

IDENTIFICACIÓN DE LOS DESÓRDENES MUSCULO ESQUELÉTICOS EN MIEMBROS SUPERIORES ASOCIADOS AL EFECTO VIBRATORIO DURANTE LA PERFORACIÓN EN TRABAJADORES DE MINERÍA SUBTERRÁNEA

ESPINEL, Fredi. VEGA, Álvaro, ALVAREZ, Daniel Palabras claves: Músculo esqueleto, miembros superiores, vibración, Minería subterránea

Descripción: El proyecto que se ha denominado Identificación de los desórdenes musculo esqueléticos en miembros superiores asociados al efecto vibratorio durante la perforación en trabajadores de minería subterránea, mediante un estudio descriptivo correlacional y aplicado a trabajadores de las minas subterráneas de carbón subterráneo localizadas en el municipio de Guachetá, se realizó con el objetivo de Identificar los posibles desórdenes musculo esqueléticos en miembros superiores asociados al efecto vibratorio durante la perforación en trabajadores de minería subterránea. El diseño de la investigación es descriptivo de corte transversal, con el fin de identificar el riesgo por condiciones ergonómicas en las extremidades superiores al desarrollar actividades de perforación en minas de carbón subterráneo, mediante la aplicación de encuestas a trabajadores del sector minero del carbón en el municipio

de Guachetá y utilizando la estadística como técnica de análisis de los datos recogidos mediante las fuentes primarias y secundarias.

FUENTES: Se consultaron un total de 36 referencias distribuidas así: sobre el tema de la minería subterránea se consultaron 11 referencias, acerca de la Seguridad y salud en el trabajo 15 referencias, y 10 acerca del riesgo ergonómico que afectan el músculo esqueleto.

CONTENIDO: Para llevar a cabo la presente investigación se investigaron aspectos que son relevantes en los países tercermundistas, como los de África del Sur, específicamente Zambia, encontrando que “es común en la actividad minera ver escasas intervenciones y programas de prevención en los factores de riesgo ergonómicos, aumentando las tasas de lesiones musculo esqueléticas con respecto a otros países; los padecimientos musculo esqueléticos que ocupan el primer lugar son dolores lumbares y lesiones

vertebrales, seguido de molestias en hombros y muñecas, determinando un aumento del ausentismo laboral por inadecuado control de factores de riesgo, como: “cargar y empujar objetos pesados por largas trayectorias y periodos de tiempo, mantener posturas incómodas, movimientos repetitivos, exposición a vibración constante, algunos intensificados por las condiciones del terreno de trabajo” (Richard Kunda, José Frantz, Farhana Karachi. , 2013).

También se evidenciaron varios estudios que se llevaron a cabo en China con respecto a Zambia, “un país con una importante problemática socioeconómica y grandes índices de desigualdad, en investigaciones respectivas a cada país se obtuvieron conclusiones similares, encontrando que las lesiones musculo esqueléticas tenían mayor incidencia en situaciones donde se presentaba una exposición prolongada a factores de riesgo ergonómicos, como: posturas mantenidas, manejo de cargas, movimientos repetitivos, y caminatas por tiempo prolongado” (Xu G, Pang D, Liu F, Pei D, Wang S, Li L., 2011).

Ya a nivel nacional se consultaron investigaciones que ha permitido identificar el papel de la minería en

Colombia, la cual ha jugado un papel muy importante en los ingresos y economía, evidencia de esto podemos encontrar en un informe realizado por la Agencia Nacional de Minería en el año 2013 donde dicho sector aportó el 2,2% del PIB (producto interno bruto) total, representando en el exterior una IED (Inversión Extranjera Directa) de 2,9 millones de USD, el 17,4% de la IED total, además, las exportaciones del sector ascendieron a más de 2,3 mil millones de USD, 1 de cada 6 USD de exportaciones provinieron de la minería; .En 2012, las regalías generadas por el sector minero fueron cercanas a los 2 billones de pesos, con una participación del carbón de 82%”. (Promoción Minera | Agencia Nacional de Minería ANM [Internet]. [citado 2 de, 2013)

Finalmente se profundizó en aspectos en el campo de salud, determinando que se ha avanzado hacia el estudio de las condiciones de trabajo para disminuir probabilidad de enfermedad y mejorar rendimiento de los trabajadores a través de la investigación; en estudios realizados sobre riesgo asociado a carga física y postura, países como Chile, México y España han descrito el Síndrome de Rodilla de Minero asociado a la topografía del lugar para explotación” (Enest, 2014).

METODOLOGÍA: Se desarrolló un estudio descriptivo correlacional de tipo cuantitativo, donde se recogieron datos estadísticos a partir de las variables evaluadas relacionadas con las condiciones ergonómicas en las extremidades superiores al desarrollar actividades de perforación en minas de carbón subterráneo.

El diseño de la investigación es descriptivo de corte transversal, en el cual se desarrollaron actividades como:

Aplicación de encuestas para identificar las condiciones de riesgo ergonómico en las extremidades superiores durante el desarrollo de las tareas asociadas a la perforación en minas de carbón subterráneo

Tabulación de la información correspondiente y derivada de las encuestas

Establecimiento de las consecuencias derivadas en la salud de los trabajadores a corto, mediano y largo plazo

Definición del sistema de Control frente a las condiciones de riesgo ergonómico en las extremidades superiores al desarrollar actividades de perforación en minas de carbón subterráneo

Generación planes de mitigación de los factores de riesgo que facilitan la aparición de patologías derivadas del riesgo ergonómico en las actividades de perforación en minas de carbón subterráneo.

CONCLUSIONES: Identificar las condiciones de riesgo ergonómicos en las extremidades superiores al desarrollar actividades de perforación en minas de carbón subterráneo.

Evidentemente el riesgo al cual están expuestos los trabajadores cuya actividad es el manejo de herramientas de alto nivel de vibración, es altamente significativo, llegando a determinar la presencia de enfermedades en las manos que se convierten en patologías crónicas, desencadenando incapacidad para el desarrollo de una actividad laboral eficaz y con calidad. Por lo tanto requiere de un control ergonómico que minimice el riesgo y contribuya a una mejor calidad de vida del trabajador afectado.

IDENTIFICACIÓN DE LOS DESÓRDENES MUSCULO ESQUELÉTICOS EN
MIEMBROS SUPERIORES ASOCIADOS AL EFECTO VIBRATORIO DURANTE LA
PERFORACIÓN EN TRABAJADORES DE MINERÍA SUBTERRÁNEA

FREDI JAVIER ESPINEL

ÁLVARO FABIÁN VEGA RODRÍGUEZ

DANIEL ESTEBAN ÁLVAREZ MONSALVE

AUTORES

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA UNITEC

ESPECIALIZACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

SOGAMOSO, OCTUBRE 2019

IDENTIFICAR LOS POSIBLES DESÓRDENES MUSCULO ESQUELÉTICOS EN
MIEMBROS SUPERIORES ASOCIADOS AL EFECTO VIBRATORIO DURANTE LA
PERFORACIÓN EN TRABAJADORES DE MINERÍA SUBTERRÁNEA

IVÁN GUILLERMO GÁLVEZ ROMERO

DIRECTOR

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA UNITEC

ESPECIALIZACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

SOGAMOSO, OCTUBRE 2019

Página de aprobación

Jurado

Jurado

Jurado

Fecha _____

Dedicatoria

A la Universidad

Agradecemos a Dios por brindarnos la oportunidad de concluir nuestra carrera permitiéndonos la perseverancia y los recursos necesarios para ello.

A la universidad por gran sentido de calidad, efectividad y eficiencia en el desarrollo del proceso de aprendizaje.

A nuestros asesores por su diligencia, acompañamiento oportuno y entrega con sentido de pertenencia a lo largo de nuestro proceso de formación.

A nuestras familias por su acompañamiento incondicional.

Con sentimiento de gratitud y aprecio

Identificación de los desórdenes musculo esquelético

Contenido

Planteamiento Del Problema	18
Objetivos.....	19
Objetivo General.....	19
Objetivos específicos	19
Justificación	20
Marco Teórico.....	21
Marco Empírico	21
Marco conceptual	25
Minería de carbón.	25
Mina subterránea.....	25
Seguridad en las Minas	26
Ergonomía.	26
Carga física.....	27
Carga estática.	27
Carga dinámica.....	27
Movimientos repetitivos.	28
Manejo de cargas.....	28
Evaluación postural.....	28
Marco Legal.....	29
Marco Metodológico	30
Tipo de Estudio	31
Método	31
Población.....	31
Herramientas o instrumentos.....	31
Procedimiento	31
Resultados estadísticos:.....	33
Rangos de edad.....	33
Dedicación de tiempos	34
Tiempo de trabajo en el cargo	34
Dolores presentados en los brazos.....	35

Participación en actividades de salud organizadas por la empresa	36
Presencia de enfermedades profesionales	37
Sensación de cansancio en los brazos	37
Promedio de perforación al día.....	38
Resultados derivados del análisis terapéutico	39
Tendinitis	39
Presencia de dolores en los hombros.....	39
Deformación en los huesos de la mano	40
Conclusiones	42
Referencias	44

Lista de tablas

Tabla 1: Marco Legal de la Minería y De SST en Minería Subterránea de Carbón.....	29
Tabla 2: Marco legal sobre ergonomía y SST	29
Tabla 3: Marco normas técnicas sobre SST y Ergonomía.....	30
Tabla 4: Rangos y porcentajes de la muestra.....	32

Lista de gráficos

Gráfico 1: Rangos y porcentajes de la muestra.....	32
Gráfico 2: Distribución por rangos de edad.....	33
Gráfico 3: Uso del tiempo libre	34
Gráfico 4: Tiempo de trabajo en el cargo	35
Gráfico 5: Dolores presentados en los brazos.....	35
Gráfico 6: Participación en actividades de salud organizadas por la empresa	36
Gráfico 7: Presencia de enfermedades profesionales	37
Gráfico 8: Sensación de cansancio en los brazos	38
Gráfico 9: Promedio de perforación al día.....	38

Resumen

El proyecto que se ha denominado Identificación de los desórdenes musculo esqueléticos en miembros superiores asociados al efecto vibratorio durante la perforación en trabajadores de minería subterránea, mediante un estudio descriptivo correlacional y aplicado a trabajadores de las minas subterráneas de carbón subterráneo localizadas en el municipio de Guachetá,

En la primera parte se inicia planteando un problema de acuerdo con los conocimientos técnicos desarrollados en el pregrado por los integrantes del grupo como ingenieros de minas (desorden osteomuscular), continúa estableciendo la pregunta de investigación para de esta forma determinar si es factible desarrollar un proyecto de investigación basado en este principio.

Este proyecto establece en sus objetivos tanto general como específico como están ligados con los desórdenes osteomusculares durante el desarrollo de actividades de perforación.

Los martillos con frecuencia presentan fugas de aire, aceites y aguas, en algunas situaciones ausencia de inyección de agua, generando vibraciones que transmiten por contacto directo con las manos del operador; algunos presentan deficiencias de amortiguación y sistemas de control lo que aumenta el riesgo por sobrecarga osteo-muscular.

Con el desarrollo de esta investigación se busca identificar los posibles desórdenes musculo esqueléticos en miembros superiores asociados al efecto vibratorio durante la perforación en trabajadores de minería subterránea y establecer las medidas preventivas necesarias para mitigar los efectos en la salud de los trabajadores de la empresa UNIMINAS del municipio de GUACHETA, en el departamento de Cundinamarca.

Por último, se plasman las hipótesis establecidas a través del análisis al marco teórico encontrado, las conclusiones referentes y relacionadas hasta el avance del proyecto, seguido de la recopilación bibliográfica utilizada en el desarrollo de este.

Palabras claves: Extremidades superiores, Riesgo ergonómico, desordenes musculo esqueléticos.

Abstract

The project called Identification of musculoskeletal disorders in upper limbs associated with the vibratory effect during drilling in underground mining workers, through a descriptive correlational study and applied to workers in underground coal mines located in the municipality of Guachetá.

In the first part, it begins by posing a problem according to the technical knowledge developed in the undergraduate by the group members as mining engineers (musculoskeletal disorder), continues to establish the research question to determine if it is feasible to develop a project of research based on this principle.

This project establishes in its objectives both general and specific as they are linked to musculoskeletal disorders during the development of drilling activities.

Hammers often have air, oil and water leaks, in some situations absence of water injection, generating vibrations that transmit by direct contact with the operator's hands; Some have deficiencies in damping and control systems, which increases the risk of osteo-muscular overload.

With the development of this research, we seek to identify the possible musculoskeletal disorders in the upper limbs associated with the vibratory effect during drilling in underground mining workers and establish the necessary preventive measures to mitigate the health effects of UNIMINAS company workers. municipality of GUACHETA, in the department of Cundinamarca.

Finally, the established hypotheses are captured through the analysis of the theoretical framework found, the related and related conclusions up to the progress of the project, followed by the bibliographic compilation used in its development.

Keywords: Upper extremities, Ergonomic risk, skeletal muscle disorders.

Introducción

La minería en Colombia ocupa un reglón muy importante en la economía del país, esta se divide en dos grandes grupos, Minería a Cielo Abierto y minería bajo tierra, caracterizada por su tamaño se puede hablar de minería a gran escala, minería a mediana escala y pequeña minería o minería artesanal. La minería a cielo abierto a gran escala se presenta principalmente en los departamentos de Cesar, Guajira y Córdoba mientras que la mediana minería y pequeña minería en su gran mayoría de minería bajo tierra se encuentra distribuida casi en la totalidad de los departamentos, Boyacá, Cundinamarca, Norte de Santander y Antioquia se caracterizan en la producción de carbón mediante la aplicación de diferentes métodos de explotación aplicados en la minería bajo tierra que obedecen a las condiciones geológicas, la profundidad de los yacimientos, la inclinación y el espesor de los mismos.

Las tres etapas de la minería son: la preparación, el desarrollo y la explotación de mineral, en cada una de estas etapas se realiza a diferente escala la actividad de perforación de barrenos para lo cual se necesita un potencial productivo que depende directamente o en gran medida de un recurso humano cualificado y calificado, capaz de responder integralmente a la dinámica del sector.

Uno de los factores que presenta mayor índice de morbilidad, en la minería subterránea del carbón, es la presencia de enfermedades musculo esqueléticas; las estadísticas de morbilidad a nivel mundial muestran un gran número de víctimas por accidentes originados por la presencia de condiciones ergonómicas en las labores subterráneas, por lo tanto se ve la necesidad de abordar este problema para llevar a cabo el presente estudio y de esta manera detectar esto hace necesario acoger este peligro como estudio de investigación que pueda colaborar a la minimización de las enfermedades en las minas de carbón.

“El sector minero, es una de las actividades económicas en crecimiento del país, ha sido el que más rápido desarrollo ha tenido en los últimos años y se ha convertido en una importante fuente de empleo y de generación de riqueza para el país. Sin embargo, esta industria afronta retos importantes tanto desde la perspectiva ambiental como de seguridad y salud de los trabajadores que en ella laboran” (Piedrahíta, 2013)

“El desarrollo de la minería subterránea del carbón en Colombia y los procesos tecnológicos incluidos han traído consigo un aumento de los factores de riesgos en el ambiente laboral minero, aumentando las probabilidades de accidente de trabajo y enfermedades profesionales en la población de trabajadores expuestos. Como es bien conocido, la salud a nivel mundial es considerada como un pilar fundamental en el desarrollo de un país, constituye una estrategia de lucha contra la pobreza, sus acciones están dirigidas a la promoción y protección de la salud de los trabajadores, y la prevención de accidente de trabajo y riesgos profesionales causados por las condiciones de trabajo y riesgos ocupacionales en las diversas actividades económicas. Siendo la minería considerada en Colombia como una actividad de alto riesgo, es de gran importancia proteger al trabajador minero del carbón, aplicando sin hacer caso omiso de los tratados internacionales y demás regularidades vigentes” (Chacon, 2011)

En el altiplano cundiboyacense, región minera, se evidencia que en el transcurrir del tiempo se han presentado accidentes de trabajo ocasionados por explotación de gas metano CH₄, por inhalación de gas asfixiante monóxido de carbono CO, por derrumbe, desprendimiento de roca; siendo los principales factores de los accidentes mortales, a su vez existen diferentes enfermedades laborales crónicas, como los desórdenes osteomusculares en los trabajadores de la labor minera, y que no se tiene ningún tipo de estudio o modelo que permitan definir acciones con criterio de un estudio previo, por la forma como se realiza la labor en los socavones, ya que existen diferentes tipos de mantos de diferentes medidas, unas muy altas, otras demasiado bajas, y hacen que el trabajador se exponga al riesgo postural. La carencia de estudios propios a la población dificulta la intervención ergonómica en el desarrollo de estas labores mineras subterráneas; es por ello que es necesario realizar un estudio donde se evalúen los factores de riesgo por carga postural en estos trabajadores mineros dedicados a la actividad de perforación de frentes en frentes de la minería subterránea.

El departamento de Boyacá, uno de los más antiguos de la nación colombiana, alberga en su territorio montañoso sobre la cordillera Oriental una compleja y maravillosa diversidad geológica, la que da lugar a paisajes singulares de gran belleza sobre los cuales existen variados e importantes recursos mineros de múltiples y propiedades y utilidades como el

carbón, la caliza, el caolín, las aguas termo minerales, las esmeraldas, las areniscas y las arcillas. (Avellaneda, 2013)

Los pueblos ancestrales que ocuparon el altiplano boyacense en el centro y hacia el norte, explotaron la arcilla para construir su cerámica y el carbón para la cocción de la misma; las fuentes termales de Paipa fueron utilizadas para el baño y la recreación en sus pozos naturales y el salitre que emanaba de las mismas fue utilizado desde la época de la Colonia como insumo para la ganadería por el invasor español, que utilizó la mano de obra indígena para su explotación mediante el trabajo como esclavos. (Avellaneda, 2013)

1 Planteamiento Del Problema

La producción de mineral y el avance de túneles en roca, en los trabajos de minería bajo tierra se da de acuerdo a lo proyectados en los Plan de Trabajos y Obras de cada una de las minas, esto implica que en cada frente se debe desarrollar labor de desarrollo o explotación, con el firme propósito de cumplir con lo planteado en los documentos se hace necesario el uso de martillos perforadores para el alistamiento y perforada de barrenos indispensables para ejecutar las voladuras.

En los diferentes frentes de desarrollo o explotación un trabajador – picador es el encargado de operar la maquina (perforadora) cuyo peso se encuentra entre los 14 o 16 kilos dependiendo del tamaño y características técnicas de la misma, cuenta con cuatro velocidades y su principio de funcionamiento es la roto percusión, genera vibración en la barrena que es transmitida a la perforadora y a su vez mediante contacto a través de mano brazo y hombro llega al operador – picador.

Lo anterior puede generar efectos en los músculos y huesos del trabajador – picador, de igual forma la posición de la máquina, el ángulo de perforación, el tiempo de exposición y la posición ergonómica que adopta el trabajador juegan un papel muy importante en los desórdenes musculo esqueléticas que puedan generarse con el desarrollo de esta actividad.

De igual forma los escapes de aire, agua o fluidos, que pueden estar presentes por defectos en los martillos perforadoras y la inyección de agua mientras se perfora, pueden generar cambios de temperaturas corporales en los trabajadores ocasionando traumas en los sistemas óseos o esqueléticos.

Basados en las razones anteriormente expuestas, se pretende con este proyecto de investigación identificar los posibles desórdenes musculo esqueléticos en miembros superiores asociados al efecto vibratorio durante la perforación en trabajadores de minería subterránea y si existen establecer medidas para mitigar el efecto causado

2 Objetivos

2.1 Objetivo General

Identificar los posibles desórdenes musculo esqueléticos en miembros superiores asociados al efecto vibratorio durante la perforación en trabajadores de minería subterránea

2.2 Objetivos específicos

Identificar las condiciones de riesgo ergonómicos en las extremidades superiores al desarrollar actividades de perforación en minas de carbón subterráneo

Controlar las condiciones de riesgo ergonómicos en las extremidades superiores al desarrollar actividades de perforación en minas de carbón subterráneo

Mitigar las condiciones de riesgo ergonómicos en las extremidades superiores al desarrollar actividades de perforación en minas de carbón subterráneo

3 Justificación

Toda actividad realizada involucra directa o indirectamente al personal a la exposición de peligros, que puede llegar a tener efectos graves para la salud de los trabajadores; se puede decir que la minería es una actividad de alto riesgo y por ende se deben realizar inspecciones o un seguimiento riguroso para la identificación de los peligros y al mismo tiempo una evaluación de los riesgos, para buscar controles que disminuyan los mismos.

De la misma manera, este estudio identificará los posibles desórdenes musculo esqueléticos en miembros superiores asociados al efecto vibratorio durante la perforación en trabajadores de minería subterránea y establecerá las medidas de control necesarias para mitigar dichos efectos

4 Marco Teórico

4.1 Marco Empírico

Históricamente, la actividad minera ha tenido altos índices de fatalidad y aparición de enfermedades perseverantes y de larga duración.

A nivel internacional, en Australia, la mina de Queensland, desde el año 2006 ha estado implementando un programa de prevención para la aparición de desórdenes musculo esqueléticos en trabajadores de minas subterráneas, teniendo tan buenos resultados que para el año 2009 publicaron en asociación con la empresa New South Sales, una guía práctica para el manejo de lesiones músculo esqueléticas y prevención de las mismas” (Trudy g: Queensland, 2012).

En países tercermundistas, como los de África del Sur, específicamente Zambia, “es común en la actividad minera ver escasas intervenciones y programas de prevención en los factores de riesgo ergonómicos, aumentando las tasas de lesiones musculo esqueléticas con respecto a otros países; los padecimientos musculo esqueléticos que ocupan el primer lugar son dolores lumbares y lesiones vertebrales, seguido de molestias en hombros y muñecas, determinando un aumento del ausentismo laboral por inadecuado control de factores de riesgo, como: “cargar y empujar objetos pesados por largas trayectorias y periodos de tiempo, mantener posturas incómodas, movimientos repetitivos, exposición a vibración constante, algunos intensificados por las condiciones del terreno de trabajo” (Richard Kunda, José Frantz, Farhana Karachi. , 2013).

También se realizaron estudios en China con respecto a Zambia, “un país con una importante problemática socioeconómica y grandes índices de desigualdad, en investigaciones respectivas a cada país se obtuvieron conclusiones similares, encontrando que las lesiones musculo esqueléticas tenían mayor incidencia en situaciones donde se presentaba una exposición prolongada a factores de riesgo ergonómicos, como: posturas mantenidas, manejo de cargas, movimientos repetitivos, y caminatas por tiempo prolongado” (Xu G, Pang D, Liu F, Pei D, Wang S, Li L., 2011).

La implementación de programas de prevención teniendo en cuenta los diferentes roles de trabajadores dentro de una mina subterránea, está mejor organizada y regulada en

países desarrollados; siendo el porcentaje de lesiones en mineros mucho menor, disminuyendo el ausentismo laboral y la aparición de lesiones musculo esqueléticas; internacionalmente los resultados arrojados por investigaciones concluyen que los datos epidemiológicos a nivel mundial de los riesgos ocupacionales asociados al desarrollo de lesiones musculo esqueléticas son escasos.

En Colombia, la minería ha jugado un papel muy importante en los ingresos y economía, evidencia de esto podemos encontrar en un informe realizado por la Agencia Nacional de Minería en el año 2013 donde dicho sector aportó el 2,2% del PIB (producto interno bruto) total, representando en el exterior una IED (Inversión Extranjera Directa) de 2,9 millones de USD, el 17,4% de la IED total, además, las exportaciones del sector ascendieron a más de 2,3 mil millones de USD, 1 de cada 6 USD de exportaciones provinieron de la minería; .En 2012, las regalías generadas por el sector minero fueron cercanas a los 2 billones de pesos, con una participación del carbón de 82%”. (Promoción Minera | Agencia Nacional de Minería ANM [Internet]. [citado 2 de, 2013). Es un país donde la explotación de minerales subterráneos es alta lo que significa que dicha industria ofrece un soporte socioeconómico significativo a nivel local, regional y nacional “ (Gobernación de Antioquia. Minería. Antioquia Región de oportunidades mineras., 2014).

En el campo de salud se ha avanzado hacia el estudio de las condiciones de trabajo para disminuir probabilidad de enfermedad y mejorar rendimiento de los trabajadores a través de la investigación; en estudios realizados sobre riesgo asociado a carga física y postura, países como Chile, México y España han descrito el Síndrome de Rodilla de Minero asociado a la topografía del lugar para explotación” (Enest, 2014).

En Colombia el ministerio de protección social, dando curso a la política del SGRL (sistema general de Riesgos laborales), y dentro de los lineamientos para la determinación de origen de la enfermedad , presento en el año 2011 la “Guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacional”, basado en estándares internacionales, con el fin de estandarizar para nuestro país los conceptos técnicos y proponer esta guía al análisis de los riesgos, entre ellos los ergonómicos, directamente asociados con la presentación de desórdenes osteomusculares. (Ministerio de Proteccion Social, 2011) .

A la vez En Colombia, en los años 2003-2005, el Ministerio de la Protección Social, desarrolló el estudio de las condiciones de salud de la población trabajadora para determinar como primera causa de morbilidad laboral las asociadas al sistema musculo esquelético, siendo los DME (desordenes musculo esqueléticos) el tipo de patología más de mayor frecuencia diagnosticada, como respuesta al plan nacional de salud ocupacional. (Ministerio de la proteccion Social , 2004)

En el municipio de Paipa Boyacá, existe un estudio cuyo “objeto fue describir condiciones de trabajo y estado de salud en una muestra de mineros informales del carbón en Paipa, Boyacá, estudio en el que se encontró un alto riesgo ocupacional, población vulnerable, mal remunerada, sin protección laboral. Bajo nivel educativo, trabajo infantil, dieta inadecuada, consumo de alcohol y ambiente inapropiado son factores de riesgo encontrados, que se expresan principalmente como traumatismos, lesiones oculares, enfermedades respiratorias y alteraciones del sistema osteomuscular” (Ospina, Manrique, & Guio, 2010).

Un estudio realizado en el año 2004 en minas de carbón de Ubaté con diferentes tipos de terreno concluyó que los desórdenes musculo esqueléticos encontrados en columna y hombro se asocian a la permanente postura en flexión de columna cervical y lumbar acompañado de esfuerzos para los movimientos de rotación y manipulación de pesos entre diez y veinte kilos; en las minas horizontales .el 86,7% de los trabajadores refirió al menos un episodio de lumbalgia en el último año, se detectó hombro caído en un 66,7% siendo el derecho el más afectado; se evidenció desplazamiento del eje anteroposterior de la columna vertebral en 80% y con respecto al eje lateral un 40%; en minas inclinadas 66,7% presentó lumbalgia, 41,6% hombro caído con predominio de pecho, 83,3% alteraciones en el eje anteroposterior de la columna vertebral y un 33,3% cambios en el eje lateral. “ (Velandia & Muñoz, 2014).

Adicionalmente, un estudio realizado en las minas de “Carbón de Paipa- Colombia, con el objetivo de describir condiciones de trabajo y estados de salud en una población de 196 mineros informales, encontró que 27,55% presentaban síntomas de mialgias, 19,38% artralgias; los accidentes de trabajo presentados eran 18,75% trauma en mano, 15,7% fracturas en miembros superiores y 12,5% trauma en columna; existen muchos riesgos inherentes a esta labor, sin embargo los ergonómicos no han sido estudiados a profundidad

para ofrecer una plan efectivo en prevención y control, se desconoce la cultura del autocuidado y no se han generado conocimientos acerca de los riesgos asociados, con el objetivo de brindar un ambiente laboral que garantice la seguridad y salud de los trabajadores del sector minero (Ministerio del Trabajo, Universidad Nacional - Facultad de Minas. , 2013)”.

Aunque se han realizado estudios en Colombia sobre el desarrollo de desórdenes musculo esqueléticos en minería asociados a la exposición de factores de riesgo ergonómicos por sobrecarga dinámica la información es poca, e inclusive en el departamento de Antioquia no existe evidencia alguna para lo mismo. Donde se realiza dicha actividad de forma empírica y artesanal la probabilidad de presencia de este tipo de enfermedades y de lesiones es alta.

5 Marco conceptual

5.1 Minería de carbón.

La minería de carbón se realiza en unos 50 países; se pueden encontrar minas modernas en las que utilizan equipos avanzados de control remoto, y minas excavadas a mano en las que el carbón se extrae y transporta manualmente, a menudo en condiciones inseguras y nocivas para la salud.

La mina subterránea tiene como característica que va cambiando de forma y tamaño hora tras hora debido a la extracción del carbón de los depósitos naturales sin llegar a afectar los estratos alrededor de este, no tiene luz natural ni ventilación. La extracción, transporte y procesamiento del carbón pueden conllevar diversos riesgos para la seguridad y la salud que pueden dar lugar a lesiones, enfermedades y muerte; ya que es históricamente una de las actividades de más alto riesgo para la salud y seguridad de los trabajadores.

El carbón es un valioso y abundante recurso natural; podemos encontrar el carbón térmico como fuente principal de producción de energía, se convierte en un combustible esencial para la producción de acero y otras actividades industriales, el carbón de coque o carbón metalúrgico. Es una roca sedimentaria que está compuesta principalmente de carbono, hidrógeno y oxígeno; es negro y brillante, que se forma de la vegetación consolidada entre estratos de roca, alteradas durante millones de años por efectos combinados de presión y calor. (Minería, 2011, pág. 477)

5.2 Mina subterránea

“La minería subterránea o de socavón desarrolla su actividad por debajo de la superficie del terreno. Las labores características de este sistema de explotación son los túneles, pozos, chimeneas, etc. La obtención del recurso se puede realizar de forma manual y mecánica, son actividades y operaciones mineras desarrolladas bajo tierra o subterráneamente” (Energía, 2013).

- Los métodos más empleados son: Túneles, Pilares
- Riesgos En Las Actividades Mineras

Según (Raul, Días Marcelo, 2009), El riesgo está íntimamente asociado a la profesión minera. Ya que, a diferencia de lo que sucede con otras actividades industriales, en muchos casos no son elegibles ni la localización ni el lugar de trabajo.

Las tareas en condiciones de trabajo desfavorables es una de las características de la actividad minera cuya multiplicidad de factores de riesgo presentes son inherentes a la tecnología empleada, al tipo y métodos de trabajo, a su desarrollo y al tipo de explotación. (pág. 13)

5.3 Seguridad en las Minas

Según Marjoribanks, (2010) asume que: Las minas son uno de los ambientes de trabajo más peligrosos que cualquier geólogo puede encontrarse, para nombrar sólo algunos peligros, está el peligro siempre presente de caídas de rocas, de ser atropellado por maquinaria pesada de la mina o de caer en agujeros o más empinadas paredes de roca (pág. 60)

5.4 Ergonomía.

El término ergonomía deriva del griego ergo (trabajo) y nomos (leyes naturales), ha sido definido como. El estudio de las características humanas para el diseño apropiado del ambiente donde se vive y se trabaja. (Wolfgang Laurig , 2001) Es una disciplina científica. Técnica y de diseño que estudia la relación entre el entorno de trabajo y quienes lo realizan. Como técnica preventiva tiene por finalidad el estudio de la persona en su trabajo y como propósito conseguir el mayor grado de adaptación o ajuste, entre ambos. Su objetivo es hacer el trabajo lo más eficaz y cómodo posible; por esto estudia el espacio físico de trabajo, ambiente térmico, ruidos, vibraciones, posturas y cargas de trabajo, desgaste energético, carga mental, fatiga nerviosa y todo aquello que pueda poner en peligro la salud del trabajador, su equilibrio psicológico - nervioso.

El objetivo básico de la ergonomía es conseguir la eficiencia en cualquier actividad realizada con un propósito, logrando el resultado deseado sin desperdiciar recursos, sin errores y sin daños en la persona involucrada o en los demás. (Dr. Miguel Acevedo Alvarez, 2013)

5.5 Carga física.

Conjunto de requerimientos físicos a los que el trabajador se ve sometido a lo largo de la jornada laboral. Involucra todos aquellos agentes o situaciones que tienen que ver con la adecuación del trabajo, o los elementos de trabajo a la fisonomía humana.

Representan factor de riesgo los objetos, puestos de trabajo, máquinas, equipos y herramientas cuyo peso, tamaño, forma y diseño pueden provocar sobreesfuerzo, así como posturas y movimientos inadecuados que traen como consecuencia fatiga física y lesiones osteomusculares (Velásquez, 2005) Se dividen en:

5.6 Carga estática.

Asociada a las posturas de trabajo y a la actividad isométrica de los músculos; es decir, la contracción muscular es continua y se mantiene durante un periodo de tiempo. En esta se observa la posición de trabajo que un individuo adopta y mantiene para realizar su labor. Dentro de la carga estática encontramos:

- Postura mantenida. Se presentan cuando la persona permanece en la misma posición durante largas horas de la jornada laboral y se ve imposibilitado para cambiar de postura.
- Postura inadecuada. Debido a un inadecuado diseño del puesto de trabajo o a la falta de buenas prácticas individuales, la persona pueda adoptar posturas incorrectas, ya sea que labore de pie, sentado, acostado o de rodillas.
- Postura forzada. Aquellas posiciones de trabajo que supongan que una o varias regiones anatómicas dejan de estar en una posición natural de confort para pasar a una posición (forzada) que genera hiperextensiones, hiperflexiones, y/o hiper rotaciones osteoarticulares k 9o con la consecuente producción de lesiones por sobrecarga. (EH Muñoz & JJ Velandia , 2004)

5.7 Carga dinámica.

Se refiere a lo que suele entenderse como actividad física y está íntimamente relacionada con el gasto energético; debido a que hay una sucesión periódica de tensiones y

relajamiento de los músculos activos, todas ellas de corta duración; por eso se observa el trabajo muscular necesario para los desplazamientos sin carga, la manipulación de los objetos, y la manipulación de las cargas.(EH Muñoz & JJ Velandia , 2004)

5.8 Movimientos repetitivos.

“Consisten en el número de movimientos de una parte específica del cuerpo, hechos en un día, ya sea por minuto, hora o turno” (Rojas & Ledesma, 2002)

5.9 Manejo de cargas.

“Cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas genera riesgos particularmente para dolor dorso lumbar” (Diego, 2010).

5.10 Evaluación postural

“Las posturas de trabajo que difieran de la posición media normal se consideran nocivas para el sistema músculo-esquelético. Como se deduce de los resultados de las últimas investigaciones realizadas en el campo de la carga postural, una de la principal medida de corrección ergonómica es la reducción de la carga estática (Chavarría, R. 1986) causada por posturas no adecuadas adoptadas en el trabajo.” (Nota Técnica de Prevencion Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo en España, 1999).

6 Marco Legal

Tabla 1: Marco Legal de la Minería y De SST en Minería Subterránea de Carbón

DECRETO Y/O RESOLUCIÓN	DESCRIPCIÓN
RESOLUCIÓN 2400 DE 1979	Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo
DECRETO 1886 DE 2015	Por el cual se establece el Reglamento de seguridad en las labores mineras subterráneas
DECRETO 1072 DE 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo
RESOLUCIÓN 0312 DE 2019	Por la cual Se establecen los estándares mínimos para la implementación del SG – SST

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2: Marco legal sobre ergonomía y SST

LEY, DECRETO Y/O RESOLUCIÓN	DESCRIPCIÓN
Ley 9 de 1979	Por la cual se dictan medidas sanitarias. El título III habla de las disposiciones de la Salud Ocupacional y estas son aplicables a todo lugar y clase de trabajo.
LEY 100/93, Decretos 1295/94, 1771/94, 1772/94, Ley 776/02, Circular 01 de 2003, Decreto 1072 de 2015 libro 2, Parte 2 título 4. Capítulo 6 art 1 al 42	Organizan el Sistema General de Riesgos Profesionales, a fin de fortalecer y promover las condiciones de trabajo y de salud de los trabajadores en los sitios donde laboran. El sistema aplica a todas las empresas y empleadores.

Decreto 1607 DE 2002	Determina la tabla de clasificación de actividades económicas
Decreto 1477 de 2014	Tabla de enfermedades profesionales.
Resolución 2013 DE 1986	Reglamenta la organización y funcionamiento de los Comités de Medicina, Higiene y Seguridad Industrial
Resolución 2844 de 2007	Por la cual se adoptan las Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional Basadas en la Evidencia.
Resolución 2844 de 2007	Por la cual se adoptan las Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional Basadas en la Evidencia.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3: Marco normas técnicas sobre SST y Ergonomía

NORMA TECNICA	DESCRIPCION
NTC 5723	Evaluación de posturas de trabajo estáticas, establece recomendaciones ergonómicas para diferentes tareas en el lugar de trabajo
NTP 452	Evaluación de las condiciones de trabajo: carga postural.

Fuente: Elaboración propia

7 Marco Metodológico

Se plantea un estudio descriptivo correlacional de tipo ~~con enfoque metodológico~~ cuantitativo, donde se recogerán datos estadísticos a partir de las variables evaluadas relacionadas con las condiciones ergonómicas en las extremidades superiores al desarrollar actividades de perforación en minas de carbón subterráneo.

7.1 Tipo de Estudio

El diseño de la investigación es descriptivo de corte transversal, con el fin de identificar el riesgo por condiciones ergonómicas en las extremidades superiores al desarrollar actividades de perforación en minas de carbón subterráneo

7.2 Método

Se desarrollaron las siguientes actividades

- Aplicar encuestas para identificar las condiciones de riesgo ergonómico en las extremidades superiores durante el desarrollo de las tareas asociadas a la perforación en minas de carbón subterráneo
- Tabular la información correspondiente y derivada de las encuestas
- Establecer las consecuencias derivadas en la salud de los trabajadores a corto, mediano y largo plazo
- Definir sistemas de Control frente a las condiciones de riesgo ergonómicos en las extremidades superiores al desarrollar actividades de perforación en minas de carbón subterráneo
- General planes de mitigación de los factores de riesgo que facilitan la aparición de patologías derivadas del riesgo ergonómico en las actividades de perforación en minas de carbón subterráneo

7.3 Población

Trabajadores de las minas subterráneas de carbón subterráneo localizadas en el municipio de Guachetá

7.4 Herramientas o instrumentos

- Aplicación de encuestas a trabajadores del sector minero del carbón en el municipio de Guachetá
- Gráficos estadísticos en Excel

7.5 Procedimiento

- Diseño de una encuesta para aplicar a los trabajadores de la zona de Guachetá

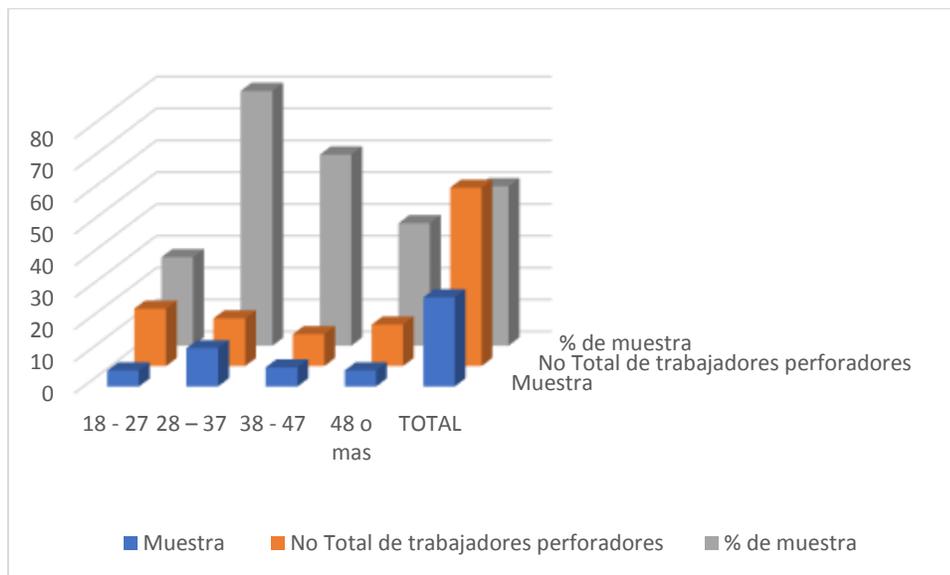
- Se aplicaron encuestas de acuerdo a los parámetros establecidos en el siguiente cuadro anexo.
- Se realizaron estudios radiológicos a los trabajadores que presentaron dolencias según la encuesta.

Tabla 4: Rangos y porcentajes de la muestra

Rango de Edad (años)	Muestra	No Total de trabajadores perforadores	% de muestra
18 - 27	5	18	28
28 – 37	12	15	80
38 - 47	6	10	60
48 o mas	5	13	38
TOTAL	28	56	50

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1: Rangos y porcentajes de la muestra



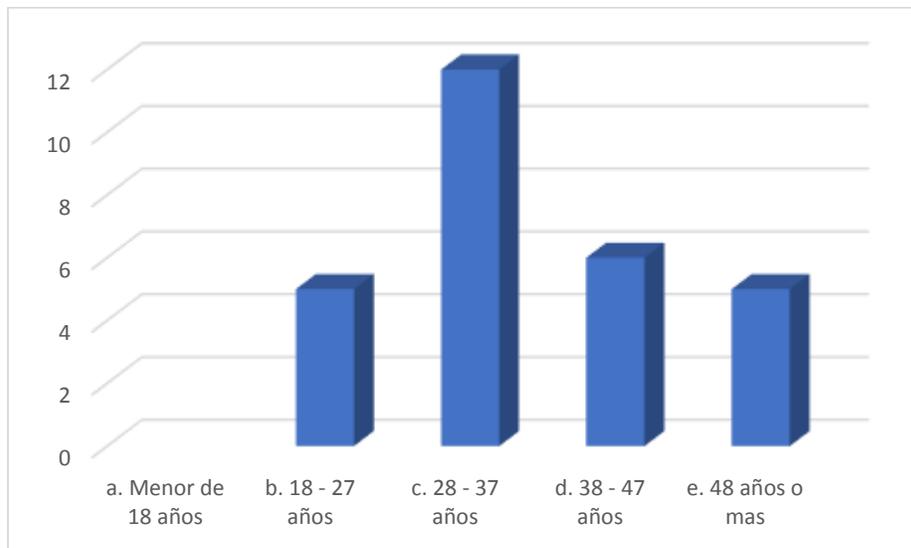
Fuente: Elaboración propia

7.6 Resultados estadísticos:

7.6.1 Rangos de edad

Actualmente se cuenta con 18 trabajadores cuyas edades están entre los 18 y los 28 años de edad, 15 entre los 28 y los 37 años de edad, 10 entre los 38 y 47 años y 13 con más de 48 años para un total de 56 trabajadores que desarrollan actividades de perforación en la minería subterránea de carbón.

Gráfico 2: Distribución por rangos de edad.

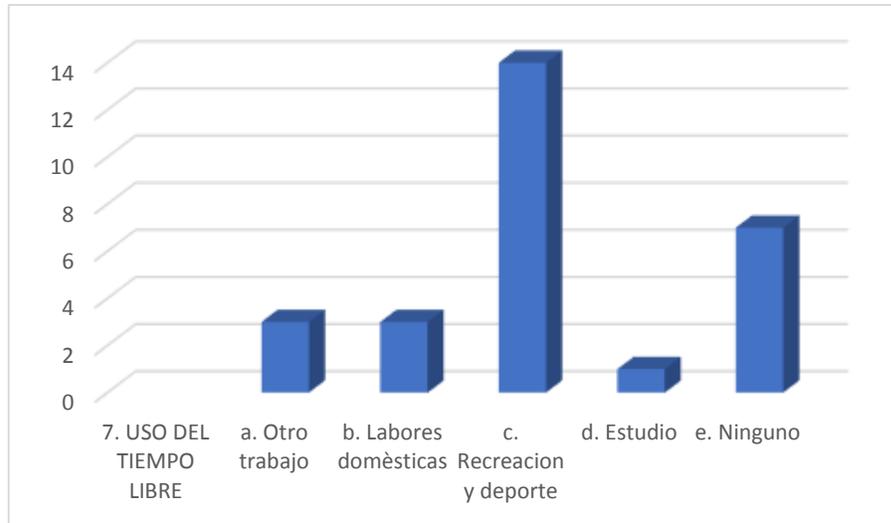


Es preciso tener en cuenta que el mayor número de trabajadores que se dedican a la perforación, se encuentran en el rango de los 18 a los 27 años de edad, seguido por los del rango entre los 28 y los 37 años de edad, lo que se hace importante tener en cuenta para la selección de la muestra

7.6.2 Dedicación de tiempos

Los trabajadores dedicados a la actividad de perforación de frentes en minas subterráneas de la empresa, participan activamente en actividades de recreación y deporte haciendo más factible el relajamiento muscular.

Gráfico 3: Uso del tiempo libre



Los trabajadores que dedican su tiempo libre a otro trabajo o que no tienen actividades adicionales incrementan el riesgo de presentar dolores osteo musculares por fatigas acumuladas

7.6.3 Tiempo de trabajo en el cargo

El tiempo de trabajo es de vital importancia dentro de este estudio de investigación ya que los desórdenes osteo musculares se desarrollan con el paso del tiempo y los trabajadores se acostumbran a las dolencias que puedan presentar.

Gráfico 4: Tiempo de trabajo en el cargo

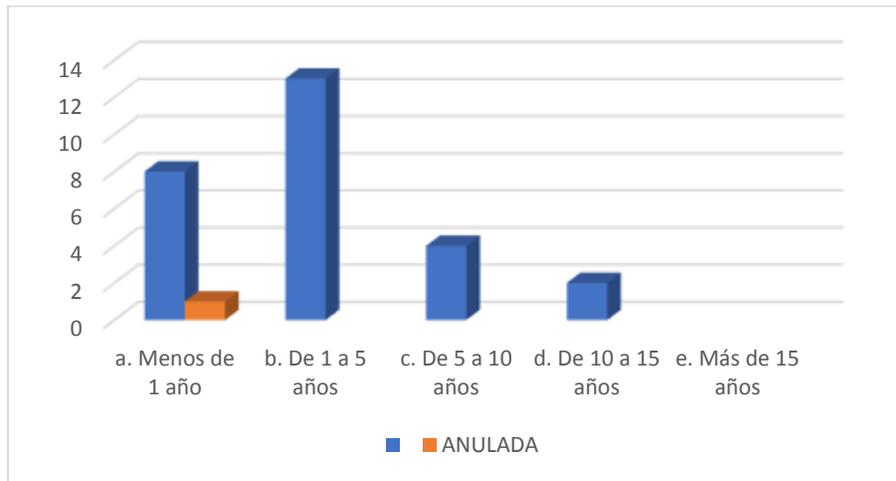


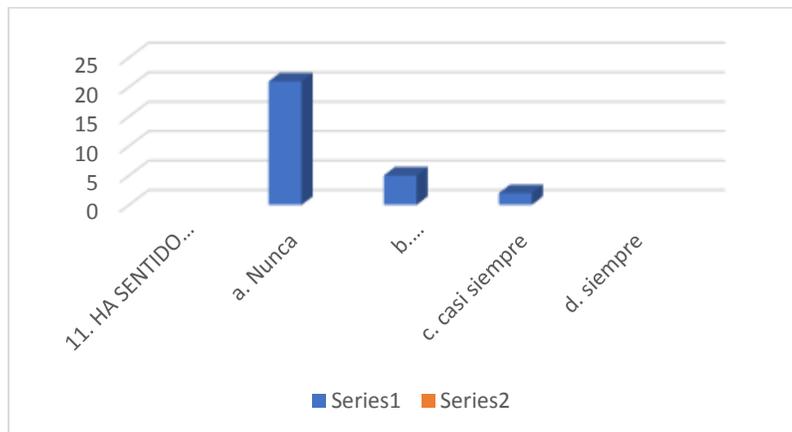
Figura 3. Tiempo de trabajo en el cargo

El mayor numero de trabajadores dedicados a la actividad de perforación se encuentra en el rango establecido entre uno y cinco años, seguido por aquellos que llevan menos de un año y que son quienes mas presentan sintomas asociados a molestias o dolores musculares.

7.6.4 Dolores presentados en los brazos

Aunque la actividad de perforación exige que el trabajador tenga buen estado físico y un alto grado de competencia para la operación de los martillos perforadores, según la muestra el mayor número de trabajadores no presentan dolores musculares.

Gráfico 5: Dolores presentados en los brazos



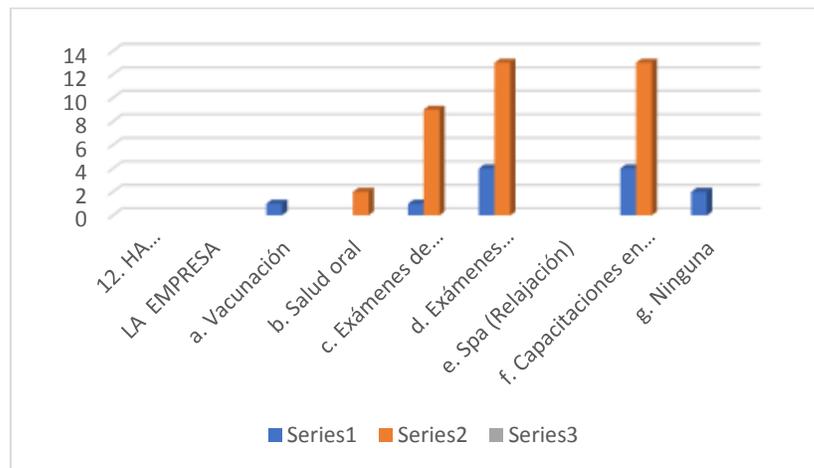
Fuente: Elaboración propia

Los trabajadores que esporádicamente presentan dolores son seis, que corresponden a trabajadores que llevan entre 0 y 5 años de experiencia, lo anterior hace pensar que los trabajadores más antiguos en la labor pueden ser que los músculos o huesos ya están acondicionados de acuerdo a las condiciones presentes para desarrollar la actividad de perforación.

7.6.5 Participación en actividades de salud organizadas por la empresa

La empresa dentro de sus actividades tiene programado el desarrollo de exámenes periódicos al igual que capacitaciones que contribuyan al desarrollo físico e intelectual de los trabajadores y de igual forma se llevan a cabo jornadas de vacunación y de salud oral

Gráfico 6: Participación en actividades de salud organizadas por la empresa



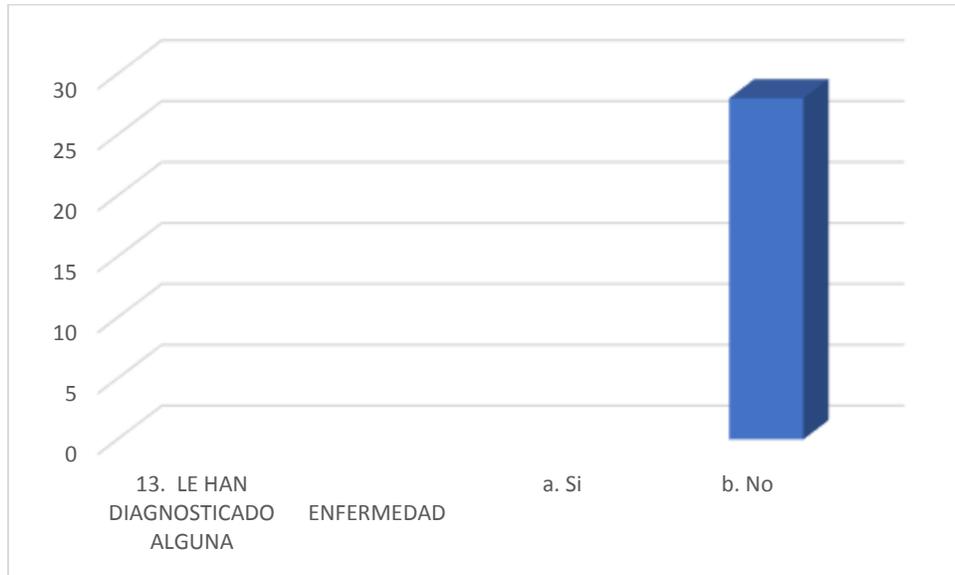
Fuente: Elaboración propia

Es de importante tener en cuenta que, aunque la empresa realiza las jornadas de capacitación periódicas no todos los trabajadores han participado de las mismas.

7.6.6 Presencia de enfermedades profesionales

De acuerdo con la muestra a la cual se le aplico la encuesta a ninguno de los trabajadores se le ha diagnosticado ningún tipo de enfermedad profesional relacionada con la deformación en los huesos o músculos de los brazos

Gráfico 7: Presencia de enfermedades profesionales

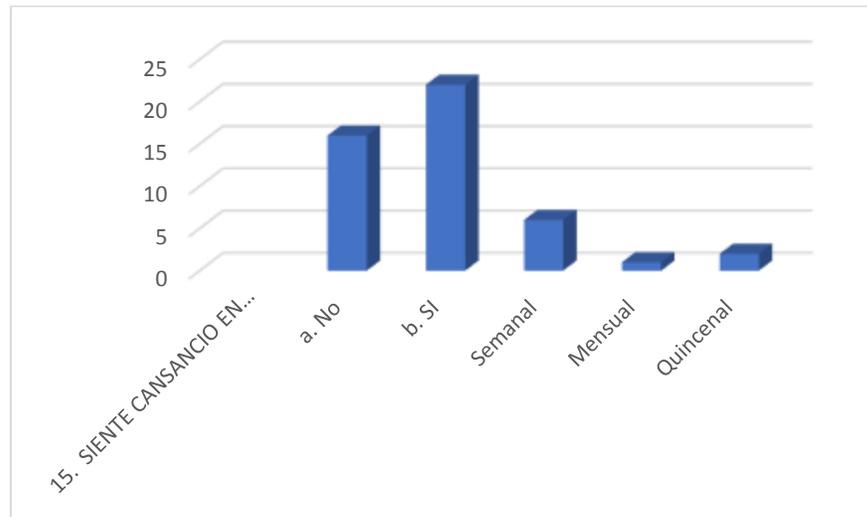


Fuente: Elaboración propia

7.6.7 Sensación de cansancio en los brazos

La actividad de perforación en frentes de explotación en la minería subterránea de carbón, exige agotamiento físico, tanto de las extremidades superiores como de todo el sistema muscular.

Gráfico 8: Sensación de cansancio en los brazos



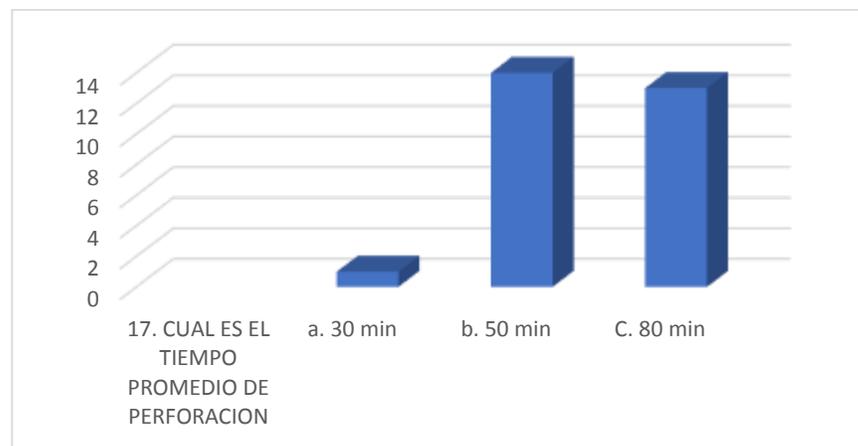
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la encuesta realizada a la muestra se evidencia que 22 trabajadores distribuidos en diferentes rangos de edad han sentido agotamiento o cansancio muscular en su gran mayoría semanalmente pero que va reduciendo con el paso del tiempo

7.6.8 Promedio de perforación al día

La actividad de perforación en la empresa se desarrolla en periodos cortos de tiempo al día y el número de barrenos a perforar es reducido.

Gráfico 9: Promedio de perforación al día



Fuente: Elaboración propia

Lo anterior implica que los trabajadores requieren calistenia o precalentamientos para evitar desgarres, esguinces u otro tipo de traumas presentados en los músculos.

7.7 Resultados derivados del análisis terapéutico

Presencia de dolores en las articulaciones de las manos, muñeca y codos

7.7.1 Tendinitis

El médico diagnostica la tendinitis basado en la historia clínica, un examen físico y pruebas de imagen, el primer paso del tratamiento es reducir el dolor y la hinchazón, el descanso, inmovilizar o elevar el área afectada, junto a las medicinas, pueden ayudar, el hielo es útil para lesiones graves recientes.

Los trabajadores que presentan dolores en los brazos y sensación de cansancio en las extremidades superiores como producto de la actividad de perforación en la empresa Uniminas obedecen a la inflamación de los tendones por falta de calentamiento o precalentamiento antes de iniciar la operación

7.7.2 Presencia de dolores en los hombros

El manguito de los rotadores es un grupo de músculos y tendones que van pegados a los huesos de la articulación del hombro, permitiendo que este se mueva y manteniéndolo estable.

La articulación del hombro es esférica, la parte superior del hueso del brazo (húmero) forma una articulación con el omóplato (escápula), el manguito de los rotadores sostiene la cabeza del húmero en la escápula y de esta forma controla el movimiento de la articulación del hombro.

Los trabajadores de la empresa Uniminas que desarrollan la actividad de perforación se exponen a las siguientes tareas:

- Mantienen los brazos en la misma posición durante periodos cortos de tiempo
- Trabajan con los brazos por encima de la cabeza durante tiempos reducidos
- Posiciones incómodas por periodos de tiempo reducidos
- Envejecimiento
- Practican algún deporte que implica movimientos en las extremidades superiores.

Debido al desarrollo de algunas de las actividades anteriores y como consecuencia del no calentamiento muscular antes de la labor, se presentan dolores denominados tendinitis en el manguito rotador en tres de los trabajadores de la empresa.

7.7.3 Deformación en los huesos de la mano

Cuando el punto de contacto entre el cuerpo vibrante y el organismo es la mano, ésta atenúa la vibración de forma que este subsistema (mano-brazo) se aísla eficazmente del resto del cuerpo, limitando así los efectos a éste. Las fuentes típicas que originan vibración mano-brazo son fundamentalmente herramientas manuales.

A propósito de las deformaciones en los huesos de la mano se tiene registros de una lesión llamada Síndrome de Raynaud. El francés Maurice Raynaud dio nombre a esta enfermedad que se caracteriza por una “disminución de la circulación sanguínea en los dedos de las manos y de los pies, que produce dolor y cambios de coloración en dichas localizaciones. En ocasiones puede afectar a otras zonas como los labios, la nariz y las orejas. Los factores que lo desencadenan son los cambios de temperatura (generalmente el frío) y las situaciones de estrés”(Elsa, 2008).

La exposición aguda a vibraciones transmitidas a las manos puede causar un aumento temporal de los umbrales vibrotáctiles debido a una depresión de la excitabilidad de los mecanorreceptores de la piel.(Elsa, 2008) La magnitud de la variación temporal de estos umbrales, así como el tiempo de recuperación están sujetos a la influencia de distintas

variables, tales como las características del estímulo (frecuencia, amplitud, duración), la temperatura y la edad y exposición anterior a la vibración del trabajador. La exposición al frío agrava la depresión táctil inducida por las vibraciones, debido a que la baja temperatura tiene un efecto vasoconstrictor en la circulación digital y reduce la temperatura de la piel de los dedos.

En trabajadores expuestos a vibraciones que trabajan habitualmente en ambientes fríos, los episodios repetidos de deterioro agudo de la sensibilidad táctil pueden conducir a una reducción permanente de la percepción sensorial y a la pérdida de destreza de manipulación lo que, a su vez, puede interferir en la actividad laboral y elevar el riesgo de lesiones graves por accidentes.

8 Conclusiones

Identificar las condiciones de riesgo ergonómicos en las extremidades superiores al desarrollar actividades de perforación en minas de carbón subterráneo.

Evidentemente el riesgo al cual están expuestos los trabajadores cuya actividad es el manejo de herramientas de alto nivel de vibración, es altamente significativo, llegando a determinar la presencia de enfermedades en las manos que se convierten en patologías crónicas, desencadenando incapacidad para el desarrollo de una actividad laboral eficaz y con calidad. Por lo tanto requiere de un control ergonómico que minimice el riesgo y contribuya a una mejor calidad de vida del trabajador afectado.

Indudablemente la mano tiene una singular importancia funcional y en conjunto con unas complejas estructuras anatómicas, controladas por el sistema nervioso hacen que su afectación patológica pueda depender de lesiones de localización muy variada, pero en paleo patología la discriminación etiológica resulta muy compleja, aunque se han podido constatar lesiones de la mano atribuibles a procesos locales, a enfermedades sistematizadas, a lesiones neurológicas y en caso particular por causa de movimientos repetitivos que degeneran en deformaciones del hueso y los tendones. Además se ven implicados en estas patologías los músculos, en un nivel muy alto.

A propósito de los trastornos musculo esqueléticos que aquejan las extremidades superiores, son factores a tener en cuenta la repetitividad y la fuerza. Por su parte los movimientos repetitivos son uno de los factores de riesgo de mayor importancia en la generación de lesiones. Habitualmente una tarea se considera repetitiva cuando los ciclos de trabajo duran menos de 30 segundos (altamente repetitivos) y/o cuando en el 50% del ciclo, o más, hay que ejecutar el mismo tipo de acción. De otro lado Las posturas forzadas y los movimientos de alta cadencia, realizados por los distintos segmentos de las extremidades superiores, potencian el riesgo de desarrollar TME en extremidades superiores.

A lo largo del estudio la información obtenida permite definir como potencialmente perjudiciales Las posturas y los movimientos fuera de rangos de movimiento funcionales de cada articulación de igual forma las posturas no extremas, pero mantenidas durante un período

de tiempo prolongado; y los movimientos de los distintos segmentos cuando son altamente repetitivos (estereotipos).

Por su parte el factor relacionado con la fuerza, se refiere al esfuerzo físico con trabajo muscular que puede, o no, sobrepasar la capacidad individual para realizar una acción técnica determinada o una secuencia de acciones, gatillando la aparición de fatiga muscular.

La necesidad de desarrollar fuerza puede deberse a labores que requieren mover o utilizar instrumentos y objetos de trabajo; o bien, mantener segmentos corporales en una determinada posición. La fuerza puede, por tanto, estar ligada a funciones estáticas, o dinámicas. En el primer caso se habla generalmente de carga estática, que está descrita por algunos autores como un elemento de riesgo en sí mismo.

A propósito de la presencia del riesgo de lesiones musculo esqueléticas que comprometen las extremidades superiores el riesgo aumenta cuando se supera la capacidad normal del trabajador en el desarrollo de su función realizando un esfuerzo mayor en la carga estática, más aún cuando este esfuerzo se hace de forma repetitiva y no se descansa lo suficiente.

9 Referencias

- EH Muñoz & JJ Velandia . (2004). *Factores de riesgo de carga física y diagnóstico de alteración osteomuscular en trabajos de minas de carbón.*
- Universidad Nacional - Facultad de minas . (2013). *Seguridad y salud en el trabajo para pequeña minería y minería artesanal.Paipa, Colombia.* Ministerio de Trabajo,.
- Avellaneda, J. (2013). Aproximación a la historia ambiental de la minería en. *HALAC Belo Horizonte*, 209 - 2019.
- Chacon, N. M. (2011). *Modelo de un programa de Seguridad e Higiene.* LIMA - PERÚ.
- Diego. (2010). *GINSHT (Guía técnica para la manipulación manual de cargas del INSHT).*
- Diego-Mas, Jose Antonio. (2015). Evaluación postural mediante el método RULA. Ergonautas. En U. P. Valencia.
- Dr. Miguel Acevedo Alvarez. (2013). *Ergonomista Profesional Certificado.*
- Edgar Velandia & Juan jose Muñoz. (2015). *Factores de riesgo de carga física y diagnóstico de alteración osteomuscular en trabajos de minas de carbón en el valle de Ubaté.*
- Energia, M. d. (2013). Glosario Técnico Minero. Bogotá D.C.
- Enest. (2014). *Factores de riesgo ergonómico y su relación con dolor musculoesquelético.*
- Ergonautas. (1994). evaluación de la repetitividad de movimientos. En U. P. Valencia.
- Ergonautas RULA. (s.f.). Evaluación de la Carga Postural. En U. p. valencia.
- Ergonomics, I. F. (s.f.). RULA (Rapid Upper Limb Assessment).
- Estrada J, Rendón ID, Valero SC. . (1998). *Algunos aspectos socioeconomicos de la salud y de riesgo laboral de los mineros del carbón de los municipios. Amagá y Angelópolis: Rev Fac Nac salud pública.*
- Gobernación de Antioquia. Minería. Antioquia Región de oportunidades mineras. (2014).
- Marjoribanks, R. (2010). *Geological Methods in Mineral Exploration and Mining.* Australia.
- Métodos JSI Ergonáutas.* (s.f.). Universidad Politécnica de Valencia.
- Mineria, S. (2011). *Guia para la salud.*

- Ministerio de Protección Social. (2011). *Guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacional*. Bogotá, Colombia: Imprenta Nacional de Colombia.
- Ministerio de la Protección Social. (2004). *Plan Nacional de Salud Ocupacional 2003-2007*. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.
- Ministerio del Trabajo, Universidad Nacional - Facultad de Minas. (2013). *Seguridad y salud en el trabajo para pequeña minería y minería artesanal. Paipa, Colombia*.
- Nota Técnica de Prevención Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo en España. (1999). *Nota Técnica de Prevención 452 Evaluación de carga Postural*. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo en España.
- Ospina, J., Manrique, F., & Guio, J. (2010). *Salud y trabajo: minería artesanal del carbón en Paipa, Colombia*.
- Piedrahíta, H. (2013). *Algunas experiencias de la aplicación de la Ergonomía en el Sector Minero*.
- Promoción Minera | Agencia Nacional de Minería ANM [Internet]. [citado 2 de (2013)].
- Raul, Días Marcelo. (2009). *Manual de salud y seguridad en trabajos de Minería*. Buenos Aires: Aulas y Andamios.
- Richard Kunda, José Frantz, Farhana Karachi. (2013). *Prevalence and Ergonomic Risk*.
- Rojas, A., & Ledesma, J. (2002). *Movimientos repetitivos: métodos de evaluación Método OCRA: actualización. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*. España.
- Tolosa, I., & Trillos, M. (2010). Evaluación fisioterapéutica en el diagnóstico diferencial de la distonía ocupacional. *Rev. Cienc. Salud*, vol 8 (N 3), 19-35.
- Tópaga - Boyacá. (1965).
- Trudy g: Queensland. (2012). *T, Liz S. Using MSD prevention for cultural change in mining*.
- Universidad Politécnica de Valencia. (s.f.). *Ecuación NIOSH. Ergonómatas*.
- Velandia, e., & Muñoz, J. (2014). *Factores de riesgo de carga física y diagnóstico de alteración osteomuscular en trabajos de minas de carbón en el*.
- Velásquez, J. (2005). *Carga Física de Trabajo, Bases Fisiológicas Metodológicas para su estudio*. Universidad Libre Pereira. Colombia.
- Wolfgang Laurig. (2001). *ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO*. Madrid: Instituto Nacional de Medicina y Seguridad en el Trabajo.

Xu G, Pang D, Liu F, Pei D, Wang S, Li L. (2011). *Prevalence of low back pain and associated occupational factors among Chinese coal miners.*

CESIÓN DE DERECHOS

Por intermedio del presente documento en mi calidad de autor o titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra que adjunto, titulada **Identificación de los desórdenes musculo esqueléticos en miembros superiores asociados al efecto vibratorio durante la perforación en trabajadores de minería subterránea**, autorizamos a la Corporación universitaria Unitec para que utilice en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución (alquiler, préstamo público e importación) que me corresponden como creador o titular de la obra objeto del presente documento.

La presente autorización se da sin restricción de tiempo, ni territorio y de manera gratuita. Entiendo que puedo solicitar a la Corporación universitaria Unitec retirar mi obra en cualquier momento tanto de los repositorios como del catálogo si así lo decido.

La presente autorización se otorga de manera no exclusiva, y la misma no implica transferencia de mis derechos patrimoniales en favor de la Corporación universitaria Unitec, por lo que podré utilizar y explotar la obra de la manera que mejor considere. La presente autorización no implica la cesión de los derechos morales y la Corporación universitaria Unitec los reconocerá y velará por el respeto a los mismos.

La presente autorización se hace extensiva no sólo a las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, sino también para formato electrónico, y en general para cualquier formato conocido o por conocer. Manifiesto que la obra objeto de la presente autorización es original y la realicé sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es de mi exclusiva autoría o tengo la titularidad sobre la misma. En caso de presentarse cualquier reclamación o por acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión asumiré toda la responsabilidad, y saldré en defensa de los derechos aquí autorizados para todos los efectos la Corporación universitaria Unitec actúa como un tercero de buena fe. La sesión otorgada se ajusta a lo que establece la ley 23 de 1982.

Para constancia de lo expresado anteriormente firmamos, como aparece a continuación:



Nombre Fredi Espinel
CC. 7227067



Nombre: Alvaro Vega
CC. 72230050



Nombre: Daniel Alvarez M
CC. 1037583235