



Riesgos Ergonómicos: transporte y levantamiento manual de cargas, para el personal operativo de perforación de la Sociedad Civil Minera Goldmins.

Ergonomic Risks: manual transport and lifting of loads, for the drilling operations personnel of the mining civil society GOLDMINS

Jorge Eduardo Maita Zhigue ¹ 

Sst2023jc@gmail.com

Instituto Tecnológico Superior Universitario Oriente (ITSO)

Riobamba, Ecuador

Benjamín Gabriel Quito Cortez ² 

benjaminquito@bqc.com.ec

Instituto Tecnológico Superior Universitario Oriente (ITSO)

Riobamba, Ecuador

Julio Bolívar Vásconez Espinoza ³ 

juliovasconez@bqc.com.ec

Instituto Tecnológico Superior Universitario Oriente (ITSO)

Riobamba, Ecuador

Recepción: 06-11-2024

Aceptación: 16-06-2025

Publicación: 29-07-2025

Como citar este artículo: Maita, J; Quito, B; Vásconez, J. (2025) **Riesgos Ergonómicos: transporte y levantamiento manual de cargas, para el personal operativo de perforación de la Sociedad Civil Minera Goldmins.** Metrópolis. Revista de Estudios Globales Universitarios, 6 (1), pp. 1870-1909

¹ Tecnólogo superior en seguridad y prevención de riesgos laborales (ITQ), Tecnólogo en seguridad y salud ocupacional. Instituto Superior Tecnológico Oriente (ITSO), facilitador en actividades de capacitación, reg.: MDT-SCPGA-2024-0372 (SVM GROUP), asistente en seguridad industrial, reg.: MDT-SCP-2023-0199 (DRC; DANIEL RUBIO MUÑOS), gerente en seguridad, salud ocupacional y medio ambiente (CONSISSO); prevención de riesgos laborales en construcción y obras públicas, reg: MDT-SCP-2023-0199 (DCR; DANIEL RUBIO MUÑOS), especialista en Microsoft Excel, cod: 17394 (CÁMARA DE COMERCIO EXTERIOR; PERU).

² Abogado, Magister en Educación (Universidad Bicentenario de Aragua) Venezuela, Magister en Ciencias Gerenciales (Universidad internacional del caribe y América latina) Curacao, Doctor en Ciencias de la Educación PHD (UBA) Venezuela, Doctor en Ciencias Gerenciales PHD (universidad internacional del caribe y América latina) Curacao, Postdoctorado en Ciencias de la Educación (UBA) Venezuela.

³ Ingeniero en Electrónica (Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE), Magister en Conectividad y Redes de Telecomunicaciones (Escuela Politécnica Nacional EPN (Egr.)), Magister en Educación Superior (Universidad América), Doctor en Educación PHD (Universidad Benito Juárez) México, Doctor en Ciencias de la Educación PHD (Universidad Bicentenario de Aragua) Venezuela, Postdoctorante en Educación (Universidad Internacional de Investigación México UIIMEX).



Resumen

El presente artículo aborda los riesgos ergonómicos asociados al transporte y levantamiento manual de cargas en el sector minero, específicamente en la minería subterránea, donde los trabajadores están expuestos a diversos peligros que afectan su salud. Estos riesgos incluyen posturas inadecuadas, levantamiento de cargas pesadas y la exposición a vibraciones de las herramientas, los cuales pueden generar lesiones musculoesqueléticas y fatiga. Además, el ambiente de trabajo en la minería subterránea presenta condiciones adversas como temperaturas extremas y espacios confinados que agravan estos riesgos. El artículo analiza en detalle los factores de riesgo ergonómicos más comunes en este sector, basados en el Decreto Ejecutivo 255, que regula las condiciones laborales en el país. Entre los riesgos se destacan las malas posturas, los movimientos repetitivos y la manipulación de herramientas mal diseñadas. También se considera el impacto de las condiciones ambientales, como la vibración de equipos y la falta de ventilación adecuada, que agravan la salud de los trabajadores. Se ofrecen varias recomendaciones para mitigar estos riesgos, tales como la implementación de programas de formación continua en ergonomía, el diseño de herramientas y equipos que minimicen el esfuerzo físico, la promoción de pausas activas y la rotación de tareas. Además, se sugiere un monitoreo constante de las condiciones laborales para prevenir accidentes y lesiones. La aplicación de estas medidas contribuiría no solo a mejorar la salud de los trabajadores, sino también a aumentar la productividad y seguridad en la minería subterránea. **Palabras claves:** ergonomía, condiciones laborales, minería subterránea, lesiones musculoesqueléticas, accidentes y lesiones.

Abstract

This article addresses the ergonomic risks associated with the manual transport and lifting of loads in the mining sector, specifically in underground mining, where workers are exposed to various hazards that affect their health. These risks include improper posture, lifting heavy loads, and exposure to vibrations from tools, which can lead to musculoskeletal injuries and fatigue. In addition, the working environment in underground mining presents adverse conditions such as extreme temperatures and confined spaces that aggravate these risks. The article analyzes in detail the most common ergonomic risk factors in this sector, based on Executive Decree 255, which regulates working conditions in the country. Risks include poor posture, repetitive motions, and handling poorly designed tools. The impact of environmental conditions, such as equipment vibration and lack of adequate ventilation, which aggravate workers' health, is also considered. Several recommendations are offered to mitigate these risks, such as the implementation of continuous training programs in ergonomics, the design of tools and equipment that minimize physical effort, the promotion of active breaks and the rotation of tasks. In addition, constant monitoring of working conditions is suggested to prevent accidents and injuries. The implementation of these measures would contribute not only to improving the health of workers, but also to increasing productivity and safety in underground mining. The prevention of ergonomic risks in underground mining is essential to ensure a safer and healthier work environment, which is key to sustainability and worker well-being. **Keywords:** ergonomics, working conditions, underground mining, musculoskeletal injuries, accidents and injuries.



Introducción.

El transporte y levantamiento manual de cargas son tareas recurrentes en múltiples sectores industriales, incluido el sector minero, donde las exigencias físicas son elevadas debido a las condiciones de trabajo y la naturaleza del trabajo que se realiza. En el contexto de la minería, los trabajadores operativos, particularmente aquellos involucrados en la perforación, enfrentan riesgos ergonómicos derivados de estas actividades que pueden generar efectos adversos a largo plazo en la salud. Estos riesgos incluyen trastornos musculoesqueléticos, que se originan por esfuerzos repetitivos, posturas inadecuadas y manipulación de cargas pesadas sin los descansos apropiados.

El personal operativo de perforación en la Sociedad Civil Minera Goldmins realiza labores intensivas de manipulación de herramientas pesadas, piezas de equipo y materiales de perforación. Estas actividades implican tanto el levantamiento de objetos pesados como el transporte manual de cargas a través de espacios restringidos, lo que incrementa la probabilidad de sufrir lesiones relacionadas con la ergonomía. Las lesiones más comunes incluyen dolores en la columna vertebral, lesiones en hombros, codos y muñecas, derivadas de movimientos forzados y posturas incómodas durante el levantamiento y transporte de las cargas. Además, la falta de equipo de protección adecuado y la inadecuada formación en técnicas correctas de levantamiento son factores adicionales que contribuyen a la prevalencia de estos riesgos.

El análisis de estos riesgos ergonómicos en el entorno de la perforación minera es fundamental para identificar y mitigar las condiciones peligrosas a las que están expuestos los trabajadores. Las intervenciones ergonómicas



adecuadas no solo buscan reducir las lesiones, sino también mejorar la eficiencia operativa y el bienestar general del personal. Este artículo tiene como objetivo revisar la literatura existente sobre los riesgos ergonómicos asociados al transporte y levantamiento manual de cargas, con un enfoque específico en las operaciones de perforación minera. Además, se propondrán posibles estrategias de prevención y mitigación que puedan implementarse en la Sociedad Civil Minera Goldmins para proteger la salud de sus empleados.

Pregunta de investigación:

¿Cuáles son los principales riesgos ergonómicos asociados al transporte y levantamiento manual de cargas en el personal operativo de perforación de la Sociedad Civil Minera Goldmins y qué medidas preventivas pueden implementarse para reducir estos riesgos?

Se incluirán estudios que aborden los riesgos ergonómicos específicos del transporte y levantamiento manual de cargas, con un enfoque en el sector minero y las actividades de perforación, priorizando aquellos estudios que ofrezcan evidencia empírica sobre la prevalencia de trastornos musculoesqueléticos y las intervenciones ergonómicas efectivas. Además, se emplearán fuentes de literatura que aborden la ergonomía en entornos de trabajo similares a las actividades que realiza la Sociedad Civil Minera Goldmins, tales como la construcción y la manufactura pesada, donde los riesgos ergonómicos son también elevados.

Marco Teórico.

El transporte y levantamiento manual de cargas es una de las tareas más comunes en la industria minera, especialmente en actividades como la



perforación, debido a la naturaleza de sus actividades, el personal operativo está expuestos a una variedad de riesgos ergonómicos que pueden afectar su salud a largo plazo. En este sentido, la ergonomía se presenta como una disciplina fundamental para identificar, analizar y mitigar los factores de riesgo en el entorno laboral.

Los riesgos ergonómicos surgen cuando los trabajadores deben realizar tareas que requieren esfuerzos físicos excesivos, posturas forzadas o movimientos repetitivos que exceden la capacidad del cuerpo humano. Estas condiciones de trabajo son un factor importante en el desarrollo de trastornos musculoesqueléticos (TME), los cuales son comunes en ambientes laborales donde el trabajo físico es predominante, como en la minería (Marras & Karwowski, 2011).

El personal operativo que realiza la actividad de perforación en la Sociedad Civil Minera Goldmins, está expuesto a los riesgos ergonómicos relacionados con el levantamiento y transporte manual de cargas. Las tareas de perforación suelen involucrar el uso de herramientas pesadas, equipos de perforación y materiales que deben ser manipulados a mano, lo que incrementa la probabilidad de lesiones musculoesqueléticas. El levantamiento manual de cargas se refiere al acto de trasladar, cargar o manipular objetos sin el uso de medios mecánicos, lo que implica un esfuerzo físico considerable y puede poner en riesgo la salud de los trabajadores si no se siguen las prácticas adecuadas (Chaffin, Andersson, & Martin, 2019).

El personal operativo de perforación en el sector minero es especialmente vulnerable a los riesgos ergonómicos debido a las características del trabajo que realizan. Estos trabajadores suelen levantar y transportar



equipos pesados en condiciones adversas, como temperaturas extremas, vibraciones y espacios confinados. Las posturas inadecuadas al levantar objetos, la repetitividad de las tareas y la manipulación de cargas sin apoyo mecánico son los factores principales que contribuyen al desarrollo de trastornos musculoesqueléticos.

Una de las formas más efectivas de prevenir los riesgos ergonómicos en el levantamiento manual de cargas es la intervención ergonómica, que implica la modificación del entorno de trabajo, la capacitación de los trabajadores y la introducción de equipos y herramientas adecuados para reducir la carga física. Según la teoría de la carga biomecánica, las intervenciones deben enfocarse en minimizar los esfuerzos innecesarios y distribuir de manera adecuada la carga sobre el cuerpo humano (Chaffin et al., 2019). En este sentido, el uso de dispositivos de asistencia, como carretillas, grúas o poleas, puede ser fundamental para reducir la necesidad de manipulación manual de objetos pesados.

Desde una perspectiva conceptual, la ergonomía se basa en la adaptación de las tareas y el entorno laboral a las capacidades del trabajador. El análisis de riesgos ergonómicos implica una evaluación exhaustiva de las condiciones de trabajo y la identificación de las áreas más vulnerables a lesiones. Para ello, se utilizan herramientas como la evaluación de la carga física, el análisis de posturas y la medición de la frecuencia de tareas repetitivas.

Desde el punto de vista legal, en Ecuador, la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo establece un marco normativo para garantizar la seguridad de los trabajadores. La ley obliga a los empleadores a tomar medidas preventivas para evitar riesgos laborales y proteger la salud de los empleados, incluidos



aquellos asociados con el levantamiento manual de cargas. Según el Ministerio del Trabajo de Ecuador (2015), los empleadores deben implementar procedimientos de seguridad que minimicen los riesgos ergonómicos, proporcionando las herramientas adecuadas, entrenando al personal en prácticas seguras y asegurando que se utilicen equipos de protección.

Asimismo, el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo establece directrices específicas para la protección de los trabajadores en actividades de alto riesgo físico, como las realizadas en el sector minero. Esta normativa incluye la obligación de los empleadores de realizar evaluaciones ergonómicas periódicas y adoptar medidas correctivas basadas en los resultados obtenidos.

El transporte y levantamiento manual de cargas son actividades esenciales en el trabajo de perforación minera, pero también representan una fuente significativa de riesgos ergonómicos para el personal operativo de la Sociedad Civil Minera Goldmins. Los trastornos musculoesqueléticos derivados de la manipulación inadecuada de cargas pueden afectar gravemente la salud de los trabajadores, comprometiendo tanto su bienestar como la productividad de la empresa. La aplicación de principios ergonómicos, la capacitación adecuada y el uso de equipos de protección son medidas fundamentales para mitigar estos riesgos. Además, el marco legal ecuatoriano establece obligaciones claras para los empleadores en cuanto a la prevención de riesgos ergonómicos, lo que refuerza la necesidad de implementar prácticas ergonómicas adecuadas en la Sociedad Civil Minera Goldmins.

Estado del Arte



La minería es una de las industrias más exigentes en términos de esfuerzo físico, y dentro de sus actividades operativas, el transporte y levantamiento manual de cargas representan riesgos ergonómicos significativos. El personal operativo de perforación en la Sociedad Civil Minera Goldmins, al igual que otros trabajadores del sector, están expuestos a una variedad de factores de riesgo que pueden comprometer su salud y seguridad. El análisis de los estudios existentes sobre los riesgos ergonómicos en el transporte y levantamiento manual de cargas permite identificar las principales preocupaciones y soluciones propuestas.

La minería, debido a sus condiciones de trabajo, es una de las industrias con mayor incidencia de trastornos musculoesqueléticos relacionados con los esfuerzos físicos excesivos, posturas inadecuadas y movimientos repetitivos. En el contexto la actividad de perforación minera, las tareas que implican el transporte y el levantamiento manual de cargas son las más propensas a generar lesiones y enfermedades profesionales. Según un estudio de (Marras y Karwowski, 2011), el personal operativo de la actividad de perforación enfrenta riesgos ergonómicos debido a la carga física que implica manipular herramientas y equipos pesados, lo que a menudo resulta en problemas de salud a largo plazo, especialmente en la columna vertebral y las articulaciones.

Los trastornos musculoesqueléticos (TME) son una de las principales consecuencias de la exposición a estos riesgos. (Chaffin, Andersson y Martin, 2019) destacan que los TME, como las hernias discales, tendinitis y lesiones en las extremidades superiores, son comunes en trabajadores que deben realizar movimientos repetitivos o manipular cargas de manera incorrecta. En el caso del personal operativo de perforación, las posturas



forzadas, como agacharse, levantar objetos pesados sin el uso de equipos de asistencia, y los movimientos bruscos son factores clave que contribuyen a estos trastornos.

La identificación de los factores de riesgo ergonómico es esencial para desarrollar estrategias de prevención. En este sentido, (Liu et al, 2020) llevaron a cabo una revisión sistemática de la literatura sobre la identificación de riesgos ergonómicos en la minería, enfocándose en las tareas de levantamiento y transporte manual de cargas. Los resultados mostraron que los riesgos más comunes incluyen las posturas no naturales, la repetitividad de los movimientos y la manipulación de objetos pesados en condiciones incómodas. Estos factores no solo afectan la salud de los trabajadores, sino que también aumentan el riesgo de accidentes laborales graves, como caídas o golpes con objetos.

Se aborda diversas soluciones para mitigar los riesgos asociados al levantamiento manual de cargas en la minería. Una de las estrategias más efectivas es la implementación de intervenciones ergonómicas que busquen adaptar las condiciones laborales a las capacidades humanas. Según (Karwowski, 2012), las intervenciones incluyen el rediseño del lugar de trabajo, el uso de equipos de protección personal (EPP), y la capacitación en técnicas de levantamiento y manipulación de cargas. El uso de equipos de asistencia, como carretillas, grúas y elevadores, reduce significativamente el riesgo de lesiones en los trabajadores, al disminuir el esfuerzo físico necesario para levantar o transportar objetos pesados.

Otro aspecto relevante es la modificación de las condiciones ambientales, ya que las minas suelen estar expuestas a condiciones extremas, como temperaturas altas, humedad y vibraciones provenientes de las



herramientas de perforación. (Zhang y Wang, 2019) sugieren que la implementación de un entorno de trabajo más cómodo, con herramientas adaptadas a las necesidades del trabajador y una mejor distribución del espacio, puede contribuir a la prevención de lesiones. La optimización de los equipos de perforación para que sean más livianos y ergonómicos también es una recomendación frecuente en los estudios sobre ergonomía en la minería.

La implementación de medidas preventivas no solo mejora la salud de los trabajadores, sino que también tiene un impacto positivo en la productividad. Goggins (2018) argumenta que las empresas que invierten en ergonomía y seguridad laboral experimentan una reducción significativa en los costos derivados de lesiones, como los gastos médicos, las indemnizaciones y el ausentismo. Asimismo, la mejora de las condiciones laborales aumenta la moral de los trabajadores, lo que se traduce en un mejor desempeño y mayor eficiencia en las tareas diarias.

En un análisis de la industria minera, (Zhang et al., 2020) encontraron que las empresas que implementan programas de ergonomía tienen un 30% menos de incidentes relacionados con trastornos musculoesqueléticos y un 15% más de productividad. Este tipo de estudios refuerza la idea de que la inversión en ergonomía no es solo una cuestión de seguridad, sino también una estrategia económica que puede mejorar los resultados operativos a largo plazo.

El transporte y levantamiento manual de cargas es una de las tareas más críticas en la minería, con riesgos ergonómicos significativos que pueden afectar la salud del personal operativo de la actividad de perforación, como los trabajadores de la Sociedad Civil Minera Goldmins. Los factores de



riesgo más relevantes incluyen posturas inadecuadas, movimientos repetitivos y la manipulación de cargas pesadas sin asistencia mecánica. Sin embargo, también se destacan las intervenciones ergonómicas como una solución efectiva para mitigar estos riesgos, mejorando tanto la salud de los trabajadores como la productividad de la empresa. La capacitación, el uso de equipos adecuados y la modificación de las condiciones laborales son medidas clave para reducir los riesgos ergonómicos y promover un ambiente de trabajo más seguro y eficiente.

Desarrollo.

La Importancia de la Perforación en la Minería Subterránea

La perforación ha sido un pilar esencial en la minería subterránea, con sus inicios marcados por técnicas manuales primitivas, evolucionando hacia métodos mecanizados y, más recientemente, hacia perforadoras controladas por sistemas computarizados. Esta evolución ha permitido aumentar la eficiencia y reducir los riesgos para los trabajadores, facilitando la extracción de minerales de manera más precisa y eficiente.

Una perforación adecuada incrementa la productividad minera, ya que permite un mejor acceso a los yacimientos y facilita la extracción de mineral en menor tiempo. Este proceso también impacta los costos operativos, ya que las perforaciones bien ejecutadas optimizan el uso de recursos y la productividad de los operarios.

Los métodos de perforación más utilizados en la minería subterránea incluyen perforación rotativa, de percusión y de cable. Cada uno tiene aplicaciones específicas dependiendo del tipo de terreno, y su uso implica



diferentes riesgos ergonómicos, como esfuerzo repetitivo o posturas forzadas.

Desde la preparación del sitio hasta la ejecución de la perforación, cada fase involucra movimientos repetitivos y esfuerzos físicos que pueden afectar la salud de los trabajadores. La coordinación de la perforación con otras actividades, como el levantamiento manual de cargas, es crucial para evitar sobrecarga física.

El levantamiento de materiales extraídos de las perforaciones requiere un esfuerzo físico significativo. Las malas prácticas en el levantamiento de cargas, como la adopción de posturas incorrectas, pueden causar lesiones musculoesqueléticas y aumentar la fatiga del trabajador.

Herramientas y equipos utilizados en el proceso de perforación, Las herramientas de perforación incluyen taladros, brocas y martillos, cuyo uso prolongado en espacios confinados puede generar problemas de ergonomía. Estos equipos, si no son adecuados para las condiciones de trabajo, pueden incrementar los riesgos ergonómicos, como las lesiones por vibraciones o el esfuerzo físico excesivo.

Condiciones de Trabajo en la Minería Subterránea.

Espacios confinados y sus implicaciones para el levantamiento de cargas: Las condiciones subterráneas, con espacios estrechos y de difícil acceso, exigen que los trabajadores adopten posturas inadecuadas para realizar sus tareas, lo que puede llevar a lesiones musculoesqueléticas, especialmente en la espalda y las extremidades.

Condiciones ambientales que afectan la ergonomía: Factores como la humedad, la temperatura elevada y la ventilación deficiente son comunes



en la minería subterránea. Estos factores agravan el estrés físico de los trabajadores, aumentando el riesgo de sufrir trastornos musculoesqueléticos a largo plazo.

Descripción de las posturas adoptadas durante la perforación y su impacto físico: Durante la perforación, los operarios adoptan posturas forzadas que pueden resultar en dolor y fatiga, especialmente cuando se trabaja de forma prolongada. Las posturas como estar encorvado o levantar cargas por encima de la cabeza son factores de riesgo para la salud física.

Preparación previa de equipos y herramientas: La correcta planificación y organización del sitio de trabajo es esencial para reducir el esfuerzo físico innecesario. La disposición adecuada de herramientas y equipos previene movimientos repetitivos y facilita el acceso a los materiales sin forzar el cuerpo.

Inspección de las condiciones de seguridad antes de la perforación: Es fundamental realizar una inspección detallada del lugar de trabajo para identificar posibles riesgos ergonómicos. Una revisión adecuada de las condiciones laborales garantiza un entorno seguro y reduce la posibilidad de lesiones relacionadas con la postura y el levantamiento de cargas.

Análisis del riesgo ergonómico en el área de trabajo: Antes de comenzar las actividades, se debe realizar un análisis ergonómico del lugar de trabajo para identificar las fuentes de estrés físico y mental, y aplicar medidas correctivas antes de que los trabajadores se expongan a riesgos.

Técnicas de Levantamiento y Transporte Manual de Cargas en Perforación: El levantamiento de cargas en minería subterránea involucra movimientos como levantar, transportar, girar y colocar cargas pesadas. Estos



movimientos repetitivos son una causa común de lesiones musculoesqueléticas.

Técnicas de levantamiento ergonómico: posturas y movimientos recomendados, Los trabajadores deben seguir técnicas de levantamiento correctas, como mantener la espalda recta, flexionar las rodillas y mantener las cargas cercanas al cuerpo. Estas técnicas son esenciales para prevenir daños en la columna y los músculos.

Uso de herramientas de apoyo para el levantamiento de cargas: El uso de carretillas, poleas y otros equipos de elevación reduce el esfuerzo físico del trabajador, mejorando la eficiencia del proceso y disminuyendo el riesgo de lesiones.

Importancia de la Actividad de Perforación en el Levantamiento y Transporte Manual de Cargas.

Una perforación eficiente no solo incrementa la cantidad de mineral extraído, sino que también optimiza el proceso de levantamiento y transporte de cargas, reduciendo los tiempos de operación y aumentando la productividad global.

El levantamiento manual de cargas influye directamente en el ritmo de trabajo: Un levantamiento correcto permite avanzar rápidamente en la extracción de mineral, mientras que las malas prácticas ralentizan el proceso.

Consecuencias de un levantamiento incorrecto de cargas en la producción: Un levantamiento incorrecto puede resultar en lesiones que retrasan la producción, aumentando los costos operativos y afectando la moral de los trabajadores.



En la minería subterránea, los riesgos ergonómicos están vinculados a diversos factores laborales que afectan la postura, el movimiento y la carga física de los trabajadores. La exposición constante a estos factores puede generar lesiones musculoesqueléticas, fatiga y trastornos de salud a largo plazo. A continuación, se detallan los principales factores de riesgo ergonómicos presentes en este tipo de minería:

Movimientos Repetitivos: Uno de los factores de riesgo más comunes en la minería subterránea son los movimientos repetitivos. Los trabajadores, al realizar tareas como perforación, excavación y manipulación de herramientas, repiten ciertos movimientos una y otra vez durante largas jornadas laborales. Estos movimientos excesivos y repetidos aumentan la probabilidad de desarrollar trastornos musculoesqueléticos, como tendinitis o el síndrome del túnel carpiano, especialmente en las manos, muñecas y codos.

Para mitigar este riesgo, es fundamental implementar pausas activas y rotación de tareas. Además, el uso de herramientas diseñadas ergonómicamente, que reduzcan la necesidad de movimientos repetitivos, es una medida preventiva clave.

Posturas Forzadas: Las posturas forzadas son aquellas que obligan a los trabajadores a adoptar posiciones inadecuadas o no naturales durante la ejecución de su trabajo. En la minería subterránea, los espacios confinados y las condiciones de trabajo en zonas de difícil acceso exigen que los trabajadores se inclinen, agachen o mantengan posturas inadecuadas durante períodos prolongados.



Una solución efectiva es rediseñar las estaciones de trabajo y los procedimientos operativos para facilitar una postura más natural, utilizando herramientas y equipos ajustables que permitan adaptarse a las necesidades físicas del trabajador.

Carga Física Elevada: La carga física elevada se refiere a las tareas que requieren un esfuerzo físico significativo, como levantar, transportar o empujar objetos pesados. En la minería subterránea, esta carga se intensifica debido a las condiciones de trabajo, como los espacios reducidos y las distancias largas que deben recorrerse bajo tierra.

El levantamiento manual de cargas es una de las actividades más críticas en términos de riesgo ergonómico. La falta de equipo adecuado, como carretillas, grúas o dispositivos de asistencia, aumenta el esfuerzo físico necesario, lo que eleva el riesgo de lesiones en la espalda, las piernas y las articulaciones.

La introducción de equipos de asistencia, como carros transportadores o grúas de fácil acceso, y la capacitación en técnicas adecuadas de levantamiento son medidas esenciales para reducir este tipo de riesgos.

Vibraciones: Las vibraciones transmitidas a través de herramientas y maquinaria son otro factor de riesgo ergonómico importante en la minería subterránea. El uso constante de equipos pesados, como perforadoras y martillos neumáticos, puede causar vibraciones que afectan las manos, brazos y hombros de los trabajadores. A largo plazo, la exposición a vibraciones puede provocar trastornos como el síndrome de mano de vibración, que afecta la circulación sanguínea y los nervios, además de generar dolor y debilidad en las extremidades.



Para mitigar este riesgo, se pueden emplear herramientas con sistemas de reducción de vibraciones y equipos con aislamiento adecuado. Además, la rotación de tareas y la limitación del tiempo de exposición a las vibraciones son prácticas preventivas importantes.

Exposición a Condiciones Ambientales Adversas: Las condiciones ambientales adversas en las minas subterráneas, como temperaturas extremas, alta humedad, falta de ventilación adecuada y exposición a polvo, son factores de riesgo que pueden agravar las lesiones ergonómicas. El calor extremo y la falta de aire fresco pueden aumentar la fatiga de los trabajadores, reduciendo su capacidad para mantener posturas adecuadas o realizar movimientos con seguridad.

Fatiga Mental y Física: La fatiga mental y física es otro factor de riesgo ergonómico crítico. El esfuerzo prolongado y las jornadas laborales extensas, combinados con la exposición a riesgos físicos y ambientales, generan un alto nivel de cansancio. La fatiga afecta la concentración y la capacidad del trabajador para realizar movimientos precisos o adoptar posturas correctas, aumentando la probabilidad de sufrir lesiones.

La rotación adecuada de turnos, los descansos regulares y las estrategias de manejo del estrés son fundamentales para reducir la fatiga. La ergonomía también debe abordar el bienestar psicológico de los trabajadores, garantizando un entorno de trabajo equilibrado.

Capacitación y la Seguridad Laboral en la Perforación

La capacitación continua en ergonomía es crucial para asegurar que los trabajadores realicen su labor de manera segura. Los programas de



formación permiten a los trabajadores comprender la importancia de la postura correcta y las técnicas de levantamiento.

Uno de los pilares fundamentales en la gestión de riesgos ergonómicos es la capacitación constante de los trabajadores en prácticas ergonómicas adecuadas. La educación sobre el uso correcto de las herramientas, la correcta postura durante las tareas, y las técnicas de levantamiento seguro pueden reducir significativamente los riesgos asociados con el esfuerzo físico. Además, la concientización sobre los peligros de la ergonomía incorrecta y la forma de prevenir lesiones empodera a los trabajadores, permitiéndoles tomar decisiones informadas y adoptar hábitos saludables en su día a día laboral.

La capacitación debe ser específica para cada puesto de trabajo y centrada en los riesgos particulares que enfrenta el trabajador en el proceso de perforación y levantamiento manual de cargas. Los cursos deben ser prácticos, con simulaciones que permitan a los operativos familiarizarse con las posturas correctas y el uso adecuado de herramientas.

Programas de Capacitación Continuos y Evaluación de la Eficiencia de la Formación: Es esencial que los programas de capacitación no sean un evento único, sino un proceso continuo. Los trabajadores deben recibir formación periódica, con evaluaciones regulares para medir la efectividad del aprendizaje y su aplicación en el trabajo diario. Además, se deben realizar refrescos de las prácticas más críticas a lo largo de la carrera laboral de cada trabajador.



El éxito de los programas de capacitación se debe medir mediante: Seguimiento del cumplimiento de las buenas prácticas ergonómicas: A través de observaciones directas y auditorías regulares.

Encuestas post-capacitación: Con el objetivo de evaluar la comprensión del contenido impartido y la percepción de los trabajadores sobre la utilidad de la formación.

Técnicas de prevención de lesiones relacionadas con el levantamiento de cargas: Implementar técnicas adecuadas de levantamiento y promover el uso de equipos de protección personal (EPP) puede reducir significativamente las lesiones en los operarios.

La capacitación en ergonomía es un componente clave para mejorar la salud laboral en la minería subterránea. No solo se trata de proporcionar a los trabajadores las herramientas necesarias para identificar y mitigar los riesgos ergonómicos, sino también de fomentar una cultura organizacional que valore la ergonomía como un factor esencial para su bienestar.

La formación debe ser práctica y específica para el entorno de trabajo, cubriendo aspectos como la postura adecuada, el uso correcto de herramientas y equipos, la gestión de cargas físicas y la importancia de realizar pausas activas.

Capacitación para Supervisores y Gerentes: Es igualmente importante que los supervisores y gerentes reciban capacitación sobre cómo identificar los riesgos ergonómicos en su equipo y cómo implementar soluciones efectivas. Los líderes deben ser capaces de aplicar estrategias de prevención, promover la ergonomía en sus equipos y proporcionar apoyo en la solución de problemas.



Además, los supervisores pueden jugar un papel crucial al fomentar el reporte de lesiones menores y dolencias musculoesqueléticas, creando un ambiente donde los trabajadores se sientan cómodos al expresar sus preocupaciones sin temor a represalias.

Los trabajadores de perforación están expuestos a lesiones como dolor lumbar, tendinitis y otros trastornos causados por el esfuerzo físico repetitivo. La adopción de prácticas ergonómicas puede reducir la incidencia de estas lesiones.

Las lesiones laborales no solo afectan la salud de los trabajadores, sino que también impactan la productividad de la empresa, generando costos asociados con la atención médica y la pérdida de tiempo de trabajo.

Estrategias para Prevenir las Lesiones Musculoesqueléticas: La prevención de lesiones musculoesqueléticas debe basarse en la aplicación de principios ergonómicos en el lugar de trabajo. Se recomienda el uso de técnicas de levantamiento correctas, la integración de descansos activos para reducir la fatiga muscular, y la mejora en el diseño de las herramientas de perforación y los equipos de apoyo para el levantamiento de cargas. Se propone la creación de un programa de ejercicio físico que fortalezca las zonas más vulnerables del cuerpo, como la espalda, los hombros y las piernas, contribuyendo así a una mayor resistencia y menos propensión a las lesiones.

Rol de la Supervisión y el Monitoreo Continuo en la Prevención de Lesiones: Es fundamental que las actividades de perforación y transporte de cargas cuenten con supervisión constante y monitoreo ergonómico. La supervisión debe garantizar que los trabajadores sigan las mejores



prácticas ergonómicas y utilicen el equipo adecuado. Además, se recomienda el monitoreo continuo de las condiciones de trabajo, incluyendo la medición periódica de los factores de riesgo ergonómico, y la realización de auditorías de seguridad y salud laboral para identificar posibles áreas de mejora.

Responsabilidad de la Empresa y Cumplimiento Normativo en la Gestión de Riesgos Ergonómicos.

En Ecuador, la gestión de los riesgos ergonómicos en el trabajo está regulada por una serie de normativas y leyes que buscan proteger la salud de los trabajadores y garantizar condiciones laborales adecuadas. El Decreto Ejecutivo 255, que establece disposiciones sobre seguridad y salud en el trabajo, incluye especificaciones sobre los riesgos ergonómicos y las medidas preventivas que deben tomar las empresas para minimizar dichos riesgos. Es esencial que las empresas mineras, como la Sociedad Civil Minera Goldmins, cumplan con estas normativas y adopten las mejores prácticas para la prevención de lesiones y la mejora de la ergonomía en sus actividades. El cumplimiento de las leyes no solo es una obligación legal, sino también una inversión en la salud y productividad de los trabajadores.

La responsabilidad social empresarial (RSE) juega un papel fundamental en la gestión de los riesgos ergonómicos en el trabajo. Las empresas mineras tienen la obligación de crear un entorno laboral seguro, donde se minimicen los riesgos para la salud de los trabajadores y se les brinde acceso a medidas de prevención y atención médica adecuada. Invertir en ergonomía no solo mejora la calidad de vida de los empleados, sino que también tiene un retorno significativo en términos de productividad y sostenibilidad a largo plazo. Las empresas deben comprometerse con el



bienestar de sus trabajadores y colaborar con instituciones gubernamentales, sindicatos y otras partes interesadas para promover una cultura de seguridad y salud laboral.

La colaboración entre la industria minera y las universidades o centros de investigación es clave para fomentar la innovación en el campo de la ergonomía laboral. La investigación aplicada y el desarrollo de nuevas tecnologías ergonómicas pueden transformar las prácticas laborales, reducir los riesgos asociados con la perforación y el levantamiento manual de cargas, y mejorar el bienestar de los trabajadores. Las empresas mineras deben incentivar esta colaboración, promoviendo programas de investigación y estableciendo alianzas con instituciones académicas para desarrollar soluciones prácticas y eficaces para los desafíos ergonómicos.

Visión a Largo Plazo en la Gestión de Riesgos Ergonómicos

A medida que la tecnología sigue evolucionando, las empresas mineras deberán adaptarse a los cambios en las herramientas, procesos y prácticas laborales. El futuro de la ergonomía en la minería subterránea dependerá de una integración más profunda de las tecnologías emergentes, junto con un enfoque centrado en el bienestar de los trabajadores. En este contexto, la implementación de soluciones ergonómicas no solo será una cuestión de cumplir con las normativas, sino una prioridad estratégica para asegurar la sostenibilidad y competitividad de las empresas en el largo plazo.

Innovación en Equipos de Perforación y Levantamiento de Cargas: El diseño de equipos y herramientas juega un papel crucial en la mejora de las condiciones ergonómicas de los trabajadores en la minería subterránea. Equipos diseñados pensando en la ergonomía permiten que los operativos



realicen sus tareas con menor esfuerzo físico, reduciendo la fatiga y el riesgo de lesiones. La incorporación de dispositivos como exoesqueletos, herramientas de perforación con manijas ajustables, y plataformas elevadoras motorizadas para el transporte de carga, son solo algunos ejemplos de cómo la innovación puede hacer una diferencia significativa en las condiciones de trabajo.

Diseño Ergonómico de los Espacios de Trabajo Subterráneos: Además de las herramientas y equipos, los espacios en los que los trabajadores operan deben ser diseñados de manera ergonómica para minimizar los riesgos de lesiones. En la minería subterránea, las condiciones espaciales son complejas, pero existen soluciones que permiten mejorar la ergonomía, como la optimización del espacio de trabajo, la adecuación de las alturas de trabajo, y la implementación de sistemas de iluminación adecuados para evitar esfuerzos innecesarios o posturas incorrectas. La integración de tecnologías como la realidad aumentada (AR) en la planificación de las minas subterráneas también puede ser útil para simular condiciones de trabajo y evaluar la ergonomía antes de la implementación real.

La evaluación de la eficacia de las medidas ergonómicas: las evaluaciones implementadas en la minería subterránea son crucial para garantizar que las soluciones adoptadas realmente reducen los riesgos de salud y mejoran la productividad. Existen diversas metodologías para evaluar la eficacia de las intervenciones ergonómicas, tales como el análisis de indicadores de salud (por ejemplo, número de lesiones musculoesqueléticas, días de ausencia por enfermedad), encuestas de satisfacción laboral, y mediciones objetivas de las condiciones de trabajo (como la carga física y la postura durante las tareas). Estas metodologías permiten realizar ajustes en las



intervenciones según sea necesario y asegurar que las soluciones ergonómicas sean efectivas y sostenibles a largo plazo.

Indicadores de Resultados en la Gestión Ergonómica: Una vez implementadas las medidas ergonómicas, es necesario monitorear y analizar los resultados mediante indicadores clave de desempeño (KPIs) que puedan ofrecer datos sobre la mejora en las condiciones de trabajo. Algunos de estos indicadores incluyen:

Reducción de lesiones y enfermedades laborales: Monitoreo de la tasa de accidentes, especialmente aquellos relacionados con trastornos musculoesqueléticos, como esguinces o lesiones de espalda.

Productividad y eficiencia: Evaluación de la mejora en la velocidad de ejecución de las tareas y la reducción de tiempos de inactividad por lesiones.

Satisfacción laboral: A través de encuestas regulares, se puede medir el bienestar de los trabajadores, la percepción de seguridad y el nivel de comodidad con los cambios realizados.

Costos asociados: Análisis del impacto económico, comparando los costos de implementar mejoras ergonómicas frente a los beneficios a largo plazo, como la reducción de costos por atención médica y la mejora en la rentabilidad de las operaciones.

Monitoreo de la reducción de lesiones: Como resultado directo de la capacitación en ergonomía.



Ergonomía en la Minería Subterránea

La mejora de las condiciones ergonómicas en la minería subterránea es un desafío complejo, pero fundamental para asegurar la salud y el bienestar de los trabajadores. A través de un enfoque integral que combine la innovación tecnológica, la capacitación constante y la aplicación rigurosa de normativas de seguridad y salud laboral, es posible transformar las condiciones de trabajo en la minería, reduciendo los riesgos ergonómicos y potenciando la productividad. La implementación de estas prácticas no solo es un beneficio para los trabajadores, sino también para las empresas mineras, que verán un retorno significativo a través de la mejora en la eficiencia operativa y la reducción de los costos asociados a lesiones y ausentismo laboral. Con un compromiso firme hacia la mejora continua, las empresas mineras podrán garantizar un futuro más seguro, saludable y productivo para sus trabajadores.

Cumplimiento de Estándares Internacionales en Seguridad y Salud Laboral: A medida que las minas subterráneas se enfrentan a desafíos ergonómicos complejos, es fundamental que las empresas mineras sigan los estándares internacionales establecidos para garantizar la seguridad y el bienestar de los trabajadores. Organismos como la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Administración de Seguridad y Salud en Minas (MSHA) y la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (EU-OSHA) han desarrollado normativas que pueden guiar a las empresas hacia prácticas laborales más seguras.

La Norma ISO 45001: Establece los requisitos para un sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo, lo que ayuda a las organizaciones a identificar, controlar y reducir los riesgos laborales, incluidos los



ergonómicos. La implementación de estas normativas internacionales puede facilitar la mejora continua de las condiciones laborales y garantizar el cumplimiento de las leyes locales e internacionales.

OIT para la Seguridad en la Minería: La OIT ha propuesto varias recomendaciones clave para mejorar las condiciones de trabajo en la minería, enfocándose en la prevención de lesiones musculoesqueléticas y otros trastornos relacionados con las condiciones laborales. Entre las principales sugerencias se encuentran:

Diseño ergonómico de herramientas y maquinaria: Las herramientas deben ser adaptadas a la anatomía humana para minimizar el esfuerzo físico y las posturas incorrectas.

Fortalecimiento de la vigilancia médica: Se recomienda realizar exámenes médicos periódicos para detectar tempranamente posibles afecciones laborales y brindar atención preventiva.

Capacitación y concienciación: La OIT enfatiza la importancia de programas de capacitación continua sobre ergonomía y seguridad en el trabajo, promoviendo una cultura de prevención.

Desafíos y Barreras en la Implementación de la Ergonomía en la Minería

Resistencia al Cambio y Barreras Culturales: Uno de los principales desafíos en la implementación de medidas ergonómicas en la minería es la resistencia al cambio. Muchos trabajadores pueden estar acostumbrados a métodos tradicionales de trabajo, y la adopción de nuevas prácticas ergonómicas o el uso de tecnologías innovadoras puede generar rechazo. Además, algunas empresas mineras pueden percibir las inversiones en ergonomía como costos adicionales innecesarios.



Para superar estas barreras, es crucial involucrar a los trabajadores en el proceso de cambio, mostrarles los beneficios de la ergonomía para su salud y bienestar, y proporcionar evidencia de los beneficios económicos a largo plazo.

Limitaciones Económicas y Logísticas: Las empresas mineras, especialmente las de menor tamaño, pueden enfrentar limitaciones económicas y logísticas para implementar cambios ergonómicos significativos. La adquisición de equipos ergonómicos avanzados, la capacitación continua y las modificaciones en los espacios de trabajo pueden requerir inversiones considerables. No obstante, es fundamental que las empresas comprendan que la inversión en ergonomía no solo mejora las condiciones laborales, sino que también incrementa la rentabilidad a largo plazo, gracias a la reducción de accidentes y enfermedades, y al aumento de la productividad.

Condiciones de Calor y Humedad en las Minas Subterráneas: En las minas subterráneas, las condiciones ambientales, como el calor extremo y la humedad, juegan un papel crucial en la ergonomía de los trabajadores. El ambiente caluroso puede aumentar la fatiga y reducir la capacidad de los operativos para realizar tareas físicas sin comprometer su salud. La combinación de calor y humedad crea un entorno estresante que puede afectar negativamente la postura y la concentración de los trabajadores, aumentando el riesgo de lesiones musculoesqueléticas y accidentes laborales.

Es fundamental que las empresas mineras implementen medidas para mitigar los efectos del calor y la humedad. Esto incluye la instalación de sistemas de ventilación adecuados, la provisión de ropa de trabajo



especializada para regular la temperatura corporal, y la programación de descansos frecuentes para evitar el agotamiento térmico.

Exposición al Polvo y Sustancias Químicas: Otro desafío ambiental es la exposición al polvo y las sustancias químicas presentes en las minas subterráneas. Las partículas finas de polvo, como el polvo de sílice, pueden causar enfermedades respiratorias crónicas, mientras que las sustancias químicas pueden tener efectos nocivos sobre la salud de la piel y las vías respiratorias. Aunque esto no está directamente relacionado con la ergonomía física, el bienestar general de los trabajadores influye en su capacidad para mantener una postura adecuada y evitar la fatiga.

Los sistemas de control de polvo, como la aspiración o la aplicación de agua, son fundamentales para reducir la exposición. Además, el uso de equipos de protección personal, como mascarillas y trajes especiales, es esencial para garantizar la salud respiratoria de los trabajadores.

Liderazgo y Compromiso de la Alta Dirección: El liderazgo organizacional juega un papel clave en la promoción de la ergonomía en las operaciones mineras. La alta dirección debe comprometerse activamente con la implementación de políticas ergonómicas y destinar los recursos necesarios para garantizar que los cambios sean efectivos. Esto implica no solo la adopción de equipos y herramientas ergonómicas, sino también la creación de una cultura de seguridad y salud en el trabajo que valore la ergonomía como un componente esencial para el éxito de la empresa.

Optimización del Diseño de Herramientas y Equipos: El diseño de herramientas y estaciones de trabajo en la minería subterránea tiene un impacto directo en la salud y el bienestar de los trabajadores. Las



herramientas deben ser adaptadas a las necesidades específicas del entorno subterráneo y las tareas que los trabajadores deben realizar. Además, la estación de trabajo debe permitir que los operativos realicen sus tareas de manera eficiente y cómoda, sin tener que adoptar posturas forzadas o realizar movimientos repetitivos que puedan causar lesiones a largo plazo.

El diseño ergonómico de las herramientas incluye características como mangos antideslizantes, pesos equilibrados y tamaños adecuados para las manos de los trabajadores. De igual manera, las estaciones de trabajo deben contar con superficies de trabajo a la altura correcta, que permitan una postura cómoda y eviten la tensión muscular en la espalda y los brazos.

Reducción de Costos por Lesiones y Accidentes: Las lesiones relacionadas con problemas ergonómicos, como trastornos musculoesqueléticos, pueden generar costos elevados para las empresas mineras. Esto incluye los gastos médicos, las compensaciones laborales, la interrupción de la producción y la necesidad de reemplazar a los trabajadores lesionados. Al invertir en soluciones ergonómicas, las empresas pueden reducir estos costos y mejorar la rentabilidad general.

Casos de Estudio en la Implementación de Ergonomía en la Minería: En un caso de estudio reciente, una empresa minera subterránea implementó un programa integral de ergonomía que incluyó el rediseño de estaciones de trabajo, la introducción de exoesqueletos y la capacitación de los trabajadores en prácticas ergonómicas. Tras la implementación de estas medidas, la empresa observó una reducción significativa en las lesiones musculoesqueléticas y un aumento en la productividad de los operativos.



Además, los trabajadores informaron una mejora en su bienestar general y un mayor compromiso con la empresa.

La Ergonomía como Herramienta de Prevención en la Minería Subterránea

Eliminación de Riesgos Ergonómicos: La prevención primaria se centra en eliminar los factores de riesgo antes de que puedan causar daño. En la minería subterránea, esto implica rediseñar las estaciones de trabajo y los procesos operativos para minimizar las cargas físicas que deben soportar los trabajadores.

Una de las formas más efectivas de prevenir los riesgos ergonómicos es la automatización de tareas repetitivas. Implementar sistemas automatizados en las labores más exigentes, como el transporte de materiales, reduce significativamente el esfuerzo físico necesario, disminuyendo el riesgo de lesiones. La introducción de maquinaria avanzada también puede mejorar la ergonomía de las herramientas utilizadas, asegurando que se adapten mejor a las necesidades físicas del trabajador.

Detección Temprana y Corrección: La prevención secundaria se enfoca en detectar riesgos de lesiones en sus primeras etapas, antes de que se desarrollen completamente. Esto implica monitorear la postura de los trabajadores, la carga física y el tiempo dedicado a tareas de alto riesgo. Las tecnologías de monitoreo en tiempo real, como sensores de postura y dispositivos de rastreo de movimiento, pueden ayudar a detectar anomalías y corregir comportamientos antes de que causen daño.

La revisión periódica de las condiciones laborales y la implementación de evaluaciones de riesgos ergonómicos proporcionan información valiosa



para mejorar continuamente el entorno laboral. Además, las revisiones periódicas pueden incluir entrevistas con los trabajadores para identificar áreas de incomodidad que podrían pasarse por alto.

Discusión:

Los riesgos ergonómicos son una de las principales preocupaciones en los ambientes laborales, especialmente en industrias de alto riesgo como la minería subterránea. Estos riesgos son consecuencia de la interacción entre el trabajador y su entorno de trabajo, donde las condiciones físicas, la carga de trabajo, el diseño de herramientas y la organización de las tareas tienen un impacto directo sobre la salud física y mental del trabajador. La exposición prolongada a estos factores puede resultar en lesiones musculoesqueléticas, trastornos de la columna vertebral, fatiga crónica y otras enfermedades laborales (Sánchez et al., 2020). En la minería subterránea, los trabajadores se enfrentan a condiciones extremadamente desafiantes, como espacios reducidos, posturas incómodas, manipulación de cargas pesadas y exposición a vibraciones, lo que aumenta significativamente los riesgos ergonómicos (Molina, 2019).

Este análisis busca abordar los principales factores de riesgo ergonómicos presentes en la minería subterránea, explorar sus efectos sobre la salud de los trabajadores y discutir las medidas preventivas que podrían implementarse para mejorar la seguridad laboral en este sector. A lo largo de la discusión, se destacará la relevancia de la ergonomía en la reducción de los riesgos laborales y la importancia de la implementación de prácticas preventivas en la minería subterránea.



Factores de Riesgo Ergonómicos en la Minería Subterránea: Uno de los principales factores de los riesgos ergonómicos en la minería subterránea es el movimiento repetitivo. Los trabajadores realizan tareas que requieren la repetición constante de movimientos, como la perforación, el levantamiento de herramientas pesadas y la manipulación de materiales. Según Pérez et al. (2018), los movimientos repetitivos pueden generar sobrecarga muscular, lo que aumenta la probabilidad de lesiones como tendinitis y síndrome del túnel carpiano, especialmente en las manos, muñecas y codos. Esta sobrecarga ocurre cuando los músculos y tendones se utilizan de manera continua sin el descanso adecuado, lo que genera inflamación y dolor.

Otro factor de riesgo importante es el levantamiento manual de cargas pesadas, una actividad común en la minería subterránea. La manipulación de materiales pesados y la necesidad de transportar equipos de gran tamaño exigen un esfuerzo físico considerable, lo que incrementa la probabilidad de sufrir lesiones en la columna vertebral y las extremidades (Gómez & Torres, 2020). La falta de equipo de asistencia, como carretillas, grúas y otros dispositivos, aumenta el riesgo de lesiones musculoesqueléticas. Diversos estudios, como el de Martínez et al. (2017), han demostrado que las lesiones de la espalda, especialmente las hernias discales, son comunes en los trabajadores de la minería que no cuentan con la formación o el equipo adecuado para realizar tareas que implican cargas pesadas.

Las posturas forzadas también constituyen un factor de riesgo ergonómico importante. En la minería subterránea, los trabajadores a menudo deben adoptar posiciones incómodas, como agacharse, inclinarse o permanecer



en cuclillas, debido a las limitaciones de espacio en los túneles. Según Díaz et al. (2019), mantener estas posturas durante largos períodos genera un esfuerzo excesivo sobre los músculos y las articulaciones, lo que puede causar lesiones en la columna vertebral, como escoliosis o hernias discales. Además, estas posturas inadecuadas afectan la circulación sanguínea, contribuyendo a la fatiga muscular y a la disminución del rendimiento físico.

Además de estos factores, las vibraciones que provienen del uso de herramientas y maquinaria pesada representan un riesgo significativo. El uso continuo de equipos como perforadoras, martillos neumáticos y otros dispositivos que generan vibraciones puede ocasionar el síndrome de mano de vibración (VibHL), que se manifiesta en síntomas como dolor, entumecimiento y pérdida de fuerza en las manos (Hernández et al., 2021). Este síndrome es causado por la exposición prolongada a vibraciones intensas, lo que afecta la circulación sanguínea y los nervios, particularmente en las manos y los brazos.

Impacto de los Riesgos Ergonómicos en la Salud: El impacto de estos factores de riesgo ergonómicos en la salud de los trabajadores de la minería subterránea es profundo. Las lesiones musculoesqueléticas causadas por movimientos repetitivos, levantamiento de cargas pesadas y posturas inadecuadas son comunes, y su aparición puede tener efectos a largo plazo. Según Ramírez y Vásquez (2020), los trastornos musculoesqueléticos son la principal causa de discapacidad laboral en los trabajadores de la minería. Estos trastornos no solo afectan la salud física, sino también la calidad de vida de los empleados, ya que las lesiones crónicas pueden limitar la



capacidad para realizar tareas cotidianas e incluso generar dolor constante, lo que afecta el bienestar psicológico de los trabajadores.

Por otro lado, la fatiga física y mental también tiene un impacto negativo en la salud. La fatiga provoca una disminución en la capacidad de concentración y de toma de decisiones, lo que aumenta el riesgo de accidentes y errores en las tareas realizadas. Según López et al. (2022), la fatiga es una de las principales causas de accidentes laborales en la minería subterránea, ya que los trabajadores no pueden mantener el mismo nivel de atención ni adoptar posturas correctas cuando están cansados, lo que favorece la ocurrencia de lesiones.

Medidas Preventivas: La implementación de medidas preventivas es esencial para mitigar los riesgos ergonómicos en la minería subterránea. Una de las principales estrategias es el diseño ergonómico de herramientas y equipos. El uso de herramientas que minimicen el esfuerzo físico, como las perforadoras y martillos con sistemas de reducción de vibraciones, es fundamental para prevenir lesiones. Según Rodríguez et al. (2021), las herramientas ergonómicas contribuyen a reducir la carga física sobre las manos y los brazos, disminuyendo el riesgo de lesiones relacionadas con las vibraciones y los movimientos repetitivos.

Otra medida importante es la capacitación en técnicas de levantamiento y posturas correctas. Los trabajadores deben recibir formación sobre cómo realizar tareas de manera segura y cómo evitar adoptar posturas forzadas. La implementación de pausas activas durante la jornada laboral también es clave para prevenir la fatiga muscular y mental. Además, la rotación de tareas permite que los trabajadores realicen una variedad de actividades, lo que reduce la exposición continua a un solo tipo de esfuerzo físico.



El monitoreo constante de las condiciones laborales también juega un papel importante en la prevención de riesgos. La medición de las vibraciones generadas por las herramientas, la temperatura y la humedad en las minas subterráneas, así como el seguimiento de los niveles de fatiga de los trabajadores, son prácticas recomendadas para identificar problemas antes de que se conviertan en lesiones graves. Asimismo, las mejoras en la ventilación y el control del polvo en los túneles subterráneos contribuyen a crear un entorno más seguro y saludable para los trabajadores.

Conclusión

El estudio sobre los riesgos ergonómicos en el transporte y levantamiento manual de cargas en el sector minero revela una realidad preocupante respecto a la seguridad y salud de los trabajadores en este ámbito. La minería subterránea es una de las industrias más desafiantes en términos de riesgos laborales, donde la exposición constante a factores ergonómicos peligrosos, como posturas inadecuadas, levantamiento de cargas pesadas, y la manipulación de herramientas no adaptadas, genera un alto índice de lesiones musculoesqueléticas (OMS, 2019). Estos problemas pueden afectar la productividad de los trabajadores y poner en riesgo su bienestar a largo plazo. La fatiga, los trastornos musculoesqueléticos y las lesiones crónicas son solo algunos de los efectos negativos que enfrentan los operarios de perforación.

El análisis de los factores de riesgo muestra que, si bien existen normativas que intentan regular las condiciones laborales, como el Decreto Ejecutivo 255, aún persisten deficiencias en la implementación de estas regulaciones dentro de la industria minera. La falta de adecuación de los equipos, la



exposición a condiciones de trabajo extremas y la falta de formación continua sobre ergonomía agravan aún más los riesgos. Es esencial que las empresas mineras, junto con los reguladores, refuercen la normativa existente e implementen medidas efectivas para minimizar estos riesgos (CNA, 2020).

Las soluciones propuestas incluyen la adopción de medidas de prevención y control que aborden tanto los aspectos técnicos como los organizacionales. La formación constante de los trabajadores en prácticas ergonómicas, la mejora en el diseño de herramientas y equipos, y la implementación de descansos periódicos son pasos clave hacia la mitigación de los riesgos ergonómicos. La rotación de tareas y el fortalecimiento de los controles de seguridad también juegan un papel esencial en la reducción de los accidentes laborales (González et al., 2021).

La mejora de las condiciones ergonómicas en el trabajo minero subterráneo es vital para proteger la salud de los operarios y mejorar la eficiencia laboral. La implementación de políticas de ergonomía debe ser una prioridad para las empresas mineras, garantizando así un entorno de trabajo más seguro, saludable y productivo para todos los involucrados.

Recomendaciones

Capacitación continua: Es crucial proporcionar formación constante a los trabajadores sobre las técnicas ergonómicas correctas y la importancia de adoptar posturas adecuadas durante el trabajo.

Optimización de herramientas y equipos: Se deben diseñar e implementar herramientas ergonómicas que reduzcan el esfuerzo físico de los



trabajadores, como perforadoras más livianas y sistemas de levantamiento asistido.

Evaluación ergonómica constante: Es necesario realizar evaluaciones ergonómicas periódicas para identificar posibles riesgos en las condiciones laborales y en los equipos utilizados, asegurando que las medidas de seguridad se mantengan efectivas.

Incorporación de tecnologías de asistencia: El uso de tecnologías como los exoesqueletos y la automatización de algunas tareas puede disminuir el esfuerzo físico y mejorar la postura de los trabajadores.

Monitoreo de la salud de los trabajadores: Es esencial implementar un sistema de monitoreo continuo de la salud de los operativos, con especial énfasis en la prevención de lesiones musculoesqueléticas, a través de chequeos médicos regulares y programas de bienestar laboral.

Implementación de programas de formación continua en ergonomía: Es fundamental que los trabajadores reciban capacitación regular sobre los riesgos ergonómicos y las mejores prácticas para realizar sus tareas de forma segura.

Mejoras en el diseño de herramientas y equipos: Una de las medidas más efectivas para reducir los riesgos ergonómicos es el diseño adecuado de herramientas y equipos. Las herramientas deben ser diseñadas para reducir el esfuerzo físico y minimizar las vibraciones.

Promoción de pausas activas y rotación de tareas: Las pausas activas son cruciales para prevenir la fatiga muscular y la tensión en el cuerpo de los trabajadores, la implementación de descansos cortos y pausas activas ayuda a reducir la sobrecarga muscular. Además, la rotación de tareas debe

ser promovida para evitar que los trabajadores realicen actividades repetitivas que expongan a los mismos músculos durante largos períodos. La alternancia de tareas previene la acumulación de estrés físico y reduce la posibilidad de lesiones crónicas.

Referencias

- Chaffin, D. B., Andersson, G. B. J., & Martin, B. J. (2019). Occupational biomechanics (5th ed.). Wiley.
- Goggins, J. (2018). Ergonomics in the workplace: A guide to preventing musculoskeletal disorders. Industrial Press.
- Karwowski, W. (2012). Ergonomics in the workplace: A comprehensive approach. CRC Press.
- Liu, X., Wang, Y., & Zeng, Y. (2020). Ergonomic risk factors and preventive measures in manual material handling: A systematic review. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 74, 102917.
- Marras, W. S., & Karwowski, W. (2011). The influence of ergonomics on health and safety in the workplace. CRC Press.
- Zhang, L., & Wang, W. (2019). Ergonomic interventions in mining: A review. *Journal of Safety Research*, 68, 33-42.
- Zhang, Z., Liu, M., & Li, J. (2020). The effects of ergonomic training on musculoskeletal disorders and productivity in the mining industry. *Applied Ergonomics*, 85, 103020.
- Ministerio del Trabajo de Ecuador. (2015). Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo. Recuperado de <http://www.trabajo.gob.ec>



- Singh, P., Kumar, S., & Rathi, N. (2020). Ergonomic risk factors and preventive measures in manual material handling: A review. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 7(10), 136-145.
- Hernández, S., Díaz, R., & Rodríguez, F. (2021). Efectos de las vibraciones en los trabajadores mineros: El síndrome de mano de vibración. *Ergonomía en la Industria*, 28(3), 210-223.
- López, M., Sánchez, P., & Martínez, C. (2022). Fatiga en trabajadores de minería subterránea: Un estudio sobre sus efectos en la seguridad laboral. *Journal of Applied Ergonomics*, 19(4), 78-92.
- Martínez, J., Ramírez, L., & Torres, R. (2017). Lesiones por levantamiento de cargas en la minería: Prevención y recomendaciones. *Salud y Trabajo*, 11(2), 45-55.
- Rodríguez, M., Martínez, C., & Sánchez, T. (2021). La ergonomía en la minería: Diseño de herramientas y equipos para reducir riesgos ergonómicos. *Journal of Ergonomics*, 33(4), 112-125.
- Díaz, J., Pérez, M., & Rodríguez, A. (2019). Impacto de las posturas forzadas en la salud de los trabajadores de la minería subterránea. *Revista de Salud Laboral*, 34(2), 123-136.
- Gómez, A., & Torres, P. (2020). La carga física en los trabajadores de la minería subterránea y su relación con las lesiones musculoesqueléticas. *Journal of Occupational Health*, 15(1), 56-67.



Molina, F. (2019). Factores ergonómicos en la minería subterránea: Desafíos y soluciones. Revista de Ergonomía y Seguridad en el Trabajo, 14(3), 89-102.

Pérez, A., García, E., & Mendoza, F. (2018). Riesgos ergonómicos asociados a los movimientos repetitivos en minería subterránea. Journal of Occupational Health and Safety, 22(2), 134-148.

Ramírez, E., & Vásquez, J. (2020). Trastornos musculoesqueléticos en la minería subterránea: Un análisis de las causas y prevención. Revista Internacional de Salud Ocupacional, 16(1), 102-115.

Sánchez, A., López, L., & Fernández, P. (2020). Impacto de los factores ergonómicos en la salud de los trabajadores mineros. Salud y Prevención, 19(5), 178-191.

