquellos lugares donde, en general, los trabajadores se encuentran expuestos a niveles de ruido cercanos a los 105 dB(A).

No obstante lo anterior, según lo indicado en el Decreto Supremo N° 594, la selección de protección auditiva deberá realizarse de acuerdo a la metodología establecida en la norma chilena NCh1331/4.

■ Modelos H10/Optime 105



H10A
Aرنس Superior
(285 g)

H10B
Aرنس tras la nuca
(270 g)

H10P3E
Para casco
(310 g)

■ Garantía

La única responsabilidad del vendedor o fabricante será la de reemplazar la cantidad de este producto que se pruebe ser defectuoso de fábrica. Ante esto, el cliente deberá presentar su inquietud a nuestro call center (600-300-3636), quienes le informaran como proceder según sea el caso (devolución, reembolso, reemplazo, etc.).

Ni el vendedor ni el fabricante serán responsables de cualquier lesión personal pérdida o daños ya sean directos o consecuentes que resulten del uso de este producto.

Antes de usarlo, el usuario deberá determinar si el producto es apropiado para el uso pretendido y el usuario asume toda responsabilidad y riesgo en conexión con dicho uso.

■ Empaque

Pieza/Bolsa	Bolsa/Caja	Pieza/Caja
1	10	10

Especificación Técnica



1 Tapones Auditivos Elite

2 DESCRIPCIÓN:

Los tapones auditivos reutilizables de CLUTE, modelo ELITE con cordón, son diseñados para ser insertados en el canal auditivo y ayudar a reducir la exposición de ruido a niveles que no sean dañinos o molestos.

Nuestros tapones son de una atenuación moderada (NRR 15 dB) que facilitan una protección óptima, a la vez que reducen la sensación de aislamiento por parte del usuario. Su diseño es moderno y atractivo, además de otorgar comodidad gracias a su material blando y flexible.

3 CARACTERÍSTICAS:

- Fabricado de un elastómero termoplástico (TPR); material hipoalérgico, brinda comodidad y un efectivo sello.
- Tapón de único tamaño que cubre un amplio rango de tallas.
- Es reutilizable, resiste la cera del oído y es lavable.
- Su diseño cónico y de tres alas facilita su inserción y permite su ajuste a todos los canales auditivos.
- Grip resistente para facilitar su posicionamiento y la correcta inserción/remoción.
- Color verde **fluo**, facilita su identificación en el personal que lo usa.
- Provistos de un cordón textil de poliéster.

- Presentación en dos tipos de envases higiénicos:
 - En **caja** higiénica con clip de sujeción que permite guardarlos entre periodos de uso.
 - En **bolsa** individual tipo **ziploc**, reutilizable.
- Cumple con los requerimientos de ANSI S3.19-1974 y la norma EN 352-2:2002
- Embalaje:

Tapón auditivo con estuche	130 unidades	10 unidades/caja	100 gr = 12 Kg = 0.081 m ³
Tapón auditivo con bolsa	130 unidades	20 unidades/caja	200 gr = 11 Kg = 0.091 m ³

1 MODELO: ELITE

- Marca: CLUTE
- Procedencia: Taiwán

FORMATO DE RECOPIACION DE CONTROL DE NIVEL DE RUIDO

Escala de ponderación "A"	Tiempo de Exposición Máximo en una jornada laboral
82 decibeles	16 horas/día
83 decibeles	12 horas/día
85 decibeles	8 horas/día
88 decibeles	4 horas/día
91 decibeles	1 1/2 horas/día
94 decibeles	1 hora/día
97 decibeles	1/2 hora/día
100 decibeles	1/4 hora / día

FORMATO DE RECOPIACION DE CONTROL DE FRECUENCIA SONORA

			Monitoreo 1
Mina :			
Ingreso a la mina desde el campamento			
Registros Totales:		Tiempo	Inicio:
Intervalo de Registro:			Final:
Fecha:		Lugar:	
Grabar	Hora	Ruido (dB)	
1	12:28:03	59,6	
2	12:28:06	63,8	
3	12:28:09	62,2	
4	12:28:12	67,3	
5	12:28:15	57,9	
6	12:28:18	60,7	
7	12:28:21	58,2	
8	12:28:24	59	
9	12:28:27	60,3	
10	12:28:30	69,3	

**FORMATO DE CONTROL DE PERCEPCION DEL NIVEL DE RUIDO DEL
TRABAJADOR**

Entrevista
Datos Generales Provincia: Cantón: Parroquia: Empresa:

Fecha.....	N ^a de entrevista.....
Nombres:.....	
Apellidos:.....	
Edad:.....	
Actividad de trabajo:.....	

Nº	Preguntas de trabajo	Respuestas		
1	Horario de Trabajo	.....	
2	Hora de ingreso	.....	
3	Hora de salida	.....	
4	Tareas que se realizan.	..... ..... ..... .....	
5	Duración de cada tarea	..... ..... .....	
	Síntomas o enfermedades	Si	A veces	Nunca
6	Dolores de cabeza	.....	.....	.....
7	Fatiga	.....	.....	.....
8	Estrés laboral	.....	.....	.....
9	Acúfenos	.....	.....	.....
10	Pérdida de la audición	.....	.....	.....

Firma

Gracias

NORMAS LEGALES Y ESTANDARES DE IMPACTOS DE NIVEL DE

RUIDO

- **D.S. N° 024-2016-EM, que aprueba el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería.**

Se refiere a la prevención de accidentes, accidentes y enfermedades profesionales en la minería. Indica eliminación, reposición de peligros, implementación de controles de ingeniería, especialmente el uso de tecnología, métodos seguros de trabajo y otros. Establece que todo titular en la industria minera debe monitorear factores físicos tales como: ruido, vibración, niveles de exposición, etc. Tomar acciones preventivas o correctivas para eliminar el riesgo de daño a la salud de los trabajadores.

En los artículos 102 y 103 sobre los agentes físicos

Artículo 102.- Todo titular de actividad minera deberá monitorear los agentes físicos presentes en las actividades mineras y conexas, tales como: ruido, temperaturas extremas, vibraciones, iluminación y radiaciones ionizantes y otros.

Artículo 103.- Cuando el nivel de ruido o el nivel de exposición superen los valores indicados en el ANEXO N° 12, se adoptarán las medidas correctivas siguiendo la jerarquía de controles establecida en el artículo 96 del presente reglamento. (Ministerio de Energía y Minas, 2016)

Nivel de Ruido y tiempo de exposición

Nivel de Ruido en la Escala de Ponderación "A" (decibeles)	Tiempo de Exposición Máximo en una jornada laboral (día)
82	16 hrs
83	12 hrs
85	8 hrs
88	4 hrs
91	1 hr. ½
94	1 hr
97	1/2 hr
100	1/4 hr

- **D.S. N° 023-2017-EM**

Con el que se modifica diversos artículos y anexos del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, aprobado por D. S. N° 024-2016-EM (Ministerio de Energía y Minas, 2017).

- **D.S. N° 005-2012 TR “Reglamento de la Ley N°29783”.**

En uno de sus ítems se refiere a los registros obligatorios que se debe llevar, como son los de accidentes, enfermedades ocupacionales, incidentes peligrosos; exámenes médicos ocupacionales; monitoreo de agentes y factores de riesgo; de inspecciones internas, estadísticas, equipos; entre otros

En **Artículo 24.- Equipos de Protección Personal**, se menciona en su apartado b:

- b. Protección de los oídos**

- En cuanto a los trabajos o a las tareas, debe tomarse en cuenta el tiempo de exposición al ruido, según los niveles de exposición permitidos, donde el nivel de ruido sobrepase el límite de exposición permisible, será obligatorio el uso de protectores auditivos y deberá cumplir lo establecido en los estándares nacionales y/o internacionales existentes.

- Cuando los protectores auditivos no sean utilizados por el trabajador, estos deberán conservarse en lugares cerrados, protegiéndolos contra daños mecánicos y contaminación. (Trabajo y Promoción del Empleo, 2012).

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TESIS: Implementación de Protectores Auditivos 3M para Minimizar el Riesgo de Pérdida Auditiva en los Trabajadores del Área Perforación y Voladura del Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.

Problema General	Objetivo General	Hipótesis general	Variables	Dimensiones	Indicadores		Muestra	Diseño
¿Es posible minimizar el riesgo de pérdida auditiva en los trabajadores del área de perforación y voladura con la implementación de protectores auditivos 3M del Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.?	Minimizar el riesgo de la pérdida auditiva en los trabajadores del área de perforación y voladura con la implementación de protectores auditivos 3M del Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.	La implementación de protectores auditivos 3M permite minimizar el riesgo de la pérdida auditiva en los trabajadores del área de perforación y voladura del	Variable Independiente X: Implementación de protectores auditivos 3M en los trabajadores del área de perforación y voladura del Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.	Análisis del protector auditivo	Nivel de ruido	dB	Población: Protectores auditivos utilizados en el Área de Perforación y Voladura del Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A. Muestra: Protectores auditivos utilizados en la Fase I del Área de Perforación y Voladura del Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.	Método logico deductivo e inductivo Nivel de Investigación Relacional Aplicativo y Explicativo Diseño De campo, Experimental y Descriptiva
					Frecuencia Sonora	Hz		
					Estándar	Norma Legal		
					Tipo de protector	Marca		
Evaluación del protector auditivo	Nivel de ruido	dB						
	Frecuencia sonora	Hz						
	Estándar	Norma Legal						
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas						
A. ¿Con el análisis de la efectividad de los protectores auditivos 3M se podrá minimizar el riesgo de pérdida auditiva en los trabajadores del área de perforación y voladura en el Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.?	a) Minimizar el riesgo de la pérdida auditiva en los trabajadores del área de perforación y voladura con el análisis de la efectividad de los protectores auditivos 3M en el Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.	a) Los resultados del análisis de la efectividad de los protectores auditivos 3M permite minimizar el riesgo de la pérdida auditiva en los trabajadores del área de perforación y voladura en el Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.	Variable Dependiente Y: Minimizar el riesgo de la pérdida auditiva en los trabajadores del área de perforación y voladura del Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.	Riesgos de pérdida auditiva	Nivel de Ruido	dB		
					Frecuencia del sonido	Hz		
					Tiempo de exposición	Hora		
B. ¿Con la evaluación de la magnitud de los decibeles que controla los protectores auditivos 3M se podrá minimizar el riesgo de la pérdida auditiva en los trabajadores del área de perforación y voladura en el tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.?	b) Minimizar el riesgo de la pérdida auditiva en los trabajadores del área de perforación y voladura con la evaluación de la magnitud de los decibeles que controla los protectores auditivos 3M en el Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.	b) Los resultados de la evaluación de la magnitud de los decibeles que controla los protectores auditivos 3M permite minimizar el riesgo de la pérdida auditiva en los trabajadores del área de perforación y voladura en el Tajo Toromocho – Minera Chinalco S.A.						