

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



**EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RUIDO EN ROBOT LANZADOR
DE SHOTCRETE PARA PREVENIR ACCIDENTE
LABORAL – CJ NETCOM - 2019.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE MINAS**

**PRESENTADO POR:
Bach. ROJAS GARCÍA, Urbano**

**ASESOR:
Ing. GUTIÉRREZ PALOMINO, Roberto Juan**

AYACUCHO - PERÚ

2022



UNSCH

FACULTAD DE
INGENIERÍA
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 019-2022-FIMGC

En la ciudad de Ayacucho, en cumplimiento a la **Resolución Decanal N° 030-2022-FIMGC-D**, siendo los veintisiete días del mes de enero del 2022, a horas 9:30 a.m.; se reunieron los jurados del acto de sustentación, en el Auditorium virtual google meet del Campus Universitario de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Siendo el Jurado de la sustentación de tesis compuesto por el presidente el **Dr. Ing. Efraín Elías PORRAS FLORES**, Jurado el **Dr. Ing. Víctor Félix FLORES MORENO**, Jurado el **MSc. Ing. Johnny Henry CCATAMAYO BARRIOS**, Jurado - Asesor el **Mg. Ing. Roberto Juan GUTIÉRREZ PALOMINO**, y secretario del proceso el **Mg. Ing. Christian LEZAMA CUELLAR**, con el objetivo de recepcionar la sustentación de la tesis denominada **“EVALUACION DEL NIVEL DE RUIDO EN ROBOT LANZADOR DE SHOTCRETE PARA PREVENIR ACCIDENTE LABORAL – CJ NETCOM-2019”**, sustentado por el Señor **Urbano ROJAS GARCIA**, Bachiller en **Ingeniería de Minas**

El Jurado luego de haber recepcionado la sustentación de la tesis y realizado las preguntas, el sustentante al haber dado respuesta a las preguntas, y el Jurado haber deliberado; califica con la nota aprobatoria de **15 (Quince)**.

En fe de lo cual, se firma la presente acta, por los miembros integrantes del proceso de sustentación.



Firmado digitalmente
por Dr. Ing. Efraín
Eliás Porras Flores
Fecha: 2022.02.02
11:33:57 -05'00'

Dr. Ing. Efraín Elías PORRAS FLORES
Presidente



Dr. Ing. Victor Félix FLORES MORENO
Jurado

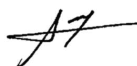


Firmado
digitalmente por
Mg. Ing. Roberto J.
Gutierrez Palomino

Mg. Ing. Roberto Juan GUTIÉRREZ PALOMINO
Jurado Asesor

Mg. Ing.
Johnny Henry
Ccatamayo
Barrios
Firmado digitalmente
por Mg. Ing. Johnny
Henry Ccatamayo
Barrios
Fecha: 2022.02.01
19:29:32 -05'00'

MSc. Ing. Johnny Henry CCATAMAYO BARRIOS
Jurado



Firmado
digitalmente por
LEZAMA CUELLAR
CHRISTIAN

Mg. Ing. Christian LEZAMA CUELLAR
Secretario del Proceso

c.c.:
Bach. URBANO ROJAS GARCIA,
Jurados (4)
Archivo

FACULTAD DE INGENIERÍA
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
Av. Independencia S/N
Ciudad Universitaria
Central Tel 066 312510
Anexo 151

**CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

El que suscribe; responsable verificador de originalidad de trabajos de tesis de pregrado en segunda instancia para las **Escuelas Profesionales** de la **Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil**; en cumplimiento a la Resolución de Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU, Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH y Resolución Decanal N° 158-2021-FIMGC-UNSCH-D, deja constancia que Sr./Srta.

Apellidos y Nombres : ROJAS GARCIA, Urbano
Escuela Profesional : INGENIERÍA DE MINAS
Título de la Tesis : “EVALUACION DEL NIVEL DE RUIDO EN ROBOT LANZADOR DE SHOTCRETE PARA PREVENIR ACCIDENTE LABORAL – CJ NETCOM - 2019”
Evaluación de la Originalidad : 25 % Índice de Similitud
Identificador de la entrega : 1748334086

Por tanto, según los Artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, es **PROCEDENTE** otorgar la **Constancia de Originalidad** para los fines que crea conveniente.

Ayacucho, 25 de enero del 2022

Firmado digitalmente
por LEZAMA
CUELLAR CHRISTIAN

Mg. Ing. Christian LEZAMA CUELLAR
Verificador de Originalidad de Trabajos de Tesis de Pregrado
de la FIMGC

Numero de constancia: **015-2022-FIMGC.**

(X) Con depósito para Sustentación y Tramite de Titulo

“EVALUACION DEL NIVEL DE RUIDO EN ROBOT LANZADOR DE SHOTCRETE PARA PREVENIR ACCIDENTE LABORAL – CJ NETCOM - 2019”

por Urbano Rojas Garcia

Fecha de entrega: 25-ene-2022 10:57p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1748334086

Nombre del archivo: Tesis_ROJAS_GARCIA,_Urbano_EPIM.docx (4.69M)

Total de palabras: 16899

Total de caracteres: 90125

“EVALUACION DEL NIVEL DE RUIDO EN ROBOT LANZADOR DE SHOTCRETE PARA PREVENIR ACCIDENTE LABORAL – CJ NETCOM - 2019”

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

17%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|---|----|
| 1 | Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante | 6% |
| 2 | docplayer.es Fuente de Internet | 3% |
| 3 | repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet | 2% |
| 4 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 1% |
| 5 | Perla B. Becerril-Ramírez, Dina F. González-Sánchez, Angélica Gómez-García, Rafael Figueroa-Moreno et al. "Pruebas de despistaje auditivo en adultos", Acta Otorrinolaringológica Española, 2013 Publicación | 1% |
| 6 | repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet | 1% |

| | | |
|----|--|------|
| 7 | documentop.com Fuente de Internet | 1 % |
| 8 | www.tuslibros.com Fuente de Internet | 1 % |
| 9 | repositorio.espe.edu.ec Fuente de Internet | 1 % |
| 10 | www.slideshare.net Fuente de Internet | 1 % |
| 11 | Submitted to tec Trabajo del estudiante | 1 % |
| 12 | higeas.com Fuente de Internet | <1 % |
| 13 | repositorio.unan.edu.ni Fuente de Internet | <1 % |
| 14 | www.beltonehearingtest.com Fuente de Internet | <1 % |
| 15 | Submitted to Universidad Tecnologica del Peru Trabajo del estudiante | <1 % |
| 16 | www.obrasurbanas.es Fuente de Internet | <1 % |
| 17 | actrav.itcilo.org Fuente de Internet | <1 % |

| | | |
|----|--|------|
| 18 | Submitted to Universidad Internacional de la Rioja Trabajo del estudiante | <1 % |
| 19 | Submitted to Universidad Inca Garcilaso de la Vega Trabajo del estudiante | <1 % |
| 20 | www.minem.gob.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 21 | Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante | <1 % |
| 22 | Submitted to Universidad de Ciencias y Humanidades Trabajo del estudiante | <1 % |
| 23 | Submitted to Asociacion para el Desarrollo Educativo APDE Trabajo del estudiante | <1 % |
| 24 | repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 25 | dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 26 | vsip.info Fuente de Internet | <1 % |
| 27 | bibliotecas.unsa.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |

28

cybertesis.urp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

29

Submitted to Universidad Alas Peruanas

Trabajo del estudiante

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

DEDICATORIA

A mi madre, mi padre, hermanos (as), abuelita (o), familiares y a Dios.

Gracias a ellos que me forjaron valores y principios puedo ser la persona que soy.

Les agradezco y reconozco.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a nuestro Padre todo poderoso, por guiar mis pasos.

A los ingenieros y docentes de la Escuela de Profesional de Ingeniería de Minas de la
UNSCH por compartir sus experiencia y enseñanzas.

ÍNDICE

| | Pág. |
|------------------------|-------------|
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimiento..... | iii |
| Índice | iv |
| Índice de tablas | vii |
| Índice de figuras..... | viii |
| Resumen..... | ix |
| Abstract..... | x |
| Introducción | 1 |

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN 3

| | |
|--|---|
| 1.1. Planteamiento del problema..... | 3 |
| 1.2. Formulación del problema | 4 |
| 1.2.1. Problema general | 4 |
| 1.2.2. Problemas específicos..... | 4 |
| 1.3. Objetivos..... | 4 |
| 1.3.1. Objetivo principal | 4 |
| 1.3.2. Objetivos específicos | 4 |
| 1.4. Justificación e importancia. | 4 |
| 1.4.1. Justificación | 4 |
| 1.4.2. Importancia | 5 |
| 1.5. Hipótesis | 5 |
| 1.5.1. Hipótesis general..... | 5 |
| 1.5.2. Hipótesis específica | 5 |
| 1.6. Variables e indicadores | 5 |
| 1.6.1. Variables independientes | 5 |
| 1.6.2. Variables dependientes | 6 |

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO 7

| | |
|---|---|
| 2.1. Antecedentes de la investigación | 7 |
| 2.2. Bases teóricas | 9 |

| | |
|--|----|
| 2.2.1. Seguridad y salud en el trabajo | 9 |
| 2.2.2. Higiene ocupacional..... | 11 |
| 2.2.3. Ruido..... | 14 |
| 2.2.4. Consecuencias del ruido..... | 14 |
| 2.2.5. Estrés..... | 17 |
| 2.2.6. Daños psicosociales | 17 |
| 2.2.7. Aislamiento acústico | 17 |
| 2.2.8. Tácticas para disminuir el ruido..... | 18 |
| 2.2.9. Medición de ruido | 19 |
| 2.2.10. Equipos de medición de ruido..... | 19 |

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN..... 27

| | |
|------------------------------------|----|
| 3.1. Tipo de investigación | 27 |
| 3.2. Nivel de investigación..... | 27 |
| 3.3. Diseño de investigación | 27 |
| 3.4. Población y muestra | 27 |
| 3.4.1. Población..... | 27 |
| 3.4.2. Muestra..... | 28 |
| 3.4.3. Tipo de muestra..... | 28 |
| 3.4.4. Descripción | 28 |
| 3.5. Instrumentos..... | 28 |

CAPÍTULO IV

CARACTERIZACIÓN DEL ÁMBITO DE ESTUDIO..... 29

| | |
|--|----|
| 4.1. Ubicación | 29 |
| 4.1.1. Geomorfología | 29 |
| 4.1.2. Clima..... | 30 |
| 4.2. Geología..... | 30 |
| 4.2.1. Geología regional | 30 |
| 4.2.2. Geología local | 31 |
| 4.3. Mineralización | 32 |
| 4.3.1. Mineralización en vetas | 32 |
| 4.3.2. Mineralización en cuerpos | 32 |

| | |
|---|----|
| 4.3.3. Mineralización tipo Stock Work | 33 |
| 4.4. Operaciones..... | 33 |
| 4.4.1. Métodos de explotación | 33 |
| 4.4.2. Taladros largos | 34 |
| 4.5. Sostenimiento subterráneo | 35 |
| 4.6. Geomecánica..... | 37 |

CAPÍTULO V

| | |
|--|-----------|
| EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RUIDO EN ROBOT LANZADOR DE SHOTCRETE..... | 38 |
| 5.1. Descripción accidente | 38 |
| 5.2. Descripción del equipo Robot Putzmeister SPM 4210..... | 39 |
| 5.2.1. Brazo proyector..... | 39 |
| 5.2.2. Bomba de hormigón putzmeister: 20 m ³ /h | 40 |
| 5.2.3. Controles disponibles en el control remoto..... | 40 |
| 5.2.4. Compresor de abordó | 40 |
| 5.2.5. Dosificación de aditivo con el caudal de hormigón..... | 40 |
| 5.2.6. Chasis heavy | 40 |
| 5.2.7. Características del equipo robot en operación | 41 |
| 5.3. Evaluación de área de trabajo | 46 |
| 5.4. Evaluación del área de trabajo | 46 |
| 5.4.1. Evaluación de área de trabajo sonometría..... | 47 |
| 5.4.2. Evaluación de trabajadores por dosimetría | 49 |
| 5.4.3. Encuesta de trabajadores | 54 |
| 5.5. Controles a aplicar | 57 |
| 5.6. Evaluación de trabajadores con controles implementados | 57 |
| 5.7. Análisis de resultados..... | 59 |
| 5.8. Contrastación de resultados | 60 |
| 5.9. Prueba de hipótesis..... | 61 |
| CONCLUSIONES | 63 |
| RECOMENDACIONES | 64 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 65 |
| ANEXOS..... | 66 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Tabla 1. Escala del ruido medido por decibeles | 25 |
| Tabla 2. Accesos a unidad minera..... | 29 |
| Tabla 3. Equipos para sonometría de ruido | 47 |
| Tabla 4. Puntos de monitoreo..... | 48 |
| Tabla 5. Equipos para ruido por dosimetría | 50 |
| Tabla 6. Nivel de Ruido - R.M. N° 375-2008-TR | 50 |
| Tabla 7. Puesto de trabajo | 52 |
| Tabla 8. Resultados de medición..... | 53 |
| Tabla 9. Cuestionario ruido por exposición laboral | 55 |
| Tabla 10. Encuesta trabajador | 56 |
| Tabla 11. Encuesta trabajador 2 | 58 |
| Tabla 12. Límites de lectura sonómetro..... | 59 |
| Tabla 13. Límites de lectura dosímetro | 59 |
| Tabla 14. Evaluación inicial y final | 61 |
| Tabla 15. Prueba T de Student | 61 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Figura 1. Ubicación de la Unidad Minera | 30 |
| Figura 2. Método de explotación..... | 35 |
| Figura 3. Robot Putzmeister | 39 |
| Figura 4. Ubicación de labor | 48 |
| Figura 5. Medición sonometría | 49 |
| Figura 6. Puesto de trabajo | 53 |
| Figura 7. Evaluación de ruido | 54 |
| Figura 8. Evaluación de encuesta..... | 57 |
| Figura 9. Evaluación de encuesta | 58 |
| Figura 10. Evaluación de encuesta..... | 60 |

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló para que se evalué y plantee acciones de control, de esta forma prevenir accidentes y enfermedades ocupacionales en el personal que trabaja en la empresa CJ NETCON con el Robot lanzador de Shotcrete; está presente tesis trata de identificar y medir el ruido causado por la maquinaria así de esta manera poder plantear el control del ruido. Para poder identificar el ruido, en esta investigación se inició con la inspección del área de trabajo para poder reconocer y hallar los lugares donde se producía la mayor cantidad de ruido, después de identificar las zonas de mayor ruido (zonas críticas), se midió el ruido con instrumentos de medición tales como el dosímetro y sonómetro. En esta ocasión se tomó la medición, tomando la muestra en trabajadores en los distintos y respectivos puestos de trabajo para así poder abarcar diferentes zonas del trabajo crítico. Al tomar las medidas con el sonómetro y dosímetro se obtuvo el nivel de ruido que al comparar con la norma nacional y sectorizada en minería se encontraba por encima de los límites establecidos, por lo que se aplicó una evaluación a los trabajadores para que puedan definir la percepción del ruido en sus áreas de trabajo. Cuando se obtuvo el resultado se propuso acciones de control considerando jerarquías de acuerdo al nivel de riesgo control, por lo que se solicitó a la gerencia general la aprobación de un programa de cuidado de oídos, considerando la prevención de accidentes por ruidos excesivos, dentro del cual la evaluación de los EPP (equipos de protección personal), es una prioridad considerando la condición del trabajo en mina.

Palabras clave: Ruido, accidente, enfermedad ocupacional, mina.

ABSTRACT

The present investigation was developed to evaluate and propose control actions, in this way to prevent accidents and occupational diseases in the personnel working in the CJ NETCON company with the Shotcrete Launcher Robot; is present thesis tries to identify and measure the noise caused by the machinery so in this way to be able to raise the noise control. In order to identify noise, this research began with the inspection of the work area to be able to recognize and find the places where the greatest amount of noise was produced, after identifying the areas with the greatest noise (critical areas), the noise with measuring instruments such as the dosimeter and sound level meter. On this occasion the measurement was taken, taking the sample of workers in the different and respective jobs in order to cover different areas of critical work. When taking the measurements with the sound level meter and dosimeter, the noise level was obtained that when compared with the national and sectorized mining standard was above the established limits, so an evaluation was applied to the workers so that they can define the perception of noise in their work areas. When the result was obtained, control actions were proposed considering hierarchies according to the level of control risk, for which the general management was requested to approve an ear care program, considering the prevention of accidents due to excessive noise, within the which the evaluation of PPE (personal protective equipment), is a priority considering the condition of the work in the mine.

Keywords: Noise, accident, occupational disease, mine.

INTRODUCCIÓN

Un accidente laboral es una pérdida en cualquier empresa, esto se previene identificando los peligros y riesgos relacionados con la actividad, en el sector minero las condiciones de trabajo son de riesgo por lo que la identificación de peligros y riesgos no solo se enfoca al accidente que se produce en el trabajo, también considera las enfermedades ocupacionales en el tiempo producto de las actividades diarias y rutinarias de los operadores y trabajadores mineros.

Si bien es cierto los sentidos que posee el ser humano son de vital importancia para la subsistencia, vida normal en esta sociedad y en especial en el trabajo, en esta investigación hacemos referencia específica al sentido de audición pero relacionado a la condición de accidente en un área de trabajo, las empresas han considerado este la pérdida de audición desde el punto de vista de salud ocupacional sin embargo no consideran el ruido excesivo como causa de accidentabilidad, esta deficiencia hace que no se apliquen controles en las áreas de trabajo, esto hace que se produzcan eventos no deseados.

Si bien es cierto exponerse al ruido en un tiempo largo provoca la disminución de audición, no se considera que las condiciones de trabajo con elevados niveles de ruido se relacionan directamente con accidentes incapacitantes o leves, la investigación de los accidentes incapacitantes siempre determinan que la causa raíz está relacionada con la actitud personal del trabajador o con la condición del área de trabajo, sin embargo esta actitud personal del trabajador se limita a la falta de percepción al momento de realizar su actividad producto de los EPP específicamente tapones y orejeras, quien si bien cuidan el sentido de audición desde el punto de vista de salud ocupacional, causa un vacío en el tema de percepción en la propia actividad del trabajador, producto de esto se dan los accidentes laborales.

Esta investigación propone considerar no solo el cuidado de salud ocupacional por pérdida de audición en el tiempo, también propone considerar que la condición de nivel de ruido por encima de los límites se convierte en un peligro que debe identificarse en la evaluación del IPERC desde el punto de accidentabilidad y en función a esto proponer acciones de control de tal manera que el trabajador no sufra lesiones en su actividad.

Para esta investigación se ha considerado cinco capítulos los cuales están debidamente estructurados para poder entender el resultado de la investigación.

Capítulo I:

En este capítulo planteamos el problema de investigación, la formulación del problema, el problema general, los problemas específicos, el objetivo general, los objetivos específicos, la justificación, la importancia, la hipótesis general, la hipótesis específica, la variable independiente y variables dependiente.

Capítulo II:

En este capítulo enfocamos el marco teórico, conceptos teóricos, metodologías de medición, norma aplicable.

Capítulo III:

En este capítulo trataremos del método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, población y muestra, tipo de muestra, instrumentos.

Capítulo IV:

En este capítulo se describe la caracterización del ámbito de estudio, ubicación, clima, geología, mineralización, operaciones, método de explotación, sostenimiento.

Capítulo V:

En este capítulo se presentará la evaluación del ruido del robot lanzador de shotcrete, descripción del accidente, descripción del equipo robot, descripción de las operaciones de lanzamiento de shotcrete, evaluación de área de trabajo, evaluación de área por sonometría, evaluación de área de trabajo por dosimetría, evaluación de trabajadores por encuesta, prueba de hipótesis.

En la última parte se describe las Conclusiones, además Recomendaciones juntamente con la Bibliografía, Anexos a describir.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente en el Perú el índice de accidentabilidad es elevado considerando que las condiciones de trabajo son extremas, específicamente en el sector minero estas condiciones en el área de trabajo están relacionadas no solo a la infraestructura en la que el trabajador minero desarrolla sus actividades, sino también a otros agentes que se encuentran dentro de las propias actividades como son ruido, temperatura, vibración, posturas, iluminación, psicosocial, biológico, partículas respirables, humos, gases y otros.

En esta tesis se evaluó e identificó los ruidos producidos por el Robot Lanzador de Shotcrete y su intensidad, es importante destacar que el accidente incapacitante producido a un trabajador ayudante del operador de robot lanzador de shotcrete, determina en la investigación que una la causa raíz fue la falta de comunicación entre el operador y el ayudante al momento de realizar el llenado del aditivo, esto por el nivel de ruido en el área de trabajo, que no permitió que las indicaciones y coordinaciones entre los trabajadores fuera correcta, este evento no deseado determina que los riesgos inherentes a la actividad de lanzamiento de shotcrete con equipo mecanizado no sean considerados dentro de la evaluación de riesgos y por consecuencia la probabilidad de que un evento no deseado pueda darse, tal como ocurrió en el ayudante de robot lanzador de shotcrete.

El DS 024-2016 EM y sus modificatorias determina en el artº 100 sobre la gestión de higiene ocupacional en el trabajador, pero esto desde el punto de vista de enfermedad ocupacional, sin embargo, las experiencias en eventos no deseados es decir accidentes incapacitantes determinan también que estos agentes tienen injerencia y son causa de

que se den estos eventos considerando que no son evaluados ni identificados al momento de realizar la evaluación de riesgos.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿El nivel del ruido en el Robot Lanzador de Shotcrete se asocia al accidente laboral, en la empresa CJ NETCOM?

1.2.2. Problema específico

1. ¿Cuál es el nivel del ruido del Robot Lanzador de Shotcrete de la empresa CJ NETCOM?
2. ¿Qué medidas se debe de tener en cuenta para poder minimizar el ruido que causa el Robot Lanzador de Shotcrete en la empresa CJ NETCOM?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo principal

Evaluar el nivel de ruido generado por el Robot Lanzador de Shotcrete para prevenir accidente laboral en la empresa CJ NETCOM.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Medir el nivel de ruido que genera el Robot Lanzador de Shotcrete en la empresa CJ NETCOM.
2. Proponer medidas de control para poder minimizar el ruido que causa el Robot Lanzador de Shotcrete en la empresa CJ NETCOM.

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

1.4.1. Justificación

En la minería se realizan actividades que implican el uso de equipos y maquinarias tales como el Robot Lanzador de Shotcrete, que generan ruido al ser utilizadas, en muchos casos los niveles de presión sonora de los equipos y maquinarias superan los estándares de calidad, pero en la actualidad la tecnología nos permite minimizar las presiones sonoras y así poder controlar y/o mitigar el ruido excesivo producido, así para poder evitar enfermedades ocupacionales.

1.4.2. Importancia

Este estudio es fundamental ya que nos permitirá analizar y proponer medidas para minimizar el nivel del ruido del robot lanzador de Shotcrete; además el Estado Peruano tiene normas establecidas que garantiza el derecho a todos los trabajadores de gozar un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida, la ley que promueve la cultura de seguridad en el país es “Ley N° 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Para el sector minero a través del D.S. N° 024-2016-EM, “Que regula las competencias de las autoridades mineras, los derechos y obligaciones del titular minero, de los trabajadores y los contratistas mineros. También se aborda la tarea de la seguridad, a partir del liderazgo, la política, el programa anual de seguridad y salud, el comité de Seguridad y Salud Ocupacional, la capacitación, los equipos de protección personal, el IPERC. Introduce con detalle el contenido de la salud ocupacional con relación a los agentes, físicos, químicos, biológicos; la ergonomía, el examen médico ocupacional.”

1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis general

La evaluación del nivel de ruido en las labores donde el Robot Lanzador de Shotcrete realiza actividades permitirá implementar controles para reducir accidentes.

1.5.2. Hipótesis específica

1. Mediante este estudio se determinará el nivel de ruido del Robot Lanzador de Shotcrete.
2. Se determinó medidas de prevención para minimizar el nivel del ruido ocasionado por Robot Lanzador de Shotcrete en la empresa CJ NETCOM.

1.6. VARIABLES E INDICADORES

1.6.1. Variables independientes

La fuente de donde se genera el ruido.

Los indicadores que tiene esta variable son: el nivel de presión sonora y la dosis de ruido ocupacional.

1.6.2. Variables dependientes

Tomar medidas de control.

Los indicadores que tiene esta variable son: minimización del nivel del ruido y trabajadores capacitados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

National Institutes of Health (NIH) (2014), en su artículo: “Pérdida de la audición inducida por el ruido donde se da un enfoque de como el ruido daña la audición del ser humano, cuáles son las señales y síntomas de una persona afectada.”

El Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) (2010), publicó en su artículo: “Pérdida auditiva Inducida por el Trabajo donde se habla de estadísticas en el sector manufacturero 16 millones de personas trabajan y representan el 13% de la población trabajadora en Estados Unidos 1 de cada 9 personas se quejan de problemas auditivos lo cual es preocupante.”

Yesid Castro Duque. (Julio 10 de 2012). Evaluación del impacto acústico producido por equipos utilizados en minería subterránea de carbón. Noviembre 18 de 2012, de Grupo de Investigación en Tecnología Cerámica GITEC Sitio web:

file:///C:/Users/Sebastian/Downloads/Dialnet-

Evaluación Del Impacto Acústico Producido Por Equipos Uti-5364577.pdf, en su artículo publicado: “El ruido generado por los equipos utilizados en operaciones y servicios mineros, es uno de los impactos que mayor número de incapacidades produce en los trabajadores que laboran en atmósferas subterráneas. Este estudio de evaluación del impacto ambiental producido por el ruido, se efectuó en varios frentes del sector denominado Inclinado 7, de la mina de carbón San José ubicada en el cerro Tasajero, Municipio de Cúcuta; allí, se realizó la medición del nivel sonoro continuo equivalente Leq del ruido ocupacional producido por equipos como: Ventiladores, electrobombas, martillos picadores (neumáticos) y perforadoras eléctricas. Se valoró la atenuación de este impacto, variando la distancia cada 5m. hasta llegar a 45m de la fuente. Con los

resultados obtenidos se proponen medidas de gestión ambiental para el control del ruido y medidas preventivas y correctivas para mejorar el confort y la calidad ambiental bajo tierra.”

César Antonio Delgado Sepúlveda. (2013). Elaboración de mapa de ruido de minera valle central. Valdivia – Chile, en su tesis nos da a conocer: “Minera Valle Central S.A., en adelante MVC, se plantea metas respecto a la emisión de agentes contaminantes que afectan a su población trabajadora, dentro de los cuales se encuentra el ruido. Para cumplir con la normativa vigente sobre la exposición al ruido en ambientes laborales en nuestro país, MVC ha desarrollado una política de Seguridad y Salud ocupacional acorde a estas exigencias. Además, para tener un control de las dosis y ruido ambiental se realiza anualmente un Programa de Vigilancia Médica y un monitoreo de Ruido en toda la Minera. En este contexto surge la idea de elaborar el Mapa de Ruido de MVC, el que describe la situación actual de la empresa referente al ruido emitido durante sus procesos. Este mapa se diseña desde el punto de vista de quienes se ven afectados directamente durante su jornada laboral, sus trabajadores. Los criterios utilizados para la evaluación de las condiciones en que se desempeñan los trabajadores dentro de la empresa en cuanto al aspecto acústico. Referente a los métodos utilizados para protegerlos del ruido, fueron los establecidos por el Decreto Supremo N°594/99 del MINSAL (Aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo), y la Guía para la selección y control de protectores auditivos del Instituto de Salud Pública.”

Oscar Ferrer Pecho Antesano. (2012). La contaminación sonora por los equipos pesados en la extracción de materiales en el tajo Carahuacra norte Volcán compañía minera S.A.A. Huancayo – Perú: unidad de posgrado de la facultad de ingeniería de minas., en su tesis nos da a conocer: “Todo trabajo de investigación tiene un objetivo principal que se quiere demostrar a partir del problema, formulando alternativas de solución, para nuestro caso nos plantemos evaluar los efectos de la contaminación sonora que afecta a los trabajadores en Tajo Carahuacra Norte de la Volcán Compañía Minera S.A.A. Para iniciar el trabajo se planeó una metodología desde la toma de información de campo hasta evaluación y procesamiento de datos. Primero se identificaron los puntos críticos donde se generan los ruidos por encima de los niveles máximos permisibles para ello se hizo un programa de monitoreo durante las 24 horas por espacio de quince días, de los

resultados obtenidos se hizo un plan de reducción o minimización de ruidos instalando equipos especiales como los famosos Scruber, silenciadores, se adecuaron herméticamente las cabinas de los equipos de perforación para ubicar al operador, paralelo a ello se evaluaron los rendimientos de los trabajadores de las zonas próximas a los puntos críticos dando como resultado una mejor eficiencia, analizando las perturbaciones sonoras fue momento oportuno para realizar una racionalización de los equipos y haciendo las coordinaciones necesarias con el personal involucrado en la operación se determinó un probable factor de simultaneidad de tal manera que los trabajadores se sientan más cómodos en el trabajo, para realizar todo éste proceso se contó con la participación de los profesionales que laboran en la empresa, así como el ingenieros de seguridad quien participó procesando los datos y tabulando los resultados de las mediciones, el ingeniero de operaciones participó en la racionalización y simultaneidad de los equipos buscando en lo posible minimizar los niveles sonoros, el mismo que se muestra en la discusión de resultados los respectivos cuadros y ábacos para su interpretación.”

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Seguridad y salud en el trabajo

La Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo tiene como objetivo promover una cultura de prevención de riesgos laborales en el país. Para ello, cuenta con el deber de prevención de los empleadores, el rol de fiscalización y control del Estado y la participación de los trabajadores y sus organizaciones sindicales, quienes, a través del diálogo social, velan por la promoción, difusión y cumplimiento de la normativa sobre la materia. (Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo [MTPE]. Ley N^a 29783 de Seguridad y salud en el trabajo, 2015. Art. 1).

a) Norma Técnica

Cuando el nivel de ruido o el nivel de exposición superen los valores indicados en el ANEXO N^o 12, se adoptarán las medidas correctivas siguiendo la jerarquía de controles establecida en el artículo 96 del presente reglamento.” (Ministerio de Energía y Minas [MEM]. D.S. N^o 024-2016-EM Reglamento de seguridad y Salud Ocupacional en Minería, 2020. Art. 103).

b) Identificación de peligros, evaluación de riesgos y medidas de control

El titular de actividad minera deberá identificar permanentemente los peligros, evaluar los riesgos e implementar medidas de control, con la participación de todos los trabajadores en los aspectos que a continuación se indica, en:

- a) Los problemas potenciales que no se previeron durante el diseño o el análisis de tareas.
- b) Las deficiencias de las maquinarias, equipos, materiales e insumos.
- c) Las acciones inapropiadas de los trabajadores.
- d) El efecto que producen los cambios en los procesos, materiales, equipos o maquinarias.
- e) Las deficiencias de las acciones correctivas.
- f) En las actividades diarias, al inicio y durante la ejecución de las tareas.

Al inicio de toda tarea, los trabajadores identificarán los peligros, evaluarán los riesgos para su salud e integridad física y determinarán las medidas de control más adecuadas según el IPERC – Continuo del ANEXO N° 7, las que serán ratificadas o modificadas por la supervisión responsable.

En los casos de tareas en una labor que involucren más de dos trabajadores, el IPERC – Continuo podrá ser realizado en equipo, debiendo los trabajadores dejar constancia de su participación con su firma.” (Ministerio de Energía y Minas [MEM]. D.S. N° 024-2016-EM Reglamento de seguridad y Salud Ocupacional en Minería, 2020. Art. 95).

c) Procedimientos de seguridad

Un procedimiento es un documento en donde se expresan los pasos secuenciales para efectuar una determinada tarea o actividad, además lo que se pretende es simplificar los pasos. La gran mayoría de empresas solo se limitan a presentar los pasos secuenciales de sus operaciones, sin incluir las medidas de seguridad en cada paso del proceso y operación.

Un procedimiento elaborado tiene la ventaja no solo de describir la operación o proceso, sino también y paralelamente las medidas de seguridad en cada paso y rutinaria para el trabajador.” (Chamochumbi Varrueto. (2014). Seguridad e higiene. Lima: Fondo editorial de la UIGV.)

2.1.2. Higiene ocupacional

La Higiene Ocupacional (HO) tiene como objetivo la prevención de las enfermedades ocupacionales o laborales generadas por factores o agentes físicos, químicos o biológicos que se encuentran en los ambientes de trabajo y que actúan sobre los trabajadores pudiendo afectar su salud y su bienestar. Debe existir un manejo conjunto entre las áreas de ingeniería y salud en el trabajo, encaminado a evitar enfermedades ocupacionales mediante la identificación, evaluación, estudio, la prevención, eliminación o minimización del riesgo generado por los agentes que se encuentran en el ambiente de trabajo.

“La gestión de higiene ocupacional debe incluir:

- a) La identificación de peligros y evaluación de riesgos que afecte la seguridad y salud ocupacional de los trabajadores en sus puestos de trabajo.
- b) El control de riesgos relacionados a la exposición a agentes físicos, químicos, biológicos y ergonómicos en base a su evaluación o a los límites de exposición ocupacional, cuando estos apliquen.
- c) La incorporación de prácticas y procedimientos seguros y saludables a todo nivel de la operación.” (Ministerio de Energía y Minas [MEM]. D.S. N° 024-2016-EM Reglamento de seguridad y Salud Ocupacional en Minería, 2020. Art. 101).

a) Factor de riesgo

Los factores de riesgo actúan sobre el peligro aumentando la frecuencia o gravedad de un fenómeno con efectos nocivos. Los riesgos laborales incluyen lesiones corporales por accidentes de trabajo, enfermedades profesionales (sordera, cáncer, alergias, etc.), efectos reprotóxicos (daño en la reproducción), teratogénicos (malformaciones) y genotóxicos (daño en los genes), así como efectos psicológicos (estrés).

De igual forma, es posible hacer una distinción entre los efectos agudos e inmediatos (por ejemplo, debido a altas concentraciones químicas) y efectos crónicos y tardíos (debido a concentraciones bajas, pero de exposición repetida).

Los efectos agudos se observan durante fugas o derrames, salpicaduras tras liberaciones accidentales de gases o líquidos tóxicos, durante caídas (fracturas), transporte de cargas (lumbago), cortes o quemaduras, etc. Ahora, las manifestaciones respiratorias crónicas,

los cánceres ocupacionales, ciertos trastornos musculoesqueléticos son ejemplos de efectos retardados.

Si para los efectos agudos, la relación causal está claramente identificada y se mide con bastante facilidad, no ocurre lo mismo con los efectos crónicos, que son mucho más difíciles de identificar con precisión.

De otro lado, los efectos pueden ser reversibles o irreversibles. En el primer caso, hay una recuperación total que obviamente depende del parámetro de tiempo. En el segundo caso, hay un daño permanente.

Los efectos tóxicos provocados por mutagénesis, carcinogénesis, teratogénesis, sensibilización alérgica y neurotoxicidad, son generalmente irreversibles y el daño persiste incluso después de la desaparición del tóxico y la acumulación de efectos empeora la patología con el tiempo.

La identificación de todos los peligros existentes en una empresa requiere el conocimiento de los distintos factores de riesgo a los que pueden estar expuestos los trabajadores. Estos riesgos pueden relacionarse con:

- Los equipos de trabajo (máquinas y herramientas, vehículos, etc.).
- Las sustancias tóxicas presentes (productos químicos, biológicos, etc.).
- Los métodos de trabajo (trabajo en altura, movimientos repetitivos, etc.).
- La energía utilizada (eléctrica, aire comprimido, hidráulica, nuclear, etc.).
- La organización del trabajo (trabajo nocturno, al aire libre, aislado, etc.).

Esta identificación puede no ser exhaustiva si se procede únicamente de forma teórica. Además, el análisis de accidentes e incidentes de trabajo y de declaraciones de enfermedades profesionales en la empresa aporta una valiosa contribución para evaluar mejor todos los factores de riesgo.

Los **riesgos laborales** se pueden clasificar según sean:

- **Mecánicos:** impactos por partes móviles de máquinas, aplastamiento por caída de objetos o vehículos, cortes y perforaciones por herramientas de trabajo,

proyecciones de partículas sólidas (metal, madera, astillas de roca) o material incandescente, constreñimientos posturales y visuales, y gestos repetitivos.

- **Físicos:** vibraciones producidas por maquinaria, nivel sonoro demasiado alto, temperatura muy alta o baja, mal tiempo para trabajos al aire libre (humedad, viento, etc.), nivel de iluminación, calidad del aire en el lugar de trabajo (polvo), corriente eléctrica, incendio y explosión.
- **Químicos:** exposición a sustancias químicas por inhalación, ingestión o contacto con la piel, productos gaseosos, líquidos o sólidos, carcinógenos, mutágenos, tóxicos, corrosivos, irritantes, alérgenos, etc.
- **Biológicos:** exposición a agentes infecciosos (bacterianos, parasitarios, virales, fúngicos) y alérgicos por picadura, mordedura, inhalación, afectación de piel y mucosas, etc.
- **Radiológicos:** existencia de radiaciones ionizantes y radioelementos, radiaciones láser, radiaciones UV e IR, radiaciones electromagnéticas diversas, etc.
- **Psicológicos:** agresión física o verbal en el lugar de trabajo por parte de un cliente/alumno/paciente, acoso moral o sexual por parte de un superior jerárquico, estrés gerencial, o cargas mentales excesivas (trabajo permanente en pantalla, etc.).” (UCSP. (2019). Conoce qué es un factor de riesgo en salud ocupacional. 2020, de Posgrado UCSP Sitio web: <https://postgrado.ucsp.edu.pe/articulos/factor-riesgo-salud-ocupacional/>)

Algunas características para el ambiente laboral vienen asociadas con lesiones, a estas características se le ha llamado factores de riesgo de trabajo.

- Estrés por el calor.
- Estrés por el frío.
- Vibración hacia el cuerpo.
- Iluminación.
- Ruido.

2.1.3. Ruido

Es el sonido que no se desea puede ser moderado o fuerte esto nos puede generar daños en la salud.

a) Ruido ocupacional

“Sonido en un área de trabajo, generado por la acción de equipos, maquinarias y/o actividad de niveles que pueden constituirse como agente de riesgos en la salud de los trabajadores.”

b) Ruido ambiental

“Se evidencia cuando las ondas sonoras alcanzan valores que pueden ocasionar daño al ambiente. Su exceso produce la contaminación acústica.”

c) Ruido en función al tiempo

- **“Ruido Estable:** El nivel de presión sonora permanece constante, es decir, si cumple con la condición cuando la diferencia entre los valores mínimos y máximos es inferior a 5 dB.
- **Ruido Fluctuante:** Este ruido muestra fluctuaciones significantes (por encima de 5 dB) en el intervalo de un minuto y puede ser periódica o aleatoria.
- **El ruido intermitente:** Se muestra solo en cortos intervalos aleatorios de tiempo y su duración supera los 5 segundos.
- **Ruido Impulsivo:** El nivel de presión sonora muestra ascensos bruscos con una duración aproximada de menos de un segundo y se caracteriza por una corta duración sonora en sus pulsos individuales.

2.1.4. Consecuencias del ruido

a) Fisiología de la audición

“El ingreso del sonido es por el conducto auditivo externo haciendo que la membrana del tímpano vibre, mediante esta vibración y de manera de energía se transmite el sonido.

El responsable de este proceso son los huesecillos que hacen de palanca hacia la ventana oral. La energía mecánica se transmite a los líquidos del oído interno y luego se dirige a la cóclea, es aquí donde la energía mecánica se transforma en energía eléctrica

transportándose por el nervio vestíbulo-coclear hacia el sistema nervioso. En el sistema nervioso la energía eléctrica es analizada y posteriormente interpretada como sonido tal cual.

En este proceso las ondas sonoras detectan protuberancias diminutas y se distribuyen desde el pabellón resultando de una amplificación del sonido hasta la reducida campana oval. Las ondas que son transmitidas por la membrana del tímpano se dirigen hacia los huesecillos ubicados en el oído medio llegando al caracol, el cual es el encargado de la audición en el oído interno.” (Ministerio del Ambiente, Resolución Ministerial N° 227-2013 MINAM, Lima: EL peruano, 2013.)

“El estribo, que se encarga del balance y establecimiento de las ondas en los líquidos del oído medio se considera sumamente importante.

Son las ondas líquidas las que generan el movimiento de la membrana basilar la cual estimula las células del órgano de Corti para poder movilizarse.

Estos movimientos de la membrana son los que estabilizan las corrientes eléctricas y a su vez estimulan los diferentes sectores de la cóclea. Las células ciliadas son las que decodifican un impulso nervioso transfiriéndola a la corteza auditiva del cerebro en forma de un mensaje sonoro.” (J. A. Caballero Alvarado, Factores asociados a la pérdida de audición, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, 2017.)

b) Causas del ruido en el trabajo

• Disminución de la capacidad auditiva

“Su disminución puede deberse a un cierre o interrupción en la transmisión del sonido en su recorrido hacia el oído interno o también se debe a lesiones de las células ciliadas pertenecientes a la cóclea ubicada en el oído interno.

También en ciertos casos su disminución se debe a trastornos en el procesamiento auditivo central como en el caso donde los centros auditivos del cerebro sufren alguna lesión.” (Del Carmen Marinez, Efecto del ruido por exposición laboral, Salud de trabajadores, pp. 95-101, 1995.)

- **Pérdida de audición provocada por el ruido**

“Es una enfermedad muy común, que puede ser provocada por estar expuestos por mucho tiempo a ruidos elevados. Se considera como uno de los principales síntomas, la incapacidad para oír sonidos de volumen elevado y se considera definitivo.

También se puede producir sin exponerse demasiado tiempo como en el caso de una exposición momentánea a ruidos de impulsos, el ruido producido por disparos de armas de fuego, pistolas de clavos o de remaches, los cuales tendrán secuelas persistentes en la pérdida auditiva.” (Del Carmen Marinez, Efecto del ruido por exposición laboral, Salud de trabajadores, pp. 95-101, 1995.)

- **Acufenos**

“Se definen como el primer indicio de que un sonido está deteriorando el oído y se manifiesta mediante sensaciones de timbre, zumbido o explosión. Al estar expuestos en exceso a algún tipo de sonido aumenta el riesgo de sufrir acufenos en el caso de ser un sonido de impulso como una detonación.” (Del Carmen Marinez, Efecto del ruido por exposición laboral, Salud de trabajadores, pp. 95-101, 1995.)

- **Aumento del riesgo de accidentes**

“Los accidentes que suelen darse en los centros de trabajo generalmente son causados o impulsados por diversos factores físicos o ambientales, uno de esos factores es el ruido, que es un factor menospreciado en la evaluación de riesgos en las empresas. El ruido puede ser el causante de accidentes de varias maneras:

- ✓ Cuando se trata de obstaculizar en la transmisión de mensajes orales o en lenguaje de advertencias, en donde los mismos trabajadores tratan de comunicarse entre sí y debido al ruido se omite el sonido de un peligro próximo o de las señales de advertencia, como las señales de retroceso de los automóviles.
- ✓ En la distracción de los trabajadores como los choferes o auxiliares.
- ✓ Contribuyen al estrés que se genera en el centro de labor presionando a los trabajadores el cual hará que puedan cometer errores o realizar malas maniobras.” (Del Carmen Marinez, Efecto del ruido por exposición laboral, Salud de trabajadores, pp. 95-101, 1995.)

- **Alteración de la comunicación oral**

“Una buena comunicación oral para un determinado trabajo es fundamental y es indispensable requerir un nivel de 10dB a la altura de la persona que recibe el mensaje teniendo en cuenta que debe ser superior al nivel de ruido presente así sea el caso de que se trate de una fábrica, una construcción o una institución educativa.” (Del Carmen Martínez, Efecto del ruido por exposición laboral, Salud de trabajadores, pp. 95-101, 1995.)

2.1.5. Estrés

“Existen diversos factores que contribuyen al estrés laboral como las exigencias de los superiores que presionan al trabajador y sus capacidades, el mismo entorno físico, así como también el ruido generado en el ambiente conducen al estrés.

Es inusual que un único factor provoque dicho estrés por lo que generalmente es un conjunto de factores que al juntarse y acumularse serían los que provocan este tipo de estrés es por eso que se debe exigir medidas para evitar la pérdida de audición mediante este factor.” (D. Bernabeu Toboada, «Efectos de ruido sobre la salud,» Médico de PEACRAM, Madrid, 2007).

2.1.6. Daños psicosociales

Pueden llegar a producir:

- Obstáculos para comunicarse.
- Trastorno de sueño.
- Malestar, ansiedad, estrés.

2.1.7. Aislamiento acústico

“Esta técnica es aplicada para poder controlar el ruido, de donde esperamos que reduzca el ruido, mediante barreras físicas totalmente cerradas a los equipos y máquinas que generan ruido. La aislación que se pretende conseguir depender de cuanto se conoce de las propiedades, el análisis de la capacidad aislante de los materiales que se usará.

Son:

a) Absorción sonora

- Placas fono-absorbentes

- Lana de vidrio
- Lana de Roca

b) Aislación sonora

- Aislante Vinílico
- Alta Densidad Placas de Yeso-Cartón
- Placas de fibrocemento
- Chapa metálica
- Poliestireno expandido (solo aislante de ruido de impacto)
- Paredes móviles acústicas

c) Absorción y aislación sonora

- Placas compuestas aislantes y Fonoabsorventes

d) Control de vibraciones

- Amortiguadores antivibratorios

e) Atenuación sonora

- Cabinas Acústicas
- Pantallas Acústicas
- Silenciadores reactivos
- Silenciadores expansivos
- Mamparas
- Cortinas acústicas
- Ventanas acústicas.” (C. Andreu Conesa, Métodos de control de ruido en el ambiente laboral, Cartagena, 2012.)

2.1.8. Tácticas para disminuir el ruido

“Existen métodos para reducir y atenuar el ruido persistente en el centro de labor como: En su fuente: Cambiar o modernizar las máquinas antiguas para que puedan ajustarse a las normas vigentes y estándares de calidad. Verificando siempre que la maquinaria a utilizar sea previamente calibradas y acopladas con un sistema de amortiguación.

Uno de los métodos que también suele usarse para supervisar el ruido proveniente de la maquina es realizando ajustes internos o ajustando piezas sueltas para que el ruido disminuya al estar en funcionamiento la máquina. Se tiene:

- Utilizar barreras silenciadores en los tubos de escape de la maquinaria.
- Reemplazar los engranajes por correa, o haciendo uso de herramientas eléctricas en vez de las rusticas.

Al trabajador: Exigir el uso de protectores frente a cualquier riesgo que pueda presentarse. Hay dos tipos de protección para los oídos los cuales son tapones de oídos y orejeras. Estos tienen la función de evitar que un ruido fuerte y estruendoso, llegue al oído interno y cause daños.” (C. Andreu Conesa, «Métodos de control de ruido en el ambiente laboral,» Cartagena, 2012.)

2.1.9. Medición de ruido

“Se ha preparado la siguiente guía para el cumplimiento del artículo 103 del RSSO, a fin de que el titular de la actividad minera establezca un sistema de monitoreo que evalúe la exposición a ruido en cada puesto de trabajo. El propósito del monitoreo es determinar si excede con los límites establecidos por el reglamento. La forma más fácil de determinar si se excede el límite es establecer un programa de monitoreo. Esta guía explica los pasos básicos para tomar una muestra de ruido.

2.1.10. Equipos de medición de ruido

Existen dos instrumentos básicamente usados para tomar una muestra de ruido continuo.

- El dosímetro de ruido, el cual mide la exposición personal a ruido y es el instrumento que se recomienda para determinar si se excede con el límite. Este equipo consiste de un micrófono (colocado en la zona de audición del trabajador) conectado al aparato microprocesador/controlador. El dosímetro continuamente monitorea, integra y registra la energía sonora a la que un trabajador está expuesto a lo largo de la jornada. El equipo usa esta información para calcular una dosis de ruido en la jornada. La mayoría de los dosímetros también guardan registro del nivel más alto de ruido sucedido en cualquier momento; de tal manera que se puede verificar que no haya pasado los 115 dBA (el máximo valor permitido de ruido, sin

importar el tiempo de exposición). La mayoría de dosímetros también pueden ser usados como sonómetros, registrando y entregando los mismos parámetros.

- El segundo instrumento, el sonómetro (o Sound Level Meter SLM de sus siglas en inglés), contiene un micrófono, un amplificador, redes de ponderación de frecuencias y algún tipo de indicador de medición. El sonómetro indica el nivel de presión sonora en decibeles (dB).

Las lecturas con el sonómetro pueden ser usadas para identificar las fuentes de exposición a ruido de los trabajadores o para hacer estudios de ruido en el lugar de trabajo.

Evaluar la exposición a ruido requiere integrar todos los niveles de ruido sobre un rango de tiempo apropiado para determinar una dosis de ruido del trabajador. Los dosímetros personales de ruido realizan esta integración de manera automática, pero, en muchos casos, un evaluador que use un sonómetro tendrá que hacerlo de manera manual (ver el Paso 6 – Calculando la dosis de ruido del trabajador.) Para poder comparar el resultado de la integración de valores con el límite permisible se deberá integrar valores, como mínimo, desde 80 hasta 140 dBA.”

“Paso 1: Establecer un sistema de monitoreo: En vez de muestrear cada trabajador individualmente, se podría tomar muestras de ruido en ciertas áreas de trabajo o muestrear un número suficiente de trabajadores que realizan tareas representativas. Basándose en la información de esas muestras de ruido, el higienista podría determinar si se requiere más muestras de ruido en las áreas o un mayor número de trabajadores muestreados usando las estadísticas. Las estadísticas deben ayudar a determinar con un nivel de confianza si la exposición de los trabajadores supera o no el límite máximo permisible para el tiempo de exposición.

Paso 2: Informar a los Trabajadores: El titular de actividad minera deberá proveer a los trabajadores afectados o a sus representantes la oportunidad de observar el monitoreo de exposición a ruido. Esto incluye darl a conocer a los trabajadores el programa de monitoreo o que se está tomando muestras de ruido, para asegurarle al trabajador que las mediciones se den en condiciones normales de trabajo y que se están haciendo de manera apropiada. El trabajador deberá participar en el monitoreo de ruido. El titular de actividad minera deberá también informar a los trabajadores:

- Si la exposición a ruido de su puesto de trabajo supera el límite máximo permisible y cómo usar el equipo de protección auditiva; y
- Acerca de las medidas correctivas que se va a tomar para aquellos casos que superen el límite máximo permisible.

Paso 3: Calibrar el Equipo: Antes y después de cada muestra de ruido, se deberá verificar la calibración del equipo de muestreo con un calibrador acústico. Los calibradores deberán ser adecuados para el diámetro y forma del micrófono. Verificar la calibración colocando el micrófono en la abertura del calibrador (a veces necesita de un adaptador) el cual produce un tono puro a un nivel de sonido dado (usualmente 114 dBA). Al usar dosímetro podría ser necesario setearlo con funciones de sonómetro (por ejemplo, Nivel Equivalente, Nivel pico, etc.) Tanto el sonómetro como el dosímetro deberán leer la intensidad de sonido emitida por el calibrador con una variación máxima de ± 1 dB. Si no es así, el instrumento deberá ser recalibrado de acuerdo a las recomendaciones del fabricante antes de usarlo. No se debe usar el instrumento para hacer evaluaciones de ruido hasta que sea recalibrado.

Nota: Adicionalmente a chequear la calibración de los instrumentos antes y después de cada muestreo de ruido, se deberá calibrar los sonómetros, dosímetros y calibradores acústicos por lo menos una vez al año.

Paso 4: Tomar muestras de ruido con un dosímetro (Ver el paso 5 si se está usando un sonómetro): Para este paso, ya se deberá haber evaluado las áreas de trabajo, se habrá determinado qué grupos de trabajadores necesitan ser muestreados en su exposición a ruido, y determinado cuántas muestras se necesitan. Se deberá explicar al trabajador que va a usar el dosímetro cuál es el propósito y el procedimiento para el muestreo o monitoreo:”

- “Encienda el equipo.
- Verifique que la batería del equipo tiene suficiente carga.
- Asegúrese que el equipo está programado con la escala “A”, respuesta lenta “slow” y que la tasa de cambio es 3 dB.”
- “Verifique la calibración del equipo y resetee el dosímetro de cualquier otra medición anterior antes de tomar una nueva muestra. Registre por escrito el número del dosímetro y los resultados de la calibración.

- Enfátice al trabajador la importancia de trabajar de manera habitual, haga notar que el dosímetro no debe interferir con las labores normales.
- Comunique al trabajador que, para realizar una toma de muestras de ruido adecuada, no debe tapar el micrófono y evitar silbar o gritar.
- Instruya al trabajador para que:
 - No se quite el dosímetro a menos que sea absolutamente necesario;
 - No golpee, deje caer, o dañe de alguna otra manera al dosímetro; y - Mantenga el micrófono descubierto, pero la pantalla cortavientos sobre el micrófono;
- Mencione al trabajador que usted regresará periódicamente para tomar valores del equipo y para chequear el micrófono, e infórmele cuándo y dónde desinstalará el dosímetro.
- Coloque el micrófono sobre el hombro, a mitad de distancia del cuello y del borde del hombro, apuntando hacia arriba. (Para situaciones donde el trabajador está posicionado de tal manera que toda la exposición provenga primordialmente de una dirección, el micrófono deberá ser colocado en el hombro más cercano a la fuente de ruido.)
- Encienda el dosímetro y registre la hora de inicio.
- Verifique la posición del micrófono periódicamente a lo largo de la jornada.
- Siempre que sea práctico, coloque el aparato y el cable del micrófono por debajo de la ropa externa.
- Se recomienda las mediciones de jornada completa o, como mínimo, del 70% del tiempo total de la jornada. Sin embargo, para poder dar por válida una medición de entre 70% a menos del 100% de la jornada se deberá garantizar que los valores medidos entre ese periodo son representativos de las actividades realizadas en el total de la jornada y que no se está obviando actividades ruidosas. Durante el periodo de muestreo, registre por escrito toda la información pertinente.
- Al final del periodo de muestreo tome y registre los valores finales.
- Apague el dosímetro, registre la hora, y remueva el equipo del trabajador.
- De ser posible, explique los resultados al trabajador. Se recomienda entregar cartillas, hojas informativas o folletos acerca de ruido, muestreo de ruido y control de ruido.
- Re-verifique la calibración del dosímetro. Si el dosímetro no indica el valor del calibrador ± 1 dB, entonces la medición será considerada inválida.”

“Paso 5: Tomar muestras de ruido con un sonómetro: Como se mencionó al principio, la mayoría de los dosímetros pueden ser adaptados para ser usados como sonómetros. Asimismo, hay muchos equipos que trabajan sólo como sonómetros. Revise el manual de instrucciones del fabricante de su equipo para mayor información. Cuando un dosímetro es usado como sonómetro, seleccione la función de “sonómetro”, luego siga las instrucciones generales que se indican más abajo.”

- “Programe el sonómetro en la ponderación “A”, respuesta lenta “slow” y tasa de cambio de 3 dB para todas las mediciones.”
- “Verifique la calibración de acuerdo a las instrucciones del fabricante y registre por escrito los resultados.
- En general, mantenga el micrófono a un brazo de distancia, manteniendo su cuerpo fuera del paso del ruido. Siempre que sea posible, mantenga el micrófono a una distancia de 30cm del oído más expuesto del trabajador. Según lo especifique el fabricante, mantenga el micrófono ya sea de manera perpendicular a la fuente de ruido o apuntando hacia la fuente.
- Debido a que las lecturas del sonómetro podrían fluctuar, observe los valores por 30 segundos. Ignore cualquier nivel alto o bajo momentáneo que podría ocurrir.
- Tome varias muestras para cada actividad que el trabajador realice durante su día de trabajo. Su meta es encontrar los niveles sonoros más altos de cada actividad del trabajo.
- Registre las lecturas de los niveles sonoros o el rango en el que éstos se encuentran. También registre la hora, lugar, actividad específica del trabajador, equipo que se está usando, si hay ventanas y puertas abiertas (si aplica) y cualquier otra información pertinente. Deberá registrarse también el tiempo que el trabajador está expuesto a un nivel sonoro determinado. Esta información es necesaria para calcular la dosis.
- 7. Para una identificación futura podría ser útil hacer un boceto o gráfico que indique dónde fue que se tomó cada lectura.
- 8. De ser posible, explique los resultados (parciales) al trabajador. Se recomienda entregar cartillas, hojas informativas o folletos acerca de ruido, muestreo de ruido y control de ruido.
- Re-verifique la calibración. Si el sonómetro no indica el valor del calibrador ± 1 dB, entonces las mediciones serán consideradas inválidas.”

“Paso 6: Calcular: la exposición de los trabajadores Existen tres formas en que un equipo podría entregar los datos:

- **Dosis de ruido:** Se evaluará si para la jornada diaria la dosis supera el 100%. De ser el caso, se dirá que la exposición ha superado el límite permisible. Por ejemplo: dosis de 90%, 87%, 88.5% indican que la exposición no supera el límite máximo permisible; dosis de 105%, 110%, 108,5% indican que sí se ha superado el límite máximo permisible.
- **Nivel equivalente de ruido:** Podrá ser comparado directamente con los valores de la TABLA N° 1 de la presente Guía, de acuerdo al tiempo que dura la jornada del trabajador y cumpliendo con los requisitos de la medición.
- **Niveles equivalentes por periodos:** Son los obtenidos con las mediciones con sonómetro. Para poder comparar con los límites permisibles se deberá calcular la dosis, según el método descrito a continuación.

Cuando se use un sonómetro, se deberá calcular la dosis usando la siguiente formula.”

$$Dosi = 100\left(\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_N}{T_N}\right)$$

Dónde:

“C: El tiempo que un trabajador está expuesto a cada nivel sonoro.

T: El tiempo de exposición permitido.

Paso 7: Evaluar los resultados

- Para valores de exposición mayor a 82 dBA en 8 horas (y/o dosis mayores a 50%), se recomienda que el trabajador o puesto de trabajo sean incluidos en las actividades de capacitación para prevención de pérdida auditiva.
- Para valores de exposición mayores a 85 dBA en 8 horas (y/o de dosis mayores a 100%), es necesario que se empiece a implementar medidas correctivas para disminuir la exposición. Mientras se implementa medidas correctivas más eficaces se deberá usar equipo de protección auditiva como medida de control temporal.
- Para valores de exposición mayores a 100 dBA y menores a 105 dBA es obligatorio el uso de doble protección auditiva como medida de control temporal mientras se implementa medidas correctivas más eficaces.
- Ninguna persona deberá exponerse a más de 105 dBA, sin importar el tiempo de exposición.”

Tabla 1. Escala del ruido medido por decibeles

| 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 |

Fuente: MSHA (Mine Safety and Health Agency de USA)

Cálculos

- Para calcular valores intermedios de la tabla 1 se puede usar la siguiente fórmula:

$$T = \frac{8}{2^{(L-85)/3}}$$

Dónde:

T: Es el tiempo de exposición máximo para el nivel de ruido "L". L: Es el nivel de ruido en decibeles en la escala de ponderación "A (dBA) para el cual se quiere saber cuál es su tiempo de exposición máximo.

- Para calcular la dosis de ruido teniendo un nivel equivalente "L" en T horas en dBA:

$$\%Dosis = \left(\frac{T}{8}\right)2^{(L-85)/3}$$

Dónde:

T: Es el tiempo que el trabajador estuvo expuesto al nivel equivalente L.

L: Es el nivel equivalente de ruido en decibeles en la escala de ponderación "A" (dBA), obtenido luego de medir durante el tiempo "T" en horas. Se desea saber la dosis de ruido durante este tiempo "T".

- Para hallar el nivel equivalente resultante de varias mediciones de tiempos conocidos se deberá usar la siguiente formula:

$$LEQ = 10\text{Log}_{10}\left(\frac{t_1 \cdot 10^{L_1/10} + t_2 \cdot 10^{L_2/10} + \dots + t_N \cdot 10^{L_N/10}}{t_1 + t_2 + \dots + t_N}\right)$$

Dónde:

t1: Es el tiempo que duró el evento L1.

L1: Nivel de ruido equivalente continuo (dBA) medido para el tiempo t1.”
(Ministerio de Energía y Minas. (2020). Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en minería. Perú: GUIA N° 1.)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

J. Lozada (2014) describe en su artículo que “La investigación aplicada busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo. Esta se basa fundamentalmente en los hallazgos tecnológicos de la investigación básica, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto.

El presente ensayo presenta una visión sobre los pasos a seguir en el desarrollo de investigación aplicada, la importancia de la colaboración entre la universidad y la industria en el proceso de transferencia de tecnología, así como los aspectos relacionados a la protección de la propiedad intelectual durante este proceso.”

3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Se aplica un nivel de Investigación Correlacional “que tiene como finalidad establecer el grado de relación o asociación no causal existente entre dos o más variables. Se caracterizan porque primero se miden las variables y luego, mediante pruebas de hipótesis correlacionales y la aplicación de técnicas estadísticas, se estima la correlación”.

3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación tiene un diseño descriptivo correlacional.

Según Sampieri (2010), “el proyecto tiene investigación correlacional porque se está dando a conocer dos variables humano.”

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. Población

En esta investigación la población son los trabajadores que laboral en la empresa CJ NETCOM, que es un total de 60.

3.4.2. Muestra

Esta investigación evalúa los componentes que comprende los trabajadores de la empresa CJ NETCOM además nos permitirá identificar las zonas críticas; se evaluara las mediciones del ruido a los trabajadores que se encuentren laborando en el área donde se esté utilizando el Robot Lanzador de Shotcrete, por ello la muestra es de investigación es 07 trabajadores.

3.4.3. Tipo de muestra

El tipo o método de la muestra de esta investigación es no aleatorio de tipo intencional, debido a que se escogió y eligió directamente a los trabajadores.

3.4.4. Descripción

En este estudio se utilizó las muestras basadas en el nivel del ruido que emite el Robot Lanzador de Shotcrete.

3.5. INSTRUMENTOS

Los instrumentos principales utilizados en esta investigación fueron:

- Instrumentos de medición: dosímetros, accesorios del dosímetro, calibrador para dosímetro y sonómetros.
- Se realizó una encuesta de evaluación para conocer la percepción del trabajador frente al ruido en su área de trabajo.
- hizo la utilización del internet, con el fin de recolectar información referencial.
- Se utilizó lapiceros, hojas bond, para así poder registrar la información recaudada durante la entrevista y medición que se realizaba.
- Se utilizó una computadora para la recopilación de dato.

CAPÍTULO IV

CARACTERIZACIÓN DEL ÁMBITO DE ESTUDIO

4.1. UBICACIÓN

Cía. Minera Raura se encuentra a 415 Km de la ciudad de Lima teniendo tramos como:

Tabla 2. *Accesos a unidad minera*

| Tramo | Km | Tipo de acceso | Condiciones |
|--------------|-------|----------------------|-------------|
| Lima-Sayan | 136,2 | Asfaltada | Muy buena |
| Sayan-Churin | 61 | Afirmada – asfaltada | Regular |
| Churin-Oyon | 74 | Asfaltada | Buena |
| Oyon-Raura | 60 | Afirmada | buena |

Fuente: Autor

4.1.1. Geomorfología

(Guerrero, 2015), describe que el distrito Minero de Raura se caracteriza por registrar una geomorfología muy accidentada, cuya topografía de la zona está condicionada tanto al control estructural, litológico como a los procesos erosivos a los cuales está sometida de manera constante.

Como resultado se tiene una topografía abrupta con valles en forma de U y circos glaciares, la altura varía de 4,300 m.s.n.m. hasta los 5,700 m.s.n.m.

Debido al proceso de desglaciación y lluvias se han formado lagunas escalonadas, asimismo por el proceso de denudación y erosión se tienen extensas zonas cubiertas con material detrítico de origen sedimentario, formando morrenas basales y laterales”



Figura 1. *Ubicación de la Unidad Minera*

Fuente: Google Maps

4.1.2. Clima

(Guerrero, 2015), describe que el “clima que presenta el Distrito de Raura debido a su ubicación, se caracteriza por ser frígido originando dos estaciones bien marcadas durante el año.

Primera estación de noviembre a abril

Se denota la presencia de abundantes lluvias (Granizo - Nevadas), donde las temperaturas descienden hasta los 6°C grados bajo cero durante las noches.

Segunda estación entre los meses de mayo a octubre

Se da una moderada ausencia de precipitaciones ya que durante el día se siente un pequeño incremento en la temperatura que oscilan 12 a 14°C.”

4.2. GEOLOGÍA

4.2.1. Geología regional

Suaña (2017) menciona que “el entorno geológico regional del Yacimiento Minero Raura involucra diferentes ambientes de deposición y posterior formación de rocas sedimentarias dentro de las cuencas de tras arco del Cretáceo Superior al Paleógeno Inferior.

En muchos sectores la cobertura volcánica forma parte de la paleo-superficie generada durante el Paleógeno Superior.

La serie sedimentaria de edad Cretácica Superior está compuesta en la parte inferior por rocas clásticas tales como areniscas, areniscas silíceas, lutitas, etc. a excepción de la Formación Santa que consta de calizas. La parte superior de edad Paleógeno Inferior consiste de una secuencia de rocas calcáreas y algo de lutitas bituminosas.

Las rocas clásticas en el área están representadas por las Formaciones Chimú, Carhuaz y Farrat y la secuencia calcárea por las Formaciones Santa, Pariahuanca, Chulec, Pariatambo, Jumasha y Celendín.

La Formación Jumasha es el metalotecto más importante en la región, la misma que se expone ampliamente como una potente secuencia sedimentaria entre las minas Uchucchacua y Raura. Estas formaciones en los alrededores están intruidas por rocas ígneas de composición granítica, tonalítica, y monzonítica.

Estructuralmente el área está situada en la zona de plegamiento y sobre escurrimiento. Durante la Orogenia Andina, la secuencia sedimentaria ha sido intensamente plegada en dirección del rumbo N20°W. Los anticlinales y sinclinales se extienden a lo largo de varias decenas de kilómetros, intercalándose con zonas de sobre escurrimiento paralelas al eje principal.”

4.2.2. Geología local

Guerrero (2015) refiere que “el contexto geológico del yacimiento Minero Raura viene precedido por la ocurrencia de múltiples eventos geológicos; tales eventos se desarrollaron en un marco estructural complejo, los cuales comprenden múltiples repeticiones tectónicas en las unidades estratigráficas del Cretácico, además del plegamiento, fallamiento y cabalgamiento de los sedimentos calcáreos mesozoicos de las formaciones jumasha y celendín; la preparación estructural del yacimiento minero se dio durante la fase tectónica Quechua 11, a lo largo de la falla Chonta Nor-Oeste en forma de un salto estructural con fallas sigmoidales Nor-Este-Sur Oeste.

Guerrero (2015) refiere “Magmatismo resurgente lleva a la intrusión de stocks de composición diorítica - granodiorítica - cuarzo monzonítico en el sector Oeste de la caldera, indicando la zona alimentadora principal.

Brechas de turmalina en la cúpula de intrusivo indican el alto nivel de emplazamiento. Ascenso y emplazamiento de diques y stocks de pórfido de cuarzo y en zonas periféricas como el dique Siete Caballeros y diques dacíticos en el lado Oeste del glaciar Brazzini hasta la zona Surasaca.”

4.3. MINERALIZACIÓN

El autor Huaynalaya (2019) describe en su tesis que “El periodo de mineralización en el Distrito Minero de Raura, se produjo probablemente entre los 8 a 10 millones de años con formación de minerales de Cobre, Zinc, Plomo y Plata. La mineralización se presenta principalmente como relleno de fracturas PRE-existentes (vetas), reemplazamientos meta somáticos de contacto (bolsonadas en skarn) y depósitos tipo Stock Work.”

4.3.1. Mineralización en vetas

El autor Huaynalaya (2019) describe en su tesis que “Dos sistemas de fracturamiento son los que contienen toda la mineralización en vetas en Raura. El sistema más importante tiene rumbo N 60° W a E-W.

El otro sistema tiene rumbo N 65° 80° E. Existe un zoneamiento marcado en la mineralización de Raura, al norte las vetas tienen minerales de cobre y plata, al sur se mineralización los valores de plomo y zinc.”

4.3.2. Mineralización en cuerpos

El autor Huaynalaya (2019) describe en su tesis que “En la zona de contacto metasomático entre las calizas Jumasha (mármol) y los intrusivos granodioríticos, se presentan cuerpos o bolsonadas con minerales de zinc, plomo y plata.

El cuerpo de skarn con reemplazamiento de zinc y plomo más importante en el distrito minero de Raura tiene rumbo N 30° W con un buzamiento de 70° W. El halo de alteración meta somático tiene una potencia de 50-60 m y una longitud de 900 a 1000 m; a lo largo de esta alteración se reemplazan los cuerpos de sur a norte, primavera, Betsheva, Catuva, Niño Perdido, la mineralización se presenta con reemplazamiento de esfalerita, marmitita, galena, calcopirita y disseminación de pirita.”

El autor Huaynalaya (2019) describe en su tesis que “La mineralización en este cuerpo presenta un zoneamiento vertical, en la parte alta se observa mayor contenido de valores de zinc, plomo, plata y en el centro (Nv. 490) se observa mayores valores de zinc disminuyendo los valores de plomo; en profundidad se está observando el incremento de los valores de cobre.

La mineralización dentro de los cuerpos se presenta en forma masiva, en brechas, en parches y diseminada, predominando al norte minerales como galena y esfalerita, (la plata está relacionada principalmente con galena), al sur existe un aumento significativo de cobre (calcopirita) relacionado con un considerable aumento de piritita sacaroidea de grano grueso en una franja de contacto entre Skarn y el intrusivo.”

4.3.3. Mineralización tipo stock work

El autor Huaynalaya (2019) describe en su tesis que “Áreas que encierran mineralización como relleno de fracturas menores irregulares, con diseminación y reemplazamientos masivos; han producido cuerpos de importancia relacionados a estructuras mayores.

Se exponen con mayor actividad en la Sección Hada asociadas a la veta Sofía, zonas de mármol entre bolsonadas de la sección Catuva y también el área de afloramientos mineralizados del proyecto Gayco.”

4.4. OPERACIONES

4.4.1. Métodos de explotación

El autor Huaynalaya (2019) describe en su tesis que “El método de explotación aplicado actualmente es evaluado según los costos del margen de utilidad a obtener usando tajeo por subniveles con taladros largos y corte y relleno.

Como es común el “Corte Relleno Ascendente”, se caracteriza en hacer rebanadas horizontales de 1,50 m de longitud con altura de corte de 3,5x3,5 m de ancho.”

El autor Ccaso (2018), describe que “Lo relevante de la aplicación de este método en Raura está en la perforación horizontal (Breasting), es decir que después de realizar un corte se entra a la etapa del relleno hidráulico o detrítico, dejando una luz de 0,50m que

servirá de cara libre para el corte superior. Tiene 2.5 de rango, el buzamiento de 45° de inclinación y una dilución de 0,30 m con un RMR de 40. Tiene cajas regulares, sostenimiento mecanizado, perforación mecanizado y limpieza con scoops de 4,2 yard³ y de 6 yard³.”

4.4.2. Taladros largos

El autor Ccaso (2018), describe que “la forma como se preparan bancos con subniveles de 10 – 20 m de altura los que conformaran los niveles de perforación y voladura.

Por cada 3 a 4 subniveles se preparan niveles de extracción con el desarrollo de galerías o by pass paralelas a la estructura mineralizada, a su vez se desarrolla Draw Points o estocadas cada 9 m de puente a lo largo de la galería de extracción este permite comunicar con el subnivel que está en la veta, llamados también cortadas que sirven para la extracción de mineral.”

El autor Ccaso (2018), describe que “La perforación se realiza con equipos Simba H-1354, mientras que el acarreo de los tajos se realiza con Scoops CAT R1300G respectivamente que se usa con telemando.

Los criterios para la selección del método: Geometría del yacimiento, distribución del mineral y sus leyes, propiedades geomecánicas del mineral y de la roca.”

“Los aspectos económicos y los criterios para su aplicación están referidas a las potencias mayores a 3 metros, buzamiento debe ser mayor a 50°, las rocas encajonantes deben ser competentes y resistentes, el mineral debe ser competente y con buena estabilidad.”

El autor Ccaso (2018), describe que “Las labores de preparación para taladros largos deben de tener el acceso a los tajos es por rampa y crucero normalmente ubicados en la caja piso, el by-pass de extracción debe ser desarrollado en el nivel base (caja piso) del tajo paralelo a la zona mineralizada y en estéril, desarrollo de estocadas que unen los by-pass con la galería sobre veta, para la recuperación del mineral. Las galerías de perforación (subniveles) deben estar sobre veta, Se ejecuta una chimenea VCR, que servirá como cara libre para iniciar la voladura del tajo.

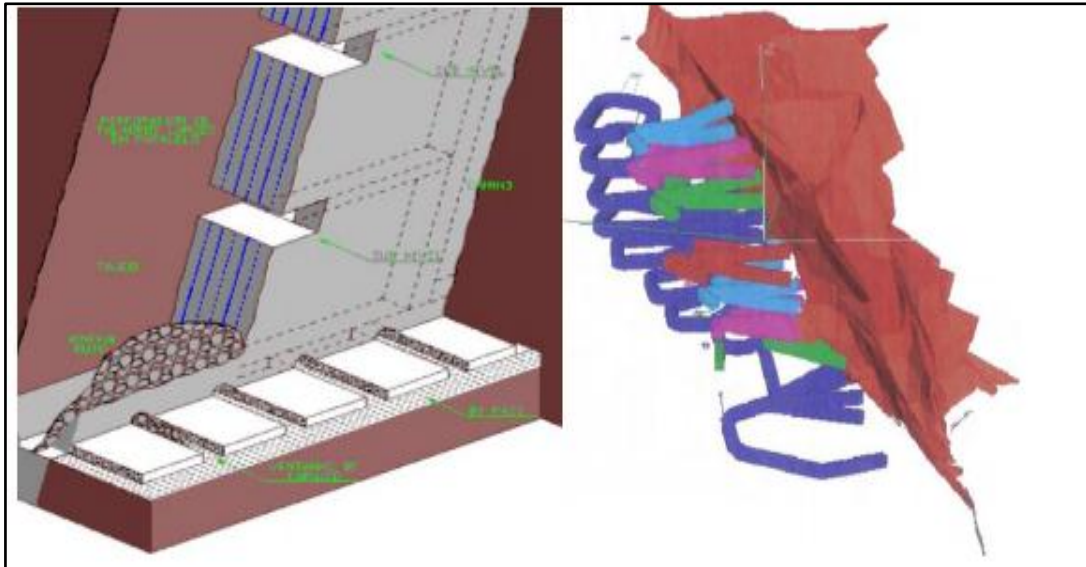


Figura 2. *Método de explotación*

Fuente: Mundo minero 2015

4.5. SOSTENIMIENTO SUBTERRÁNEO

El término “shotcrete” es una combinación de las palabras en inglés “shot” y “concrete”, que significan respectivamente “disparo” y “concreto u hormigón”. Según el Instituto Americano del Concreto “ACI” por sus siglas en inglés, este tipo de hormigón es aquel aplicado desde una boquilla por proyección neumática de alta velocidad (ACI, 2013). Por su parte Rey (2006), expresa que es un “hormigón cuyo tamaño máximo de áridos es superior a 8 mm y que, aplicado amáquina, se proyecta a gran velocidad sobre un soporte a través de mangueray boquilla”.

El hormigón que es proyectado se trata de una mezcla especial de características homogéneas y constituida por una base de cemento con agua, adiciones, aditivos y áridos que puede o no contener fibras, y sus propiedades y resistencia dependerá la composición del cemento y aditivos (Usabiaga, L. Pinillos, Ramírez, Martín, & Arroyo, 2014).

En ocasiones, el shotcrete ha sido descrito como un proceso o subproceso en lugar de ser tomado como un material. Sin embargo, el producto de su aplicaciónpor cualquiera de sus métodos resulta en un hormigón superior a los convencionales en comparación de sus propiedades, alcanzado mejores condiciones de dureza, durabilidad, o impermeabilidad, entre otras (ASA, 2015).

En los países de habla hispana no está unificado un término para referirse a la proyección neumática del hormigón. Dependiendo de la ubicación geográfica, la forma de referirse al mismo puede variar.

Algunos de los términos más utilizados son:

- Shotcrete, en países como Perú, Ecuador o Venezuela.
- Hormigón proyectado, en países como Chile y Argentina.
- Concreto lanzado, en países como Colombia y México.
- Gunita, en España.

Por otro lado, el shotcrete puede ser aplicado tanto de forma manual como de forma robotizada. La aplicación manual se realiza principalmente para pequeñas reparaciones o en espacios angostos (Putzmaister, 2019). Luego, el método robotizado suele ser empleado para trabajos subterráneos con el fin de acortar ciclos de trabajo, mejorar rendimiento y para ofrecer mayor seguridad al operador (Putzmaister, 2019).

El sostenimiento es utilizado para controlar las inestabilidades de la masa rocosa circundante a las excavaciones y así tener un ambiente seguro de trabajo. El tipo de calidad de sostenimiento está relacionado con el uso que se dará a la excavación, dependiendo si esta es temporal o permanente, las labores permanentes (piques, rampas, cruceros) necesitan un sostenimiento más duradero.

El sostenimiento es muy importante porque resuelve el problema de la estructura de la masa rocosa y de los esfuerzos, controlando el movimiento y reduciendo la posibilidad de falla en los bordes de la excavación. Existen dos tipos de sostenimiento como son:

a) Sostenimiento activo

Los elementos de sostenimiento son una parte integrante de la masa rocosa reforzadas tales como, pernos helicoidales, Split set, perno hidrabolt, pernos swelex.

Se utilizan en todo tipo de excavación subterránea como se muestra en la Figura 2.16. Frente de perforación sostenido con pernos helicoidales Fuente: Departamento de Geomecánica Raura.

b) Sostenimiento pasivo

Los elementos de sostenimiento son externos a la roca y responden a las deformaciones de la masa rocosa circundante a la excavación, hacia el interior de la misma.

Es el más conocido de todos tales como, cuadros de madera y cimbras metálicas no deslizables.

Sostenimiento mecanizado con pernos helicoidal y mallas electrosoldadas Para el sostenimiento se usan pernos helicoidales de fierro corrugado de 22 mm de diámetro con una longitud de 7 pies colocados sistemáticamente a 1,8x1,8 m, reforzados 64 con malla electrosoldada, para su instalación se usa cemento embolsado (Cembolt) y resina; utilizando para ello jumbos emperradores Small Boolter y Robolt para la instalación de pernos helicoidales y mallas.

4.6. GEOMECAÁNICA

Condiciones estructurales de la Unidad Minera Raura.

La industria minera ha utilizado tradicionalmente métodos empíricos apoyados por alguna forma de clasificación del macizo rocoso para el diseño del sistema de soporte. Los sistemas de clasificación del macizo rocoso se han utilizado para agrupar áreas de características geomecánicas similares, con el fin de proporcionar una guía para abordar el comportamiento respecto a estabilidad y para seleccionar el tipo de apoyo apropiado. Ejemplos de sistemas comúnmente usados son:

- Sistema Q (Grimstad & Barton¹²).
- Sistema RMR (Bieniawski¹³).
- Nuevo sistema austríaco para la Construcción de túneles (NATM).
- Método de la curva características del suelo (Brady and Brown¹⁴).

El diseño del soporte con hormigón proyectado en minería tiende a diferir del enfoque de diseño de túneles, debido a que la orientación de la excavación, las condiciones de profundidad y tensiones pueden variar a lo largo de una mina subterránea y durante la vida de operación.

El perfil del túnel y su tamaño también pueden afectar la especificación del hormigón proyectado, en su resistencia o espesor.

CAPÍTULO V

EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RUIDO EN ROBOT LANZADOR DE SHOTCRETE

5.1. DESCRIPCIÓN ACCIDENTE

La presente investigación tiene como referencia un evento no deseado producido con un ayudante de operador que tuvo un accidente incapacitante, dentro de este contexto la investigación del accidente determino que la causa raíz del suceso fue el ruido excesivo dentro del área de trabajo, considerando que el equipo de lanzado de shotcrete en funcionamiento genera un nivel de ruido por encima de los límites que menciona la norma nacional.

Este ruido se hace extensivo en el área de trabajo ya que las condiciones son cerradas con una sola apertura de salida y la comunicación se hace deficiente, razón por la cual el accidente producido al ayudante del robot lanzador de shotcrete pudo ser fatal.

Este accidente incapacitante por atrapamiento entre el equipo y el hastial de la labor. Considero varias causas, sin embargo, la conclusión determino que el nivel de ruido fue la causa raíz por lo que se propone realizar una evaluación del nivel de ruido en las áreas de trabajo, de esta manera poder tener datos línea de base que pueda referenciarlos a implementar controles que ayuden a evitar accidentes en los trabajadores de la empresa.

La experiencia, conocimiento y pericia de los operadores se vuelven nulos cuando las condiciones de trabajo no son las adecuadas, estas condiciones son dejadas de lado y no ven la importancia de realizar mediciones y controles en forma preventiva hasta que ocurra el evento no deseado y cause daño al trabajador.

5.2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO ROBOT PUTZMEISTER SPM 4210

La serie SPM 4210 WETKRET abre un nuevo capítulo en las tecnologías de eficiencia para el shotcrete en minería. Su brazo proyector de diseño y fabricación propia Putzmeister proporciona un alcance de 10 m. hormigón y el ajuste de la dosificación de aditivos. Con ejes de última generación, el chasis heavy-duty es idóneo para las más duras condiciones de trabajo.

El control remoto proporcional, de uso dual cable e inalámbrico, permite un fácil manejo de los movimientos del brazo, además de la regulación del caudal de la versión estándar de la serie SPM 4210 WETKRET se opera eléctricamente e incluye un compresor de aire eléctrico incorporado en el chasis.

5.2.1. Brazo proyector

Con un alcance de proyección vertical de 10 m, el brazo proyector permite al operario una gran agilidad y precisión en los movimientos telescópicos, de apertura y cierre de brazo, elevación y giro. El nuevo diseño del brazo presenta una estructura reforzada con sistema de giro cilindro – corona. Los cilindros hidráulicos del brazo telescópico han sido montados externamente y cubiertos para su total protección. De esta manera se puede acceder fácilmente para su mantenimiento sin renunciar la protección del equipo.



Figura 3. Robot Putzmeister

Fuente: Putzmeister 2015

5.2.2. Bomba de hormigón putzmeister: 20 m³/h

Putzmeister es mundialmente reconocido como el fabricante de bombas de hormigón por excelencia desde hace más de 50 años. Putzmeister es sinónimo de la más alta calidad, innovación y fiabilidad. La bomba de hormigón montada sobre el equipo está especialmente diseñada para el shotcrete, garantizando un alto rendimiento, bajas pulsaciones y larga vida de las piezas de desgaste. La bomba de hormigón Putzmeister es única por su eficiencia.

5.2.3. Controles disponibles en el control remoto

El control remoto proporcional de la serie SPM 4210 WETKRET permite la total regulación de la salida del hormigón, así como el ajuste de las dosis de aditivos predefinidas. De esa manera, el equipo puede hacer frente a las cambiantes condiciones de trabajo en minas dónde la roca varía en composición, resistencia y estabilidad, por lo tanto, el operador de la máquina debe actuar con flexibilidad en cuanto a la salida del hormigón y la dosificación de aditivos, acorde con los requisitos relativos a la obtención de resistencia temprana y tiempos de secado de cada situación específica. Las demás funciones de la máquina también están disponibles mediante el control remoto, incluidas funciones automáticas de inicio de la secuencia de proyección (aire, hormigón y aditivo) que facilitan el manejo al operador.

5.2.4. Compresor de abordo

Manteniendo un tamaño reducido, la serie SPM 4210 WETKRET incluye un compresor de tornillo eléctrico o diésel integrado en el chasis, lo cual le confiere una alta movilidad y la posibilidad de trabajar autónomamente, un valor añadido altamente demandado. A petición del cliente la máquina está disponible también sin compresor.

5.2.5. Dosificación de aditivo con el caudal de hormigón

La bomba de aditivos peristáltica sincronizada de accionamiento hidráulico se regula por bucle cerrado y se controla electrónicamente. Dispone de un dispositivo automático de dosificación proporcional al caudal de hormigón bombeado, garantizando precisión y calidad en el proyectado.

5.2.6. Chasis heavy

El chasis está diseñado de acuerdo a las exigencias en minería y fabricado en acero de

alta resistencia para soportar las más duras condiciones de trabajo.

En la SPM 4210 WETKRET se han incorporado innovadores ejes de última generación, así como un sistema de giro reforzado.

El giro por medio de articulación central y las reducidas dimensiones del equipo le otorgan una magnífica maniobrabilidad, tan necesaria sobre todo en minas con galerías de difícil acceso.

Sus cuatro ruedas motrices y el sistema de freno en las cuatro ruedas aumentan aún más la maniobrabilidad del equipo en zonas de difícil conducción. La alta capacidad de ascensión de pendientes y la gran altura libre al suelo le permiten la circulación off-road.

5.2.7. Características del equipo robot en operación

Las características de operación del equipo se determinan por las actividades que se realizan durante el proceso del antes, durante y después del lanzamiento del shotcrete en la labor, están consideradas como:

a) Verificar el ingreso y la ventilación de la labor

Mediante el sistema de seguridad de 5 puntos se verificará las condiciones de las vías del acceso, la ventilación con la llama del fósforo, y fallas de sostenimiento (shotcrete rajado) para lo cual el personal debe de estar completamente implementado con sus EPP.

b) Inspección de la labor a sostener

El operador antes de ingresar al área a sostener, estacionara su Robot a 50 m. atrás, luego ingresar a inspeccionar el área, verificando previamente el check list de labor, luego orden y limpieza, desatado de rocas, tiros cortados, falsas cajas, bancos y cuñas colgadas, instalaciones de servicios de aire comprimido y agua que deben estar cerca al tope de la labor y la estandarización de las labores para que pueda ingresar los equipos de sostenimiento vía húmeda. Así mismo identificar áreas seguras y áreas de riesgo tales como: labor con constante chispeo de roca, tipos de rocas (marga gris, rocas panizadas, rocas con intenso fracturamiento, zonas de alteraciones de mineral o roca)

labores con presencia de goteras de agua, labores elevadas o fuera de estándar. Con la finalidad de tomar decisión para colocar calibradores.

c) Ingreso del robot a la labor

El operador después de cumplir con los dos pasos anteriores, procederá su ingreso al área a sostener tocando bocina 3 veces como señal de alerta de su ingreso, bajo la dirección del ayudante, estacionándose en un lugar seguro frente al área a sostener, bajando los estabilizadores o gatas, parquea el equipo y ordena al ayudante para que coloque la cuña en la llanta posterior.

d) Prueba de aire y conexión

En coordinación con el ayudante se procederá a la instalación de las conexiones de aire comprimido, previamente se realizara el soplado de la tubería con el aire para eliminar cualquier partículas que puedan crear obstrucción en la manguera, conectando la tubería de 2" en la manguera del equipo mediante una hidrocopla para ello el personal se ubicara de costado para evitar cualquier golpe si se zafara y/o soltaran el aire sin comunicar, ordenara al andante abrir la válvula y probar la presión del aire mediante el manómetro de presión del equipo, el cual debe estar entre 5 a 7 bares de presión, para ello el operador posicionara la tobera de proyección con dirección hacia el suelo para evitar cualquier accidente con la presión de aire.

e) Protección a instalaciones

Se procederá a proteger y/o retirar materiales como cables eléctricos, letreros, tuberías, etc. que puedan ser dañadas al momento de realizar el trabajo de sostenimiento.

f) Prueba del equipo en todo su sistema

El operador verificara su equipo en todos sus sistemas, (mecánico, eléctrico y electrónico) los cuales deben de estar operativo antes de pasar al siguiente paso.

g) Sopleteado del área a sostener con el aire comprimido

Asegurándose que ningún personal debe estar en el área a sostener, el operador iniciara el soplado del área con aire comprimido (hastiales y corona) antes de sostener y si es necesario sopletear con un poco de aditivo, con la finalidad de eliminar polvo y fragmentos de rocas que pudieran limitar la adherencia del concreto a la roca.

h) Ingreso y estacionamiento del mixer

El operador de Mixer ingresa con su equipo bajo la dirección del ayudante hasta posicionarse con la canaleta de descarga de concreto con un ángulo de 30 ° negativo sobre la tolva/parrilla del robot. El operador de robot verificara la dosificación del concreto para hincar el trabajo de sostenimiento.

i) Verificación del equipo y rociado de aditivo

Dando cumplimiento a todo los pasos anteriores, el operador arrancara su máquina y en coordinación con su ayudante quien abrirá la válvula del aire comprimido y acelerara el equipo a 2200 rpm, el operador verificara todo los parámetros del control remoto que este en posición de trabajo, probara los movimientos del brazo, giro del orbitador, prueba de bomba de concreto y bomba de aditivo, se posicionara en un lugar seguro parte delantera del equipo y esparcirá aditivo sobre el área a sostener para verificar la salida del caudal.

j) Inicio de lanzado

Una vez ubicado el operador en un lugar seguro en todo sus ángulos, posicionara la tobera de proyección perpendicular a la roca manteniendo la distancia de 0.80 cm. mínimo y a 1.20 metros como máximo, con la finalidad de realizar un trabajo homogéneo y eficiente, el operador inicia la proyección del concreto en avanzada hacia el tope y nunca en retirada, comenzando por los hastiales con giros circulares de izquierda a derecha y/o viceversa hasta una altura de 1.20 a 1.50 se dejara 1" a 1.5" de espesor, luego se continuara en la corona manteniendo ½" para evitar desprendimiento de la mezcla.

k) Colocación y verificación de los calibradores

- El operador durante el proceso de lanzado de la primera capa debe identificar las áreas de riesgo, tales como: zonas de desprendimiento de shotcrete como consecuencia de presencia de gotera, roca panizada y zonas de intenso fracturamiento.
- Finalizado el lanzado de la primera capa de shotcrete, el operador del Robot comunica con toque de claxon para detener el trasegado del concreto, procediendo el ayudante a cerrar la válvula de aire y apagar la vibradora del equipo.
- El operador del robot recogerá el brazo robotizado hacia un lugar seguro y colocará

el reflector de la labor cerca del frente para una mejor iluminación del área sostenida, se verificara y ensamblará la herramienta porta calibradores de la longitud más adecuada y se procederá a seleccionar el tipo y cantidad de calibradores a colocar.

- Después de un lapso prudente (5 a 10 min.) de haber detenido el lanzado, en forma muy coordinada y según condición de la labor, se inicia el proceso de colocado de los calibradores utilizando los porta calibradores resto y en ángulo, posicionándose el trabajador en AREA SEGURA que esta FUERA del área sostenida reciente y nunca ingresar a la zona de riesgo de desprendimiento de shotcrete y roca que es área de shotcrete fresco; colocando de tal forma que forme una malla cuadrada de un (01) metro de separación entre calibrador y calibrador. Solo un trabajador coloca calibradores, el segundo abastece y el tercero alumbraba y señala el lugar de ubicación del siguiente calibrador, a la vez advierte cualquier falla o desprendimiento en el área de trabajo.
- Una vez concluida esta tarea, se contabilizan los calibradores para ser anotados en la hoja de reporte del operador y en Check list.
- En labores de alto riesgo indicadas por geomecánica, Supervisión, Seguridad y labores con presencia de gotera, labores con constante chispeo de rocas, marga gris, panizadas, labores elevadas fuera de estándar, frentes inundados y labores sin iluminación y deficiente ventilación NO SE COLOCARAN CALIBRADORES como prevención de la vida del trabajador; el cual será aceptado por Mina y Departamento de Geomecánica.

l) Culminación de lanzado

Retomando los pasos de inicio de lanzado se culmina con el lanzado dando el espesor completo y/o requerido por geomecánica que pueden ser de 2", 1.5" y 3", y en base a los calibradores puestos, dejando una superficie homogénea.

m) Incidentes durante el trabajo

De producirse incidentes en el proceso de lanzado, inmediatamente se detendrá el trabajo desviando el brazo del robot con la tobera y/o boquilla de proyección hacia el piso hacia un lugar seguro hasta dar solución, si en caso amerita retiro del equipo, se realizará con todas las prevenciones del caso.

n) Fin de sostenimiento

Por ningún motivo se dejará incompleto los trabajos de sostenimiento, (a menos que se comunique).

Una vez concluido la proyección del concreto, en forma muy coordinada con el ayudante se cierra la válvula de la tubería de aire comprimido y se procederá a la desconexión de la manguera, luego recogerlo enrollando en su lugar de ubicación y luego trasladar el equipo a otro lugar a sostener.

De finalizarse el turno, en forma coordinada se hace la desconexión de la boa transportadora de concreto y se coloca el soplador de aire para ser soplado, luego se conecta el agua a la boa para soplar con aire y agua, para dejar limpio de restos de shotcrete para la siguiente operación y evitar obstrucciones, continuando con la secuencia se prioriza el lavado de la bomba y la tolva del robot, para ello primero se lavara la parte superficial de la parrilla; Para levantar la parrilla se realiza entre dos personas y en forma muy coordinada, el primer trabajador se posiciona en el estribo ubicado en el lado izquierdo parte externa de la tina luego se sujeta con la mano izquierda de la parte superior de la guarda metálica de protección de la tina, con la mano derecha toma la asa de la parrilla y nunca de la parrilla misma, ejerciendo fuerza levanta la parrilla; en este momento el segundo trabajador desde el piso engancha la parrilla en el gancho de soporte de parrilla y comunica al primero una vez estando totalmente seguro de haberse enganchado con la finalidad de evitar accidentes por golpes. Se lava la parte del tubo "S" con la manguera sacando y metiendo con el bombeo reverso activado y el equipo acelerado en mínimo, de presentarse sedimentación de la mezcla en la tina esta se picara parando el bombeo finalmente se lava todo el equipo por su parte exterior; Para desenganchar la parrilla de forma muy coordinada el primer trabajador se posiciona en el estribo, sujetándose con la mano izquierda de la guarda de protección de tina, toma con la mano derecha el asa de la parrilla y nunca de la misma parrilla, luego jala ligeramente hacia atrás y en este momento el segundo trabajador desengancha el gancho de soporte y a la voz de LISTO el primer trabajador suelta la parrilla; luego se hace las desconexiones de la tubería de aire y la manguera de agua, se hace orden y limpieza y se procede a retirar el equipo dirigido por el ayudante. Este paso se realizara en lugares autorizados de lavado.

o) Paso extraordinario

Se paraliza la ejecución de la tarea por mala ventilación, mal desate de rocas, falta de limpieza, por falta de aire y/o baja presión, por falta de instalación de agua, por deficiente iluminación, labores muy angostos y de pendientes pronunciadas y cualquier desperfecto en el equipo; que pueden ser causas potenciales de accidente.

5.3. EVALUACIÓN DE ÁREA DE TRABAJO

En la evaluación del área de trabajo el procedimiento contemplo los siguientes riesgos:

1. Intoxicación por gases (CO, NO₂, CO₂)
2. Caída de rocas y shotcrete por deficiente desate
3. Desprendimiento de shotcrete durante el lanzado.
4. Caída de personas por resbalamiento o tropiezo en el mismo nivel
5. Enfermedades Ocupacionales (efecto de los aditivos, polvos y gases)
6. Sostenimiento deficiente por mala dosificación de acelerante.
7. Atascamiento en el difusor y conductor de lanzamiento por tamaños mayores de los agregados.
8. Incrustación de partículas de áridos a la vista.
9. Atropellamiento de personas por los equipos
10. Sostenimiento deficiente, por exposición de concreto mayor a las 4 horas
11. Descarga eléctrica del equipo en mal estado y/o cables eléctricos deficientes.
12. Choques de los equipos de transportes y lanzado contra otros equipos.
13. Golpe por objetos (parilla, pipa, tobera, tuberías de aire comprimido)
14. Caída de persona de un nivel a otro.

Sin embargo, no se puede identificar el ruido excesivo como condición para que ocurra un accidente, es considerado como un riesgo con consecuencia de enfermedad ocupacional, no considerar el ruido como una condición de posible accidente asociado al atrapamiento o atropellamiento u otros hace que no se implementen controles preventivos, razón por la cual sucedió el accidente en el ayudante del operador del robot.

5.4. EVALUACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

Después de la investigación del accidente incapacitante se procedió a realizar la implementación y medición del nivel del ruido en las áreas de trabajo, para esto se aplicó 2 metodologías.

5.4.1. Evaluación de área de trabajo sonometría

Se procedió a contratar a una empresa especialista para la ejecución de esta evaluación, se identificó la labor a realizar la medición en el Tj 749 Nv 150, en esta labor se procede a realizar el llenado de concreto por medio del mixer a la bomba para el lanzado de shotcrete a la labor.

- La medición del ruido por sonometría se realiza para identificar las fuentes y el ruido en el ambiente de trabajo como áreas de riesgo.
- Se utiliza un sonómetro calibrado el cual se registrará la información de datos de ruido. El sonómetro indica el nivel de presión sonora en decibeles (dB).
- La comparación tiene como referencia a los niveles máximos de exposición de 80dB en el ambiente de trabajo, R.M. N° 375-2008-TR.
- El sonómetro contiene un micrófono, un amplificador, redes de ponderación de frecuencias y una unidad de lectura.
- Para la medición, los equipos empleados fueron:

Tabla 3. Equipos para sonometría de ruido

| Instrumento | Marca | Modelo | N° de serie | Fecha de calibración |
|---------------------|--------------|---------------|--------------------|-----------------------------|
| Sonómetro de ruido | VICTOR | 824 A | 1069242 | 03/01/2019 |
| Calibrador acústico | LUTRON | CA-14L | 1187212 | 04/01/2019 |

Fuente: SERMIMIN SAC

Se realizó la medición en 06 puntos distribuidos en la labor, al momento de la evaluación se encontraban presentes 07 trabajadores.

Se determinaron 05 puntos de muestreo de nivel de ruido por sonometría considerando las condiciones del área y ambiente de trabajo, además de consignar que se encuentran 02 equipos, el mixer y el robot lanzador de shotcrete.

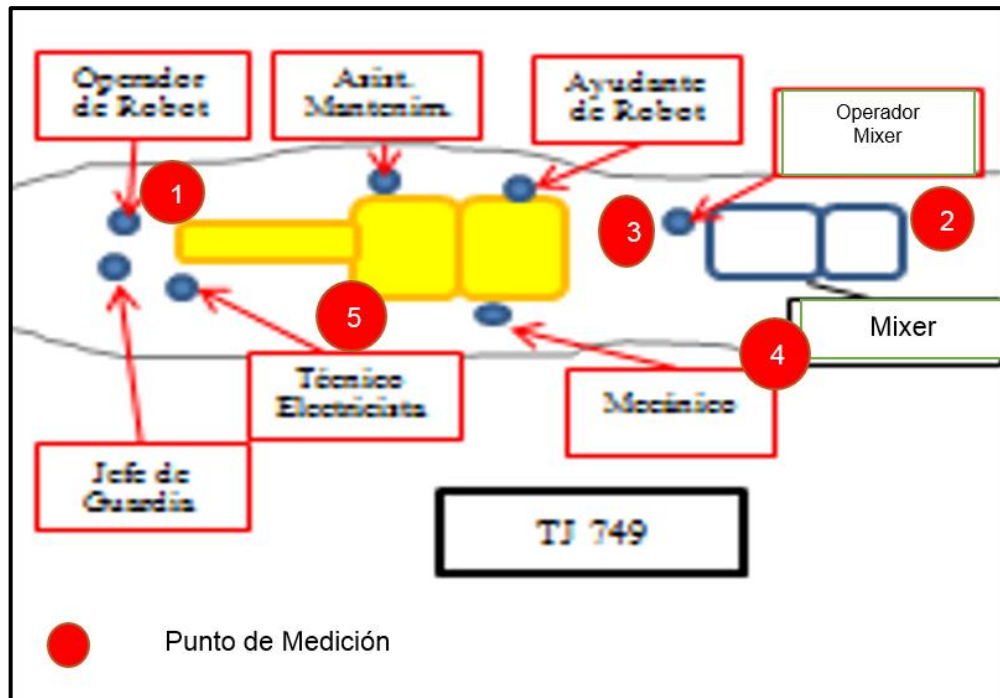


Figura 4. Ubicación de labor

Fuente: Autor

Se determinaron las áreas críticas donde existe emisión de ruido, en este caso puntual los equipos de robot lanzador de shotcrete y el mixer de traslado y preparación de mezcla de concreto, en área estacionada y en operación continua, se tomó una muestra de 05 puntos teniendo los siguientes resultados:

Tabla 4. Puntos de monitoreo

| PUNTOS | SONOMETRO | SERIE | AREA | EQUIPO | LECTURA dB | LIMITE dB | CUMPLE |
|--------|--------------|---------|--------|-------------|------------|-----------|--------|
| 1 | Víctor 824 A | 1069242 | Tj 749 | ROBOT | 101 | 85 | NO |
| 2 | Víctor 824 A | 1069242 | Tj 749 | ROBOT | 105 | 85 | NO |
| 3 | Víctor 824 A | 1069242 | Tj 749 | ROBOT/MIXER | 110 | 85 | NO |
| 4 | Víctor 824 A | 1069242 | Tj 749 | MIXER | 103 | 85 | NO |
| 5 | Víctor 824 A | 1069242 | Tj 749 | MIXER | 95 | 85 | NO |

Fuente: Autor

Las lecturas de los resultados de medición puntual determinaron que los equipos como fuentes de ruido emiten niveles por encima de lo que la norma regula, adicionando otros factores como el área cerrada con una sola entrada, equipos en funcionamiento en ambos casos, funcionamiento de la proyección del concreto por uso del compresor.

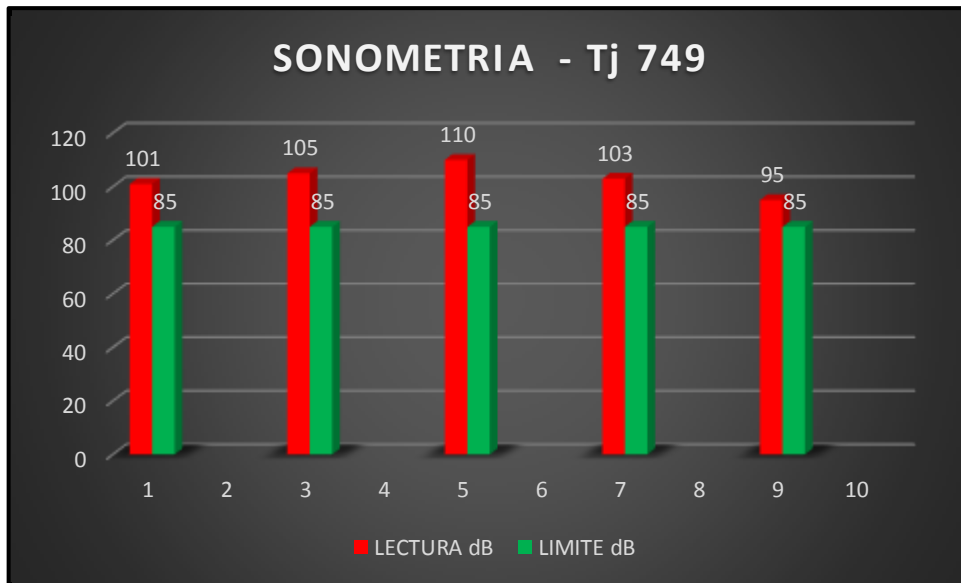


Figura 5. *Medición sonometría*

Fuente: Autor

De la Figura podemos definir que el nivel de ruido medido por la metodología de sonometría se encuentra por encima de los límites de la norma RM 375-2008-TR, o que demuestra que en el área de trabajo existe un nivel de ruido severo que no permite una comunicación fluida y directa entre los trabajadores.

5.4.2. Evaluación de trabajadores por dosimetría

De igual manera se realizó la medición de nivel de ruido en este caso por la metodología de dosimetría a los trabajadores presentes en la labor a los cuales se les colocó un equipo de medición llamado dosímetro de ruido, para poder medir la dosis de ruido que ingresa al trabajador.

Se realizó la medición en 07 puntos distribuidos en la labor a 07 trabajadores, se considera en este caso el tiempo de exposición de los trabajadores a una jornada laboral.

Para esta medición no se aplicarán los controles implementados como primera fase para medir la frecuencia de exposición al nivel de ruido en las áreas de trabajo.

a) Metodología de determinación de nivel de ruido por dosimetría

Para el presente informe se ha tomado en consideración los siguientes aspectos

- Manual de Salud Ocupacional, Dirección General de Salud Ambiental, 2005 –

Anexo. 6, D.S. N° 024-2016-EM y R.M. N° 375-2008-TR.

- Al determinar la percepción del ruido por dosimetría de los trabajadores de la empresa, se buscó correlacionar la respuesta obtenida y evaluar los resultados.
- El equipo fue colocado al trabajador y el micrófono cerca de su oído.
- Se realizó la toma directa en los puntos de control establecidos.
- Para las mediciones los equipos empleados fueron:

Tabla 5. Equipos para ruido por dosimetría

| Instrumento | Marca | Modelo | N° de serie | Fecha de calibración |
|---------------------|--------------|-----------------|--------------------|-----------------------------|
| Dosímetro de ruido | QUEST | M-27 / M-28 | 178253G82 | 03/01/2019 |
| Dosímetro de ruido | QUEST | Q300 | QCB020002 | 03/01/2019 |
| Calibrador acústico | QUEST | CA-12B / CA-12M | H1598 | 05/01/2019 |

Fuente: SERMIMIN SAC

El ruido es un sonido no deseado que molesta, perjudica o afecta la salud de las personas. La medición de sonidos es a través de dosímetros; para que los resultados de la medida del sonido se parezcan lo más que se pueda a la percepción del oído humano, los instrumentos de medida llevan incorporados filtros o redes de compensación que determinan las escalas A, B, C o D. La más utilizada es la escala “A” por ser la respuesta más aproximada a la respuesta de un oído humano, por ello los resultados de ruido industrial se dan en decibeles A [dB(A)].

Según la R.M. N.º 375-2008-TR, el tiempo de exposición al ruido industrial observará de forma obligatoria el siguiente criterio:

Tabla 6. Nivel de Ruido - R.M. N° 375-2008-TR

| Duración (Horas) | Nivel de ruido dB |
|-------------------------|--------------------------|
| 24 | 80 |
| 16 | 82 |
| 12 | 83 |
| 8 | 85 |
| 4 | 88 |
| 2 | 91 |
| 1 | 94 |

Fuente: R.M. N.º 375-2008-TR.

b) Parámetros utilizados

Ponderación de frecuencia

La ponderación A es la más común y tiene una respuesta según la frecuencia que es similar a aquella del oído humano.

Ponderación de tiempo

Típicamente los medidores tendrán respuestas de tiempo que se pueden seleccionar, que son Lenta, Rápida, Máxima y pico. Esto requiere que el medidor calcule los niveles de sonido por integración sobre distintos intervalos de tiempo dentro del período total de medición.

Las características de respuesta Lenta y Rápida representan constantes de tiempo de un (1) segundo y un octavo (1/8) de segundo, respectivamente.

- Estas dinámicas determinan qué tan rápidamente la pantalla del instrumento se actualiza con los datos del nivel de sonido.
- Se ha utilizado la respuesta “rápida” para obtener los límites del sonido, tal como el máximo o mínimo, y esta es la respuesta a que se prefiere cuando se usa la función de integración en el instrumento.
- El Punto Máximo ha reemplazado impulso y máximo en el ambiente ocupacional.
- El nivel de presión sonora máximo, L_{pk} o L_{peak}, se define como el mayor valor de la presión de sonido instantáneo y absoluto dentro de un cierto intervalo de tiempo, expresado en unidades de dB.
- Para trabajos de jornada laboral con duración de distintas horas, se aplica la siguiente fórmula (según R.M. N° 375-2008-TR), a fin de obtener el equivalente de Nivel de ruido dB:

$$T = \frac{8}{2^{(L-85)/3}}$$

Dónde:

L: es el nivel equivalente de ruido en decibeles en la escala de ponderación “A” (dBA), obtenido luego de medir durante el tiempo “T” en horas.

c) Criterio de medición

Las mediciones de ruido se realizaron a nivel dosimétrico en condiciones normales de trabajo. Para las mediciones se realizaron los siguientes pasos:

- a) Para tareas con niveles de ruido variables, se tomarán dosimetrías que cubran como mínimo el 80% de la jornada en tiempo real. (NIOSH Manual of Analytical Methods Sampling Strategy. Pág. 24. 1994).
- b) Previo a todas las mediciones el analizador de ruido fue verificado en campo.
- c) Se realizó el cambio de batería de acuerdo con el uso realizado.
- d) Antes de iniciar las mediciones se realizaron las indicaciones al trabajador elegido para portar el equipo de medición y el principio del monitoreo.
- e) Se colocó el dosímetro a la altura de la cintura del trabajador y el micrófono entre 0.1 m y 0.3 m de la entrada del oído más expuesto al ruido (por lo general se ubica en la solapa de su ropa y/o cuello de camisa, teniendo siempre presente de no entorpecer el desarrollo normal del trabajo y así no introducir un nuevo riesgo en sus labores).
- f) Una vez colocado el instrumento de medición se puso en marcha el equipo, anotando la hora de inicio.
- g) Las mediciones se realizaron en la escala de ponderación A con una red de respuesta “slow” lento.
- h) Según la R.M. N.º 375-2008-TR debe tomarse en cuenta de forma obligatoria el límite máximo de ruido según el tiempo de exposición del trabajador, en este caso los puestos de trabajo evaluados fueron monitoreados 8 horas durante la jornada de trabajo, por lo que el límite máximo sería 85 dB. Si las mediciones obtenidas superaran este límite es obligatorio el uso de equipo de protección personal.

Se seleccionó todos los puestos de trabajo que participan en la operación de lanzado de shotcrete y que están expuestos a la fuente de ruido.

Tabla 7. Puesto de trabajo

| Item | Puesto de Trabajo |
|------|----------------------------|
| 1 | Operador de robot |
| 2 | Ayudante de robot |
| 3 | Operador de mixer |
| 4 | Asistente de mantenimiento |
| 5 | Jefe de guardia |
| 6 | Tecnico electricista |
| 7 | Mecanico |

Fuente: Autor

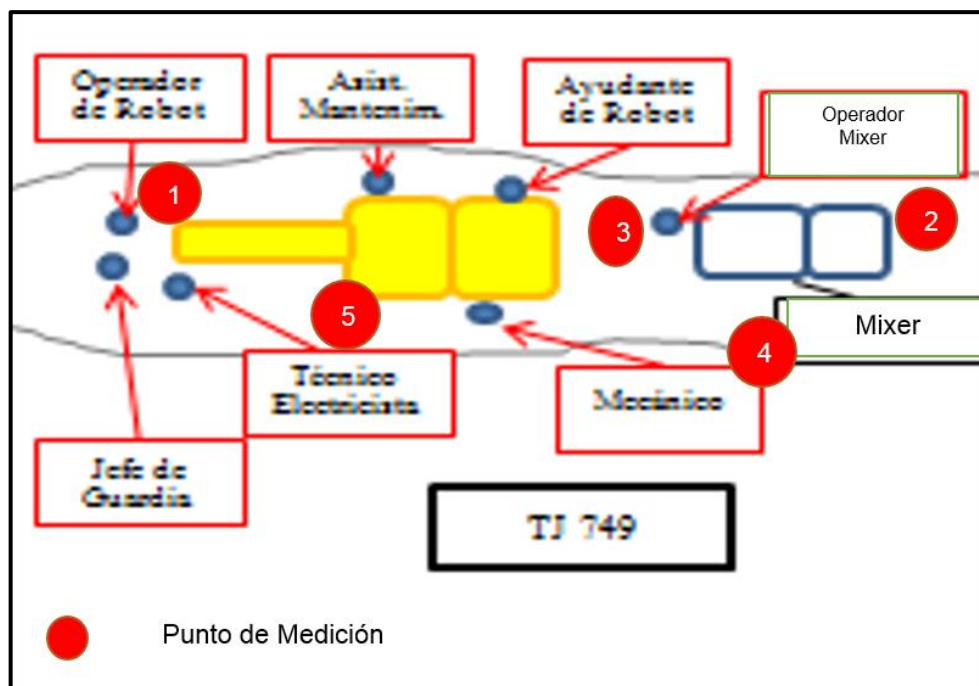


Figura 6. Puesto de trabajo

Fuente: Autor

Se determinaron la medición de las muestras en los puestos de trabajo que realizan actividades cerca de las fuentes de emisión de ruido, para este caso en el Nv 150, Tj 749 trabajan 07 personas en diferentes actividades relacionadas con el equipo robot y mixer a quienes se les coloco el equipo personal dosímetro para la medición, los resultados de la medición fueron:

Tabla 8. Resultados de medición

| N° | Puesto de Trabajo | Nivel de ruido medido | Nivel de Ruido R.M. N° 375-2008-TR | Comparación Directa | Protección Auditiva | Conclusión |
|----|----------------------------|-----------------------|------------------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| | | LASeq (dBA) | (dBA) | | NRR (dBA) | |
| 1 | Operador de robot | 98 | 85 | 98 > 85 | 10 | 98 > 85 NO CUMPLE |
| 2 | Ayudante de robot | 102 | 85 | 102 > 85 | 10 | 102 > 85 NO CUMPLE |
| 3 | Operador de mixer | 99 | 85 | 99 > 85 | 10 | 99 > 85 NO CUMPLE |
| 4 | Asistente de mantenimiento | 101 | 85 | 101 > 85 | 10 | 101 > 85 NO CUMPLE |
| 5 | Jefe de guardia | 97 | 85 | 97 > 85 | 10 | 97 > 85 NO CUMPLE |
| 6 | Tecnico electricista | 102 | 85 | 102 > 85 | 10 | 102 > 85 NO CUMPLE |
| 7 | Mecanico | 105 | 85 | 105 > 85 | 10 | 105 > 85 NO CUMPLE |

Fuente: Autor

De la evaluación realizada se puede determinar que los niveles de ruido se encuentran por encima de lo regulado por la normativa nacional, los puestos de trabajo evaluados se encuentran directamente expuestos al ruido.

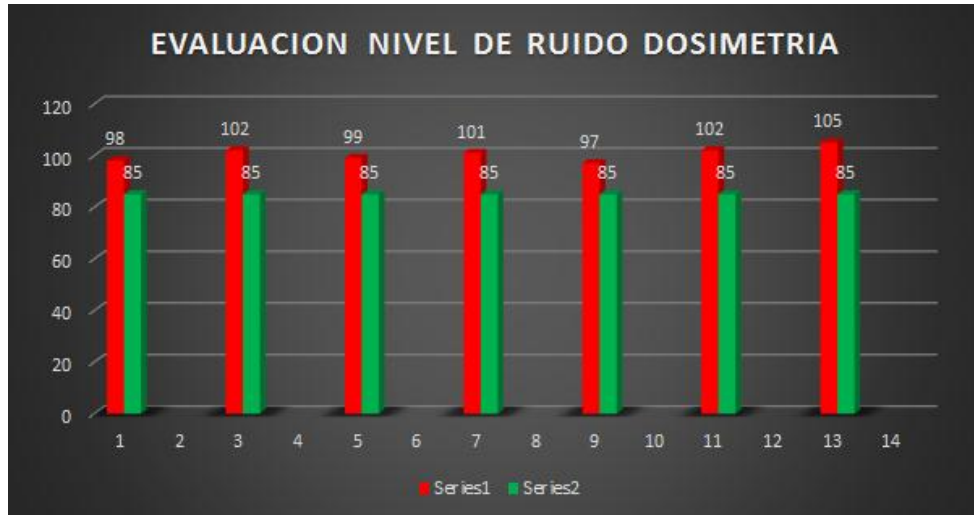


Figura 7. Evaluación de ruido

Fuente: Autor

Se puede verificar en la figura los resultados en los diferentes puestos de trabajo se encuentran por encima de lo que exige la norma nacional, considerando estos criterios el nivel de ruido es crítico en las operaciones que realizan los trabajadores.

5.4.3. Encuesta de trabajadores

Después de realizar la evaluación se realizó una medición a los trabajadores para esto se aplicó una encuesta de verificación de condiciones de ruido en el área de trabajo.

Tabla 9. Cuestionario ruido por exposición laboral

| RUIDO LABORAL | | | | | | | |
|--|--|--------------|--|--------|--|--------------------|----|
| Datos Personales | | | | Fecha: | | | |
| Nombre: | | Edad: | | Área: | | Puesto de trabajo: | |
| Experiencia | | Estado Civil | | Sexo | | | |
| RESPONDA LAS PREGUNTAS PLANTEADAS | | | | | | SI | NO |
| 1. ¿Están aisladas o tapadas completamente las piezas o máquinas ruidosas? | | | | | | | |
| 2. ¿Se atienden periódicamente las máquinas para evitar que aumente el ruido que hacen? | | | | | | | |
| 3. ¿Se utilizan materiales que absorben el sonido en el techo, las paredes o las tapas de máquinas? | | | | | | | |
| 4. ¿Se sustituye el equipo y las piezas ruidosas por modelos más silenciosos? | | | | | | | |
| 5. ¿Se utilizan barreras u obstáculos adecuados para evitar que el ruido se difunda? | | | | | | | |
| 6. El nivel de ruido es constante y continuo en el tiempo | | | | | | | |
| 7. El nivel de ruido sufre grandes variaciones a lo largo de la jornada | | | | | | | |
| 8. Existe habitualmente ruido de impactos (golpes) | | | | | | | |
| 9. Hay ruido aleatorio e inesperado en algún momento de la jornada que puede sobresaltar al | | | | | | | |
| 10. Existen ruidos de varios tipos combinados habitualmente | | | | | | | |
| 11. Existe algún tono o frecuencia del ruido predominante | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| TIEMPO DE RUIDO | | | | | | | |
| 12. ¿Usted está expuesto al ruido menor de 8 horas? | | | | | | | |
| 13. ¿Está protegida usted que trabaja con máquinas más ruidosas? | | | | | | | |
| 14. ¿Se rota a los trabajadores que están en zonas muy ruidosas para evitar que estén expuestos | | | | | | | |
| 15. ¿Se utilizan orejeras o tapones para los oídos? | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| CAPACIDAD AUDITIVA | | | | | | | |
| 1. Siente que las personas murmuran o hablan en voz muy baja con frecuencia | | | | | | | |
| 2. Sufre de zumbido en los oídos. | | | | | | | |
| 3. A menudo pide a sus oyentes que repitan lo que han dicho. | | | | | | | |
| 4. Su familia se queja de que el volumen de la radio o de la televisión está demasiado alto. | | | | | | | |
| 5. Ya no oye sonidos normales del hogar, tales como el goteo de un grifo o el sonido de un | | | | | | | |
| 6. Tiene dificultad para entender una conversación cuando está en un grupo grande o multitud | | | | | | | |
| 7. Tiene problemas para entender todas las palabras en una conversación. | | | | | | | |
| 8. Las conversaciones telefónicas le parecen cada vez más difíciles. | | | | | | | |
| 9. Estima problemas para escuchar cuando usted está de espaldas al oyente o la fuente de | | | | | | | |
| 10. Le comentan que habla alto o fuerte. | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| PERCEPCIÓN | | | | | | | |
| 11. ¿Ha notado que le tienen que repetir varias veces lo que le dicen porque usted no logra oír | | | | | | | |
| 12. Por ese motivo, ¿usted ha llegado a responder algo diferente de lo que se le pregunta? | | | | | | | |
| 13. Asimismo, ¿se ha sentido incómodo por tener que pedir varias veces que le repitan alguna | | | | | | | |
| 14. ¿Ha notado que le cuesta trabajo oír la conversación cuando está en un restaurante o en otros | | | | | | | |
| 15. ¿Le es difícil entender las palabras cuando hablan varias personas al mismo tiempo? | | | | | | | |
| 16. ¿Tiene dificultad para comprender las palabras cuando le hablan con voz susurrada? | | | | | | | |
| 17. ¿Tiene dificultad para entender lo que oye por radio o televisión a la intensidad que los demás | | | | | | | |
| 18. ¿Ha notado que no logra captar todo lo que dicen al ir al teatro, en conferencias o en la iglesia? | | | | | | | |
| 19. ¿Le cuesta trabajo oír cuando habla por teléfono? ¿Ha notado que le molestan más que | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | RESULTADO | |

Fuente: Instituto Nacional de seguridad e Higiene en el trabajo – 2010

Tabla 10. Encuesta trabajador

| RESPONDA LAS PREGUNTAS PLANTEADAS | SI | NO |
|--|-------------|-------------|
| REFERENCIAS LABORALES | | |
| 1. ¿Están aisladas o tapadas completamente las piezas o máquinas ruidosas? | | 7 |
| 2. ¿Se atienden periódicamente las máquinas para evitar que aumente el ruido que hacen? | | 7 |
| 3. ¿Se utilizan materiales que absorben el sonido en el techo, las paredes o las tapas de máquinas? | | 7 |
| 4. ¿Se sustituye el equipo y las piezas ruidosos por modelos más silenciosos? | | 7 |
| 5. ¿Se utilizan barreras u obstáculos adecuados para evitar que el ruido se difunda? | | 7 |
| 6. El nivel de ruido es constante y continuo en el tiempo | | 7 |
| 7. El nivel de ruido sufre grandes variaciones a lo largo de la jornada | | 7 |
| 8. Existe habitualmente ruido de impactos (golpes) | | 7 |
| 9. Hay ruido aleatorio e inesperado en algún momento de la jornada que puede sobresaltar al | | 7 |
| 10. Existen ruidos de varios tipos combinados habitualmente | | 7 |
| 11. Existe algún tono o frecuencia del ruido predominante | | 7 |
| RESULTADO | | 7 |
| TIEMPO DE RUIDO | | |
| 12. ¿Usted está expuesto al ruido menor de 8 horas? | | 7 |
| 13. ¿Está protegida usted que trabaja con máquinas más ruidosas? | | 7 |
| 14. ¿Se rota a los trabajadores que están en zonas muy ruidosas para evitar que estén expuestos | | 7 |
| 15. ¿Se utilizan orejeras o tapones para los oídos? | 7 | |
| RESULTADO | 1.75 | 5.25 |
| CAPACIDAD AUDITIVA | | |
| 1. Siente que las personas murmuran o hablan en voz muy baja con frecuencia | 2 | 5 |
| 2. Sufre de zumbido en los oídos. | | 7 |
| 3. A menudo pide a sus oyentes que repitan lo que han dicho. | | 7 |
| 4. Su familia se queja de que el volumen de la radio o de la televisión está demasiado alto. | | 7 |
| 5. Ya no oye sonidos normales del hogar, tales como el goteo de un grifo o el sonido de un | | 7 |
| 6. Tiene dificultad para entender una conversación cuando está en un grupo grande o multitud | | 7 |
| 7. Tiene problemas para entender todas las palabras en una conversación. | | 7 |
| 8. Las conversaciones telefónicas le parecen cada vez más difíciles. | 2 | 5 |
| 9. Estima problemas para escuchar cuando usted está de espaldas al oyente o la fuente de sonido. | 3 | 4 |
| 10. Le comentan que habla alto o fuerte. | 2 | 5 |
| RESULTADO | 0.9 | 6.1 |
| PERCEPCIÓN | | |
| 11. ¿Ha notado que le tienen que repetir varias veces lo que le dicen porque usted no logra oír | | 7 |
| 12. Por ese motivo, ¿usted ha llegado a responder algo diferente de lo que se le pregunta? | 2 | 5 |
| 13. Asimismo, ¿se ha sentido incómodo por tener que pedir varias veces que le repitan alguna | 2 | 5 |
| 14. ¿Ha notado que le cuesta trabajo oír la conversación cuando está en un restaurante o en otros | 1 | 6 |
| 15. ¿Le es difícil entender las palabras cuando hablan varias personas al mismo tiempo? | 2 | 5 |
| 16. ¿Tiene dificultad para comprender las palabras cuando le hablan con voz susurrada? | 2 | 5 |
| 17. ¿Tiene dificultad para entender lo que oye por radio o televisión a la intensidad que los demás | 3 | 4 |
| 18. ¿Ha notado que no logra captar todo lo que dicen al ir al teatro, en conferencias o en la iglesia? | 2 | 5 |
| 19. ¿Le cuesta trabajo oír cuando habla por teléfono? ¿Ha notado que le molestan más que | 1 | 6 |
| RESULTADO | 1.7 | 5.3 |

Fuente: Instituto Nacional de seguridad e Higiene en el trabajo – 2010

De la encuesta realizada a los trabajadores que realizan actividades en el área de lanzado de shotcrete podemos determinar que todos tiene problemas al momento de realizar sus actividades en el trabajo y esto es transmitido a su domicilio, se debe considerar controles a aplicar para evitar accidentes por falta de comunicación.

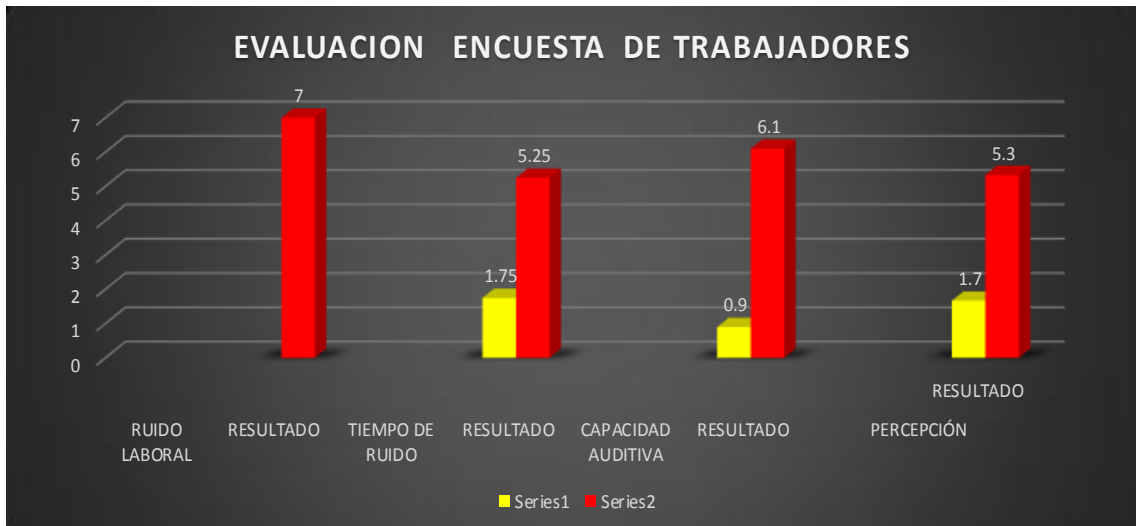


Figura 8. Evaluación de encuesta

Fuente: Autor

De la figura se determina que el trabajador percibe en su área de trabajo ruido con niveles altos el cual hace que sus actividades se realicen de manera inapropiada en algunos casos.

5.5. CONTROLES A APLICAR

Se determinó la aplicación de controles para reducir el índice de accidentabilidad e incidentes en las operaciones de lanzamiento de shotcrete, si bien es cierto los niveles de ruido no pueden ser eliminados, ni reducidos, pueden ser controlados con acciones de control por lo que se plantea un programa de cuidado de oído en la empresa, este programa consta de:

- Evaluación de EPP auditivos
- Capacitación en el uso de EPP auditivos
- Evaluación del nivel de ruido en las operaciones.
- Señalización en el área de trabajo con restricciones
- Evaluación de procedimientos de trabajo
- Evaluación médica periódica
- Mantenimiento preventivo de elementos del robot Putzmeister

5.6. EVALUACIÓN DE TRABAJADORES CON CONTROLES IMPLEMENTADOS

Después de implementados los controles podemos definir que hay una diferencia en los resultados de respuestas de los trabajadores que realizan actividades en el lanzamiento de shotcrete.

Tabla 11. Encuesta trabajador 2

| RESPONDA LAS PREGUNTAS PLANTEADAS | SI | NO |
|---|------------|------------|
| RUIDO LABORAL | | |
| 1. ¿Están aisladas o tapadas completamente las piezas o máquinas ruidosas? | 5 | 2 |
| 2. ¿Se atienden periódicamente las máquinas para evitar que aumente el ruido que hacen? | 5 | 2 |
| 3. ¿Se utilizan materiales que absorben el sonido en el techo, las paredes o las tapas de máquinas? | 5 | 2 |
| 4. ¿Se sustituye el equipo y las piezas ruidosas por modelos más silenciosos? | 5 | 2 |
| 5. ¿Se utilizan barreras u obstáculos adecuados para evitar que el ruido se difunda? | 5 | 2 |
| 6. El nivel de ruido es constante y continuo en el tiempo | 5 | 2 |
| 7. El nivel de ruido sufre grandes variaciones a lo largo de la jornada | 5 | 2 |
| 8. Existe habitualmente ruido de impactos (golpes) | 5 | 2 |
| 9. Hay ruido aleatorio e inesperado en algún momento de la jornada que puede sobresaltar al | 5 | 2 |
| 10. Existen ruidos de varios tipos combinados habitualmente | 5 | 2 |
| 11. Existe algún tono o frecuencia del ruido predominante | 5 | 2 |
| RESULTADO | 5 | 2 |
| TIEMPO DE RUIDO | | |
| 12. ¿Usted está expuesto al ruido menor de 8 horas? | 6 | 1 |
| 13. ¿Está protegida usted que trabaja con máquinas más ruidosas? | 5 | 2 |
| 14. ¿Se rota a los trabajadores que están en zonas muy ruidosas para evitar que estén expuestos | 6 | 1 |
| 15. ¿Se utilizan orejeras o tapones para los oídos? | 7 | 0 |
| RESULTADO | 6 | 1 |
| CAPACIDAD AUDITIVA | | |
| 1. Siente que las personas murmuran o hablan en voz muy baja con frecuencia | 3 | 3 |
| 2. Sufre de zumbido en los oídos. | 6 | 1 |
| 3. A menudo pide a sus oyentes que repitan lo que han dicho. | 5 | 2 |
| 4. Su familia se queja de que el volumen de la radio o de la televisión está demasiado alto. | 5 | 2 |
| 5. Ya no oye sonidos normales del hogar, tales como el goteo de un grifo o el sonido de un | 4 | 3 |
| 6. Tiene dificultad para entender una conversación cuando está en un grupo grande o multitud | 4 | 3 |
| 7. Tiene problemas para entender todas las palabras en una conversación. | 5 | 2 |
| 8. Las conversaciones telefónicas le parecen cada vez más difíciles. | 6 | 1 |
| 9. Estima problemas para escuchar cuando usted está de espaldas al oyente o la fuente de sonido. | 4 | 2 |
| 10. Le comentan que habla alto o fuerte. | 2 | 5 |
| RESULTADO | 4.4 | 2.4 |

Fuente: Instituto Nacional de seguridad e Higiene en el trabajo – 2010

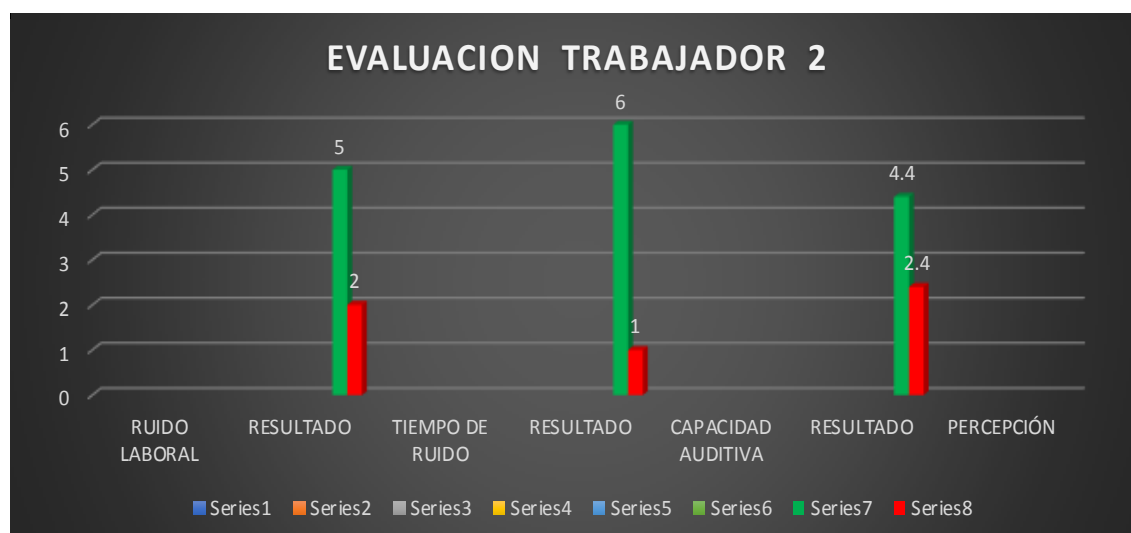


Figura 9. Evaluación de encuesta

Fuente: Autor

5.7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

De los resultados se puede definir que en el área de trabajo tomando como muestra el Tj 740 Nv 150, considerando los equipos que realizan constantemente el lanzamiento de shotcrete es decir el Robot Putzmeister y el Mixer Putzmeister, son fuentes generadoras de ruido por encima de los límites establecidos en la norma nacional y norma sectorizada de minería.

Tabla 12. Límites de lectura sonómetro

| PUNTOS | SONOMETRO | SERIE | AREA | EQUIPO | LECTURA dB | LIMITE dB | CUMPLE |
|--------|--------------|---------|--------|-------------|------------|-----------|--------|
| 1 | Víctor 824 A | 1069242 | Tj 749 | ROBOT | 101 | 85 | NO |
| 2 | Víctor 824 A | 1069242 | Tj 749 | ROBOT | 105 | 85 | NO |
| 3 | Víctor 824 A | 1069242 | Tj 749 | ROBOT/MIXER | 110 | 85 | NO |
| 4 | Víctor 824 A | 1069242 | Tj 749 | MIXER | 103 | 85 | NO |
| 5 | Víctor 824 A | 1069242 | Tj 749 | MIXER | 95 | 85 | NO |

Fuente: Autor

Además, la evaluación realizada al trabajador por puesto de trabajo determino que la dosis de ruido que el trabajador percibe en el área de trabajo está por encima de los límites permisibles establecidos por la norma nacional y la norma sectorizada, esta evaluación se realiza en un ambiente de trabajo real considerando las fuentes de emisión de ruido desde el punto de vista de daño al trabajador.

Tabla 13. Límites de lectura dosímetro

| N° | Puesto de Trabajo | Nivel de ruido medido | Nivel de Ruido R.M. N° 375-2008-TR | Comparación Directa | Protección Auditiva | Conclusión |
|----|----------------------------|-----------------------|------------------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| | | LASeq (dBA) | (dBA) | | NRR (dBA) | |
| 1 | Operador de robot | 98 | 85 | 98 > 85 | 10 | 98 > 85 NO CUMPLE |
| 2 | Ayudante de robot | 102 | 85 | 102 > 85 | 10 | 102 > 85 NO CUMPLE |
| 3 | Operador de mixer | 99 | 85 | 99 > 85 | 10 | 99 > 85 NO CUMPLE |
| 4 | Asistente de mantenimiento | 101 | 85 | 101 > 85 | 10 | 101 > 85 NO CUMPLE |
| 5 | Jefe de guardia | 97 | 85 | 97 > 85 | 10 | 97 > 85 NO CUMPLE |
| 6 | Tecnico electricista | 102 | 85 | 102 > 85 | 10 | 102 > 85 NO CUMPLE |
| 7 | Mecanico | 105 | 85 | 105 > 85 | 10 | 105 > 85 NO CUMPLE |

Fuente: Autor

Esta verificación de los niveles de ruido en el ambiente de trabajo es un indicador de que las fuentes generadoras no solo están causando un daño al trabajador desde el punto de vista de salud ocupacional, sino también desde el punto de accidentabilidad puesto que la condición de ruido excesivo en el área de trabajo hace difícil la comunicación entre los trabajadores al momento de realizar las coordinaciones para las diferentes actividades que se realizan al momento de la operación de lanzamiento de shotcrete.

Finalmente, la evaluación al trabajador en referencia a su percepción en el trabajo es determinante para definir que existe un riesgo inmediato de accidentabilidad, eso se evidencia con los resultados de la encuesta realizada, donde se observa que el área laboral el trabajador no percibe controles de seguridad en referencia al ruido producido por los equipos utilizados para la operación de lanzamiento de shotcrete.

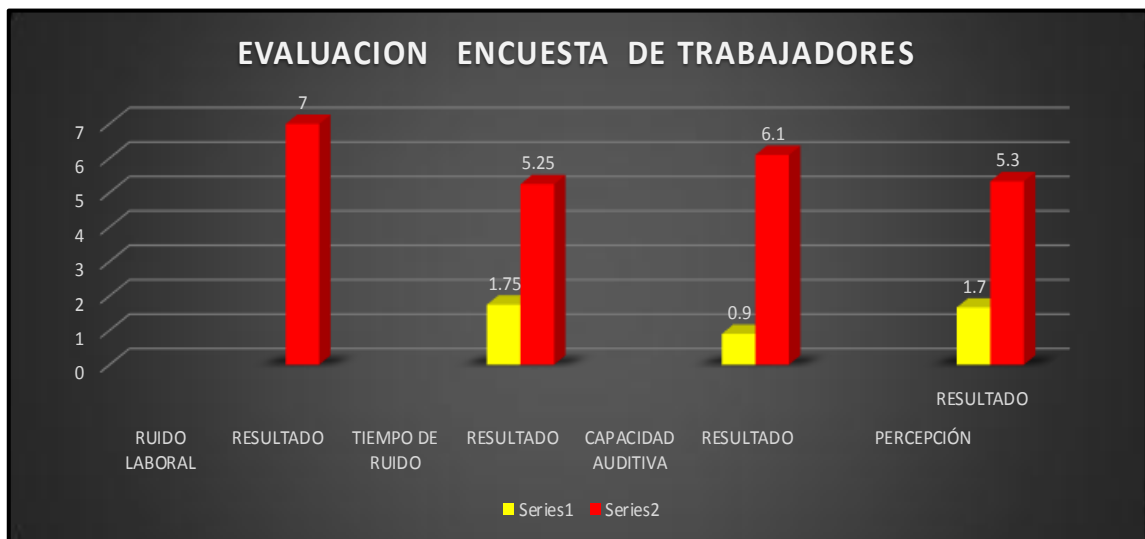


Figura 10. Evaluación de encuesta

Fuente: Autor

5.8. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS

Relacionado los resultados de la evaluación del ruido por la metodología de sonometría, la evaluación de ruido por la metodología de dosimetría y la evaluación al trabajador en referencia a la condición del área de trabajo.

Tenemos entonces que los equipos que realizan trabajos en la operación de lanzamiento de shotcrete están entre 95 dB y 100 dB, por tanto, los trabajadores reciben dosis de 98 dB a 105 dB dependiendo del acercamiento a las fuentes generadora de ruido como son el Robot Putzmeister y el Mixer Putzmeister durante la operación.

Entonces la condición general del área de trabajo según la evaluación a los trabajadores determina que existe un nivel de ruido al momento de realizar sus actividades las cuales hacen que las coordinaciones de trabajo entre los propios trabajadores sean mínimas por lo que se tiene un nivel de riesgo alto de accidentabilidad que se ven reflejados en incidentes menores, sin embargo, se tiene la referencia de un accidente incapacitante por falta de coordinación en el trabajo.

5.9. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Tabla 14. *Evaluación inicial y final*

| ITEM | 2018 | | | |
|------|--------------------|-----------------|-------------------|----------------------|
| | MESES | RUIDO LABORAL-1 | TIEMPO DE RUIDO-2 | CAPACIDAD AUDITIVA-3 |
| 1 | EVALUACION INICIAL | 0 | 1.75 | 0.9 |
| ITEM | 2018 | | | |
| | MESES | RUIDO LABORAL-1 | TIEMPO DE RUIDO-2 | CAPACIDAD AUDITIVA-3 |
| 1 | EVALUACION FINAL | 5 | 6 | 4.4 |

Fuente: Autor

Se evalúan los resultados de cada propuesta de evaluación de ruido.

Hi: La evaluación del nivel de ruido en las labores donde el Robot Lanzador de Shotcrete realiza actividades permite implementar controles para reducir accidentes.

Ho: La evaluación del nivel de ruido en las labores donde el Robot Lanzador de Shotcrete realiza actividades no permite implementar controles para reducir accidentes.

Se aplicó la prueba t de Student

Tabla 15. *Prueba T de Student*

| | Variable 1 | Variable 2 |
|--|--------------|------------|
| Media | 0.441666667 | 2.56666667 |
| Varianza | 0.540416667 | 8.16666667 |
| Observaciones | 6 | 6 |
| Coefficiente de correlación de Pearson | 0.729083851 | |
| Diferencia hipotética de las medias | 0 | |
| Grados de libertad | 5 | |
| Estadístico t | -2.191041864 | |
| P(T<=t) una cola | 0.009995786 | |
| Valor crítico de t (una cola) | 2.015048373 | |
| P(T<=t) dos colas | 0.009991571 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | 2.570581836 | |

Fuente: Autor

$$p < 0.05 \quad \longleftrightarrow \quad 0.009995786 < 0.05$$

Por lo que se rechaza H_0 y se VALIDA H_1 ; entonces, validamos que la evaluación del nivel de ruido en la labor donde el Robot Lanzador de Shotcrete realiza actividades permite implementar controles para reducir accidentes.

CONCLUSIONES

1. La evaluación del nivel de ruido en las labores donde el Robot Lanzador de Shotcrete realiza actividades permitirá implementar controles para reducir accidentes en la empresa CJ NETCOM - Unidad Minera Raura.
2. Mediante este estudio se determinó el nivel de ruido del Robot Lanzador de Shotcrete en la labor donde se realiza esta actividad en la empresa CJ NETCOM - Unidad Minera Raura.
3. Se implementó un programa de medidas de prevención para minimizar el nivel del ruido ocasionado por Robot Lanzador de Shotcrete en la empresa CJ NETCOM- Unidad Minera Raura.

RECOMENDACIONES

- Implementar un programa de evaluación del nivel de ruido en todas las labores donde el Robot Lanzador de Shotcrete realiza actividades de tal manera que se pueda tener datos e indicadores para implementar controles y reducir accidentes laborales producto del ruido en la empresa CJ NETCOM - Unidad Minera Raura.
- Verificar mediante un sonómetro las lecturas antes de iniciar actividades con el fin de mantener los niveles de ruido dentro del estándar planteado en la evaluación en la empresa CJ NETCOM - Unidad Minera Raura.
- Implementar un programa de evaluación de procedimientos de trabajo considerando las actividades que se realizan durante las operaciones de Lanzado de Shotcrete en la empresa CJ NETCOM- Unidad Minera Raura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Real decreto 286/2011, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. BOE nº 60 11-03-201. Disponible en:
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/TextosLegales/RD/2006/286_2011/PDFs/realdecreto2862006de10demarzsobrelaprotecciondelasal.pdf
- Andia Samaniego, (2016) tesis Ruido por exposición laboral y la capacidad auditiva del trabajador de la empresa ate textil Santa Anita, 2016
- Oborne, D. J. (2010). Ergonomía en acción la adaptación del medio de trabajo al hombre. México: Editorial Trillas S.A.
- T. R. E. Chavarry Silvera y E. F. Reategui García, Propuesta de para mejorar la aplicación del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo para reducir la hipoacusia profesional en los trabajadores del área de compactación de una empresa distribuidora de gas natural en Lima Metropolitana, Lima: Universidad Ricardo Palma, 2015.
- G. F. Masabanda Campaña, Propuesta de un sistema de aislamiento acustico y control de ruido en la planta de faenamamiento de la empresa POFASA, Quito: Universidad de las Américas, 2011
- H. P. Mellisho Ramírez, Estudio de ruido ocupacional para la prevención de la pérdida auditiva, en la planta concentradora de minerales “SANTA ROSA DE JANGAS” DE LA UNASAM-2017, Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2017
- S. C. Rojas Valverde y C. Sánchez Cornejo, Hipoacusia inducida por ruido en trabajadores de construcción civil de la constructora INARCO del centro comercial real plaza Huancayo_2015, Huancayo: Universidad del centro del Perú, 2015
- A. N. Calcina Mamani y E. G. Cruz Mamani, Prevención de riesgos debido al ruido en la construcción de bermas y veredas por la Empresa J. Cayo en Socabaya-Arequipa 2018, Arequipa: Universidad Tecnológica del Perú, 2019

ANEXOS



