



Medidas preventivas a partir del grado de exposición al riesgo biomecánico por posturas mantenidas en los trabajadores operativos de la mina el Tucán del municipio de la Llanada - Nariño

Melanny Xiomara Vallejos Rosero, Paola Yineth Ibarra Mojana

Corporación Universitaria Minuto de Dios
Rectoría Centro Occidente
Sede Pasto (Nariño)
Programa Administración en Seguridad y Salud en el Trabajo
Noviembre de 2025

Medidas preventivas a partir del grado de exposición al riesgo biomecánico por posturas mantenidas en los trabajadores operativos de la mina el Tucán del municipio de la Llanada - Nariño

Melanny Xiomara Vallejos Rosero, Paola Yineth Ibarra Mojana

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Administrador en Seguridad y Salud en el Trabajo

Asesora
Claudia Edit Caicedo Mera
Magister en Salud Pública

Corporación Universitaria Minuto de Dios
Rectoría Centro Occidente
Sede Pasto (Nariño)
Programa Administración en Seguridad y Salud en el Trabajo
Noviembre de 2025

Dedicatoria

Dedico este logro a todas las personas que han hecho parte de mi vida y que, de una u otra manera, me ayudaron a llegar hasta aquí.

A Dios, por ser mi guía constante, por darme fuerza en los momentos difíciles y por llenar mi camino de luz, esperanza y oportunidades.

*A mis padres, **Iván Vallejos y Mónica Rosero**, por su amor inmenso, su paciencia y por enseñarme que los sueños se alcanzan con esfuerzo y fe. Todo lo que soy se lo debo a ustedes.*

*A mi hermana **Luisa Fernanda Vallejos**, por su cariño y por estar siempre a mi lado.*

A mi familia, por acompañarme, creer en mí y celebrar cada pequeño avance.

A quienes ya no están físicamente, pero siguen presentes en mi corazón, porque su recuerdo me inspira cada día.

Y a mí misma, por no rendirme, por seguir adelante con el corazón lleno de esperanza y por hacer realidad lo que alguna vez pareció lejano.

Melanny Vallejos

*Principalmente a **Dios** por darme la fuerza y la sabiduría, por sostenerme cuando lo necesité y por todas las bendiciones derramadas a lo largo de este camino. A mis padres **Franco Ibarra y Alegria Mojana** quienes han sido el pilar fundamental en mi vida, su amor y apoyo han sido la brújula que guía mi camino hacia mis sueños y mis metas. Sus valores de lucha y perseverancia han sido esenciales para no rendirme.*

*A mi hermano, **Armando Ibarra** porque desde el inicio de este camino siempre confió en mí, me ha motivado y apoyado en cada etapa de mi vida. A mi hermana, **Jessica Ibarra** por estar siempre a mi lado de forma incondicional. Mi sobrina, **Allison Hernández** por su amor y cariño*

*A mi novio, **Duley Cárdenas** por acompañarme en los días más difíciles y ser mi sostén emocional cuando flaqueaban mis fuerzas.*

*A mi hijo, **Malik Cárdenas** mi motor y mi mayor inspiración, desde el momento que supe que venías en camino, llenaste mi vida de fuerza y motivación, y has sido la razón por la que no me he rendido, incluso en los días más difíciles, recordándome siempre que te miro que vale la pena seguir adelante, Por último, a mí misma por superar cada obstáculo que se presentó en el camino y tener la fortaleza de levantarme con determinación.*

Paola Yineth Ibarra Mojana

Agradecimientos

*Este trabajo de grado representa para nosotras el cierre de una etapa llena de aprendizajes, retos y experiencias que nos permitieron crecer tanto en lo académico como en lo personal. Nada de esto habría sido posible sin el apoyo, la guía y la confianza de muchas personas e instituciones que hicieron parte de este proceso. Agradecemos, en primer lugar, a **Dios**, por darnos la fortaleza para perseverar, la sabiduría para aprender de cada desafío y la oportunidad de culminar con éxito este camino que hoy se convierte en un logro compartido. Nuestro más sincero agradecimiento a nuestra asesora, **Claudia Edit Caicedo Mera**, por su acompañamiento constante, su paciencia y su compromiso con nuestro proceso formativo. Gracias por orientarnos con dedicación, por brindarnos sus conocimientos y por creer en nosotras y en este proyecto desde el inicio. Su apoyo fue fundamental para el desarrollo y la consolidación de este trabajo. De igual manera, expresamos nuestra gratitud a las docentes **Paola Ximena Gallardo Benavides** y **Ana Milena Ortiz Casanova**, por su valiosa colaboración en la validación de los instrumentos de investigación, sus observaciones, sugerencias y aportes enriquecieron de manera significativa la calidad y la solidez de nuestra investigación. Agradecemos profundamente a la **Cooperativa Codmillas Ltda**, por permitirnos desarrollar nuestro trabajo de grado en su organización. Su disposición, colaboración y apertura fueron esenciales para la aplicación de los instrumentos y para el cumplimiento de los objetivos propuestos. Finalmente, queremos agradecer a nuestras familias, amigos y compañeros, por su apoyo incondicional, por las palabras de ánimo en los momentos difíciles y por acompañarnos a lo largo de este proceso. Cada uno de ustedes fue una parte importante de este logro, que hoy celebramos con orgullo y gratitud. A todos, gracias por ser parte de este camino que hoy culmina, pero que marca el inicio de muchos más sueños por alcanzar.*

Melanny Vallejos y Paola Ibarra

Contenido

Resumen.....	10
Abstract	11
Introducción	12
<i>Tema</i>	14
<i>Línea de investigación</i>	14
<i>Sublínea de investigación</i>	15
1 Capítulo I Planteamiento del problema.....	17
1.1 Delimitación del problema	17
1.1.1 Pregunta.....	19
1.2 Justificación	19
2 Objetivos	22
2.1 Objetivo general.....	22
2.2 Objetivos específicos	22
3 CAPÍTULO II. Marco Referencial	23
3.1 Antecedentes específicos o investigativos.....	23
3.2 Marco contextual	29
3.3 Marco teórico.....	31
3.4 Marco normativo	33
4 Capítulo III. Metodología.....	39
4.1 Técnicas	39
4.2 Participantes.....	42
4.3 Procedimiento, etapas y/o fases.....	42
5 Capítulo IV. Resultados	45
6 Capítulo V. Conclusiones.....	53
Referencias.....	55

Medidas preventivas a partir del grado de exposición al riesgo
biomecánico por posturas mantenidas en los trabajadores operativos
de la mina el Tucán del municipio de la Llanada - Nariño

6

Anexos 58

Lista de tablas

Tabla 1 <i>Relación normativa con el estudio</i>	33
Tabla 2 <i>Resultado Aplicación REBA</i>	47
Tabla 3 <i>Posibles patologías según resultados</i>	49

Lista de figuras

Figura 1 <i>Medición método REBA trabajador 1</i>	45
Figura 2 <i>Medición método REBA trabajador 2</i>	46
Figura 3 <i>Medición método REBA trabajador 3</i>	46
Figura 4 <i>Medición método REBA trabajador 4</i>	47

Lista de anexos

Anexo A. Consentimiento informado	58
Anexo B. Carta de solicitud de validación experto.....	59
Anexo C. Carta de solicitud Acceso a la información a la Cooperativa Codmillas Ltda	60
Anexo D. Documento de validación de experto en riesgo biomecánico y ergonomía	61
Anexo E. Método REBA hoja de campo	62
Anexo F. Poster educativo medidas preventivas	63

Resumen

La presente investigación tuvo como propósito evaluar el grado de exposición al riesgo biomecánico por posturas mantenidas en los trabajadores operativos de la Mina El Tucán, ubicada en el municipio de la Llanada, Nariño. Esta actividad minera representa una de las principales fuentes económicas del territorio, pero, a su vez, una de las más exigentes físicamente, lo que incrementa la probabilidad de desarrollar trastornos músculos esqueléticos derivados de las posturas forzadas, manipulación manual de cargas y movimientos repetitivos. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo y corte transversal, aplicando el método validado Rapid Entire Body Assessment (REBA), cuya evaluación consiste en la medición de ángulos de flexión y extensión fue validada por un profesional experto en ergonomía y riesgo biomecánico, en la tarea crítica de selección y recolección del material rocoso. Los resultados mostraron puntuaciones entre 9 y 12, clasificadas como niveles de riesgo alto y muy alto, lo que indica la necesidad de una intervención inmediata. Las zonas corporales más afectadas fueron el tronco, el cuello, brazos y antebrazos donde se evidencian sobre cargas físicas y de tensión muscular, con base en estos hallazgos, se propusieron medidas preventivas y de control enfocadas en la fuente, medio y trabajador, tales como la rotación de tareas, pausas activas, fortalecimiento muscular, capacitaciones ergonómicas y de estilos saludables. Por último, se concluye que los trabajadores de la mina el Tucán presentan una exposición elevada al riesgo biomecánico y que la implementación de estrategias preventivas adaptadas a las condiciones reales del entorno laboral contribuye a la mejora del bienestar físico, la cultura de autocuidado y la productividad de la población minera.

Palabras clave: Grado de exposición, riesgo biomecánico, minería, método Rapid Entire Body Assessment (REBA), posturas mantenidas

Abstract

This research aimed to evaluate the level of exposure to biomechanical risk caused by prolonged postures among workers at the El Tucán mine, located in the municipality of La Llanada, Nariño. Mining is one of the region's main economic activities, but also one of the most physically demanding, increasing the likelihood of developing musculoskeletal disorders related to poor posture, manual handling of materials, and repetitive movements. The study adopted a quantitative, descriptive, and cross-sectional approach, applying the Rapid Whole Body Assessment (REBA) method, validated by an ergonomics expert, to the critical task of collecting rock material. The results showed scores between 9 and 12, classified as high and very high risk levels, indicating the need for immediate corrective action. The most affected body areas were the trunk, neck, shoulders, and upper extremities, showing signs of physical overload and muscle strain. Based on these findings, preventive and control measures were proposed at the source, environment, and worker levels, including job rotation, active breaks, muscle strengthening, ergonomic training, and the promotion of healthy lifestyle habits. It is concluded that operational workers at the El Tucán mine face a high level of exposure to biomechanical risks and that implementing preventive strategies adapted to their actual working conditions contributes to improving physical well-being, fostering a culture of self-care, and increasing productivity in the mining sector.

Keywords: Degree of exposure, biomechanical risk, mining, Rapid Entire Body Assessment (REBA) method, sustained postures

Introducción

El presente trabajo tiene como objetivo analizar los factores biomecánicos a los cuales están expuestos los trabajadores operativos de la mina el Tucán de la Llanada, Nariño. La minería subterránea es, sin duda, una de las actividades más importantes del municipio, ya que constituye una de las bases más sólidas de la economía de esta región y el sustento de muchas familias. La extracción de oro es una actividad que se ha venido desarrollando a lo largo de los años por agrupaciones locales, como lo es la Cooperativa Coodmillas Ltda., una organización sin ánimo de lucro que lleva más de 40 años en funcionamiento, ofreciendo servicios de apoyo técnico, formación, compra de insumos, manejo de maquinaria y comercialización del oro, que producen los pequeños mineros de esta región. Actualmente, la Cooperativa Coodmillas Ltda cuenta con doce trabajadores administrativos y ochenta y seis trabajadores asociados, distribuidos en diferentes títulos mineros: la licencia el Canadá, la Palmera, el Cisne y el Tucán. La principal actividad económica, de acuerdo a la clasificación CIIU, es la 0722: extracción de oro y otros metales preciosos.

En ese contexto, la Mina el Tucán se ubica a una hora y media aproximadamente de la cabecera municipal, en un entorno natural. La Mina el Tucán está conformada por 20 trabajadores operarios mineros que realizan labores de forma intensa en espacios confinados, con escasa iluminación y en condiciones físicas desfavorables; estos aspectos hacen que la minería subterránea sea considerada una actividad de alto riesgo laboral, no solo por los peligros derivados de los accidentes, sino también por la exposición a largo plazo de los trabajadores a factores asociados con la salud musculo esquelética.

La presente investigación se justifica por la alta exposición de los trabajadores operativos de la mina el Tucán a factores de riesgo biomecánico derivado de las posturas forzadas,

manipulación manual de cargas y movimientos repetitivos. Este tipo de riesgo es uno de los principales causantes de trastornos músculos esqueléticos laborales. En el contexto de la realidad colombiana, la tasa de enfermedades consideradas laborales alcanzó un promedio de 86,41 por cada 100.000 trabajadores en el año 2024 (Ministerio, s.f.): en él se encuentra el sector minero que aparece como el segundo con el mayor número de casos de enfermedades laborales registradas, alcanzando cerca de 227 por cada 100.000 trabajadores (OISS, 2025). Sin embargo, existe un vacío de estudios que caractericen el riesgo biomecánico en minería subterránea de pequeña escala, sobre todo en regiones como lo es el departamento de Nariño. Por lo tanto, este trabajo aporta conocimiento para proponer medidas preventivas y de control, que ayuden a la protección de la salud, disminución de incidentes y aumento de la productividad.

Este estudio, se desarrolló con un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y corte transversal para conocer el grado de la exposición al riesgo biomecánico. Se utilizó un instrumento validado Rapid Entire Body Assessment (REBA), para la medición de ángulos de flexión y extensión de diferentes articulaciones en miembros superiores e inferiores, cuello y tronco. Esta medición fue validada por un experto en ergonomía, ya que el riesgo biomecánico más representativo por el tiempo de exposición y las tareas desarrolladas son las posturas mantenidas en tiempo prolongado. A partir de los resultados, se planteó medidas preventivas y de control, descritas en los capítulos de resultados y conclusiones, y algunas de ellas visualizadas en un poster educativo, dirigido a los trabajadores y a la administración con el fin de mejorar las condiciones laborales de los trabajadores y contribuir con el bienestar de esta población.

Tema

Medidas preventivas a partir del grado de exposición al riesgo biomecánico que se deriva de la aplicación del instrumento validado a los trabajadores operativos de la mina el Tucán del municipio de la Llanada – Nariño.

Línea de investigación

La presente investigación académica se desarrolló bajo la línea: Innovaciones sociales y productivas. La Seguridad y Salud en el Trabajo tiene como parte esencial la gestión empresarial y social, ya que busca proteger a los trabajadores de los diferentes factores de riesgo que se pueden dar en el entorno de trabajo. La minería subterránea es la principal actividad económica del municipio de la Llanada, Nariño, que presenta desafíos por sus altas exigencias físicas, largas jornadas de trabajo, condiciones de trabajo en espacios confinados y por la exposición frecuente a los factores de riesgo biomecánico. Este riesgo se debe principalmente a la manipulación manual de cargas, posturas forzadas y movimientos repetitivos, que originan afectaciones en las extremidades y en articulaciones y que van a repercutir en la salud de los trabajadores, la productividad de la empresa y la calidad de vida de los trabajadores.

La elección de esta población minera es estratégica, dado que el riesgo biomecánico no solo influye en el trabajador individualmente, sino que también inciden en la economía local del municipio, al ser la minería la actividad productiva del mismo. La escases de estudios específicos en esta área y tipo de minería subterránea a pequeña escala hacen que este proyecto represente un aporte científico y social, al diagnosticar el grado de exposición a esos riesgos a través de un instrumento objetivo validado, como REBA, que no se habían aplicado hasta el momento en este ámbito.

La innovación social de esta investigación radica en el diseño de medidas preventivas y de control presentadas en un póster educativo, elaboradas a partir de los resultados obtenidos, el trabajo de campo y la validación por el experto en ergonomía y biomecánica. Este material no solo permitirá transferir conocimiento técnico de forma clara y visual, sino también generar un cambio de comportamientos en los trabajadores, fortaleciendo la cultura de prevención y autocuidado. El poster educativo será entregado tanto a los trabajadores mineros como a la administración de la Cooperativa Coodmillas Ltda, contribuyendo a la apropiación de medidas preventivas y de control sencillas y aplicables, que servirán como apoyo a la Cooperativa en su rol de prevención en la organización.

La Seguridad y Salud en el Trabajo es importante porque ayuda a mejorar la productividad y, a mediano y largo plazo mejorar su estado de salud tanto físico como mental. “la prevención de los riesgos laborales constituye una inversión rentable, pues un entorno de trabajo seguro y saludable aumenta la productividad y la calidad del trabajo” (OIT, Entonos Segurs y Saludables: una guía para apoyar a las organizaciones empresariales a promover la seguridad y la salud en el trabajo, 2019)

Sublínea de investigación

La Sublínea de esta investigación es Seguridad y Salud en el Trabajo para poblaciones de alto impacto e interés especial, principalmente porque las actividades desarrolladas por los trabajadores operativos de la mina subterránea el Tucán en el municipio de la Llanada, Nariño, son de alto riesgo laboral. Es fundamental esta investigación ya que se centra en aquellos grupos que por sus condiciones de trabajo informal se ven expuesto a riegos significativos con altas exigencias físicas en escenarios que esencialmente necesitan un abordaje más especializado para

la protección de la salud debido a que a largo plazo esto impactaría afectando su calidad de vida, productividad y la sostenibilidad de sus medios de subsistencia.

Los trabajadores de la mina subterránea el Tucán del municipio de la Llanada, Nariño se enfrentan a una serie de riesgos biomecánicos que proviene de su entorno y por las tareas que realizan entre ellas la perforación, la voladura, el desabombe, la selección del material etc, los principales factores de riesgos causantes como posturas forzadas y repetitivas, manipulación manual de carga, vibración por la herramientas que implican trastornos como lumbalgias, hernias discales, síndrome del túnel carpiano que no solo pueden generar dolor y limitación funcional sino que también puede llevar a la incapacidad laboral permanente que no solo afecta la economía personal sino también la estabilidad social de comunidad minera.

1 Capítulo I Planteamiento del problema

1.1 Delimitación del problema

La presente investigación se centra en la evaluación de las medidas preventivas aplicadas a partir del grado de exposición al riesgo biomecánico en los trabajadores operativos de la mina el Tucán, ubicada en el Municipio de la Llanada, Nariño. Al enfocarse en este lugar de trabajo, la investigación busca identificar las características específicas del entorno minero subterráneo de la región, así como confirmar la presencia de protocolos de seguridad y las condiciones reales de trabajo de los operarios. La actividad económica principal es la extracción de oro en veta, a través de procesos como lo es la perforación, voladura, desagüe, selección y transporte del material en vagonetas y sacos. Además, se hace uso frecuente de maquinaria y herramientas como lo es: compresores de aire, martillos neumáticos, esmeriles, electrobombas, martillos picadores y palendras.

La minería subterránea es reconocida como una actividad de alto riesgo, tanto por las labores que implican como por las condiciones en las que se lleva a cabo. En el caso del Tucán, si bien se trata de un contexto informal, hay autoridades locales, regionales y nacionales que ejercen cierta supervisión, dada la alta frecuencia de accidentes en este tipo de trabajos. Las características del lugar, que representa riesgos locativos como suelos irregulares, poca luz, temperaturas variables y espacios reducidos, aumentan los riesgos por factores biomecánicos debidos a los malas posturas, movimientos repetitivos y manipulación manual de cargas, a esto se le suma las largas jornadas de trabajo incrementado el tiempo de exposición, y con ello la probabilidad de desarrollar trastornos musculo esqueléticos. Dentro de las diferentes tareas que desarrollan los trabajadores, la más crítica es la de selección y recolección del material en sacos,

ya que representa un tiempo prologado de posturas mantenidas que involucran todas las estructuras anatómicas en cuanto a movimientos con implicación de fuerza y posturas inadecuadas.

Esta investigación se limita en un periodo de tiempo determinado para garantizar la importancia de los datos, se ha establecido un trascurso de cuatro meses iniciando en el mes de agosto de 2025 y culminando en el mes de noviembre de 2025, este tiempo es determinante porque permitirá observar las condiciones actuales que tiene la mina el Tucán del municipio de la Llanada Nariño y la validez de las medidas preventivas. Al investigar los datos de este estudio nos brinda una visión actualizada de los riesgos biomecánicos a los cuales se exponen los trabajadores y las estrategias que se aplican.

Aunque, existe una alta exposición a riesgos biomecánicos, no hay estudios específicos en esta población que analicen de forma objetiva los factores de riesgo y la validez de las medidas preventivas. La mayoría de los estudios se centran en contextos industriales o formales, lo que genera un vacío en la minería subterránea artesanal.

1.1.1 Pregunta

¿Cuál es grado de exposición por posturas mantenidas para formular las medidas de prevención y control del riesgo biomecánico?

1.2 Justificación

La importancia de esta investigación se establece en estudiar el riesgo biomecánico de los trabajadores operativos de la mina el Tucán, ubicada en el municipio de la Llanada, Nariño, al tratarse de una población laboral de alto impacto. Analizar las exigencias físicas relacionadas con actividades como las posturas forzadas, la manipulación manual de cargas y movimientos repetitivos no solo busca reducir la ocurrencia de incidentes y enfermedades laborales, si no también mejorar la productividad y la calidad de vida de los mineros. Cuando un trabajador presenta dolor físico o limitaciones funcionales, se ve obligado a interrumpir sus actividades laborales, lo que disminuye sus ingresos afectando directamente la economía de su hogar, además de repercutir en el desarrollo económico local.

Las condiciones laborales en el ámbito minero muestran la exposición de los trabajadores a riesgos biomecánicos, con una prevalencia de trastornos músculos esqueléticos que afectan considerablemente la salud de los trabajadores, así como el rendimiento en el trabajo. Según Andrade Ríos (Andrade Rios, 2013) tras realizar un análisis ergonómico, se concluyó que los operarios de una mina están expuesto a un riesgo biomecánico por las posturas forzadas y manipulación manual de cargas, resultando en una exposición a generar trastornos musculo esqueléticos. Este hecho resalta la necesidad de estudio específicos que permitan conocer y gestionar estos riesgos en contextos reales.

Estudios realizados en Nariño respaldan la necesidad de hacer un diagnóstico en la población minera. En un estudio en el distrito minero de la Llanada, Nariño (CORPONARIÑO, 2007) se encontró un antecedente que advertía el aumento de riesgos y accidentes en esta zona, debido a que los mineros trabajan en ambientes contaminados de ruido, polvos, intensas jornadas de trabajo y condiciones extremas. Este estudio evidencia la urgencia de investigaciones específicas en cada riesgo y que permitan conocer el contexto real en el que laboran.

Desde una visión académica, esta investigación busca llenar vacíos existentes sobre los riesgos biomecánicos en minería subterránea en el departamento de Nariño, dado que la mayoría de estudios se orientan en aquellas actividades industriales y ambientales, dejando a un lado esta población. Esta necesidad se justifica al observar que no hay estudios específicos de riesgos biomecánicos en minería en Nariño, pero si, estudios similares que han demostrado la prevalencia de trastorno musculoesqueléticos en minería en regiones de Colombia, esto comprueba que el riesgo biomecánico en minería es existente. Por lo tanto, esta investigación contribuirá en el contexto de la Seguridad y Salud en el Trabajo, generando un nuevo conocimiento científico específicamente en factores biomecánicos en esta población.

Acorde con el compromiso social de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, este proyecto representa una oportunidad para aplicar conocimientos técnicos en un entorno real, contribuyendo a la mejora de las condiciones laborales y la calidad de vida de los trabajadores, adicionalmente impulsando el compromiso de la institución con la transformación social en territorios.

Por último, el diagnóstico que se realizó para la Cooperativa Codmillas Ltda. específicamente en la mina el Tucán, contribuirá a mejorar las condiciones de trabajo, la reducción de accidentes y enfermedades laborales y así fortalecer su imagen para demostrar un

Medidas preventivas a partir del grado de exposición al riesgo biomecánico por posturas mantenidas en los trabajadores operativos de la mina el Tucán del municipio de la Llanada - Nariño

21

compromiso con el bienestar de sus empleados a través del cumplimiento de las recomendaciones que se emiten en este documento.

2 Objetivos

2.1 Objetivo general

Evaluar el grado de exposición al riesgo biomecánico por posturas mantenidas en los trabajadores de la mina el Tucán del municipio de la Llanada, Nariño, con el fin de formular medidas de prevención y control que contribuyan a la reducción de dicho riesgo.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar las tareas y posturas mantenidas que generan exposición al riesgo biomecánico en los trabajadores de la mina El Tucán.
- Evaluar el grado de exposición al riesgo biomecánico mediante un método ergonómico apropiado.
- Proponer medidas de prevención y control orientadas a reducir el riesgo biomecánico identificado.

3 CAPÍTULO II. Marco Referencial

3.1 Antecedentes específicos o investigativos

Un estudio realizado por los autores González Andreina; Delgado José; Rodríguez Raúl y Escobar Mario (Andreina, José, & Mario, 2023), a una población de 116 trabajadores de la empresa minera Minervilla S.A, Ecuador 2023 sobre riesgos disergonómicos y lesiones músculos esqueléticos con la metodología descriptiva en donde se aplica una encuesta ISO TR 12295:2014 y los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes factores de riesgo como levantamiento de cargas con una valoración de riesgo del 95%, posturas y movimientos forzados con un 88, 76% estos altos porcentajes se deben a las condiciones en las que realizan sus actividades, igualmente factores como lo son el transporte de cargas con un 23, 6%, movimientos repetitivos en extremidades superiores con 15, 73% y empuje de cargas con un 11,2% debido a las condiciones propicias de su trabajo.

El estudio anteriormente nombrado guarda relación con la presente investigación, ya que ambos se enfocan en analizar los factores de riesgos a los que se exponen la población minera en tema de ergonomía y biomecánica dándole congruencia a este proyecto ya que demuestra que la exposición a factores disergonómicos aumenta el riesgo biomecánico, generando así más lesiones musculoesqueléticas.

En el marco de un estudio desarrollado por Mayra González y Álvaro Peralta (Gonzalez & Peralta, 2024), Ecuador (2024) en una mina del Ecuador, a una población de 35 mineros, con la metodología descriptiva transversal, se aplicó un cuestionario ERGOPAR V2.0, donde el objetivo era identificar los factores detonantes de enfermedades osteomusculares en el área de corte, se reconoció que el 45,7% presenta afectaciones lumbares, 37,1 % afectaciones en cuello,

hombros y espalda dorsal, se encuentra exposición a posturas forzadas, esfuerzo físico y exposición a vibraciones, en conclusión se identifica la manipulación manual de cargas como el factor predominante asociado con el dolor en la zona lumbar.

Este estudio guarda relación con el presente, ya que ambos tienen relación porque lo que buscan es establecer como las condiciones físicas y locativas de trabajo que generan lesiones o trastornos osteomusculares, desarrolladas por los factores de riesgo que son las posturas prolongadas, esfuerzo físico, vibraciones y manipulación manual de cargas, igualmente los dos buscan proponer medidas de prevención para disminuir estos riesgos.

Con base a un estudio efectuado en dos corregimientos del Suroeste Antioqueño, por la investigadora Alexandra Paz (Ortega, 2020), con la metodología cuantitativa, se aplicó un encuesta demográfica-laboral y una evaluación fisioterapéutica con el fin de determinar peligros biomecánicos y alteraciones osteomusculares en trabajadores mineros, se identificó una desprotección en seguridad social y una alta frecuencia de exposición a riesgos biomecánicos con sintomatología lumbar más frecuente en hombros descendidos y fuerza en tronco que se califica como mala-regular debido a factores como posturas forzadas, levantamiento manual de cargas.

Estos dos estudios tiene un relación directa ya que comparte el mismo enfoque que es analizar los riesgos biomecánicos en la población minera y con ellos identificar los factores que son las posturas forzadas, movimientos repetitivos y levantamiento manual de cargas, este estudio es un evidencia de las principales consecuencias fisiológicas que se puede encontrar cuando los trabajadores están expuestos a estos factores y en este trabajo como lo es el dolor lumbar, debilidad en el tronco y hombros descendidos.

Según el investigador Max A. Hermoza L. (Hermoza, 2016) al realizar este estudio se enfocó en la identificación de las condiciones con mayor carga física que tienen los trabajadores

en las minas subterráneas utilizando el método REBA el cual se aplica en 6 tareas principales de la minería: voladura, desatado de roca, perforación, sostenimiento en palos de madera, limpieza con pala neumática y acarreo de mineral. Con esta herramienta utilizada se logró determinar los puestos con más alta exposición de sobrecarga física, los grupos musculares más comprometidos y sus dolores osteomusculares reportados por los trabajadores, lo cual se realizó mediante el test de contraste de Pearson.

Asimismo, de manera complementaria también se evaluó mediante monitoreo de la frecuencia cardiaca y el criterio frimat, alcanzando indicadores como el costo cardiaco absoluto y relativo, la aceleración cardiaca y el tiempo de recuperación, igualmente se realizó encuestas a los trabajadores recolectando información sobre la aparición de dolores, la localización y su intensidad, lo que ayudo con los resultados objetivos hacia los mineros. Por último, este análisis lo realizaron con proporciones prácticas para que las organizaciones pongan prioridad en acciones preventivas frente a los riesgos significativos y se realicen medidas efectivas dentro del sistema de gestión de Seguridad y Salud en los Trabajadores fortaleciendo un mejor bienestar para los trabajadores mineros.

Con lo anterior se hace referencia al tema que se va a tratar en esta investigación ya que en las dos lo que se busca es realizar un estudio en los factores de riesgos biomecánicos y ergonómicos a los cuales los trabajadores se exponen al laborar en una mina subterránea y a la prevención que cada uno debe tener para evitar complicaciones a corto, mediano y largo plazo, puesto que la falta de información en muchos de estos sectores es significativa y hace que los trabajadores estén demasiado expuestos y sin ninguna prevención.

Según el investigador Nelson Alfonso Ramírez Ortiz(2020) este informe tuvo el propósito de realizar un programa de prevención de desorden musculo esqueléticas en

actividades que utilizan los trabajadores de la mina subterránea Buenos Aires, ubicada en el municipio de Bochalema Cundinamarca, en este informe se utilizó una metodología cuantitativa de carácter descriptivo en la que se verificó los riesgos ergonómicos y biomecánicos y un cuestionario nórdico para identificar síntomas en diferentes partes corporales, en la muestra se obtuvo 50 trabajadores lo que permitió en este informe un diagnóstico más confiable para revisar las condiciones biomecánicas presentes en los trabajadores evidenciando así los factores como espacios confinados, manipulación de herramientas pesadas y posturas mantenidas en pie durante toda su jornada lo que les genera afectaciones en espalda, cuello, hombros y extremidades inferiores o superiores.

Al revisar este informe y comparando la investigación a realizarse se concreta que tienen similitud ya que en los dos informes se habla sobre el riesgo disergonómico y biomecánico y la importancia de definir acciones de control que permita reducir la carga física que poseen los trabajadores en las minas subterráneas y asimismo la importancia que tiene la información adecuada sobre la prevención a la exposición de riesgos que tienen los trabajadores lo que les conlleva a afectaciones en su bienestar físico.

La investigación realizada por los autores María Paula Neiza Gil, Sergio Andrés Osorio Urrego (Gil & Urrego, 2023) con este informe lo que se busca es dar a conocer la importancia que tiene la minería en Colombia lo que brinda un aporte socioeconómico de buena magnitud al país, pero así mismo sin desinformar los factores de riesgo a los cuales se encuentran expuestos los trabajadores. En este marco lo que se obtuvo fue la descripción de los síntomas musculoesqueléticos lumbares en trabajadores operativos y administrativos en una mina subterránea en el municipio de Samaca, Boyacá. Con este estudio se realizó un diseño descriptivo de corte transversal con una población de 82 trabajadores de los cuales 64 pertenecían al área operativa y

18 al área administrativa, aplicando con ellos el cuestionario nórdico para identificar la presencia de molestias en la región lumbar y también su relación con las variables sociodemográficas, laborales y clínicas. Los resultados mostraron que 33 trabajadores reportaron lumbalgia en el área operativa con un 78,8% de casos, frente al 21,25% en el área administrativa, asimismo se identificó que las labores subterráneas de extracción como, perforación, voladura, corte, picadura y carga causan mayores exigencias físicas que influyen directamente la salud musculoesquelética. Con esto también se busca la necesidad de diseñar programas de prevención que protejan la salud de los trabajadores y reduzcan el impacto económico y social de las enfermedades ocupacionales.

Con lo anterior se asemeja las investigaciones ya que lo que se busca es mitigar los riesgos a los cuales los trabajadores mineros se encuentran para prevenir e informar y así reducir los daños ocupacionales y económicos en el sector.

Según las investigadoras Vanessa Espinosa Muñoz y Ana María Mendoza Valencia (Muñoz & Valencia, 2015), muestran una asociación entre el desarrollo de desórdenes musculoesqueléticos en miembros superiores y columna lumbar, por cargas dinámicas y movimientos repetitivos, asimismo, se identifica que variables como el tiempo de desempeño de la actividad influye en el desarrollo de desórdenes musculoesqueléticos. Finalmente, al aplicar el instrumento de análisis encuentran niveles de riesgo moderado y datos durante la ejecución de labores mineras independiente al cargo que se esté ocupando dentro del socavón.

Este estudio se relaciona con la investigación, debido a que ambos comparten la misma problemática acerca del riesgo biomecánico en la población minera, mostrando como las condiciones laborales de la minera subterránea incrementa la posibilidad de desarrollar problemas musculoesqueléticos. A su vez, ambos resaltan la importancia de conocer y de

identificar los riesgos en la población minera con el fin de promover medidas preventivas y de control que contribuyan a la protección de la salud y la mejora de las condiciones laborales.

En el marco de un estudio desarrollado por los investigadores Judith Victoria Martínez y Roy José Fábregas Martínez (Martínez & Martínez, 2019), se identifica que la fatiga que presentan los trabajadores se encuentra caracterizada principalmente por el cansancio en el cuerpo, piernas, ojos, dolor de espalda y sed, debido al esfuerzo físico en el desarrollo de la actividades mineras subterráneas, identificado y evaluado en el riesgo biomecánico por movimientos repetitivos, manipulación manual de cargas y físico por la deficiencia de iluminación.

Este estudio guarda relación con la investigación actual, ya que ambos estudios buscan analizar las consecuencias del riesgo biomecánico sobre la salud física de los mineros, se pone en evidencia como las condiciones propias del trabajo, junto con las repetición y exigencia de las tareas, aumenta la aparición y el desarrollo de fatigas y molestias musculoesqueléticas.

Un estudio realizado en Antioquia por las investigadoras Viviana García Hernández y Ligia Marcela Ballesteros (Hernández & Ballesteros, 2021), identificaron que en la Sociedad minera la Subasta un 40% de los accidentes dentro del socavón corresponden a eventos de origen biomecánico, un 30% de origen mecánico, así mismo el 40% de estos eventos el mecanismo de accidente fue por golpeado con o contra, el 10% por proyección de partículas, otro 10% por caídas de personas y el último 10% por sobre esfuerzo corporal.

Estos resultados evidencian que los factores biomecánicos son uno de los principales determinantes de accidentalidad en las actividades mineras subterráneas, evidenciando que la accidentalidad no solo puede influir a causar molestias musculares o fatiga, sino también incapacidades prologadas. Es por eso que esta investigación se asimila con la actual debido a que

las dos pretenden examinar los riesgos biomecánicos, mostrando una similitud de la realidad minera con características similares a las de las zonas de Nariño donde se desarrollan estas actividades mineras.

3.2 Marco contextual

A nivel internacional, la minería subterránea es una actividad económica muy influyente, ya que obtiene los recursos minerales indispensables para el desarrollo industrial, tecnológico y energético, conforme a los informes del Banco mundial y de la Organización Internacional del Trabajo el sector de la minería aporta considerablemente al PIB (Producto Interno Bruto global) pero igualmente se considera de alto riesgo por la exposición a los factores físicos, químicos y ergonómicos a los que se exponen los trabajadores, lo que genera enfermedades y accidentes laborales. En el contexto de la minera los organismos internacionales encuentran la necesidad de promover una minería sostenible que garantice no solo el aprovechamiento de los recursos si no también la protección de la salud y el medio ambiente.

América Latina, se conoce como uno de los territorios con mayor potencial minero al concentrar gran parte de las reservas de carbón, oro, cobre y otros minerales, Chile, Perú, México y Colombia se distinguen por la importancia de la minería en su sistema económico contribuyendo en las exportaciones, y generación de empleo, sin embargo, esto también viene acompañado de problemáticas como la inestabilidad de las condiciones laborales y los impactos ambientales derivados de la explotación. En Colombia, la minería, no solo representa un buen sistema económico, sino también un problema para salud y seguridad de los trabajadores, quienes necesitan medidas preventivas y programas de intervención que respondan a las normativas nacionales e internacionales para obtener un trabajo digno y seguro ya que a pesar de

las regulaciones que ha implementado la Agencia Nacional de Minería, el Ministerio de Minas y Energía aún persisten estas deficiencias en minas de pequeña y mediana escala.

En el departamento de Nariño, la minería de oro tiene una gran influencia en su economía regional, cuenta con un gran número de explotaciones mineras que son la fuente de ingreso para muchas comunidades, muchas de estas se catalogan por su informalidad, la falta de tecnificación y la escasa implementación de programas de Seguridad y Salud en el Trabajo, aunque se han reportado grandes avances en la legalización y la formalización, datos que muestran que más de 10,000 pequeños mineros en 2024 han sido formalizados (Minas, Agencia Nacional de Minas, 2024). De acuerdo con datos de la agencia Nacional de minería Nariño, la producción de oro aumentó de 2,96 millones de dólares en 2023 a 4,68 millones de dólares en 2024 siendo el oro el producto principal (Minas, Ficha de datos economicos 04-2025, 2025).

El municipio de la Llanada es uno de los principales territorios dedicados a la explotación de oro dentro de la minería subterránea, este se divide en cuatro frentes mineros: El Canadá que queda a 15 minutos de la cabecera municipal con vía de acceso a la vereda Alto Canadá, La Palmera con vía de acceso carretable a media hora de la cabecera municipal, El Cisne con vía de acceso carretable de 30 minutos de la cabecera municipal y el Tucán con acceso carretable de 1 hora aproximadamente de la cabecera municipal, se encuentra distribuido entre 21 unidades de producciones minera cada una bien equipada en infraestructura, en instalaciones que incluyen compresores de aire, enriados para acceso de frentes de trabajo, vagonetas para transporte de material y malacates eléctricos que facilitan la movilización del material, esta actividad es la parte central de la economía del municipio y la fuente de empleo para la comunidad. El caso de estudio se realizó en la mina el Tucán del municipio de la Llanada

Nariño y lleva más de 40 años de trayectoria y cuenta con 12 trabajadores administrativos y 20 operativos que están asociadas a la Cooperativa Coodmillas Ltda.

3.3 Marco teórico

El marco teórico de esta investigación se abarca en la minería subterránea, ya que es reconocida como una actividad económica con bastantes exigencias físicas para el trabajador, estas condiciones de trabajo en espacios confinados, posturas forzadas, esfuerzos físicos y manipulación manual de cargas, representa riesgo para la salud musculo esquelética generando a accidentes y enfermedades a mediano y largo plazo.

En este análisis, el riesgo biomecánico se conoce como un factor crítico de salud laboral, dado que con este riesgo hay probabilidad de sufrir lesiones o alteraciones derivadas de la carga física que soporta el cuerpo mediante la jornada laboral, el levantamiento, empuje, transporte manual de cargas, posturas prologadas y movimientos repetitivos. Los trastornos musculo esqueléticos hacen descripción a la principal consecuencia de la exposición al riesgo biomecánico, según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022), los trastornos musculo esqueléticos son alteraciones que afectan los músculos, tendones, articulaciones, nervios, lo que produce un alto índice de incapacidad laboral, ausentismo y disminución de rendimiento en los trabajadores. Estudios evidencian que los mineros presentan dolores lumbares, cervicales y en extremidades superiores que se asocian a las posturas inadecuadas, cargas excesivas y puesto de trabajo no ergonómicos.

Para disminuir este riesgo, es necesario la aplicación de la ergonomía, esta se define como la aplicación científica de las ciencias biológicas humanas para conseguir el mejor rendimiento y la adaptación del ser humano a su trabajo, obteniendo así máximo rendimiento y

bienestar (OIT, Ergonomía, s.f.). En cuanto a la ergonomía aplicada, Etienne Grandjean (Fernandez), lo caracterizaba como el estudio del comportamiento del hombre en su trabajo, en donde el objetivo final de la ergonomía consistía en llevar a cabo la adaptación del puesto de trabajo, herramientas y entorno a sus capacidades y limitaciones humanas. El estudio de este científico enfatiza que el diseño del trabajo tiene que tratar de reducir el desgaste energético y la fatiga física, asimismo mantener al trabajador lo más cerca de la postura neutra o de confort.

En este estudio se puede verificar la exposición al riesgo biomecánico y es por eso que se aplicó el método REBA como instrumento validado para evaluar el grado de exposición a las posturas de trabajo estáticas, durante las actividades que realizan los trabajadores y se pudo verificar el grado de exposición y proponer medidas preventivas y de control para la disminución de molestias, dolores o lesiones corporales. El método REBA fue desarrollado por Sue Hignett y Lynn McAtamney en el año 2000, y sirve específicamente para evaluar aquellas tareas donde las posiciones del cuerpo son inestables o requieren una gran capacidad de fuerza, como en la minería.

Este método consiste en la observación sistemática que divide el cuerpo en segmentos, con el fin de evaluar la carga postural en todo el cuerpo este se divide en: grupo A (tronco, cuello y piernas), grupo B (brazos, antebrazos y muñecas) y Factores adicionales como lo es la incorporación de la carga/fuerza que soporta el trabajador y la actividad muscular (estática, repetitiva y cambiante) (Cuixart, 2003).

3.4 Marco normativo

Tabla 1

Relación normativa con el estudio

Norma	Descripción	Aporte a la Investigación
(Organización Internacional del trabajo, 1981) Convenio 155 Art 4 y 16	Establece principios sobre prevención de riesgos laborales, promoción de la salud y condiciones seguras en el trabajo	<p>El convenio 155 en su Art 4 establece los principios generales de las políticas en SST y su Art 16 exige a los empleadores garantizar ambientes seguros y saludables, este convenio presenta un importante argumento para esta investigación debido que se debe adoptar un modelo legal y normativo internacional que se aplica para la identificación y el análisis de los riesgos laborales en este caso el riesgo biomecánico. Al tomar esta norma internacional, esta investigación no solo se limita en el ámbito local, si no que se basa en directrices internacionales, lo que aumenta su validez y relevancia.</p> <p>Asimismo, con este convenio demuestra que la detección y el estudio de los riesgos biomecánicos, es una obligación que tanto los estados como los empleadores deben cumplir, esto refuerza la base teórica y normativa de esta investigación ya que las observaciones se sitúan dentro de los estándares internacionales que dirigen buenas prácticas en seguridad y salud en el trabajo.</p>
(Organización Internacional del trabajo, 1995) Convenio 176	Regula específicamente la seguridad y salud de las operaciones mineras	El convenio 176 en su Art 7 exige que antes de iniciar cualquier operación minera, se realice una evaluación de los riesgos presentes y sus Art del 8-10 establecen medidas preventivas orientadas a proteger

Norma	Descripción	Aporte a la Investigación
Art 7-10	subterráneas y a cielo abierto	<p>la vida y salud de los trabajadores. Este convenio refuerza que la identificación y control de riesgos en la minería subterránea es un requisito legal, y asimismo al integrar este marco normativo esta investigación se basa en estándares reconocidos, que establecen la obligación de examinar los factores de riesgo en este caso el biomecánico que perjudiquen al trabajador.</p> <p>De este modo, se justifica el uso de métodos biomecánicos para el análisis de las condiciones de trabajo, ya que estos permiten identificar cargas excesivas, posturas forzadas y otros factores que deben controlarse para cumplir con los estándares de la normatividad.</p> <p>Requisitos mínimos de SST aplicables a los países miembros. En el marco de antecedentes se abordó un estudio de Ecuador, país perteneciente a esta comunidad. Para este proyecto es importante que dentro del instrumento “andino de SST” se contempla en el Capítulo 5 Art 26, que el empleador tiene la obligación de cumplir con las evaluaciones del plan integral de prevención en diferentes riesgos, incluidos los relacionados a la ergonomía.</p>
(Comunidad Andina de Naciones CAN, 2004) Decisión 584 Capítulo 5 Art 26	Establece un marco común para la gestión de SST en países miembros de las CAN	
Constitución Política de Colombia 1991 Asamblea Nacional	Reconoce el derecho a la vida, a la salud, integridad física y a las condiciones dignas de un trabajo	<p>En su Art 49 establece el derecho fundamental a la salud y la obligación del estado en reglamentar acciones para su protección.</p> <p>El uso de evaluaciones biomecánicas como es el método de REBA, ayuda a cumplir con este deber al</p>

Norma	Descripción	Aporte a la Investigación
<p>Constituyente (Republica de Colombia , 1991) Art 49</p>		<p>detectar posibles riesgos que causen problemas de salud reaccionados con el trabajo. Es por eso que el Art 49 aporta una base legal al enfoque preventivo, afirmando que la identificación de los riesgos no solo es una buena práctica, sino un requisito legal, lo que apoya la valides de este estudio dentro de la normatividad colombiana.</p>
<p>Ministerio del trabajo Decreto Ley 1295 del 1994 (Republica de Colombia, 1994) Art 1, 4, 21</p>	<p>Organiza el sistema general de riesgos profesionales</p>	<p>Para esta investigación, los Art 1, 4, 21 son importantes debido a que en su Art 1 da la base legal del sistema general de riesgos, donde su meta principal es la prevención, atención de enfermedades, accidentes y protección del trabajador. Los Art 4 y 21 fijan las obligaciones del empleador en cuanto a promoción y prevención en los entornos de trabajo. Este decreto aporta un marco legal solido para mostrar la importancia de revisar los factores ergonómicos y biomecánicos en la minería, al poner la identificación y el control de riesgos dentro de sus acciones correctivas.</p>
<p>Ministerio de Trabajo Decreto 1072 de 2015 (Republica de Colombia, 2015) - Art 2.2.4.6.23-2.2.4.6.33</p>	<p>Decreto único reglamentario del sector trabajo incluye SG-SST</p>	<p>Dentro de este decreto, en los Art 2.2.4.6.2 y 2.2.4.6.33 son importantes para esta investigación, debido a que en ellos se especifican los requisitos mínimos de seguridad y salud en el trabajo, las obligaciones de los empleadores y la necesidad de poner en marcha medidas preventivas para la mejora constante de las condiciones de trabajo. En el marco legal este decreto refuerza y da pertinencia a la realización de evaluaciones</p>

Norma	Descripción	Aporte a la Investigación
<p>Decreto 1477 de 2014 (Republica de Colombia, 2014) Tabla de enfermedades laborales</p>	<p>La Tabla de Enfermedades Laborales fue expedida por el Ministerio del Trabajo de la República de Colombia, el 5 de agosto de 2014 mediante el Decreto 1477 de 2014 y fue modificada por el Decreto 676 de 2020.</p>	<p>ergonómicas y biomecánicas en las empresas, sobre todo en los sectores de alto riesgo, ya que al incluir este decreto se demuestra que el análisis de los factores biomecánicos no solo es una práctica técnica, sino una exigencia legal que hace parte de SG-SST.</p> <p>Al realizar esta investigación se observa la posibilidad de encontrar varias enfermedades como son: lumbalgia ocupacional, cervicgia ocupacional, tendinitis de manguito rotador, epicondilitis lateral, síndrome del túnel carpiano bursitis de sobre carga postural. Mediante esta norma que la rige el ministerio de trabajo donde establece la tabla de enfermedades laborales que clasifica las patologías que pueden ser causadas por el puesto de trabajo y los factores de riesgo a los que el trabajadores se encuentran expuestos, además, apoya la justificación y validez de investigaciones relacionadas con la salud ocupacional, la prevención de riesgos, la higiene industrial o la ergonomía, proporcionando una base normativa que respalda el análisis científico y garantiza que las conclusiones del estudio estén alineadas con la legislación vigente en Colombia.</p>
<p>Resolución 0312 de 2019 (Ministerio de Trabajo de Colombia, 2019)</p>	<p>Establece los estándares mínimos del SG-SST para todas las empresas en Colombia</p>	<p>El numeral 4.1.7 es importante ya que pide encontrar los peligros y revisar los riesgos en el trabajo, el numeral 4.3.4 exige crear programas de prevención para ver cómo está la salud de los trabajadores y el numeral 5.1.4 dice que es obligatorio controlar los</p>

Norma	Descripción	Aporte a la Investigación
<p>Numeral 4.1.7 - 4.3.4 - 5.1.4</p> <p>Ministerio de protección social Resolución 1401 de 2007 (Republica de Colombia, 2007) Art 4 al 8</p>	<p>Regula la investigación de incidentes y accidentes de trabajo</p>	<p>riesgos en este caso los biomecánicos que puedan lastimas lo músculos y huesos.</p> <p>Esta norma apoya directamente a esta investigación porque da criterios que se pueden comprobar para saber cómo manejar los riesgos en este caso el biomecánico en la minería subterránea, igualmente en la base legal para proponer mejoras y saber si la empresa está cumpliendo en cuanto a la identificación, intervención y control de los riesgos en la minería.</p> <p>Esta resolución ayuda al análisis ergonómico y biomecánico ya que conecta las lesiones musculoesqueléticas y accidentes laborales, esta tiene una guía legal para integrar resultados de las metodologías ergonómicas y biomecánicas en la investigación formal de incidentes y accidentes de trabajo. Es por eso que esta resolución ayuda al estudio al conectar hallazgos técnicos y mejoras, fortaleciendo la capacidad de las empresas para identificar la causa raíz de los riesgos y así crear medidas preventivas, reforzando los procesos de investigación al alinearla con los procedimientos de seguridad y salud en el trabajo.</p>
<p>Ministerio de trabajo Decreto 1886 de 2015 (Republica de Colombia ,</p>	<p>Por el cual se establece el Reglamento de Seguridad en las Labores mineras subterráneas</p>	<p>Esta norma será consultada por los investigadores teniendo en cuenta que la actividad económica abordada corresponde a alto riesgo laboral. El Art 216 aborda los programas de vigilancia epidemiológica de riesgo biomecánico al que se</p>

Norma	Descripción	Aporte a la Investigación
2015) Art 216 (Reglamento de seguridad en las labores mineras subterráneas) (Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certificacion ICONTEC, 2011) NTC 5693 de 2011 (Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certificaciones ICONTEC, 2012) Guía técnica colombiana GTC 45 (Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certificacion ICONTEC, 2009) NTC 5723 de 2009	Norma técnica colombiana sobre Ergonomía: Identificación evaluación de riesgos Proporciona directrices para la identificación de peligros y valoración de riesgos en SST Ergonomía, evaluación de posturas de trabajo estáticas	aportara a través de este proyecto posterior a la observación y medición que con llevar a identificar con más precisión el riesgo biomecánico más influyente. Contribuye con la metodología de los instrumentos REBA, debido que esta define como identificar y evaluar los riesgos biomecánicos y ergonómicos. Esta da criterios técnicos de como examinar aspecto como lo es posturas, diseño de tareas y ambiente con el finde evitar problemas musculo esqueléticos y mejoras el trabajo. Es la base para la identificación y valoración de los peligros en SST incluyendo el biomecánicos en este caso ayudando a identificar los peligros dentro de la minería subterránea, con el fin de identificar los peligros prioritarios y decidir controles buenos para disminuir estos riesgos. De acuerdo al trabajo de campo lo más crítico que se identificó y evaluó fue la carga postural por posturas estáticas en tiempo prolongado. Esta norma proporciona directrices para evaluar posturas y establece recomendaciones ergonómicas para diferentes tareas en el lugar de trabajo.

Nota. Resume todas las normas que sustentan la investigación y su relación con el riesgo biomecánico

4 Capítulo III. Metodología

El presente estudio tiene un enfoque cuantitativo, con el cual se midió y analizó los niveles de exposición al riesgo biomecánico en los trabajadores de la Mina el Tucán ubicada en el municipio de la Llanada, Nariño mediante herramientas de recolección de datos. Según Hernández Sampieri; Fernández Collado y Baptista Lucio 2014, el enfoque cuantitativo “se fundamenta en la recolección y el análisis de datos numéricos con el propósito de establecer patrones de comportamiento y probar teorías”. Por lo tanto, esta investigación identificó las relaciones que tendrán las condiciones laborales y la presentación de trastornos musculo esqueléticos, y aportó a la formulación de medidas preventivas y de control e igualmente generó conocimiento verificable ya que se utilizó un instrumento validado que garantizó la confiabilidad y validez de los datos que se recolectaron.

Asimismo, esta investigación se enmarca en el diseño descriptivo de corte transversal ya que la recolección de información se realizó en un único momento de tiempo lo que permitió describir y analizar la situación de los trabajadores de la Mina el Tucán expuestos a los factores de riesgo biomecánico. Según Hernández Sampieri y Mendoza 2018, este diseño se centra en observar y medir variables en un tiempo determinado, permitiendo diagnosticar el estado de población objeto de estudio.

4.1 Técnicas

Instrumento: Se realizó trabajo de campo que permitió obtener información real del contexto en el que laboran los trabajadores de la Mina el Tucán del municipio de la Llanada, Nariño. Mediante la observación y la toma de evidencias que fueron: registros fotográficos y

audiovisuales, que permitieron identificar los comportamientos, posturas y condiciones del entorno laboral de los trabajadores en una jornada de trabajo habitual, con base a esta información se seleccionó un factor crítico en la actividad minera correspondiente a las posturas de trabajo mantenidas en el procedimiento de selección y recolección del material.

REBA: Para la evaluación del riesgo biomecánico en los trabajadores, se seleccionó el método REBA, que es una herramienta que identifica el riesgo postural en los puestos de trabajo. La elección de este método se hizo ya que el entorno laboral incluye posturas mantenidas en varios segmentos corporales en la ejecución de las tareas operativas, se seleccionó el procedimiento de selección y recolección del material.

Herramientas: Para esta investigación se utilizó varias herramientas que permitieron validar la información recolectada, garantizando la validez y la confiabilidad. En primer lugar, se revisó los documentos compartidos por la Cooperativa Coodmillas Ltda. que fueron: el SG-SST, la matriz de peligros y riesgos, el protocolo de prevención, preparación y respuesta ante emergencias. De igual forma se realizó dos entrevistas por vía telefónica, una al responsable del área de SST, quien describió de manera general la productividad de los trabajadores y las medidas de prevención que se implementan en la empresa, y otra con un trabajador operativo de la mina que dio a conocer en detalle las tareas que se realizan diariamente.

Finalmente, al observar las características de las tareas que realizan los trabajadores se elige el método REBA como instrumento de análisis ergonómico. Este método, validado internacionalmente (Hignett & McAtamney,2000), permite identificar y evaluar el nivel de riesgo postural asociado a las actividades de los trabajadores de la Mina el Tucán, asimismo, la medición de ángulos a través de este instrumento se sometió a una validación por un experto en

riesgo biomecánico y ergonomía que reviso con claridad los ángulos identificados en el material audiovisual

Criterios de inclusión y exclusión

Inclusión:

- Trabajadores activos en la Cooperativa Coodmillas Ltda. y que estén desarrollando actividades mineras en la Mina el Tucán
- Trabajadores mayores de 18 años
- Trabajadores que desempeñen tareas operativas dentro de la mina el Tucán
- Trabajadores con más de seis meses de experiencia trabajando en la mina el Tucán que demuestren concomimiento y dominio de las tareas
- Personal disponible en la visita de campo en el mes de octubre
- Exclusión:
- Personal administrativo o de oficina que no realice labores operativas en el entorno minero
- Trabajadores que no acepten participar en el estudio de investigación
- Trabajadores con menos de seis meses de experiencia en la mina el Tucán por insuficiente falta de experiencia y exposición
- Trabajadores menores de 18 años por componente ético
- Trabajadores ausentes el día de la visita a campo
- Trabajadores que no son de permanencia en la Cooperativa Coodmillas Ltda.
- Trabajadores con restricciones medicas

4.2 Participantes

La población objeto de estudio está conformada por 20 trabajadores masculinos del área operativa en la Mina el Tucán de la Llanada, Nariño en un rango de edad de 22 a 60 años, con su nivel educativo de primaria o secundaria. Igualmente, los trabajadores cuentan con una experiencia de más de seis meses de trabajo.

De acuerdo a la observación realizada durante el trabajo de campo se identificó como procedimiento de mayor riesgo “la selección y recolección de material” por sus características de trabajo con posturas mantenidas, el tiempo de exposición dos horas diarias y diez semanales y las condiciones locativas que agravan las condiciones. Por lo anterior, se aplicó el instrumento a cuatro trabajadores que desempeñan esta labor, siendo estos últimos los participantes seleccionados para la evaluación del grado de exposición a riesgo biomecánico por posturas mantenidas.

4.3 Procedimiento, etapas y/o fases

El proceso que se realizó para la selección y recolección de esta información se llevó a cabo mediante fases predeterminadas, con el fin de cumplir con los objetivos que se han planteado en la investigación.

Fase 1. Preparatoria y de acceso

Se realizó una solicitud de autorización por parte de la universidad hacia la Cooperativa Coodmillas Ltda. para que permitiera el acceso a datos, documentos y áreas de trabajo para realizar el trabajo de investigación. Asimismo, se hizo la revisión bibliografía de antecedentes científicos, normativos y técnicos en riesgos biomecánicos en el sector minero, además se gestionó una visita de campo en Coordinación con el área de SST de la empresa.

Fase 2. Recolección de datos

En esta fase se llevó a cabo dos entrevistas telefónicas, que dieron a conocer a detalle la operación minera y las tareas que habitualmente realizan los trabajadores, luego se llevó a cabo el trabajo de campo programado para el mes de octubre, previa autorización de la empresa y firma de consentimientos informados en lenguaje claro y accesible por parte de los participantes, donde se realizó la observación directa de las condiciones de trabajo y se visualizó el proceso completo de extracción del mineral con sus diferentes procedimientos como lo son: la perforación de la roca con el uso del martillo neumático, recolección y selección del material y ubicación en baldes y sacos para finalmente desplazar el material al exterior de la bocamina. En todos estos procedimientos se observó las posturas, movimientos y la manipulación manual de cargas, lo que quedó evidenciado en un video y registro fotográfico que posteriormente permitió elegir una tarea crítica correspondiente a la selección del material para aplicar el instrumento de análisis biomecánico REBA con la validación de un experto.

Componente ético del proyecto

El presente proyecto, se rige por los principios de ética señalados en la declaración de Helsinki de 1964 creada por la Asociación Médica Mundial (AMM) aplicable al presente estudio por aspectos como: consentimiento informado, confidencialidad, evaluación de riesgos y beneficios, respeto por los participantes, revisión ética previa, las pautas de éticas internacionales para la investigación relacionada con la salud con seres humanos (CIOMS, 2016), el informe Belmont. Ya que establece tres principios éticos fundamentales para la investigación con seres humanos: (respeto por las personas, beneficencia y justicia), y la normativa colombiana vigente (Resolución 8430 de 1993 por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y

administrativas para la investigación en salud y Ley 1581 de 2012 que es la ley de protección de datos personales).

Confidencialidad y manejo de datos.

La información recopilada será almacenada de forma segura, tratada de forma confidencial, y utilizada exclusivamente con fines de investigación e intervención, de acuerdo a lo establecido en la Ley 1581 de 2012 acerca de la de la protección de datos de cada persona, finalmente se contempló los lineamientos de la política de ética e integridad científica de la Investigación, Desarrollo, Innovación y Creación Artística y Cultural (I+D+i+C) de UNIMINUTO, que busca consolidar un Sistema de Integridad Científica que permita el fortalecimiento de las actividades de I+D+i+C bajo los más altos estándares éticos y de integridad científica.

Fase 3. Sistematización inicial de datos

Una vez finalizado el trabajo de campo, se generó los resultados y los datos obtenidos fueron analizados y clasificados de manera cuantitativa con el fin de determinar el grado de exposición más predominante en la actividad de selección y recolección de material a través, de la metodología REBA, para así hacer su respectiva interpretación, y finalmente plantear medidas preventivas y de control dirigidas a la fuente, medio y trabajador con el fin de mitigar los sintomatología y enfermedades musculo esqueléticas a mediano y largo plazo.

5 Capítulo IV. Resultados

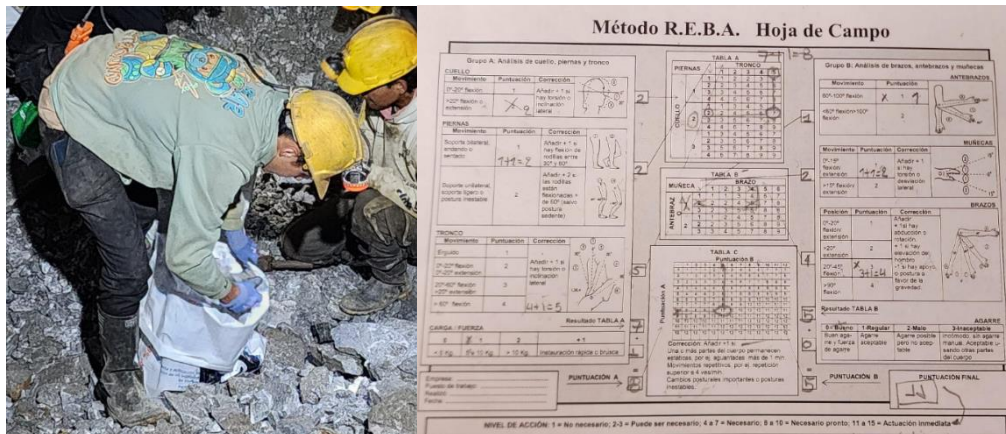
En este capítulo se presentan los resultados obtenidos de la aplicación del instrumento Rapid Entire Body Assessment (REBA), con el propósito de evaluar el grado de exposición al riesgo biomecánico por la carga postural en los trabajadores de la Mina el Tucán del municipio de la Llanada, Nariño. Estos hallazgos se analizaron con el fin de dar respuesta a la pregunta de investigación: ¿Cuál es el grado de exposición por posturas mantenidas para formular las medidas de prevención y control del riesgo biomecánico?

Durante la observación directa que se realizó en el trabajo de campo, se logró escoger una de las tareas más críticas en el proceso de la minería, que fue la selección y recolección del material rocoso, una tarea que implica posturas de inclinación de torso y cuello, flexión y extensión de piernas, flexión y extensión de brazos, posturas que se mantienen de forma prolongada durante la manipulación de herramienta en espacios reducidos que obligan al trabajador a adoptar esa posición.

Después de realizar la observación directa y haber tomado la evidencia, se aplicó cuatro evaluaciones del Método REBA a los siguientes trabajadores que estaban realizando la misma tarea que era la selección y recolección del material:

Figura 1

Medición método REBA trabajador 1

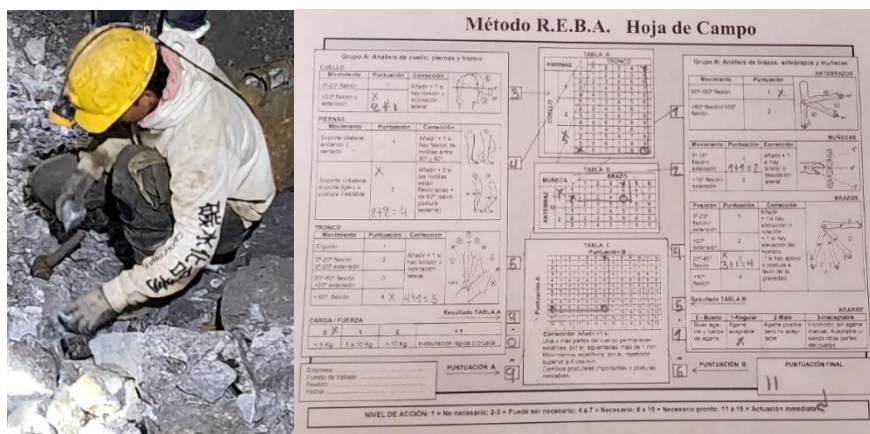


Fotografía de trabajador en proceso de selección y recolección del material Mina El Tucán

Tucán

Figura 2

Medición método REBA trabajador 2

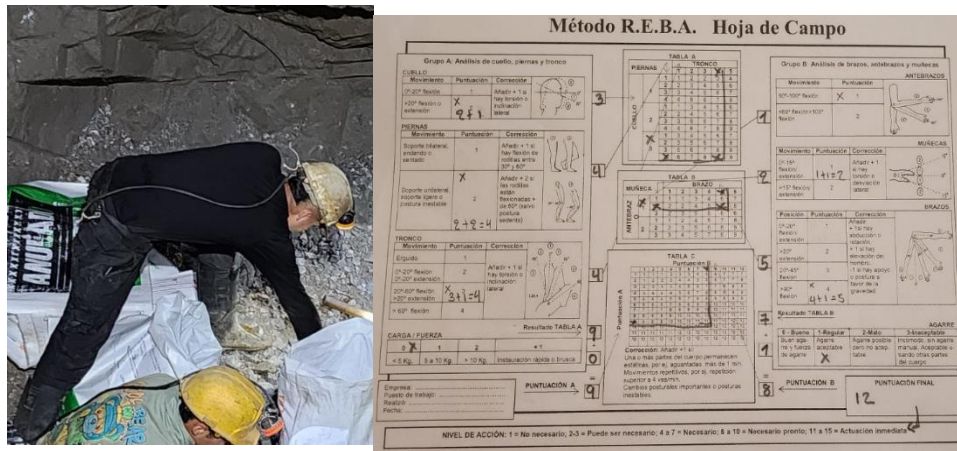


Fotografía de trabajador en proceso de selección y recolección del material Mina El Tucán

Tucán

Figura 3

Medición método REBA trabajador 3

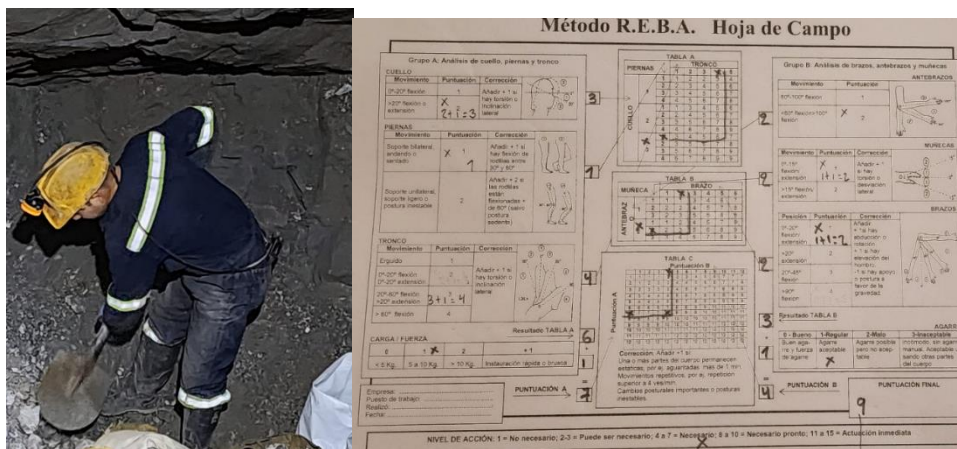


Fotografía de trabajador en proceso de selección y recolección del material Mina El Tucán

Tucán

Figura 4

Medición método REBA trabajador 4



Fotografía de trabajador en proceso de selección y recolección del material Mina El Tucán

Tucán

Tabla 2

Resultado Aplicación REBA

Trabajador	Puntaje Total REBA	Nivel de Acción
Trabajador 1	11	11-15 Actuación inmediata
Trabajador 2	11	11-15 Actuación inmediata
Trabajador 3	12	11-15 Actuación inmediata
Trabajador 4	9	8-10 Actuación necesaria pronto

Nota. Presenta los puntajes REBA que reflejan el nivel de riesgo postural de los trabajadores.

El puntaje que se obtuvo en la aplicación del método fue: dos trabajadores con 11, uno con 12 y otro con 9, lo que indica que la exposición al riesgo biomecánico en la tarea de selección y recolección del material rocoso en la mina el Tucán de la Llanada, Nariño es muy alto, esto significa que la tarea que realizan compromete seriamente la salud musculoesquelética de estos trabajadores.

En los tres trabajadores con valores 11 y 12 puntos, se notó que mantienen el tronco flexionado ente 20° y 60°, inclinación lateral de cuello y rodillas flexionadas en posición de apoyo, posturas que están ligadas a los movimientos repetitivos durante largos periodos, lo cual incrementa el cansancio muscular en la zona lumbar, cervical y piernas.

El trabajador tres con un puntaje de 12 representa la situación más crítica, ya que combina la flexión del tronco y cuello con la extensión de brazo y antebrazo, manteniendo además un agarre inestable, toda esta mezcla de tensión al mismo tiempo en varios grupos musculares puede causar lesiones acumulativas. Por otro lado, el trabajador 4 con un puntaje de 9 representa un grado de riesgo alto, en el que se visualiza una postura semi inclinada, con apoyo en ambas piernas y un esfuerzo moderado al utilizar la herramienta.

Las enfermedades más probables, según las regiones corporales afectadas y el tipo de exposición evidenciado en REBA, son las siguientes:

Tabla 3

Posibles enfermedades según resultados

Región Corporal	Posible enfermedad laboral	Descripción
Columna lumbar	Lumbalgia ocupacional o lumbago mecánico	Dolor en la región baja de la espalda causado por posturas forzadas y sobrecarga mecánica repetitiva al flexionar el tronco.
Columna cervical	Cervicalgia ocupacional	Dolor o contractura de los músculos del cuello por mantener la cabeza flexionada o girada por tiempo prolongado.
Hombros	Tendinitis de manguito rotador o bursitis subacromial	Inflamación de los tendones del hombro por mantener los brazos elevados o extendidos durante tareas repetitivas.
Codos	Epicondilitis lateral (Codo del minero o Codo del tenista)	Dolor e inflamación en la inserción de los tendones del antebrazo, causado por movimientos repetitivos y esfuerzo manual.

Región Corporal	Posible enfermedad laboral	Descripción
Muñecas y mano	Síndrome del túnel carpiano	Compresión del nervio mediano por flexión y extensión repetitiva de muñecas durante el agarre de herramientas.
Rodillas	Bursitis o gonalgia sobre carga postural	Dolor o inflamación de la articulación de la rodilla por mantener flexión prolongada o trabajo en cuclillas.

Nota. Muestra las posibles enfermedades laborales asociadas a la región corporal afectada

Para finalizar, el análisis de la carga postural mediante el método REBA reveló que las posturas de los trabajadores de la mina el Tucán de la Llanada, Nariño no son biomecánicamente adecuadas y que necesitan una intervención inmediata. Estos resultados muestran la necesidad de tomar medidas preventivas y de control para que disminuyan los riesgos a sufrir una de las patologías musculoesqueléticas y mejorar las condiciones de trabajo.

Medidas preventivas y de control

Fuente

- Mejora de iluminación: Una iluminación adecuada, ya sea natural o artificial, disminuye la necesidad de inclinarse o hacer esfuerzos visuales
- Establecer límite de carga: Establecer un límite para el peso que se puede levantar a mano, máximo 25 kg por individuo.
- Sistema de vigilancia riesgo biomecánico: Implementar un sistema de vigilancia epidemiológica para identificar, controlar y prevenir lesiones por riesgo biomecánico.

Medio

- Rotación de Tareas: Rotar entre diversas actividades: recolección, transporte, clasificación del material, para impedir que un mismo empleado se quede mucho tiempo en la misma posición.
- Pausas activas: Tomar breves descansos cada hora (de 3 a 5 minutos) para hacer estiramientos del torso, cuello, hombros y piernas, facilitando así la recuperación de los músculos.
- Capacitaciones ergonómicas y de posturas: Formar a los trabajadores sobre cómo agacharse, levantar y mover objetos de manera adecuada explicando la importancia de mantener la espalda recta y usar la fuerza de las piernas.
- Vigilancia de la salud musculo esquelética: Efectuar revisiones médicas regulares para identificar con anticipación signos de fatiga o lesiones por esfuerzo excesivo.
- Salud pública: Implementar programas de salud pública que garanticen atención médica básica, educación en salud y formalización laboral para mineros informales.

Trabajador

- Uso de calzado adecuado: Botas de seguridad que cuenten con suelas antideslizantes y un adecuado soporte, permitiendo así que se mantenga el equilibrio y la estabilidad en superficies irregulares.
- Ejercicios de estiramiento antes y después de la jornada: Realizar breves rutinas de movilidad y fortalecimiento enfocadas en la región lumbar, cervical y las piernas para mantener el cuerpo en condiciones óptimas para el esfuerzo físico.
- Autocuidado: Fomentar una cultura de autocuidado, recordando que mantener la espalda erguida, flexionar las rodillas al levantar objetos y tomar descansos ayuda a prevenir lesiones a largo plazo.
- Fortalecimiento muscular: Mejora la capacidad física del trabajador, especialmente en los grupos musculares involucrados en sus actividades laborales. Este proceso contribuirá a la prevención de lesiones osteomusculares, al incremento de la resistencia y al mejor desempeño en las tareas cotidianas.
- Estilos de vida saludable: Fomentar una alimentación balanceada con adecuado consumo de proteínas para fortalecer la masa muscular y reducir la fatiga.

- Evitar consumo excesivo de alcohol cigarrillo: Promover entre los compañeros la moderación en el consumo de licor, ya que este afecta la coordinación y la recuperación muscular

6 Capítulo V. Conclusiones

Con la observación directa realizada a la Mina El Tucán, se logró cumplir con el primer objetivo. Se identificó que la actividad de recolección y selección del material rocoso es la que presenta mayor exigencia física y biomecánica, esta actividad obliga a los trabajadores a permanecer en posturas inclinadas del tronco, flexión del cuello y piernas, así como extensión repetitiva de miembros superiores lo que incrementa significativamente la carga postural. Las condiciones locativas del socavón como el espacio reducido, la iluminación deficiente y la superficie irregular agravan la exposición al riesgo. En conclusión, las posturas mantenidas junto con los movimientos repetitivos y la manipulación manual de cargas representan los principales factores de riesgos biomecánico en las labores operativas de la mina.

Los resultados obtenidos con el método Rapid Entire Body Assessment (REBA), dieron cumplimiento al segundo objetivo reflejando puntuaciones entre 9 y 12 puntos, lo que las clasifica como grado de exposición alta y muy alta, lo que significa que requieren intervención inmediata. Esto evidencia que las condiciones de trabajo y las posturas adoptadas comprometen de manera directa a la salud musculoesquelética del trabajador principalmente en la región del tronco, cuello, brazo y antebrazo. En conclusión, el método de REBA resultó ser una herramienta técnica eficaz para evaluar objetivamente el riesgo y respaldar la necesidad de acciones correctivas inmediatas.

Con base en el grado de exposición que se identificó, se formularon medidas preventivas y de control enfocadas en la fuente, medio y trabajador, orientadas a reducir el riesgo biomecánico, dando alcance al tercer objetivo. Como la más importante se destaca las

rotaciones de tareas, la implementación de pausas activas, las capacitaciones ergonómicas, el fortalecimiento del autocuidado y la adaptación de buenos hábitos saludables. Igualmente, se diseñó un poster educativo con estrategias que contribuyan a la mejora postural, reducción la fatiga muscular y fomentar una cultura preventiva en esta población minera.

Con este estudio se evidenció que los trabajadores operativos de la Mina El Tucán presenta una alta exposición al riesgo biomecánico principalmente por posturas mantenidas en la tarea de selección y recolección de material, la falta de tecnología, la informalidad laboral y la usencia de programas estructurados en SST incrementa la vulnerabilidad de esta población. Se concluye que la prevención del riesgo biomecánico debe abordarse desde un enfoque integral que convine intervenciones técnicas como formativas y de autocuidado adaptadas a las condiciones reales de la minera en Nariño.

La aplicación del método REBA y la formulación de medidas preventivas aportan un diagnóstico científico y práctico que puede ser replicado en otras minas del municipio de la Llanada, este trabajo representa un aporte académico y social ya que proporciona herramientas para mejorar el bienestar de los mineros, fortalecer la gestión del riesgo biomecánico y contribuir al cumplimiento de la normativa en SST.

Referencias

- Andrade Rios, H. A. (2013). *Vigilancia epidemiologica de los trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de una mina subterránea en la Provincia del el oro*. Quito Ecuador: Universidad Internacional SEK.
- Andreina, G., José, D., & Mario, R. R. (15 de Agosto de 2023). Asociación entre riesgos disergonómicos y lesiones musculoesqueléticas en. *Asociación entre riesgos disergonómicos y lesiones musculoesqueléticas en*, pág. 9.
- Arango, A. E., & Estrada, T. G. (2019). *PARTICIPACION DEL BANCO DE LA REPUBLICA EN LA COMERCIALIZACION DE ORO EN COLOMBIA*. Bogota : ECconcept.
- Comunidad Andina de Naciones CAN. (2004). *Desicion 584*. Lima: Comunidad Andina.
- CORPONARIÑO. (2007). *Diagnostico minero ambiental distrito minero la Llanada*. Pasto Nariño: CORPONARIÑO.
- Cuixart, S. N. (2003). *NTP 601 Evaluacion de las condiciones de trabajo carga postural metodo REBA*. Madrid España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo .
- Fernandez, M. F. (s.f.). *Tareas Repetitivas II*. Madrid España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Gil, a. M., & Urrego, S. A. (2023). *SINTOMAS MUSCULOESQUELETICOS EN REGION LUMBAR EN TRABAJADORES DE MINERIA DE CARBON. SAMACA, BOYACA: UN ESTUDIO TRANSVERSAL, 2023*. . Boyaca: Universidad del Rosario .
- Gonzalez, M., & Peralta, A. (3 de Diciembre de 2024). Factores detonantes de enfermedades osteomusculares en trabajadores dedicados al área de corte en minería. *Revista RGN*, 17.
- Hermeza, M. A. (2016). Riesgos disergonómicos por carga física en las labores de minería subterránea y la mejora de la seguridad y la salud de los trabajadores. *Facultad de ingeniería geologica,minera, metalurgia y geografía*, 8.
- Hernández, V. G., & Ballesteros, L. M. (2021). *Accidentalidad en el socavón por actos inseguros en sociedad Minera La Subasta S.A.S, durante el primer Semestre del Año 2021*. . Antioquia: Corporacion Universitaria Minuto de Dios.
- Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certificacion ICONTEC. (2009). *NTC 5723 2009*. Bogota { : Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certificacion ICONTEC.

Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certificacion ICONTEC. (2011). *NTC 5693 de 2011*. Bogota: ICONTEC.

Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certificaciones ICONTEC. (2012). *Guia Tecnica Colombiana GTC 45*. Bogota: Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certificaciones ICONTEC.

M. d. (s.f.). *Indicadores de riesgos laboralesb*. Obtenido de GOV.CO:
https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/RiesgosLaborales/paginas/indicadores.aspx?utm_source=chatgpt.com

Martínez, J. V., & Martínez, R. J. (2019). *Diseño de un programa de manejo de fatiga laboral para mina de carbón subterránea en 1 Cundinamarca*. Bogota : Universidad ECCI.

Minas, A. N. (4 de Marzo de 2024). *Agencia Nacional de Minas*. Obtenido de Avance Historico del gobierno mas de 10.000 pequeños mineros formalizados 2024:
<https://anm.gov.co/index.php/avance-historico-del-gobierno-petro-mas-de-10000-pequenos-mineros-formalizados-en-2024>

Minas, A. N. (2025). *Ficha de datos economicos 04-2025*. Bogota: Agencia Nacional de Minas.

Ministerio de Trabajo de Colombia. (2019). *Resolucion 0312 de 2019*. Bogota: Ministerio de Trabajo.

Muñoz, V. E., & Valencia, A. M. (2015). *Factores de riesgos ergonomico por carga dinamica y posible asociacion con el desarrollo de desordenes musculoesqueleticos en miembros superiores y columba lumbar, en mina subterranea de carbon del departamento de nariño*. Medellin: Universidad CES.

OISS, O. I. (2025). *Perfil de la Seguridad y Salud en el Trabajo, Colombia 2025*. Bogota: Institucion OISS.

OIT, O. I. (2019). *Entonos Segurs y Saludables: una guia para apoyar a las organizaciones empresariales a promover la seguridad y la salud en el trabajo*. Ginebra: OIT.

OIT, O. I. (s.f.). *Ergonomia*. Obtenido de Organizacion Internacional del Trabajo OIT:
<https://www.ilo.org/es/ergonomia>

OMS, O. M. (14 de Julio de 2022). *Trastornos Musculo Esqueleticos*. Obtenido de Organizacion Mundial de la Salud OMS: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>

Organizacion Internacional del trabajo. (1981). *Convenio sobre seguridad y salud de los trabajadores 1981*. Ginebra: Organizacion Mundial del Trabajo.

Organizacion Internacional del trabajo. (1995). *Convenio sobre seguridad y salud en mina* . Ginebra: Organizacion Internacional del trabajo.

Ortega, A. P. (2020). *Peligros biomecanicos y alteraciones osteomusculares en los trabajadores de la mineria en dos correguimientos del suroeste antioqueño* . Medellin Colombia: Universidad de Antioquia.

Republica de Colombia . (1991). *Constitucion Politica de Colombia* . Bogota: Gobierno de Colombia.

Republica de Colombia . (2015). *Decreto 1886 de 2015*. Bogota: Presidencia de la Republica de Colombia .

Republica de Colombia. (1994). *Decreto Ley 1295 de 1994*. Bogota: Presidencia de la Republica de Colombia.

Republica de Colombia. (2007). *Resolucion 1401 de 2007*. Bogota: Ministerio de proteccion social .

Republica de Colombia. (2014). *Decreto 1477 de 2014*. Bogota: Presidencia de la Republica de Colombia.

Republica de Colombia. (2015). *Decreto 1072 de 2015*. Bogota: Presidencia de la Republica de Colombia .

Anexos

Anexo A. Consentimiento informado

Consentimiento informado

Usted está invitado a colaborar en la aplicación de los registros fotográficos y audiovisuales para el proyecto de investigación denominado “Medidas preventivas a partir del nivel de riesgo biomecánico de los trabajadores operativos de la mina el Tucán del municipio de la Llanada – Nariño” que será de utilidad para identificar los peligros biomecánicos a los que se encuentran expuestos los trabajadores en sus tareas y procesos operativos, y por medio de un instrumento de evaluación determinarles el grado de exposición y así proponer medidas preventivas para reducir dicho riesgo en esta población.

Estos registros fotográficos se utilizarán para aplicar un Instrumento de recolección de información, con el fin de desarrollar el trabajo de grado para obtener el título de Administradores en Seguridad y Salud en el Trabajo de las estudiantes Paola Yineth Ibarra Mojana y Melanny Xiomara Vallejos Rosero de la Corporación Universitaria Minuto de Dios.

Tenga en cuenta que su participación es voluntaria y puede decidir la no participación sin que ello implique ningún tipo de sanción por parte de la Corporación Universitaria, recuerde que esta es una actividad de gran significado para la misma.

Metodología empleada: si acepta participar, se le pedirá que permita que se le tome fotografías y videos sobre sus tareas y operaciones que realiza en el momento de su labor, analizando así el riesgo biomecánico.

Riesgos: El hecho de participar en este estudio no implicará ningún tipo de riesgo, al contrario, contribuirá con el proceso de evaluar los procesos de capacitación que se realizan en su entidad sobre Seguridad y Salud en el lugar de trabajo.

La información por usted registrada, será manejada con la absoluta reserva y confidencialidad, y será utilizada solo para el análisis de los resultados que apoyarán al trabajo investigativo.

Personas que tendrán acceso a la información: Docente asesora, los estudiantes investigadores.

Aspectos económicos: La participación no implica ningún costo económico para usted, ni tampoco se dará ninguna retribución económica por su participación.

A. Estoy de acuerdo en participar

B. No estoy de acuerdo en participar

Nombre: _____

Firma: _____

Anexo B. Carta de solicitud de validación experto

San Juan de Pasto, 16 de octubre de 2025

Profesora

PAOLA XIMENA GALLARDO BENAVIDES
Fisioterapeuta especialista en Seguridad y Salud en el Trabajo.
Docente Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO
Programa de Administración en Seguridad y Salud en el Trabajo.

Asunto: Solicitud de validación de la medición de ángulos en recursos audiovisuales para la evaluación postural mediante el método REBA.

Cordial saludo

Estimada profesora Paola, respetuosamente solicitamos su valiosa colaboración para realizar la validación de ángulos de flexión y extensión realizados por los trabajadores expuestos a riesgo biomecánico a través de la revisión de fotografías y videos para garantizar una evaluación más precisa mediante el método REBA, con su criterio como profesional experto.

Lo anterior será utilizado para recolectar la información requerida en la elaboración del trabajo de grado denominado: "Medidas preventivas a partir del grado de exposición al riesgo biomecánico en los trabajadores operativos de la mina el Tucán del municipio de la Llanada – Nariño"

En concreto, nos gustaría verificar que las imágenes y videos utilizados y las mediciones realizadas cumplan con los estándares necesarios. A la anterior solicitud esperamos pronta respuesta.

Agradecemos su atención

Atentamente

Paola Yineth Ibarra Mojana
Estudiante ASST

Melanny Xiomara Vallejos Rosero
Estudiante ASST

Anexo C. Carta de solicitud Acceso a la información a la Cooperativa Codmillas Ltda



San Juan de Pasto, 28 de agosto de 2025

Señores
Consejo de Administración
Cooperativa Codmillas LTDA
La Llanada – Nariño

Asunto: Solicitud de autorización para desarrollo de trabajo de grado

Respetados señores:

Reciban un cordial saludo.

En calidad de Coordinador del programa de Administración en Seguridad y Salud en el Trabajo de la Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO, Centro Universitario Pasto, me permito solicitar de manera respetuosa la autorización para que las estudiantes Paola Yineth Ibarra Mojana y Melanny Xiomara Vallejos Rosero desarrollen su proyecto de investigación de trabajo de grado en la Cooperativa Codmillas LTDA, en el municipio de La Llanada, Nariño.

El propósito de esta investigación es generar un aporte académico y práctico en el ámbito de la Seguridad y Salud en el Trabajo, para lo cual las estudiantes requerirán acceso a información y datos relacionados con el contexto de la Cooperativa.

Desde nuestro programa académico garantizamos que el manejo de la información recolectada será de carácter estrictamente académico e investigativo, preservando la confidencialidad y el cumplimiento de la normatividad vigente sobre el tratamiento de datos.

Agradezco de antemano su colaboración y apoyo en este proceso de formación profesional de nuestras estudiantes.

Atentamente,

Oscar Calderón Ordoñez
Coordinador – Programa Administración en Seguridad y Salud en el Trabajo
UNIMINUTO – CU Pasto

Rectoría Centro Occidente

Línea de Atención al Usuario: 593 30 04 • Línea Nacional: 01 8000 936670
www.uniminuto.edu

Anexo D. Documento de validación de experto en riesgo biomecánico y ergonomía

Paola Ximena Gallardo Benavides, identificada con cédula N° 27082129 en calidad de Fisioterapeuta especialista en Seguridad y Salud en el Trabajo.

CERTIFICO QUE

He apoyado el trabajo de grado de las estudiantes: Paola Yineth Ibarra Mojana y Melanny Xiomara Vallejos Rosero, quienes realizaron el proyecto de investigación denominado "Medidas preventivas a partir del grado de exposición al riesgo biomecánico en los trabajadores operativos de la mina el Tucán del municipio de la Llanada – Nariño", para optar por el título de Administradoras en Seguridad y Salud en el Trabajo de la Corporación Universitaria Minuto de Dios.

El apoyo brindado consistió principalmente en la asesoría sobre la correcta medición del grado de exposición al riesgo biomecánico por la adopción de posturas inadecuadas mediante el método REBA y la posterior validación de los ángulos tomados por las estudiantes.

San Juan de Pasto, octubre 23 de 2025.

PAOLA XIMENA GALLARDO BENAVIDES
Fisioterapeuta
Especialista en Seguridad y Salud en el Trabajo

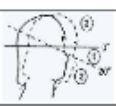
Anexo E. Método REBA hoja de campo

Método R.E.B.A. Hoja de Campo

Grupo A: Análisis de cuello, piernas y tronco


CUELLO

Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión	1	Añadir + 1 si hay torsión o inclinación lateral
>20° flexión o extensión	2	




PIERNAS

Movimiento	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir + 1 si hay flexión de rodillas entre 30° y 60°
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	Añadir + 2 si las rodillas están flexionadas + de 60° (salvo postura sedente)



TRONCO

Movimiento	Puntuación	Corrección
Erguido	1	
0°-20° flexión	2	Añadir + 1 si hay torsión o inclinación lateral
0°-20° extensión	2	
20°-60° flexión	3	
>20° extensión	3	
> 60° flexión	4	



CARGA / FUERZA

0	1	2	+ 1
< 5 Kg.	5 a 10 Kg.	> 10 Kg.	Instauración rápida o brusca

Resultado TABLA A

TABLA A

PIERNAS	TRONCO				
	1	2	3	4	5
1	1	2	3	4	4
2	2	3	4	5	6
3	3	4	5	6	7
4	4	5	6	7	8
1	1	3	4	5	6
2	2	4	5	6	7
3	3	5	6	7	8
4	4	6	7	8	9
1	3	4	5	6	7
2	3	5	6	7	8
3	3	5	6	7	8
4	4	6	7	8	9

TABLA B

MUÑECA	BRAZO					
	1	2	3	4	5	6
1	1	1	3	4	6	7
2	2	2	4	5	7	8
3	2	3	5	5	8	8
1	1	2	4	5	7	8
2	2	3	5	6	8	9
3	3	4	5	7	8	9

TABLA C


Puntuación B											
1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	2	2	2	3	4	5	6	7	8	9	9
4	3	3	3	4	5	6	7	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	9	9	9	9
6	5	5	5	6	7	8	9	9	9	10	10
7	6	6	6	7	8	9	9	9	10	10	10
8	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11
9	8	8	8	9	10	10	10	10	11	11	11
10	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12
11	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12
12	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
13	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Corrección: Añadir +1 si:
 Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ej. aguantadas más de 1 min.
 Movimientos repetitivos, por ej. repetición superior a 4 ves/min.
 Cambios posturales importantes o posturas inestables.

Grupo B: Análisis de brazos, antebrazos y muñecas


ANTEBRAZOS

Movimiento	Puntuación
60°-100° flexión	1
<60° flexión-100° flexión	2




MUÑECAS

Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-15° flexión/ extensión	1	Añadir + 1 si hay torsión o desviación lateral
>15° flexión/ extensión	2	



BRAZOS

Posición	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión/ extensión	1	Añadir: + 1 si hay abducción o rotación.
>20° extensión	2	+ 1 si hay elevación del hombro.
20°-45° flexión	3	-1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad.
>90° flexión	4	



Resultado TABLA B

0 - Bueno	1-Regular	2-Malo	3-Inaceptable
Buen agarre y fuerza de agarre	Agarre aceptable	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo

AGARRE

Empresa: _____

Puesto de trabajo: _____

Realizó: _____

Fecha: _____

Puntuación A

Puntuación B

Puntuación Final

NIVEL DE ACCIÓN: 1 = No necesario; 2-3 = Puede ser necesario; 4 a 7 = Necesario; 8 a 10 = Necesario pronto; 11 a 15 = Actuación inmediata

Anexo F. Poster educativo medidas preventivas

PREVENGA LAS LESIONES MUSCULO ESQUELÉTICAS



"NO CARGUES MÁS DE 25 KILOS."

Cuida tu cuerpo, la fuerza tiene límite.

EVITA EL CONSUMO DE ALCOHOL Y CIGARRILLO

El exceso de alcohol y cigarrillo debilita tus reflejos y músculos.



"PAUSA ACTIVA, CUERPO EN MARCHA."

Estírate 5 minutos cada hora. Tu cuerpo lo agradecerá.

"HAZ EL ESFUERZO CON LAS PIERNAS, NO CON LA ESPALDA."

Flexiona las rodillas al levantar, mantén la espalda recta.



"REVISIA TU SALUD, EVITA LESIONES QUE PRODUCEN DOLOR."

Las revisiones médicas ayudan a detectar lesiones a tiempo.

"EL CALZADO ES TU ALIADO."

Usa botas seguras, antideslizantes y con buen soporte.



ALIMENTACIÓN EQUILIBRADA

Mantén una buena alimentación equilibrada y saludable. Evita los azúcares y carbohidratos en exceso e incluye frutas y verduras para una vida sana.