

**ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN
EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”**



**Análisis de las causas del incremento de la accidentalidad en el proyecto minero
“Hergoes SAS” entre los años 2021 a 2023, proponiendo medidas correctivas para
reducir su frecuencia.**

Julián Estupiñán – ID 1024961

Marlen I. Pérez C. – ID 25047

Héctor Hernando Cogua Suárez. – ID 840895

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría UNIMINUTO Bogotá

Programa Especialización en Gerencia en Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el
Trabajo

Marzo 2025

**ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN
EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”**

**Análisis de las causas del incremento de la accidentalidad en el proyecto minero
“Hergoes SAS” entre los años 2021 a 2023, proponiendo medidas correctivas para
reducir su frecuencia**

Julián Estupiñán. ID 10249

Marlen I. Pérez C. ID 25047

Héctor Hernando Cogua Suárez. ID 840895

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en
Gerencia en Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el Trabajo**

Asesor(a)

Oscar Darío Salamanca Rodríguez

Abogado

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría UNIMINUTO Bogotá

Especialización en Gerencia en Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el Trabajo

Marzo 2025.

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

Dedicatoria

Este trabajo lo dedicamos con todo nuestro amor a nuestros hijos y a quienes nos acompañan en la vida, brindándonos apoyo incondicional, paciencia y cariño. A ellos, que son nuestra fortaleza y alegría, les agradecemos profundamente por ser nuestra motivación más grande.

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

Agradecimientos

Expresamos nuestra más profunda gratitud a la Corporación Universitaria Uniminuto, por brindarnos un espacio académico de excelencia que nos ha permitido crecer tanto personal como profesionalmente. Su compromiso con la formación integral y el bienestar de los estudiantes ha sido esencial para nuestro desarrollo.

De igual manera, queremos agradecer a todos los profesores que, con su dedicación, pasión por enseñar y apoyo constante, nos han guiado a lo largo de este camino académico, siendo pilares fundamentales en nuestro aprendizaje.

En especial, extendemos nuestro reconocimiento al profesor Óscar Darío Salamanca Rodríguez, cuya guía y compromiso excepcional fueron clave para la realización de este trabajo. Su motivación y ejemplo nos inspiran a seguir esforzándonos por alcanzar nuestras metas.

A todos ustedes, nuestra sincera admiración y agradecimiento.

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

CONTENIDO

Resumen ejecutivo

Introducción

1. Problema	15
1.1 Descripción del problema	15
1.2 Pregunta de investigación	18
2. Objetivos	19
2.1 Objetivo general	19
2.2 Objetivos específicos	19
3. Justificación	19
4. Marco de referencia	22
4.1 Marco teórico	23
4.2 Antecedentes o Estado del arte (marco investigativo)	25
4.3 Marco legal	30
5. Metodología	33
5.1 Enfoque y alcance de la investigación	33
5.2 Población y muestra	34
5.3 Instrumentos	37
5.4 Procedimientos.	43
5.5 Análisis de información.	45
5.6 Consideraciones éticas	46
6. Cronograma	47
7. Presupuesto	47

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

8. Resultados y discusión	48
9. Conclusiones	74
10. Recomendaciones	76
11. Referencias bibliográficas	79

Lista de Anexos

Anexo 1	Autorización del proyecto minero HERGOES SAS
Anexo 2	Formato consentimiento informado para encuestas de percepción.
Anexo 3	Formato de encuesta de percepción de condiciones de seguridad ...
Anexo 4	Reportes FURAT 2021
Anexo 5	Reportes FURAT 2022
Anexo 6	Reportes FURAT 2023
Anexo 7	Herramienta ofimática causas inmediatas y básicas
Anexo 8	Encuesta de percepción diligenciadas

Lista de Tablas

Tabla 1.	Distribución de respuestas a la pregunta sobre accidentes por superficies resbalosas en el área de trabajo
Tabla 2.	Distribución de respuestas a la pregunta sobre adecuación y seguridad de las herramientas de trabajo
Tabla 3.	Resultados de la encuesta sobre levantamiento de objetos pesados sin ayuda adecuada

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

- Tabla 4. Resultados de la encuesta: ¿Ha observado problemas de seguridad derivados de la apilación inadecuada de materiales?
- Tabla 5. Distribución de respuestas a la pregunta “¿Ha sentido presión para correr o trabajar a una velocidad insegura?”
- Tabla 6. Distribución de respuestas a la pregunta “¿Alguna vez un compañero ha soltado o movido un peso sin dar aviso?”
- Tabla 7. Distribución de respuestas sobre la efectividad de las advertencias y señalizaciones en el área de trabajo
- Tabla 8. Distribución de respuestas a la pregunta “¿Ha sufrido algún accidente o ha estado en riesgo debido a deficiencias sensoriales?”
- Tabla 9. Distribución de respuestas a la pregunta “¿Ha experimentado restricciones de movimiento en su trabajo?”
- Tabla 10. Distribución de respuestas a la pregunta “¿Ha sufrido alguna lesión o enfermedad relacionada con las condiciones de su trabajo?”
- Tabla 11. Opinión sobre las inspecciones y controles de seguridad laboral en el lugar de trabajo
- Tabla 12. Respuestas sobre la observación de sobrecarga de peso en herramientas, estructuras o equipos en el área de trabajo
- Tabla 13. Distribución de respuestas sobre la percepción de seguridad y adecuación del puesto de trabajo
- Tabla 14. Medidas propuestas por los trabajadores para mejorar la seguridad en el entorno laboral

Lista de figuras

- Figura 1. Diagrama de flujo que ilustra el proceso de identificación de causas inmediatas y básicas en HERGOES SAS

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

Figura 2. Gráfica comparativa de los códigos de condiciones subestándar (30, 113, 330, 340, 410) para los años 2021, 2022 y 2023

Figura 3. Representación gráfica de la distribución de factores personales (códigos 8, 201, 209, 403, 999) a través de los años analizados

Figura 4. Diagrama comparativo de los factores del trabajo (códigos 11, 104, 601, 604, 999) para los años 2021, 2022 y 2023

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

Resumen ejecutivo

El presente proyecto investiga el incremento de la accidentalidad en el Proyecto Minero “HERGOES SAS” durante el período 2021–2023, problema que afecta la seguridad laboral, la productividad y la estabilidad operativa. La investigación se plantea con el objetivo general de analizar las causas de la accidentalidad, proponer medidas correctivas, complementado con objetivos específicos dirigidos a identificar las causas inmediatas y básicas que la originan, sugiriendo una propuesta en las medidas de control de esta.

Se adoptó un enfoque cuantitativo que integró el análisis documental de informes de accidentes de trabajo, la aplicación de encuestas estructuradas a los trabajadores, y revisión bibliográfica de medidas de control, permitiendo una medición objetiva de las causas en condiciones ambientales, uso de herramientas y actos inseguros, así como de las deficiencias en la capacitación y supervisión.

Los resultados evidenciaron que, pese a algunas acciones parciales, persisten deficiencias en la implementación de protocolos de seguridad y en el mantenimiento de las condiciones técnicas del entorno laboral, lo que se traduce en un incremento sostenido de accidentes. Se concluye que la combinación de factores ambientales y humanos es decisiva en la accidentalidad, y por ello, se recomienda la incorporación de tecnología IoT para el monitoreo en tiempo real, el fortalecimiento de la capacitación continua mediante simulaciones virtuales, y la reestructuración de protocolos de comunicación y control interno.

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

Esta propuesta integral no solo contribuirá a disminuir la frecuencia de accidentes en “HERGOES SAS”, sino que además servirá de modelo replicable para otras explotaciones mineras, promoviendo una cultura de seguridad y la sostenibilidad en la gestión de riesgos laborales.

Palabras claves: Identificación, minería, peligro, causas, accidentalidad.

Abstract

This project examines the increase in accident rates at the "HERGOES SAS" Mining Project during the 2021–2023 period, a situation that impacts occupational safety, productivity, and operational stability. The study aims to analyze the causes of workplace accidents and propose corrective measures, supported by specific objectives focused on identifying immediate and root causes and suggesting improvements to control strategies.

A quantitative approach was adopted, incorporating the documentary analysis of accident reports, structured worker surveys, and a literature review of control measures. This methodology enabled an objective assessment of factors such as environmental conditions, tool usage, unsafe acts, and deficiencies in training and supervision.

Findings revealed that, despite some partial interventions, significant deficiencies remain in the implementation of safety protocols and in maintaining appropriate technical

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

conditions in the work environment, leading to a sustained rise in accidents. The study concludes that the combination of environmental and human factors plays a critical role in accident occurrence. Consequently, the adoption of IoT technologies for real-time monitoring, the enhancement of ongoing training through virtual simulations, and the restructuring of communication and internal control protocols are recommended.

This comprehensive proposal is expected not only to reduce the frequency of accidents at "HERGOES SAS" but also to serve as a replicable model for other mining operations, fostering a culture of safety and sustainability in occupational risk management.

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

Introducción

La minería subterránea en Colombia constituye un sector crucial para el desarrollo económico y social del país, ya que genera empleo y contribuye de forma significativa al PIB nacional (Ministerio de Minas y Energía, 2020). No obstante, esta actividad enfrenta serios desafíos en materia de seguridad laboral, puesto que los riesgos inherentes a la explotación minera pueden derivar en accidentes graves que afectan tanto a los trabajadores como a la estabilidad operativa de las empresas (Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2019). En este escenario, la mina HERGOES SAS, ubicada en Sativa Sur, Boyacá, ejemplifica los retos los desafíos y oportunidades que enfrenta el sector minero en materia de sostenibilidad y seguridad laboral.

El proyecto minero HERGOES SAS ha registrado un alto índice de accidentalidad, evidenciado por la ocurrencia de cinco accidentes graves en el último año, los cuales han generado más de 230 días de incapacidad laboral (HERGOES SAS, 2023). Entre las causas de estos incidentes se encuentran deficiencias en los sistemas de ventilación, el uso inadecuado de materiales de sostenimiento y una marcada falta de formación técnica entre los trabajadores. Además, la ausencia de análisis geomecánicos y geológicos adecuados incrementa el riesgo de derrumbes, explosiones e incendios, poniendo en peligro la integridad de quienes laboran en la mina (ANM, 2022).

Dado este panorama, surge la necesidad de plantear la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son las causas del incremento de la accidentalidad laboral en el proyecto minero “HERGOES SAS” entre los años 2021 y 2023, y de qué manera se puede generar una propuesta para mitigar esta problemática? Responder a este interrogante es

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

esencial para establecer estrategias de mitigación de riesgos y promover un entorno laboral seguro.

La justificación de esta investigación radica en la necesidad imperiosa de garantizar la seguridad y el bienestar de los trabajadores mineros mediante la implementación de medidas correctivas y preventivas. A través de este estudio se busca contribuir al desarrollo de una minería subterránea más segura y sostenible, en línea con las normativas nacionales e internacionales (Rodríguez & López, 2020). Además, los hallazgos podrán servir como referencia para otras explotaciones mineras en Boyacá y en el resto del país, promoviendo prácticas más responsables en la industria.

El objetivo general de la investigación es analizar las causas del incremento de la accidentalidad en el proyecto minero “HERGOES SAS” entre los años 2021 y 2023, y proponer medidas correctivas que permitan reducir dicha frecuencia. Para alcanzar este propósito, se han definido los siguientes objetivos específicos:

1. Identificar las causas inmediatas de los accidentes ocurridos en el periodo 2021–2023 en el proyecto minero “HERGOES SAS”.
2. Determinar las causas básicas de los accidentes presentados en el proyecto minero “HERGOES SAS” para el periodo comprendido entre el año 2021 al año 2023.
3. Proponer medidas de control para las causas identificadas en el incremento de accidentalidad en el proyecto minero “HERGOES SAS”

El marco teórico de este estudio se sustenta en la administración de la seguridad minera, priorizando el estudio de los riesgos asociados al entorno laboral y la aplicación de

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

estrategias preventivas como ejes centrales (González & Ramírez, 2021). Del mismo modo, se incluirán como referencia regulaciones esenciales, entre ellas el Reglamento de Seguridad en Labores Mineras Subterráneas de Colombia y las orientaciones proporcionadas por la OIT (OIT, 2021). La aplicación de estos principios permitirá estructurar un diagnóstico sólido de la situación actual de la mina y formular recomendaciones adecuadas para reducir la accidentalidad.

Desde el punto de vista metodológico, se empleará un enfoque cuantitativo. Se aplicarán encuestas a los trabajadores y se realizará un estudio documental de reportes de accidentes previos (Martínez et al., 2020). Este enfoque facilitará la identificación precisa de los factores críticos que contribuyen a la accidentalidad en la mina y permitirá elaborar un plan de acción efectivo para la reducción de riesgos.

Se espera que los resultados permitan identificar las deficiencias actuales en los protocolos de seguridad y formular estrategias concretas para la mitigación de riesgos. Además, se prevé que el estudio brinde recomendaciones aplicables no solo a HERGOES SAS, sino también a otras explotaciones mineras en Boyacá y a nivel nacional, fortaleciendo la cultura de seguridad en el sector (Pérez, 2021).

En conclusión, este estudio proporcionará una evaluación integral de la seguridad en la mina HERGOES SAS, facilitando la implementación de medidas correctivas y preventivas orientadas a reducir los accidentes laborales. La adopción de protocolos adecuados y la capacitación continua de los trabajadores contribuirán significativamente a mejorar las condiciones laborales y garantizar una explotación minera más segura y

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

eficiente. Con el paso del tiempo, las medidas propuestas no solo impactarán positivamente en HERGOES SAS, sino que también podrán ser aplicadas en otras explotaciones mineras de Colombia que compartan retos similares, contribuyendo al desarrollo sostenible del sector (Ministerio de Minas y Energía, 2023).

1. Problema

1.1 Descripción del problema

La minería es una de las principales actividades económicas de Colombia, posicionándose como un pilar clave para el desarrollo industrial del país. Sin embargo, a nivel global, este sector enfrenta enormes desafíos relacionados con la seguridad y la sostenibilidad. Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la minería es una de las industrias con los niveles más altos de accidentalidad laboral, atribuido a los riesgos propios de los procedimientos de extracción y tratamiento de minerales (OIT, 2021). Países como Canadá y Australia han logrado avances significativos en la mitigación de estos riesgos mediante la implementación de regulaciones estrictas y la adopción de tecnologías de vanguardia (Smith et al., 2020). En estos países se han establecido programas de formación y certificación obligatoria para los empleados, complementados con mecanismos de supervisión estricta que han optimizado las condiciones de trabajo y disminuido considerablemente los incidentes de seguridad. En el ámbito nacional, Colombia ha avanzado en la implementación de normativas como el Decreto 1886 de 2015, que establece el Reglamento de Seguridad en Labores Mineras Subterráneas. A pesar de estos

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

esfuerzos, el país aún reporta altos índices de accidentes laborales en este sector. Según el Ministerio de Minas y Energía (2023), entre 2020 y 2022 se registraron más de 300 accidentes en minas subterráneas, lo cual tuvo un impacto severo tanto en la seguridad de los trabajadores como en la productividad del sector. Este problema se ve exacerbado por el incumplimiento de las normativas de seguridad por parte de algunas empresas y la prevalencia de la minería informal, exponiendo a los trabajadores a condiciones laborales de alto riesgo.

En el departamento de Boyacá, las condiciones específicas de la minería subterránea plantean retos adicionales, especialmente durante épocas de alta demanda y alza en los precios de los minerales. Durante estos periodos, la explotación intensiva y no planificada incrementa los riesgos inherentes a la actividad minera. Entre los factores clave que contribuyen a la alta accidentalidad en esta región se destacan:

Atmósferas mineras inadecuadas: Deficiencias en la ventilación que provocan la acumulación de gases peligrosos como metano y monóxido de carbono, lo que eleva el riesgo de explosiones y afecta gravemente la salud de los trabajadores.

Materiales inadecuados para sostenimiento: Uso de elementos no óptimos para mantener la estabilidad de las estructuras mineras, incrementando la probabilidad de derrumbes.

Falta de estudios geológicos y geomecánicos: La ausencia de estos análisis impide una planificación adecuada de la explotación, exponiendo a los trabajadores a terrenos inestables.

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

Carencias técnicas en servicios esenciales: Deficiencia en la planeación de sistemas de ventilación y desagüe, lo que incrementa el riesgo de inundaciones y acumulación de gases tóxicos.

Falta de preparación en los trabajadores: La capacitación limitada, sumada a una excesiva confianza al realizar tareas de alto riesgo, conduce a elecciones que comprometen la seguridad.

Supervisión insuficiente: Falta de rigor en la aplicación de normas de seguridad, lo que facilita el incumplimiento de los protocolos establecidos.

Escasa inversión tecnológica: Ausencia de tecnologías seguras y eficientes que podrían reducir los riesgos y aumentar la productividad.

Estos factores han provocado una alta tasa de accidentalidad en las minas de Boyacá, con graves consecuencias sociales, económicas y ambientales, tales como:

Consecuencias sociales: Impactos negativos en la salud y bienestar de los trabajadores, pérdida de vidas humanas, deterioro de la calidad de vida de las familias afectadas, y un aumento en la percepción de inseguridad laboral.

Consecuencias económicas: Reducción de la productividad minera, incremento de costos asociados a indemnizaciones y atención médica, pérdida de personal calificado y disminución de la competitividad del sector.

Consecuencias ambientales: Contaminación de fuentes hídricas, erosión del suelo y afectación de ecosistemas cercanos a las zonas de extracción minera.

En el caso particular del proyecto minero HERGOES SAS, se registraron 76 accidentes laborales clasificados entre los niveles 2 y 3 durante el último año, acumulando un total de 230 días de incapacidad laboral. Esto ha impactado negativamente la

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

productividad y ha generado costos adicionales relacionados con indemnizaciones y una disminución en la eficiencia operativa.

Las enfermedades laborales constituyen otro desafío significativo. Según el Consejo Colombiano de Seguridad (2022), las patologías respiratorias y musculoesqueléticas son comunes entre los mineros, debido a la exposición a partículas contaminantes y condiciones ergonómicas deficientes. Enfermedades como la silicosis afectan la capacidad pulmonar de los trabajadores, mientras que la exposición constante al ruido y vibraciones incrementa los casos de pérdida auditiva y trastornos musculoesqueléticos.

HERGOES SAS se ha fijado como objetivo convertirse en un modelo de minería sostenible, integrando tecnologías innovadoras y métodos de extracción que prioricen la seguridad y eficiencia en sus operaciones... Sin embargo, los accidentes laborales y las enfermedades ocupacionales siguen representando un obstáculo considerable para alcanzar este objetivo. Por ello, es imprescindible realizar un análisis exhaustivo que permita identificar las causas subyacentes de estos problemas.

Este diagnóstico será la base para la implementación de medidas correctivas y preventivas que disminuyan los riesgos asociados a la minería, mejoren las condiciones de los trabajadores y reduzcan el impacto ambiental.

1.2 Pregunta de investigación

¿Cuáles son las causas del incremento de la accidentalidad laboral en el proyecto minero “HERGOES SAS” entre los años 2021 y 2023, como generar una propuesta para mitigar esta problemática?

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

- Analizar las causas del incremento de la accidentalidad en el proyecto minero “HERGOES SAS” entre los años 2021 a 2023, proponiendo medidas correctivas para reducir su frecuencia

2.2 Objetivos específicos

- Identificar las causas inmediatas de los accidentes ocurridos entre los años 2021 a 2023 en el proyecto minero “HERGOES SAS”
- Determinar las causas básicas de los accidentes presentados en el proyecto minero “HERGOES SAS” para el periodo comprendido entre el año 2021 al año 2023.
- Proponer acciones correctivas dirigidas a mitigar los factores responsables del aumento en la accidentalidad dentro del proyecto minero HERGOES SAS

3. Justificación

La minería en Colombia constituye una de las actividades económicas más relevantes para el desarrollo industrial del país (Ministerio de Minas y Energía, 2020). Sin embargo, este sector enfrenta importantes desafíos en materia de seguridad laboral, especialmente en la minería subterránea. El proyecto minero HERGOES SAS, ubicado en Boyacá, ha registrado un preocupante aumento en la accidentalidad laboral durante el

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

periodo comprendido entre los años 2021 y 2023. Este fenómeno impacta no solo la integridad física de los trabajadores, sino también la eficiencia y sostenibilidad del proyecto (Hernández et al., 2022).

La investigación de este problema responde a la necesidad de analizar y mitigar los factores que contribuyen al incremento en los accidentes laborales. Garantizar la seguridad en el entorno de trabajo es esencial para proteger el bienestar de los empleados y mantener la operatividad del proyecto. Los objetivos del estudio buscan identificar causas específicas y proponer estrategias que reduzcan la frecuencia de estos incidentes, fomentando una cultura organizacional enfocada en la seguridad (García & Rodríguez, 2021).

Los beneficios que se derivan de este proyecto alcanzan a diversos grupos de interés. En primer lugar, la empresa HERGOES SAS obtendrá ventajas al disminuir los costos relacionados con tratamientos médicos, indemnizaciones y pérdida de productividad. Además, una mejora en las condiciones de seguridad fortalecerá su reputación corporativa y la satisfacción de sus empleados (Ramírez & Torres, 2022). Por otra parte, la comunidad local se beneficiará al reducir el impacto económico y emocional que generan los accidentes sobre las familias de los trabajadores (Díaz, 2021).

Desde una perspectiva social, este proyecto contribuirá a reforzar la seguridad y la salud en el trabajo, promoviendo una mejora en la calidad de vida tanto de los empleados como de sus familias. La reducción de la accidentalidad también impactará positivamente en la estabilidad económica de las comunidades locales, al minimizar interrupciones laborales y costos derivados de los incidentes (López & Martínez, 2021).

En el ámbito metodológico, este estudio propone un enfoque estructurado para el análisis de riesgos y la implementación de medidas preventivas. Este modelo podrá ser

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

replicado por otras empresas mineras con características similares, generando un impacto positivo en la adopción de buenas prácticas en la industria (González & Pereira, 2022).

Desde el punto de vista teórico, la investigación proporcionará un análisis detallado sobre las causas de la accidentalidad laboral en contextos mineros. Además, facilitará el desarrollo de nuevos enfoques para su prevención, siendo útil tanto para estudios futuros como para la formulación de políticas públicas enfocadas en la mejora de la seguridad laboral (Mora & Castillo, 2022).

Los estudiantes involucrados en la investigación obtendrán una valiosa experiencia en la aplicación de metodologías, fortaleciendo habilidades técnicas y desarrollando competencias para enfrentar problemas del mundo real (Fernández et al., 2022). Este aprendizaje será fundamental para su crecimiento profesional y para adquirir destrezas en análisis de datos e investigación aplicada.

Asimismo, la institución educativa se beneficiará al enriquecer su base teórica y metodológica mediante los resultados del estudio. Esto permitirá fortalecer programas académicos y fomentar la investigación en áreas clave como la seguridad minera. Las especializaciones y posgrados en seguridad y salud en el trabajo, junto con los programas de ingeniería minera, encontrarán en esta investigación una referencia valiosa para el desarrollo de políticas públicas y capacitaciones especializadas (Mora & Castillo, 2022).

La delimitación de este estudio abarca las instalaciones del proyecto minero HERGOES SAS, ubicadas en el departamento de Boyacá, Colombia, y se enfoca en el periodo comprendido entre los años 2021 y 2023. Este marco temporal es relevante debido al incremento en la accidentalidad registrado en dicho periodo (Instituto Colombiano de Seguridad Minera, 2022). El análisis se centrará en los trabajadores de HERGOES SAS, en

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

su mayoría provenientes de comunidades locales que dependen de la minería como principal actividad económica.

En conclusión, esta investigación tiene como objetivo no solo identificar los factores que inciden en la accidentalidad de HERGOES SAS, sino también establecer un modelo que pueda ser replicado en otras empresas del sector. Los resultados permitirán mejorar la seguridad y salud en el trabajo, optimizar los costos operativos y promover una cultura basada en la prevención de riesgos, contribuyendo al desarrollo sostenible y a la dignificación de las condiciones laborales en la minería colombiana.

4. Marco de referencia

La minería subterránea constituye uno de los sectores más relevantes para el desarrollo económico de Colombia, pero también uno de los más riesgosos en términos de seguridad laboral. Este marco de referencia se propone contextualizar y analizar los factores que inciden en la accidentalidad en el proyecto minero HERGOES SAS, ubicado en la Vereda Los Tunjos, Sativa Sur, Boyacá. Su finalidad es establecer las bases teóricas, investigativas y legales que permitan desarrollar estrategias efectivas para prevenir accidentes, garantizando la seguridad y salud de los trabajadores. Asimismo, este análisis se fundamenta en un marco normativo actualizado, que incluye la Resolución 4272 de 2021 y la Resolución 0312 de 2019, las cuales estipulan los estándares de seguridad y salud en el trabajo en Colombia.

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

4.1 Marco teórico

Fundamentos teóricos de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) en Minería

La Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) es un campo de estudio ampliamente desarrollado que busca crear condiciones laborales seguras y saludables. Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2019), la SST en minería se basa en la identificación de riesgos físicos, químicos, ergonómicos y psicosociales, junto con la implementación de medidas de control para mitigar sus efectos. En Colombia, la Ley 1562 de 2012 y el Decreto 1072 de 2015 proporcionan la base legal para implementar el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) en el sector minero.

Modelos teóricos aplicados a la seguridad en minería

1. Pirámide de Heinrich

Heinrich (1931) identificó que, por cada accidente grave, ocurren múltiples incidentes menores y casi accidentes. Este modelo plantea que intervenir en los niveles inferiores de la pirámide puede prevenir eventos catastróficos. En minería subterránea, aplicar este modelo permite identificar patrones de accidentalidad y desarrollar estrategias para reducir incidentes menores (Fernández et al., 2021).

2. Teoría de la Resiliencia Organizacional

Hollnagel (2011) sugiere que las organizaciones deben desarrollar habilidades de adaptación y respuesta ante riesgos. En minería, esto implica la creación de protocolos de seguridad sólidos y la capacitación constante del personal para tomar decisiones efectivas en emergencias. Investigaciones recientes demuestran que las

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

empresas resilientes experimentan menores índices de accidentalidad (Díaz & Ramírez, 2022).

3. Modelo de los Cinco Pilares del SG-SST

Según Díaz y Fernández (2020), los cinco pilares esenciales de un SG-SST son: liderazgo organizacional, capacitación continua, cumplimiento normativo, inversión en tecnología e infraestructura, y compromiso de los trabajadores. Estos pilares son fundamentales para la prevención de accidentes en minería subterránea. La Resolución 0312 de 2019 del Ministerio del Trabajo fija estándares mínimos que deben cumplir las empresas en este ámbito.

4. Teoría del Dominó de Bird y Loftus

Este modelo amplía la Pirámide de Heinrich al enfatizar la identificación y eliminación de causas raíz en la cadena de eventos (Bird & Loftus, 1976). En minería, se traduce en controles de seguridad proactivos y correctivos para evitar la progresión de eventos peligrosos.

5. Modelo de Causalidad de Accidentes de Reason (1990)

Reason presenta el modelo del “queso suizo”, donde los accidentes ocurren cuando múltiples fallas en las barreras de seguridad se alinean. En minería, la implementación de múltiples capas de control resulta clave para evitar que los incidentes alcancen un punto crítico (Reason, 1990).

6. Teoría del Comportamiento Seguro en el Trabajo

Geller (2001) argumenta que el comportamiento humano influye directamente en la seguridad laboral. Aplicar este enfoque en minería requiere reforzar la cultura de

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

seguridad mediante capacitaciones, incentivos y la participación de los trabajadores en la identificación de riesgos.

Factores de riesgo específicos en minería subterránea

Los riesgos asociados a la minería subterránea se clasifican según la normativa del Ministerio del Trabajo (2021) y la Agencia Nacional de Minería (ANM, 2022):

1. Peligros físicos: Incluyen exposición a ruido, vibraciones y temperaturas extremas, lo que puede ocasionar enfermedades ocupacionales como hipoacusia y trastornos musculoesqueléticos (OIT, 2020). Implementar medidas preventivas es crucial para reducir estos impactos.
2. Peligros químicos: Involucran gases peligrosos como metano (CH₄) y monóxido de carbono (CO), que representan riesgos de intoxicación y explosión. La Resolución 4272 de 2021 regula los límites de exposición ocupacional en Colombia. El monitoreo constante con sensores especializados es una medida esencial.
3. Peligros ergonómicos: Resultan del uso de herramientas pesadas y posturas prolongadas, incrementando el riesgo de trastornos musculoesqueléticos (González et al., 2021). El diseño ergonómico y las pausas activas son medidas efectivas para su prevención.
4. Peligros psicosociales: Factores como jornadas extensas, estrés y aislamiento pueden afectar la salud mental y el rendimiento laboral (OIT, 2020). La Resolución 2404 de 2019 establece directrices para la evaluación de estos riesgos.

4.2 Antecedentes o Estado del arte (marco investigativo)

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

Investigación de la Agencia Nacional de Minería (2013-2014)

Este estudio realizado por la Agencia Nacional de Minería tuvo como objetivo identificar las causas principales de accidentes en las minas de carbón, con un énfasis especial en aquellos no relacionados con maquinaria, además de proponer recomendaciones para mitigar estos riesgos.

En la metodología se realizó un análisis estadístico de los accidentes registrados entre 2013 y 2014. La investigación incluyó la revisión de los registros oficiales proporcionados por las autoridades mineras y la recopilación de información sobre las condiciones operacionales de las minas.

Algunos de los principales resultados indicaron que las causas de accidentes no relacionados con maquinaria incluyeron exposición a sustancias nocivas, atrapamientos y caídas de rocas. Los accidentes relacionados con maquinaria fueron menos frecuentes, afectando solo a cinco personas en dicho período. En total, 15 personas resultaron gravemente heridas o fallecieron debido a estos incidentes.

Como principales conclusiones, el estudio recomendó enfocar la seguridad minera no solo en el manejo de maquinaria, sino también en la mejora de las condiciones ambientales, tales como la ventilación y la protección contra sustancias tóxicas. Además, se enfatizó la necesidad de reforzar las inspecciones de seguridad y la capacitación en el manejo de materiales peligrosos.

Impacto de los residuos mineros en el ADN de los trabajadores del Cerrejón, La Guajira (Gutiérrez López & Primera Padilla, 2013)

Este estudio evaluó el impacto de los residuos mineros sobre la salud celular y genética de los trabajadores en la mina de carbón Cerrejón.

En la metodología se realizaron análisis genéticos a partir de muestras de sangre de trabajadores expuestos a residuos mineros, evaluando posibles alteraciones en el ADN, incluyendo daños citogenéticos y la presencia de metales pesados en el organismo. La

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

investigación incluyó la revisión de los registros oficiales proporcionados por las autoridades mineras y la recopilación de información sobre las condiciones operacionales de las minas.

Algunos de los principales resultados indicaron que se observaron daños en el ADN y alteraciones citogenéticas. Además, se detectó una mayor concentración de metales como silicio (Si) y aluminio (Al) en la sangre de los trabajadores en comparación con el grupo control. En total, se identificaron efectos negativos a largo plazo en la salud genética de los empleados debido a la exposición prolongada a residuos mineros.

Como principales conclusiones, el estudio recomendó implementar medidas estrictas de protección personal y mejorar las condiciones laborales para reducir la exposición a dichos residuos. Además, se enfatizó la necesidad de reforzar las inspecciones de seguridad y la capacitación en el manejo de materiales peligrosos.

Investigaciones de salud y trabajo de la minería artesanal del carbón en Paipa, Colombia (Ospina Díaz et al., 2013)

El objetivo de esta investigación fue identificar las causas principales de accidentalidad y los riesgos laborales en la minería artesanal de carbón en Paipa.

En la metodología se empleó un enfoque cualitativo basado en entrevistas a trabajadores y observación directa de las condiciones laborales en las minas. También se analizaron los riesgos ergonómicos y ambientales presentes.

Algunos de los principales resultados indicaron que las principales causas de accidentes fueron caídas de rocas, inhalación de gases y manipulación de cargas pesadas. Además, se identificaron riesgos ergonómicos derivados de posturas inadecuadas que provocaron lesiones musculoesqueléticas.

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

Como principales conclusiones, el estudio recomendó mejorar la ventilación, proporcionar capacitación en seguridad y salud ocupacional, y dotar a los trabajadores de equipos de protección personal. La falta de formación sobre riesgos ergonómicos y las condiciones laborales peligrosas fueron factores determinantes en la alta tasa de accidentes.

Accidentalidad en la pequeña y mediana minería subterránea de la provincia del Sugamuxi (Ramírez Rosas & González Sierra, 2016)

Este estudio analizó las principales causas de accidentalidad en minas subterráneas de carbón en la provincia del Sugamuxi, evaluando la influencia de medidas preventivas en la reducción de incidentes.

En la metodología se utilizó un enfoque descriptivo mediante entrevistas a trabajadores, observación directa en las minas y análisis de registros de accidentes proporcionados por las autoridades locales.

Algunos de los principales resultados indicaron que las causas más comunes de accidentes incluyeron caídas de nivel, derrumbes, explosiones de metano y deficiencia de oxígeno. Se identificó una disminución en la accidentalidad, atribuida a la implementación de medidas de seguridad y programas de capacitación.

Como principales conclusiones, el estudio recomendó mejorar la ventilación y actualizar las prácticas de seguridad, especialmente en áreas de mayor riesgo. Aunque las medidas preventivas han reducido los accidentes, se enfatizó la necesidad de continuar mejorando las condiciones de seguridad.

Medición de seguridad y clima organizacional en la minería Sogamoseña (González Millán et al., 2013)

En la metodología se realizó un análisis mixto que incluyó entrevistas, cuestionarios sobre clima organizacional y seguridad, además de análisis de registros históricos de accidentes.

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

Algunos de los principales resultados indicaron que las minas con un clima organizacional positivo registraron menos accidentes. Malas condiciones laborales y desconfianza hacia la gestión de seguridad se asociaron con mayores índices de accidentalidad.

Como principales conclusiones, el estudio concluyó que la mejora del clima organizacional es esencial para la implementación eficaz de medidas de seguridad, contribuyendo a la reducción de accidentes.

Ventilación en minas de carbón: cumplimiento del Decreto 1335 de 1987 (Córdoba Quiceno & Molina Escobar, 2012)

Este estudio evaluó la efectividad de las regulaciones colombianas sobre ventilación en minas de carbón para garantizar condiciones de trabajo más seguras.

En la metodología se realizó una evaluación técnica de la ventilación, midiendo la velocidad del aire y la concentración de gases peligrosos con equipos especializados. La investigación incluyó la revisión de los registros oficiales proporcionados por las autoridades mineras y la recopilación de información sobre las condiciones operacionales de las minas.

Algunos de los principales resultados indicaron que, aunque la velocidad mínima del aire cumplía con las regulaciones, se detectaron puntos críticos con concentración elevada de metano. En total, se identificaron áreas que requieren atención urgente para mejorar la seguridad.

Como principales conclusiones, el estudio recomendó realizar inspecciones más frecuentes y proporcionar herramientas adecuadas para monitorear gases, junto con mejoras en la ventilación. Además, se enfatizó la necesidad de reforzar las inspecciones de seguridad y la capacitación en el manejo de materiales peligrosos.

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

Análisis de la accidentalidad y el cumplimiento de normativas de seguridad en minas subterráneas (Pérez Guarumo, 2022)

Este estudio analizó las tasas de accidentalidad en minas subterráneas de carbón en Colombia, evaluando el cumplimiento de normativas de seguridad y proponiendo mejoras.

En la metodología se utilizó un enfoque cuantitativo basado en encuestas y análisis de datos de accidentes ocurridos entre 2018 y 2021. La investigación incluyó la revisión de los registros oficiales proporcionados por las autoridades mineras y la recopilación de información sobre las condiciones operacionales de las minas.

Algunos de los principales resultados indicaron que, a pesar del cumplimiento parcial de las normativas, la accidentalidad sigue siendo alta, principalmente debido a la falta de capacitación y deficiente ventilación. En total, se identificaron áreas que requieren atención urgente para mejorar la seguridad.

Como principales conclusiones, el estudio recomendó reforzar la capacitación en seguridad, incrementar las inspecciones y actualizar las normativas para adaptarse a las condiciones actuales de las minas. Además, se enfatizó la necesidad de continuar mejorando las condiciones de seguridad y la capacitación en el manejo de materiales peligrosos.

4.3 Marco legal

Para el desarrollo de esta investigación, se han considerado las principales leyes, decretos y resoluciones que regulan la seguridad y salud en el trabajo dentro del sector minero en Colombia. Estas normativas establecen disposiciones esenciales para la

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

prevención de accidentes y la protección de los trabajadores en minería subterránea, siendo particularmente relevantes para el proyecto HERGOES SAS.

Normativa relacionada con la Seguridad y Salud en el Trabajo en Minería

Ley 9 de 1979 Establece lineamientos generales para preservar, conservar y mejorar la salud en los ambientes laborales. En el contexto minero, esta ley es esencial, ya que define principios básicos para la prevención de riesgos laborales, abordando la exposición a agentes físicos, químicos y biológicos.

Resolución 2400 de 1979 Regula aspectos de higiene, seguridad y condiciones de las instalaciones laborales. En minería subterránea, esta resolución asegura estándares mínimos en ventilación, iluminación y áreas de descanso, factores clave para reducir enfermedades ocupacionales.

Decreto 614 de 1984 Proporciona los lineamientos para organizar y promover la salud ocupacional en Colombia. En minería, implica implementar programas de seguridad laboral para mitigar los riesgos inherentes a las operaciones mineras.

Ley 100 de 1993 Reorganiza el sistema de seguridad social en Colombia. En el contexto minero, esta ley garantiza la afiliación al sistema de riesgos laborales, protegiendo a los trabajadores en caso de accidentes o enfermedades profesionales.

Decreto 1295 de 1994 Estructura el sistema general de riesgos laborales. Este decreto asigna a los empleadores la responsabilidad de prevenir accidentes y enfermedades derivadas de condiciones laborales peligrosas.

Ley 685 de 2001 (Código de Minas) Este marco legal regula las actividades mineras en Colombia y enfatiza la sostenibilidad, la responsabilidad social y la seguridad laboral. Establece la obligatoriedad de realizar estudios geológicos y geomecánicos fundamentales para identificar riesgos estructurales. Relación con el problema: La ausencia

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

de estos análisis en HERGOES SAS ha dificultado la identificación de riesgos, incrementando la accidentalidad.

Decreto 1886 de 2015 Sustituyendo al Decreto 1335 de 1987, actualiza las disposiciones de seguridad en minas subterráneas, destacando:

- a. **Sistemas de ventilación adecuados:** Cruciales para evitar atmósferas peligrosas.
- b. Materiales óptimos para sostenimiento estructural: Garantizan la estabilidad de las estructuras.
- c. Monitoreo continuo: Promueve el uso de tecnología para evaluar condiciones operativas en tiempo real. Relación con el problema: La falta de ventilación adecuada y materiales deficientes ha generado riesgos en HERGOES SAS. Este decreto ofrece soluciones específicas para corregir estas deficiencias.

Decreto 1072 de 2015 Este decreto compila y amplía el Decreto 1443 de 2014, estableciendo un marco integral para la gestión de riesgos laborales en sectores de alto riesgo como la minería.

- a. Capacitación periódica: Garantiza la formación en seguridad laboral y manejo de equipos.
- b. Evaluación de riesgos: Identifica y mitiga factores que comprometen la seguridad de los trabajadores. Relación con el problema: La falta de capacitación técnica ha sido una causa principal de accidentalidad en HERGOES SAS.

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

Decreto 52 de 2017 Modifica el Decreto 1072 de 2015, reforzando el SG-SST en todos los sectores, incluyendo la minería subterránea, para incrementar los estándares de seguridad laboral.

Resolución 1401 de 2007 Establece protocolos para investigar accidentes laborales. En minería subterránea, esta resolución define procedimientos analíticos esenciales para prevenir incidentes futuros.

Ley 1562 de 2012 Reforma el sistema de riesgos laborales y exige la implementación del SG-SST en todas las empresas. En minería, fomenta la prevención mediante la planificación estructurada de seguridad y salud en el trabajo.

Resolución 312 de 2019 Define los estándares mínimos del SG-SST. En minería subterránea, obliga a las empresas a implementar medidas específicas, como capacitación en prevención de riesgos y evaluaciones continuas del entorno laboral.

Resolución 4272 de 2021 Proporciona medidas actualizadas para la prevención de riesgos laborales en minería, como el uso de tecnologías avanzadas para monitorear y mitigar riesgos.

El cumplimiento riguroso de estas normativas es crucial para disminuir los índices de accidentalidad en el sector minero y asegurar que HERGOES SAS opere bajo estándares adecuados de seguridad.

5. Metodología

5.1 Enfoque y alcance de la investigación

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

El presente estudio se enmarca en una investigación de tipo cuantitativo, fundamentado en la recolección, análisis e interpretación de datos numéricos relacionados con la accidentalidad laboral en el proyecto minero HERGOES SAS. La investigación cuantitativa se caracteriza por la obtención de información objetiva y medible, lo que permite realizar análisis estadísticos y establecer relaciones causales entre los fenómenos estudiados. En este caso, se recopilarán datos sobre la frecuencia y tipos de accidentes laborales, los factores de riesgo asociados y la percepción de los trabajadores mediante cuestionarios estructurados, lo que facilitará la cuantificación de los resultados. Hernández, Fernández y Baptista (2014)

A través de este enfoque, se pretende identificar patrones, tendencias y relaciones causales entre las variables que han influido en la ocurrencia de accidentes laborales en la operación minera. Para lograrlo, se realizará una revisión documental de las investigaciones de accidentes laborales que reposan en los expedientes internos de la empresa y se aplicará encuesta de percepción de la seguridad y salud en el trabajo a los trabajadores, con el propósito de recolectar información directa sobre la percepción de los factores de riesgo y condiciones laborales.

El alcance del estudio es explicativo, ya que busca determinar los factores que han contribuido a los accidentes en el entorno laboral minero. Los estudios explicativos no solo identifican la relación entre variables, sino que también establecen causas y efectos. Hernández et al. (2014) En este contexto, el análisis se enfocará en los aspectos técnicos, organizacionales y humanos que han incidido en la accidentalidad, proponiendo medidas de control y prevención de riesgos, alineadas con la legislación vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) en Colombia.

5.2 Población y muestra

La población objeto de estudio está conformada por todos los trabajadores vinculados al proyecto minero HERGOES SAS, ubicado en la Vereda Los Tunjos,

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

municipio de Sativa Sur, Boyacá. Esto incluye a aquellos que hayan sufrido accidentes laborales durante el período 2021–2023, así como a los empleados que actualmente desempeñan funciones, técnicas y administrativas relacionadas con la explotación minera subterránea.

Dado que el proyecto cuenta con aproximadamente 30 trabajadores activos, se considera una población pequeña, lo cual permite un control más exhaustivo durante la recolección de datos y favorece un análisis detallado de las condiciones laborales que inciden en la accidentalidad.

Tipo de muestreo

Para esta investigación se utilizará un **muestreo no probabilístico de tipo intencional** (también conocido como juicio experto o por conveniencia), ya que:

- Se requiere información específica de trabajadores con contacto directo con eventos accidentales o condiciones laborales de riesgo.
- Es necesario profundizar en percepciones y experiencias específicas relacionadas con la SST.
- La accesibilidad y número limitado de la población garantizan representatividad del fenómeno estudiado.

La selección de la muestra se basará en criterios de inclusión que aseguren la representatividad de los datos. Además, se tomará como referencia la **Norma Técnica Colombiana NTC 3701**, que establece lineamientos para la recolección y análisis de datos de SST en el sector minero (ICONTEC, 2015).

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

Descripción sociodemográfica de la población

Basándose en los registros internos de la empresa y la observación de campo, se ha identificado el siguiente perfil sociodemográfico de los trabajadores de HERGOES SAS:

- Género: Predominancia masculina (93%), con presencia limitada de mujeres en roles administrativos.
- Edad: Los trabajadores tienen entre 25 y 58 años; la mayoría (rango representativo: 35–50 años) posee experiencia previa en minería, lo que indica una población madura laboralmente.
- Nivel educativo:
 - El 60% cuenta con secundaria completa.
 - El 30% tiene formación técnica (electromecánica, mantenimiento, seguridad industrial).
 - El 10% posee formación profesional, principalmente en roles administrativos o de supervisión.
- Origen geográfico: Predominan los residentes del municipio de Sativa Sur y áreas rurales cercanas, lo que refleja un alto nivel de arraigo territorial y dependencia económica de la actividad minera

Condiciones laborales

Las condiciones laborales de los trabajadores se describen a continuación:

- Contratación: La mayoría posee contratos directos con HERGOES SAS, bajo modalidad a término fijo.
- Jornadas laborales: Se han identificado turnos prolongados, superiores a 8 horas, lo que genera desgaste físico.

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

- **Exposición laboral:** Las operaciones subterráneas presentan ventilación limitada, iluminación artificial y manipulación constante de maquinaria y herramientas de alto riesgo.
- **Equipos de Protección Personal (EPP):** Según las encuestas aplicadas, se ha identificado un acceso parcial a los EPP, lo cual aumenta la exposición a riesgos ocupacionales.
- **Estado de salud percibido:** Los trabajadores reportaron afecciones osteomusculares, auditivas y respiratorias derivadas de las condiciones laborales, junto con síntomas de fatiga crónica.

5.3 Instrumentos

Análisis de documental

a) Descripción del instrumento

El instrumento utilizado en esta investigación es el análisis documental de las investigaciones de accidentes de trabajo ocurridos en el proyecto minero HERGOES S.A.S. durante los años 2021, 2022 y 2023. Lo anterior se basa en la revisión y análisis de registros documentales de la empresa, con el fin de identificar causas inmediatas y básicas de los accidentes, evaluar las condiciones en las que ocurrieron y proponer medidas correctivas.

Para la gestión y consulta de documentos, esta investigación considera los lineamientos establecidos en la Ley 594 de 2000, también conocida como la Ley General de Archivos, la cual regula la administración, conservación y acceso a los documentos en Colombia (Congreso de Colombia, 2000). Asimismo, se tienen en cuenta los principios de acceso y uso de la información contemplados en la Ley

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

1712 de 2014, que promueve la transparencia y el derecho de acceso a la información pública (Congreso de Colombia, 2014).

La revisión documental se lleva a cabo mediante el análisis de informes de accidentes laborales dentro de los expedientes internos, registros de seguridad y otros documentos relevantes, siguiendo criterios técnicos de organización y archivo. Además, se consideran directrices de gestión documental establecidas en el Decreto 1083 de 2015, que reglamenta el manejo de documentos en entidades públicas y privadas que administran información de interés general (Presidencia de la República de Colombia, 2015).

b) Objetivo del instrumento

El objetivo del instrumento es determinar los factores que contribuyen a la ocurrencia de accidentes de trabajo en el proyecto minero HERGOES S.A.S., con el fin de analizar patrones de accidentalidad y proponer estrategias para mejorar la seguridad laboral. A través del análisis de la documentación existente, se busca identificar deficiencias en los procesos de gestión del riesgo y oportunidades de mejora para fortalecer la prevención de accidentes en la empresa.

c) Categorías o variables

El instrumento recopila información estructurada en las siguientes categorías:

1. Datos generales del accidente:
 - Fecha del evento
 - Lugar del evento
 - Actividad realizada en el momento del accidente
2. Datos del trabajador accidentado:

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

Identificación del trabajador

Cargo y funciones

Experiencia laboral en la empresa

3. Descripción del accidente:

Relato detallado del evento

Tipo de lesión y parte del cuerpo afectada

Daños materiales asociados

4. Causas del accidente:

Causas inmediatas: Condiciones ambientales, actos inseguros o fallas operacionales

Causas básicas: Factores organizacionales, deficiencias en capacitación o uso inadecuado de equipos

5. Medidas correctivas y preventivas:

Acciones tomadas después del accidente

Plan de mejora en seguridad laboral

d) Estructura del instrumento

El instrumento se organiza en una ficha de investigación estructurada con los siguientes apartados:

- Identificación del accidente (fecha, lugar, trabajador involucrado)
- Descripción del evento (cómo ocurrió, qué factores influyeron)
- Análisis causal (identificación de causas inmediatas y básicas)

Esta estructura se ajusta a los lineamientos de la Resolución 1401 de 2007 y a las disposiciones de la Norma Técnica Colombiana NTC 3701, garantizando una

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

recopilación de datos estandarizada y útil para el análisis de la accidentalidad en la empresa.

e) Formato y forma de aplicación

La aplicación del instrumento se realizará de manera presencial mediante la revisión de los expedientes de investigación de accidentes de trabajo archivados por la empresa HERGOES S.A.S que se consolidará en una base de datos Excel, sometidos a análisis estadístico para identificar patrones y tendencias de accidentalidad dentro del proyecto minero.

Para garantizar la confiabilidad de la información, se verificará que los accidentes reportados cumplan con los criterios establecidos en la Ley 1562 de 2012, Resolución 1401 de 2007, Resolución 152 de 2005 que regulan el Sistema de Riesgos Laborales en Colombia, investigación y reporte.

Instrumento de Recolección de Datos: Encuesta de Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo

a) Descripción del instrumento

El instrumento de recolección de datos utilizado es una encuesta estructurada, diseñada para evaluar la percepción de los colaboradores acerca de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo en el proyecto minero HERGOES SAS, las encuestas permiten obtener información de manera sistemática sobre hechos, opiniones y actitudes, siendo útiles en estudios diagnósticos como el presente. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014)

b) Objetivo del instrumento

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

El principal objetivo del instrumento es recolectar información confiable sobre la percepción de los trabajadores de HERGOES SAS respecto a las condiciones de seguridad y salud en el trabajo, con el fin de detectar áreas de riesgo, evaluar el cumplimiento normativo, y proponer estrategias de mejora orientadas a la prevención de accidentes y enfermedades laborales. Esta evaluación es clave en contextos de minería subterránea, donde los factores de riesgo suelen ser múltiples y complejos (Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2019).

c) Categorías o variables

La encuesta está estructurada para recopilar información en torno a las siguientes categorías o variables:

- **Datos generales del trabajador:** Sexo, edad, estado civil, cargo, área de trabajo.
- **Condiciones de seguridad:** Percepción de peligros como pisos resbalosos, caída de objetos, manipulación de cargas (Bird & Loftus, 1976).
- **Elementos de Protección Personal (EPP):** Disponibilidad, uso, mantenimiento, capacitación (Geller, 2001).
- **Factores ambientales:** Iluminación, ventilación, niveles de ruido (Instituto Colombiano de Seguridad Minera, 2022).
- **Seguridad y salud en el trabajo:** Efectos del entorno en la salud auditiva, equilibrio y bienestar general (Díaz & Ramírez, 2022).
- **Sugerencias de mejora:** Recomendaciones de los trabajadores sobre las condiciones laborales y prácticas inseguras.

Estas variables permiten realizar una caracterización amplia de los factores psicosociales, físicos y organizacionales que inciden en la seguridad laboral (García & Rodríguez, 2021).

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

d) Estructura del instrumento

La encuesta se compone de secciones organizadas de la siguiente manera:

1. **Datos generales:** Preguntas cerradas para caracterizar al trabajador.
2. **Condiciones del entorno laboral:** Preguntas tipo Likert y de opción múltiple para evaluar percepciones de riesgo.
3. **Uso y percepción del EPP:** Evaluación del uso, accesibilidad y capacitación asociada al equipo.
4. **Factores ambientales:** Ítems relacionados con ventilación, ruido, iluminación.
5. **Salud y bienestar:** Indicadores relacionados con afectaciones físicas y sensoriales (Hollnagel, 2011).
6. **Opiniones y sugerencias:** Preguntas abiertas para aportar ideas o señalar riesgos no contemplados (Heinrich, 1931).

e) Formato y forma de aplicación

La encuesta será aplicada de forma anónima y voluntaria, y estará disponible en dos formatos: físico impreso y digital (formulario en línea), dependiendo de la accesibilidad de los trabajadores. Se garantizará la confidencialidad de las respuestas y se explicará previamente el propósito del estudio mediante consentimiento informado. Posteriormente, los datos serán codificados y analizados estadísticamente para identificar patrones de riesgo y proponer planes de acción efectivos (Hernández et al., 2014; Mora & Castillo, 2022).

En conclusión, esta encuesta representa una herramienta fundamental para la toma de decisiones en la gestión de seguridad y salud ocupacional dentro de Mina Hergoes SAS. Su aplicación permitirá detectar problemas, establecer correctivos y fomentar un ambiente de trabajo más seguro para todos los empleados.

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

5.4 Procedimientos.

Para garantizar el adecuado desarrollo del estudio y el cumplimiento de la normativa vigente en Colombia, la aplicación del instrumento seguirá un proceso estructurado en cinco fases:

Fase 1: Gestión de Permisos y Autorizaciones

Antes de iniciar la recopilación de información, se deben obtener los permisos y autorizaciones correspondientes por parte de la empresa y los trabajadores involucrados.

Actividades:

Solicitud formal a la empresa HERGOES S.A.S. para el acceso a los registros e investigaciones de accidentes de trabajo, dirigida al área administrativa.

Revisión de normativa interna sobre el tratamiento de datos sensibles en la empresa y firma de acuerdos de confidencialidad.

Actividad: Diligenciamiento del consentimiento informado de los trabajadores del proyecto minero HERGOES SAS, para la aplicación de la encuesta de percepción.

Fase 2: Recopilación de Información

En esta etapa se obtiene la información documental de las investigaciones de los accidentes laborales y datos sobre la percepción de las condiciones del entorno laboral del proyecto minero.

Actividades:

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

Consulta y análisis de los informes de accidentes archivados en la empresa, basados en la Resolución 1401 de 2007.

Aplicación de la encuesta de percepción estructurada en google forms y/o física a los trabajadores del proyecto minero HERGOES SAS.

Fase 3: Organización y Clasificación de Datos

En esta fase se estructuran los datos recopilados para facilitar su análisis.

Actividades:

Estandarización de la información en una base de datos con categorías predefinidas:

Datos generales del accidente (fecha, lugar, actividad).

Datos del trabajador (cargo, experiencia, condiciones de trabajo).

Codificación de causas inmediatas y básicas de los accidentes.

Tabulación de los resultados de las preguntas de la encuesta de percepción.

Fase 4: Análisis de Causas y Evaluación de Medidas Correctivas

Identificadas las causas inmediatas y básicas que contribuyeron al incremento de la accidentalidad entre los años 2021 a 2023, se realizará la propuesta de medidas correctivas que podrá aplicar el área de SST del proyecto minero HERGOES SAS.

Actividades:

Revisión bibliográfica en artículos, investigaciones y demás documentos consultados, utilizados como referencia.

Fase 5: Elaboración del Informe Final y Propuesta de Mejora

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

Se elaborarán las conclusiones de la investigación y se sugerirán recomendaciones para reducir la accidentalidad en el proyecto minero HERGOES SAS.

Actividades:

Consolidación de resultados

Identificación de causas inmediatas de la accidentalidad en el proyecto minero HERGOES SAS

Identificación de causas básicas de la accidentalidad en el proyecto minero HERGOES SAS.

Elaboración de propuesta de medidas de control

Recomendaciones para la mejora continua del SG-SST en el proyecto minero HERGOES SAS.

Presentación y sustentación de los resultados, conclusiones y recomendaciones al área administrativa del proyecto minero HERGOES SAS.

5.5 Análisis de información.

Se analizará la información recolectada en los instrumentos en la herramienta ofimática (hoja de cálculo) Excel con la respectiva codificación recurrente y común encontrada en la accidentalidad del proyecto minero “HERGOES SAS”, seguido se realizarán figuras y tablas de acuerdo a la clasificación encontrada para causas inmediatas que incluirán (Condiciones ambientales subestándar y actos subestándar) y causas básicas que incluirán (factores personales y factores del trabajo), tablas con la tabulación de los resultados de las preguntas de la encuesta de percepción, y creación de base de datos de la

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

revisión bibliográfica; Todo lo anterior permitirá evidenciar la recurrencia de factores de riesgo recurrentes en la accidentalidad en los colaboradores del proyecto minero “HERGOES SAS” y la realización de propuesta con medidas de control

5.6 Consideraciones éticas

Las consideraciones éticas en este proyecto se alinean con los principios definidos por UNIMINUTO, que incluyen la beneficencia, la no maleficencia, la justicia y el respeto por las personas. Estos principios garantizan que la investigación se realice de manera responsable y con un profundo compromiso hacia el bienestar de los participantes y de la comunidad involucrada.

La beneficencia se aplica al asegurar que el estudio busca mejorar las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores del proyecto minero HERGOES SAS, contribuyendo a la reducción de la accidentalidad y al bienestar general de los empleados y sus familias. La no maleficencia se asegura mediante la implementación de protocolos que eviten daños físicos o psicológicos a los participantes durante la recolección de datos y el desarrollo del estudio.

El principio de justicia se refleja en la equidad con la que se seleccionan los participantes y en la distribución justa de los beneficios y resultados del estudio. Todos los trabajadores tendrán la misma oportunidad de participar y beneficiarse de las mejoras en seguridad laboral resultantes del proyecto.

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

Finalmente, el respeto por las personas se aplicará asegurando la confidencialidad de la información proporcionada por los participantes y obteniendo su consentimiento informado antes de involucrarlos en el estudio. Se incluirán como anexos las autorizaciones y permisos necesarios, así como cualquier otro documento que respalde el cumplimiento de estas consideraciones éticas.

6. Cronograma

No.	Actividad	Desde	Hasta	Producto
1	Instrumento	Sep. 2024	Oct. 2024	Aplicación de instrumentos
2	Capitulo resultados	Sep. 2024	Nov. 2024	Resultados de la información recolectada
3	Conclusiones y recomendaciones	Oct. 2024	Dic. 2024	Conclusiones y recomendaciones
4	Gestión de permisos y autorizaciones	Nov. 2024	Ene. 2025	Permisos y autorizaciones obtenidos
5	Redacción del documento de Proyecto	Nov. 2024	Ene. 2025	Plan de análisis estructurado
6	Revisión y ajustes del Proyecto	Dic. 2024	Feb. 2025	Documento de Versión final revisada anteproyecto
7	Aprobación del Proyecto	Ene. 2025	Mar. 2025	Proyecto aprobado

7. Presupuesto

RUBROS	Rubros propios (investigadores)	Contrapartida Empresa	TOTAL
Personal	2500000	0	2500000
Equipos	1500000	1000000	2500000
Software	800000	200000	1000000
Materiales e insumos	800000	500000	1300000
Viajes nacionales	1200000	0	1200000
Viajes internacionales	0	0	0

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

Salidas de campo	1500000	800000	2300000
Servicios técnicos	1200000	500000	1700000
Capacitación	1000000	500000	1500000
Bibliografía	500000	200000	700000
Difusión de resultados	800000	500000	1300000
Propiedad intelectual y patentes	0	0	0
Otros	300000	300000	600000

8. Resultados y discusión

Identificación de causas inmediatas de los accidentes ocurridos entre los años 2021 a 2023 en el proyecto minero “HERGOES SAS”

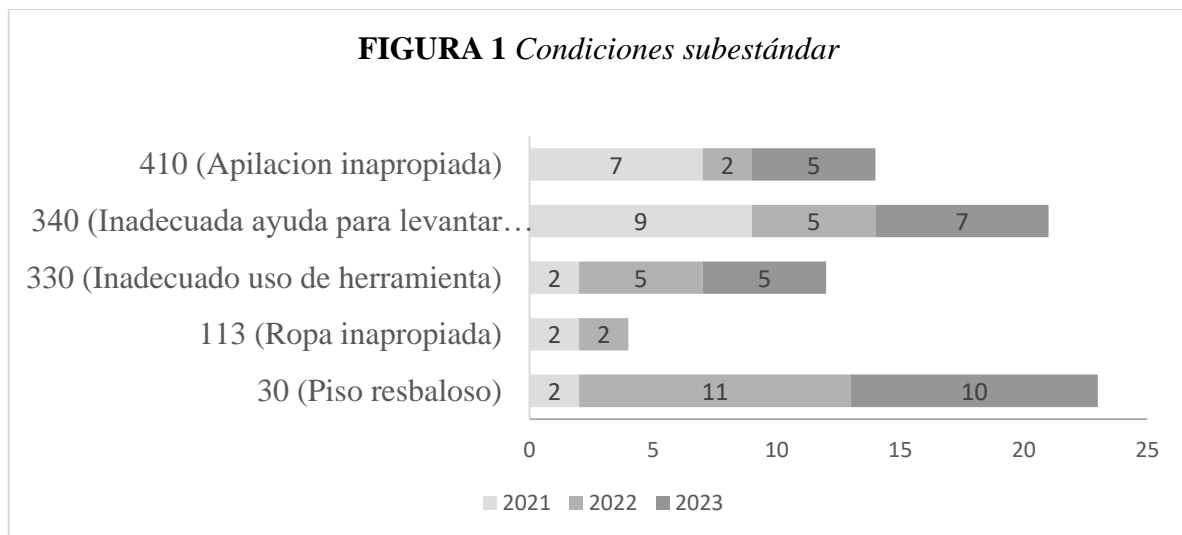
De acuerdo con la tarea desarrollada en esta investigación se identificaron que las causas inmediatas de los accidentes ocurridos entre los años 2021 a 2023 en el proyecto minero “HERGOES SAS”, encontrando que los factores que contribuyen directamente a la ocurrencia de los accidentes fueron en la subclasificación de condiciones ambientales subestándar: dentro de las cuales se evidencia mayor recurrencia en las siguientes condiciones:

Se puede evidenciar que debido a las condiciones del terreno donde se encuentra ubicado el proyecto minero “HERGOES SAS” la codificación número 30 (Defecto de los agentes - Resbaloso) ha tenido recurrencia y aumento con respecto al número de accidentes ocurridos entre el año 2021 y 2023, presentando un incremento de 8 a 9 eventos asociados a esta condición, lo cual probablemente sucede por la calidad del terreno y a el empeoramiento de este de acuerdo con la condición climática. Lo mismo sucede con el uso inadecuado de herramientas, se logra evidenciar que un porcentaje mínimo de los

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

colaboradores del proyecto minero carecen de capacitación o de entendimiento de esta en el uso adecuado de herramientas, lo cual ha incrementado la accidentalidad entre el año 2021 a 2023 con tres casos, con la codificación 330 (inadecuado uso de herramientas).

En la siguiente figura se resumen los datos de las condiciones subestándar identificadas:

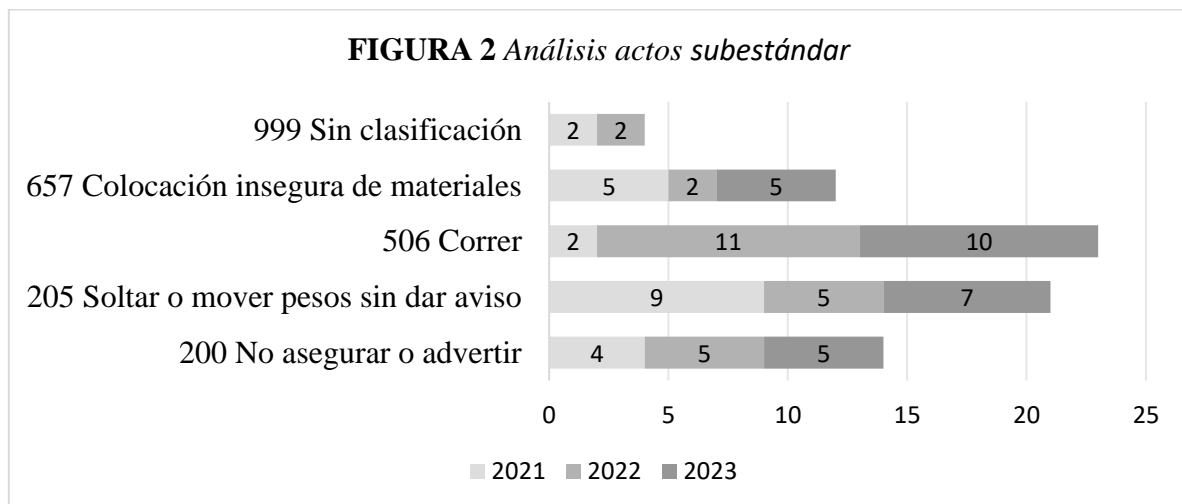


Con respecto a las condiciones subestándar que disminuyeron en el periodo del año 2021 a 2023 en la accidentalidad, se logra identificar que las acciones por parte del área de SST encaminadas al uso adecuado de EPP y la adherencia por parte de los colaboradores del proyecto minero a esta norma disminuyo en totalidad la causalidad por uso de ropa inapropiada, la cual en la codificación se presenta con el número 113. Probablemente la causalidad con la codificación 340 (inadecuada ayuda para levantar cosas) y 410 (apilacion inapropiada) disminuyo entre los años 2021 y 2023, se considera que faltarían la reformulación de acciones para disminuir en un 100% la causalidad por estos dos factores.

De acuerdo a las estadísticas arrojadas en el instrumento, se evidencia que dentro de los actos subestándar más repetitivos durante los tres periodos encontramos el 506 (Operar

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

o trabajar a velocidad insegura - correr), con 23 eventos, siendo el más representativo durante los años 2022 y 2023, que claramente se aumentó debido a la demanda de la labor, teniendo en cuenta que el rendimiento en la producción también ha aumentado con el crecimiento del proyecto minero, lo cual también se evidencia en el segundo acto representativo durante los tres periodos corresponde al 205 (Soltar o mover pesos sin dar aviso), sin embargo este factor disminuyó en 4 casos entre el año 2021 a 2022, y volvió a aumentar en dos casos entre el 2022 al 2023, se reitera nuevamente la demanda en la actividad y adicional la probabilidad en la falta de personal para laboral en el proyecto minero. En la siguiente figura se resumen los datos de las condiciones subestándar identificadas:



Todo lo anterior genera alteración en la comunicación asertiva y en la definición de roles dentro de la operación, causando el incremento en la causalidad con la codificación número 200 (No asegurar o advertir) y en el número 657 (la colocación insegura de materiales), esta última había disminuido entre el año 2021 al año 2022 y aumento

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

nuevamente entre el año 2022 y 2023, seguramente por el ritmo de la operación, según temporadas del año.

Discusión

Es importante traer a colación la investigación realizada por (Ramírez rosas & González sierra, 2016) titulada accidentalidad en la pequeña y mediana minería subterránea de la Provincia del Sugamuxi, identificando que las causas más comunes que originan el mayor número de accidentes mineros son las caídas de nivel, derrumbes, explosiones de metano y deficiencia de oxígeno. Investigación que también arrojó como resultado que en los últimos años se refleja una disminución en la accidentalidad de la minería subterránea de la provincia del Sugamuxi debido al establecimiento de medidas de seguridad y prevención. Lo mismo no se puede indicar en esta investigación, dado que la accidentalidad ha aumentado notoriamente los últimos tres años.

Por otro lado en investigaciones de seguridad y salud en el trabajo realizadas en minas de carbón del municipio de Guachetá, año 2014 por (Pérez Guarumo, 2015) se logró identificar que los riesgos más representativos en esta clase de minas son los biológicos y que afectan la salud de los trabajadores; peligros físicos, que están determinados por el uso diario de herramientas durante la jornada laboral, exponiéndose a niveles de ruido, vibraciones y temperaturas; peligros químicos, por exposiciones a gases tóxicos y explosivos; peligros psicosocial debido a la calidad de vida y peligro biomecánico que afectan la salud por la prevalencia de posturas inadecuadas, esfuerzos, manipulación de cargas y movimientos repetitivos, confluyendo con la presente en investigación en que la

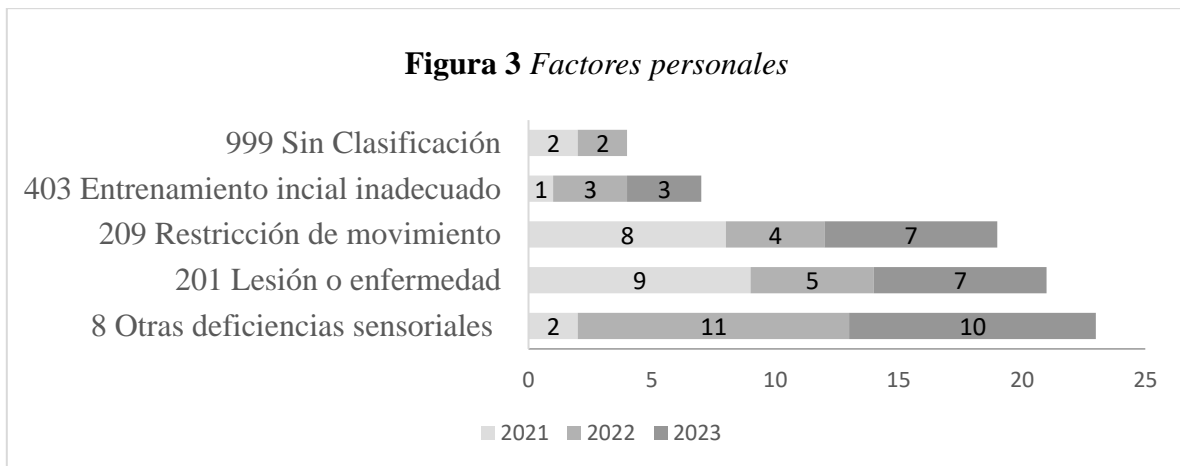
ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

frecuencia de accidentalidad se encuentra enmarcada en las condiciones subestándar en cuanto a la ayuda inadecuada para levantar cosas pesadas.

Determinación de causas básicas de los accidentes presentados en el proyecto minero “HERGOES SAS” para el periodo comprendido entre el año 2021 al año 2023.

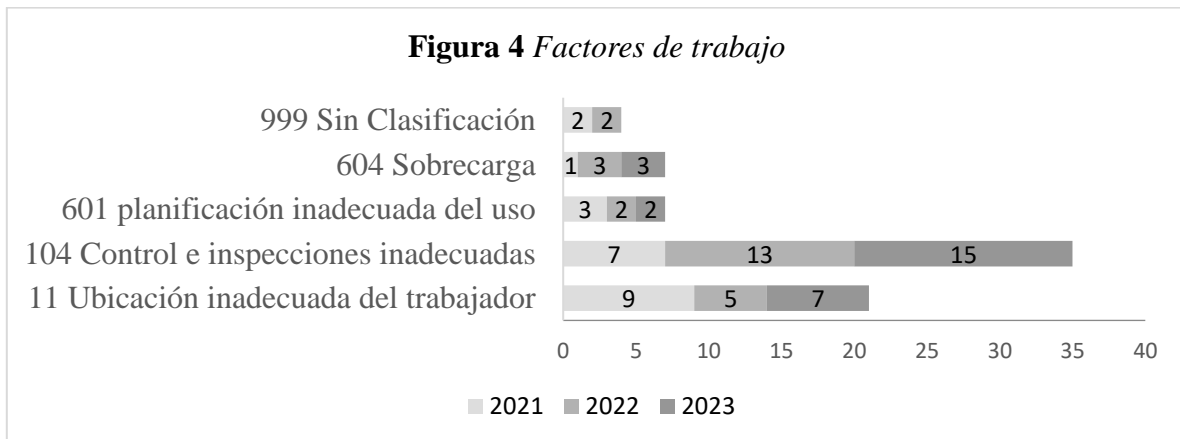
Por medio de la aplicación del instrumento se determinó la recurrencia de causas básicas de los accidentes presentados en el proyecto minero “HERGOES SAS” para el periodo comprendido entre el año 2021 al año 2023, evidenciando que en cuanto a la subclasificación de factores personales la mayor recurrencia fue de la siguiente codificación: 8 (Otras deficiencias sensoriales (tacto, gusto olfato, equilibrio) con 23 eventos durante los 3 años, que ha incrementado secuencialmente en este tiempo, lo cual probablemente se debe a la deficiencia de intervención en riesgo auditivo que presentan los colaboradores del proyecto minero y secundariamente está conllevando a alteración en el equilibrio, a su vez otro factor a considerar es el 209 (Restricción de movimiento), que disminuyó en 4 casos entre el año 2021 y el año 2022 pero volvió a incrementar en el año 2023 con 3 casos, presuntamente por la cantidad de mineros en el espacio inicial de los socavones, ya que no se ha estructurado gran parte de la extensión del terreno donde está ubicado el proyecto minero. Todo lo anterior ha causado lesión o enfermedad en los colaboradores, identificado con la codificación 201, la cual para el año 2021 fue de 9 de ellos, disminuyendo para el año 2022 en 4 casos, aumentando levemente en el 2023 a dos casos. En la siguiente figura se resumen los datos de las condiciones subestándar identificadas:

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”



Por otro lado, evaluando los factores de trabajo identificados, se evidencia que en el factor correspondiente a la codificación 104 (Control e inspecciones inadecuadas en las construcciones) se evidencio un incremento notorio de causalidad entre el año 2021 al 2022 con 5 casos y del año 2022 al año 2023 con 2 casos, lo anterior posiblemente debido a la deficiencia en estructura del sistema de SST del proyecto minero. En cuanto a la codificación 604 sobrecarga se evidencia un incremento de dos casos por año entre el 2021 al año 2023, seguramente debido a la demanda de la operación en las diferentes temporadas del año, lo mismo sucede con el factor 011 (Ubicación inadecuada del trabajador) que mostro una disminución entre el año 2021 a año 2022, pero que incremento nuevamente con dos casos entre el año 2022 al 2023.

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”



Discusión

De acuerdo con (Ospina Díaz, Manrique Abril, & Guio Garzón, 2013), las Investigaciones de Salud y trabajo de la minería artesanal del carbón en Paipa, Colombia, se encontró que las principales causas de accidentalidad y riesgo son los producidos por cambios de temperatura inhalación de gases, manipulación de cargas, desprendimiento de rocas y riesgo ergonómico por posturas inadecuadas. Se puede evidenciar con la presente investigación que el común denominador son la deficiencia en equilibrio de los trabajadores, las restricciones de movimiento lo que confluye con el riesgo ergonómico o posturas inadecuadas.

Por otro lado de acuerdo con la investigación realizada por la Subdirección General de Minas de en enero 2013 y diciembre de 2015, donde indica que la accidentalidad en minas de carbono NO relacionados con la utilización de equipos de trabajo más frecuentes fueron por exposición a sustancias nocivas, atrapamiento, caída de rocas desprendidas, derrumbamientos, patologías no traumáticas, caída de personas a distinto nivel y caída de personas al mismo nivel; con un total de 15 personas con lesión grave o mortal. (Agencia

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

Nacional de Minería, 2013-2014), en este orden de ideas se encuentran varios puntos en común ya que las causas básicas de las dos investigaciones indican que ha sido por deficiencia en el control e inspecciones inadecuadas en las construcciones, incluyendo allí el inadecuado uso de elementos de protección personal, atrapamientos, derrumbamientos).

Medidas de control para las causas identificadas en el incremento de accidentalidad el proyecto minero “HERGOES SAS”

Mediante la aplicación de una encuesta a los 29 trabajadores del Proyecto Minero “HERGOES SAS”, se logró identificar su percepción sobre las causas del incremento en la accidentalidad dentro del proyecto. Los resultados revelan que 11 de los 29 encuestados (38%) han sufrido o presenciado accidentes debido a superficies resbalosas en su área de trabajo. De estos, 5 trabajadores indicaron que el accidente ocurrió una sola vez, mientras que los otros 6 señalaron que ha sucedido en múltiples ocasiones. Esta información evidencia la necesidad de implementar medidas preventivas específicas para mitigar este tipo de riesgos laborales.

De acuerdo con la Agencia Nacional de Minería (ANM), una de las estrategias más efectivas para prevenir accidentes en minas es garantizar que las superficies de trabajo sean antideslizantes y estén libres de líquidos o materiales que puedan generar riesgos. Además, se recomienda la instalación de sistemas de drenaje adecuados, el uso de recubrimientos antideslizantes y la capacitación continua de los trabajadores en prácticas seguras. Estas medidas no solo reducen la incidencia de accidentes, sino que también promueven un entorno laboral más seguro y eficiente.

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

En la siguiente tabla se resumen los datos obtenidos, proporcionando una visión clara y estructurada del análisis realizado:

Tabla 1 *Distribución de respuestas a la pregunta sobre accidentes por superficies resbalosas en el área de trabajo*

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Sí	11	38%
No	18	62%
Total	29	100%

Respecto a la percepción sobre la seguridad de las herramientas utilizadas en sus labores diarias. Los resultados revelan que 14 trabajadores (48%) consideran que las herramientas son seguras solo en ocasiones, mientras que 13 trabajadores (45%) afirmaron que son totalmente seguras. Por otro lado, 2 trabajadores (7%) indicaron que las herramientas no son seguras. Estos datos reflejan la necesidad de implementar medidas de control específicas para garantizar la seguridad y funcionalidad de las herramientas en el entorno minero.

De acuerdo con el artículo "Medidas de prevención para el almacenamiento de materiales según el reglamento de seguridad", Reglamento de Seguridad minera en labores subterráneas “Control de riesgo: buena práctica de seguridad en minería” Agencia Nacional de Minería. (1987). Reglamento de seguridad minera en las labores subterráneas. Decreto 1335 de 1987. Recuperado de Seguridad e Higiene Minera, una de las estrategias más efectivas para mejorar la seguridad en el uso de herramientas es la implementación de programas de mantenimiento preventivo y correctivo. Además, se recomienda la

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

capacitación periódica de los trabajadores en el manejo adecuado de las herramientas y la identificación de riesgos potenciales. Estas medidas, combinadas con la evaluación continua de las condiciones de trabajo, pueden reducir significativamente los incidentes relacionados con herramientas inseguras y mejorar la percepción de seguridad entre los empleados.

En la siguiente tabla se resumen los datos obtenidos, proporcionando una visión clara y estructurada del análisis realizado:

Tabla 2 *Distribución de respuestas a la pregunta sobre adecuación y seguridad de las herramientas de trabajo*

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Sí	13	45%
No	2	7%
A veces	14	48%
Total	29	100%

En relación con la percepción de los trabajadores sobre la manipulación manual de cargas en el Proyecto Minero “Hergoes SAS”, los resultados de la encuesta revelan que 10 trabajadores han tenido que levantar objetos pesados sin contar con ayuda o equipos de asistencia adecuados, 17 indicaron que no han enfrentado esta situación, y 2 señalaron que lo han realizado ocasionalmente. Estos datos evidencian la necesidad de implementar medidas preventivas y correctivas para minimizar los riesgos asociados a esta actividad. De acuerdo con la Guía Técnica del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), una de las medidas más efectivas para prevenir lesiones relacionadas con la

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

manipulación manual de cargas es la implementación de equipos mecánicos de asistencia, como grúas, carretillas o sistemas de poleas, que reduzcan la necesidad de levantar cargas manualmente. Además, se recomienda capacitar a los trabajadores en técnicas ergonómicas para el levantamiento de cargas, como mantener la espalda recta, doblar las rodillas y sujetar las cargas cerca del cuerpo. Estas estrategias no solo reducen el riesgo de lesiones musculoesqueléticas, sino que también mejoran la eficiencia operativa en el entorno minero.

En la siguiente tabla se resumen los datos obtenidos, proporcionando una visión clara y estructurada del análisis realizado:

Tabla 3 *Resultados de la encuesta sobre levantamiento de objetos pesados sin ayuda adecuada*

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Sí	10	34%
No	17	59%
A veces	2	7%
Total	29	100%

En relación con la percepción de los trabajadores sobre los problemas de seguridad derivados de una apilación inadecuada de materiales en su lugar de trabajo, los resultados de la encuesta revelan que 14 trabajadores (48%) han evidenciado problemas de seguridad relacionados con esta situación, mientras que 15 trabajadores (52%) indicaron que no han identificado riesgos asociados. Estos datos subrayan la importancia de implementar medidas de control específicas para garantizar la seguridad en las áreas de almacenamiento y apilación de materiales dentro del entorno minero.

De acuerdo con el artículo “Medidas de prevención para el almacenamiento de materiales según el reglamento de seguridad”, es fundamental que los materiales sean

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

apilados de manera ordenada sobre superficies estables y niveladas, capaces de soportar el peso de las pilas. Además, se recomienda que las pilas no excedan una altura equivalente a tres veces el ancho menor de la base, y que se mantenga una separación adecuada entre pilas adyacentes para evitar colapsos. También se enfatiza la necesidad de capacitar a los trabajadores en procedimientos seguros de apilamiento y almacenamiento, así como de utilizar equipos especializados, como montacargas, para minimizar riesgos.

En la siguiente tabla se resumen los datos obtenidos, proporcionando una visión clara y estructurada del análisis realizado:

Tabla 4 Resultados de la encuesta: *¿Ha observado problemas de seguridad derivados de la apilación inadecuada de materiales en el lugar de trabajo?*

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Sí	14	48%
No	15	52%
Total	29	100%

En cuanto a la percepción que tienen los trabajadores de haber sentido presión para correr o trabajar a una velocidad insegura que pueda poner en riesgo su integridad, 18 refirieron No haber sentido presión, con un porcentaje del 62 % y 6 de ellos refirieron que, Si habían sentido presión, lo cual corresponde a un 21% y 5 trabajadores indicaron que a veces sintieron presión, con un 17%. En un estudio realizado en el año 2015 en una mina de carbón del Cesar – Valledupar, se evidencio que los resultados muestran que la mayor fuente de factores de riesgo psicosocial intralaborales se encuentran en el dominio de control, exactamente en las dimensiones de carga mental, condiciones físicas, ambientales y jornadas de trabajo en los trabajadores de la mina, así entonces se puede

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

decir que en el proyecto minero “Hergoes SAS” los mineros han presentado óptimo dominio del control en su carga mental, a pesar de las deficiencias en las condiciones físicas y ambientales de su entorno laboral. (Rodríguez Gómez & Nivia Bautista, 2021)

En la siguiente tabla se resumen los datos obtenidos, proporcionando una visión clara y estructurada del análisis realizado:

Tabla 5 Distribución de respuestas a la pregunta “¿Ha sentido presión para correr o trabajar a una velocidad insegura que pueda poner en riesgo su integridad?”

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Sí	6	21%
No	18	62%
A veces	5	17%
Total	29	100%

La percepción de los trabajadores del Proyecto Minero “HERGOES SAS” frente a la situación de riesgo por soltar un peso sin dar aviso refleja una distribución equitativa entre los colaboradores. Según los resultados de la encuesta, el 41% (12 trabajadores) indicó que sí ha enfrentado esta situación, otro 41% (12 trabajadores) señaló que no la ha experimentado, y el 17% restante (5 trabajadores) afirmó no recordar haberla vivido. Este tipo de incidentes se relaciona con actos inseguros en el entorno laboral, como realizar múltiples tareas simultáneamente, una baja percepción del riesgo y la falta de observación del entorno (Posipedia, 2021).

De acuerdo con el artículo “Control de riesgos de desprendimientos e inestabilidades en paredes rocosas” en minería, una de las medidas más efectivas para prevenir este tipo de riesgos es la implementación de protocolos claros de comunicación y

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

señalización en el lugar de trabajo. Esto incluye el uso de sistemas de alerta visuales y auditivos para advertir a los compañeros antes de mover o soltar cargas pesadas. Además, se recomienda la capacitación continua de los trabajadores en prácticas seguras de manipulación de cargas y la promoción de una cultura de seguridad que fomente la atención plena y la observación del entorno.

En la siguiente tabla se resumen los datos obtenidos, proporcionando una visión clara y estructurada del análisis realizado:

Tabla 6 Distribución de respuestas a la pregunta “¿Alguna vez un compañero ha soltado o movido un peso sin dar aviso, generando una situación de riesgo?”

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Sí	12	41%
No	12	41%
No recuerdo	5	17%
Total	29	100%

En relación con la percepción de los trabajadores sobre la efectividad de las advertencias y señalizaciones relacionadas con la colocación de materiales en sus áreas de trabajo. Los resultados de la encuesta revelaron que el 51,72% (15 trabajadores) considera que las señalizaciones son suficientes para prevenir accidentes, mientras que el 27,58% (8 trabajadores) opina que estas son suficientes solo en algunas ocasiones. Por otro lado, el 20,68% (6 trabajadores) percibe que las señalizaciones no son adecuadas para evitar accidentes. Estos datos reflejan la necesidad de fortalecer las estrategias de señalización en el entorno laboral minero.

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

Según el Protocolo de Señalización Interna y Externa en Minas Subterráneas de Oro, la señalización adecuada es un método directo de prevención de accidentes y enfermedades laborales. Este protocolo establece que las señales deben ser diseñadas con colores, formas y símbolos geométricos que transmitan mensajes claros y universales, garantizando que sean entendidas rápidamente por cualquier persona, independientemente de su formación técnica o profesional. Además, se recomienda que las señales sean fotoluminiscentes para asegurar su visibilidad en condiciones de poca luz y que se mantengan en buen estado mediante inspecciones regulares.

En la siguiente tabla se resumen los datos obtenidos, proporcionando una visión clara y estructurada del análisis realizado:

Tabla 7 *Distribución de respuestas a la pregunta “¿Considera que las advertencias y señalizaciones sobre la colocación de materiales en su área de trabajo son suficientes para evitar accidentes?”*

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Sí	15	51.72%
No	6	20.68%
A veces	8	27.58%
Total	29	100%

Con relación a la percepción de los trabajadores sobre accidentes relacionados con deficiencias sensoriales, específicamente el equilibrio. Los resultados de la encuesta revelaron que el 86% (25 trabajadores) indicó que no ha sufrido accidentes debido a alteraciones relacionadas con el equilibrio, mientras que no se encontró evidencia documental de accidentes por caídas asociadas a este factor en el entorno laboral minero.

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

Estos datos reflejan un panorama positivo en cuanto a la seguridad sensorial de los trabajadores, pero también subrayan la importancia de mantener medidas preventivas para garantizar la continuidad de estas condiciones favorables.

De acuerdo con el estudio “Condiciones de trabajo, salud y medidas de control en trabajadores de minería aurífera a pequeña escala”, los riesgos sensoriales, como alteraciones en el equilibrio, pueden ser mitigados mediante la implementación de programas de ergonomía laboral y la capacitación en técnicas de movimiento seguro. Además, se recomienda realizar evaluaciones periódicas de salud ocupacional para identificar posibles deficiencias sensoriales en los trabajadores y aplicar medidas correctivas oportunas. Estas estrategias no solo mejoran la seguridad, sino que también contribuyen al bienestar integral de los empleados en el entorno minero.

En la siguiente tabla se resumen los datos obtenidos, proporcionando una visión clara y estructurada del análisis realizado:

Tabla 8 *Distribución de respuestas a la pregunta “¿Ha sufrido algún accidente o ha estado en riesgo debido a deficiencias sensoriales (como problemas de tacto, olfato, equilibrio, etc.)?”*

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Sí	4	14%
No	25	86%
Total	29	100%

Con relación a la percepción de los trabajadores sobre restricciones de movimiento en el entorno laboral. Los resultados de la encuesta revelaron que el 64% (19 trabajadores) indicó que no ha experimentado restricciones de movimiento, mientras que el 36% (10 trabajadores) afirmó haber enfrentado esta condición. Este hallazgo destaca la importancia

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

de analizar las condiciones laborales bajo los principios de la ergonomía, especialmente en lo relacionado con el diseño de los puestos de trabajo y las posturas adoptadas durante la manipulación de herramientas y equipos.

La ergonomía aplicada al entorno laboral busca adaptar las condiciones de trabajo a las características fisiológicas y biomecánicas de los trabajadores, con el objetivo de prevenir lesiones y mejorar la productividad. Según el artículo “Seguridad y ergonomía en minería” publicado por el Ministerio de Minas y Energía, una de las medidas más efectivas para mitigar restricciones de movimiento es la implementación de estaciones de trabajo ajustables que permitan a los trabajadores adoptar posturas cómodas y seguras. Además, se recomienda realizar evaluaciones ergonómicas periódicas para identificar áreas de mejora y capacitar a los empleados en técnicas de movimiento seguro y uso adecuado de herramientas.

En la siguiente tabla se resumen los datos obtenidos, proporcionando una visión clara y estructurada del análisis realizado:

Tabla 9 *Distribución de respuestas a la pregunta “¿Ha experimentado restricciones de movimiento en su trabajo debido a condiciones laborales, equipos o espacio insuficiente?”*

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Sí	10	36%
No	19	64%
Total	29	100%

Con relación a la percepción de los trabajadores sobre lesiones o enfermedades relacionadas con las condiciones laborales. Los resultados de la encuesta revelaron que el 66% (19 trabajadores) indicó que no ha sufrido lesiones o enfermedades relacionadas con

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

su trabajo, mientras que el 34% (10 trabajadores) afirmó haber experimentado estas condiciones. Este hallazgo subraya la importancia de implementar medidas preventivas y correctivas para garantizar la seguridad y el bienestar de los trabajadores en el entorno minero.

Las estaciones de trabajo y las prácticas laborales deben diseñarse para minimizar la exposición a cargas físicas, ruidos, vibraciones y polvo innecesarios. Según el artículo “Algunas experiencias de la aplicación de la ergonomía en el sector minero”, una de las estrategias más efectivas es la implementación de sistemas de vigilancia epidemiológica para prevenir desórdenes musculoesqueléticos. Esto incluye el rediseño de los puestos de trabajo para adaptarlos a las características fisiológicas de los trabajadores, la automatización de tareas repetitivas y la capacitación en técnicas ergonómicas.

Además, las herramientas manuales desempeñan un papel crucial en la ergonomía, ya que constituyen el vínculo directo entre el operador y el proceso. Según el informe “Riesgos Ergonómicos y Medidas Preventivas”, es esencial que las herramientas sean diseñadas para reducir el esfuerzo físico, evitar posturas forzadas y minimizar el riesgo de lesiones. Esto puede lograrse mediante el uso de herramientas ergonómicas, el mantenimiento regular de los equipos y la formación continua de los trabajadores en su uso adecuado.

En la siguiente tabla se resumen los datos obtenidos, proporcionando una visión clara y estructurada del análisis realizado:

Tabla 10 *Distribución de respuestas a la pregunta “¿Ha sufrido alguna lesión o enfermedad que considere relacionada con las condiciones de su trabajo?”*

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Sí	10	34%
No	19	66%
Total	29	100%

Con relación a la percepción de los trabajadores sobre la realización de inspecciones y controles en sus entornos laborales. Los resultados de la encuesta revelaron que el 76% (22 trabajadores) considera que se han llevado a cabo inspecciones y controles adecuados, mientras que el 14% (4 trabajadores) indicó que no sabe si estas actividades se realizan, y el 10% (3 trabajadores) afirmó que no se han realizado inspecciones y controles adecuados en su lugar de trabajo. Este hallazgo subraya la importancia de fortalecer las actividades de vigilancia, inspección y control en el entorno minero, conforme a lo establecido en el Decreto 1886 de 2015, que busca garantizar la seguridad y salud de los trabajadores en las labores mineras subterráneas y de superficie.

De acuerdo con el Protocolo de Inspecciones Planeadas en Explotaciones Subterráneas de Oro, las inspecciones constituyen una herramienta clave para identificar riesgos que puedan afectar la salud y seguridad de los trabajadores. Este protocolo establece que las inspecciones deben realizarse bajo un enfoque sistemático basado en el ciclo de Planear, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA), asegurando que las áreas de trabajo, equipos y procesos sean evaluadas de manera integral. Además, se recomienda la elaboración de cronogramas de inspección, la capacitación del personal encargado y la implementación de medidas correctivas para mitigar los riesgos identificados.

En la siguiente tabla se resumen los datos obtenidos, proporcionando una visión clara y estructurada del análisis realizado:

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

Tabla 11 *Opinión sobre las inspecciones y controles de seguridad laboral en el lugar de trabajo*

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Sí	22	76%
No	3	10%
No lo sé	4	14%
Total	29	100%

Con respecto a la percepción de los trabajadores sobre la manipulación manual de cargas asociada al peso de herramientas, estructuras o equipos en el área de trabajo. Los resultados de la encuesta revelaron que el 76% (22 trabajadores) no ha observado sobrecarga de peso en herramientas o estructuras, mientras que el 24% (7 trabajadores) indicó haber identificado esta situación. Este hallazgo subraya la importancia de implementar medidas de control específicas para garantizar la seguridad en la manipulación de cargas, conforme a lo establecido en el artículo 9° del Decreto 1886 de 2015, que exige la existencia de procedimientos para la ejecución segura de las labores mineras, incluyendo inspecciones y monitoreo permanentes.

De acuerdo con la Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos Relativos a la Manipulación Manual de Cargas, publicada por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), una de las estrategias más efectivas para prevenir riesgos asociados a la manipulación manual de cargas es la utilización de equipos mecánicos de asistencia, como grúas, carretillas y sistemas de poleas. Además, se recomienda capacitar a los trabajadores en técnicas ergonómicas para el levantamiento y transporte de cargas, como mantener la espalda recta, doblar las rodillas y sujetar las cargas

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

cerca del cuerpo. Estas medidas no solo reducen el riesgo de lesiones musculoesqueléticas, sino que también mejoran la eficiencia operativa en el entorno minero.

En la siguiente tabla se resumen los datos obtenidos, proporcionando una visión clara y estructurada del análisis realizado:

Tabla 12 *Respuestas sobre observación de sobrecarga de peso en herramientas, estructuras o equipos dentro del área de trabajo*

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Sí	7	24%
No	22	76%
Total	29	100%

En cuanto a la percepción de los trabajadores sobre la manipulación manual de cargas asociada al peso de herramientas, estructuras o equipos en el área de trabajo. Los resultados de la encuesta revelaron que el 76% (22 trabajadores) no ha observado sobrecarga de peso en herramientas o estructuras, mientras que el 24% (7 trabajadores) indicó haber identificado esta situación. Este hallazgo subraya la importancia de implementar medidas de control específicas para garantizar la seguridad en la manipulación de cargas, conforme a lo establecido en el artículo 9° del Decreto 1886 de 2015, que exige la existencia de procedimientos para la ejecución segura de las labores mineras, incluyendo inspecciones y monitoreo permanentes.

En la siguiente tabla se resumen los datos obtenidos, proporcionando una visión clara y estructurada del análisis realizado:

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

Tabla 13 *Distribución de respuestas sobre la percepción de seguridad y adecuación del puesto de trabajo*

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Sí	20	69%
No	4	14%
No estoy seguro	5	17%
Total	29	100%

La percepción de los trabajadores del Proyecto Minero “Hergoes SAS” sobre las medidas que consideran necesarias para mejorar la seguridad en su entorno laboral y reducir el riesgo de accidentes refleja un enfoque integral. Entre las propuestas mencionadas destacan: minimizar el riesgo mediante el uso de equipos de cargue, mantener el orden en las áreas de trabajo, capacitar al personal de manera amigable y constante, incrementar la señalización, y fortalecer el área psicosocial. Estas acciones buscan crear conciencia sobre el autocuidado en el entorno laboral y fomentar una cultura de prevención de accidentes.

En este sentido, el objeto de las capacitaciones y el entrenamiento de promotores en prevención de seguridad y salvamento minero es “integrar personas que, desde sus roles en la industria minera colombiana, conozcan el Salvamento Minero y contribuyan al mejoramiento de las mejores prácticas mineras y al desarrollo de una cultura de prevención de accidentes” (ANI, 2020). Según el artículo “Control de riesgo: buena práctica de seguridad en minería”, las mejores prácticas en seguridad minera incluyen la implementación de sistemas de gestión de riesgos que integren la capacitación continua, el monitoreo de condiciones laborales y la promoción de una comunicación efectiva entre los

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

trabajadores. Además, se recomienda el uso de tecnologías avanzadas para la detección temprana de riesgos y la automatización de procesos críticos.

De acuerdo con el estudio “Seguridad, Salud y Prevención de Riesgos en Minería”, publicado por la Universidad Politécnica de Madrid, la capacitación en seguridad y salud ocupacional es esencial para reducir los riesgos en el entorno minero. Este estudio destaca que las sesiones de formación deben ser dinámicas y adaptadas a las necesidades específicas de los trabajadores, promoviendo una participación y el desarrollo de habilidades prácticas para la identificación y mitigación de riesgos.

En la siguiente tabla se resumen las medidas propuestas por los trabajadores, proporcionando una visión clara y estructurada del análisis realizado:

Tabla 14 *Medidas propuestas por los trabajadores para mejorar la seguridad en el entorno laboral*

Medida	Descripción
Minimizar el riesgo	Uso de equipos de cargue para reducir la exposición a riesgos físicos.
Mantener el orden	Organización de áreas de trabajo para evitar accidentes.
Capacitación constante	Formación amigable y continua para fomentar el autocuidado y la prevención.
Mayor señalización	Incremento de señales visuales y auditivas en áreas críticas.
Fortalecimiento psicosocial	Apoyo en el área psicosocial para mejorar el bienestar emocional de los trabajadores.

Los resultados evidencian que la problemática en el proyecto minero “HERGOES SAS” es multidimensional:

Integración de Causas Inmediatas y Básicas

Integración de Causas Inmediatas y Básicas

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

Integración de Causas Inmediatas y Básicas

La convergencia de condiciones ambientales subestándar y actos inseguros con deficiencias en la capacitación, supervisión y organización destaca la necesidad de una intervención integral. El análisis estadístico y documental respalda la hipótesis de que la falta de mantenimiento en infraestructura y una debilidad en la comunicación y control de procesos son determinantes en el aumento de la accidentalidad.

Percepción y Expectativas de los Trabajadores

Los resultados de las encuestas confirman que, aunque existe cierta percepción de adecuación en aspectos de inspección y control, algunos factores críticos—como el manejo inadecuado de herramientas y la manipulación manual de cargas—demandan mayor atención. Asimismo, la presencia de presión y la detección de comportamientos inseguros indican áreas donde se pueden implementar mejoras inmediatas, tanto en capacitación como en la revisión de protocolos de actuación.

Orientación Hacia Medidas Correctivas y Preventivas

La integración de los datos sugiere la necesidad de actualizar el SG-SST incorporando tecnologías de monitoreo continuo, programas de capacitación dinámica y estrategias de ergonomía adaptadas a la realidad operativa del proyecto. Además, se recomienda fortalecer la comunicación, estableciendo roles claros y protocolos de advertencia para prevenir actos inseguros, lo cual se alinea con el objetivo general de la investigación.

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

Estrategia integral para la mitigación de accidentes

1. Implementación de Tecnología IoT y Análisis Predictivo

- Integrar sensores inteligentes (IoT) en áreas críticas del proyecto, tales como zonas de trabajo con alta incidencia de pisos resbalosos o equipos en mal estado, para monitorear en tiempo real variables ambientales (temperatura, humedad, presencia de gases, vibración y otras condiciones que afecten el estado del terreno).
- Desarrollar un dashboard digital que, mediante herramientas de Big Data y algoritmos de análisis predictivo, permita identificar patrones y tendencias históricas de accidentalidad. Esto facilitará la intervención preventiva y la asignación dinámica de recursos en función de alertas tempranas.

2. Capacitación Continua y Uso de Herramientas Digitales de Simulación

- Crear un programa de capacitación continua que utilice plataformas digitales y herramientas de realidad virtual para simular escenarios de riesgo. Esto fomentará la adopción de prácticas seguras y la asimilación de protocolos de emergencia.
- Diseñar módulos interactivos en los que se refuercen conceptos normativos, las buenas prácticas en el manejo de herramientas y la correcta ejecución de labores de levantamiento y manejo de cargas.
- Evaluar periódicamente la competencia de los trabajadores mediante pruebas prácticas y retroalimentación en tiempo real, utilizando aplicaciones móviles.

3. Reestructuración de Protocolos y Comunicación Interna

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

- Rediseñar los protocolos de intervención y respuesta ante incidentes, incorporando herramientas digitales (por ejemplo, una aplicación móvil para reporte inmediato de condiciones inseguras, alertas y gestión de emergencias).
- Establecer un sistema de “alerta temprana” que garantice que cada situación potencialmente riesgosa se comunique de forma inmediata entre supervisores y el personal operativo.
- Crear una red de comunicación interna que incluya canales digitales y reuniones periódicas focalizadas en la seguridad, lo que siga los principios del ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar).

4. Optimización de la Infraestructura y Procesos de Control de Calidad

- Revisar y modernizar la infraestructura física del proyecto mediante la implementación de materiales de alta calidad y tecnologías que faciliten un entorno laboral seguro. Ejemplos incluyen recubrimientos antideslizantes en áreas de alto tránsito, mejora de la ventilación y optimización del espacio en zonas de almacenamiento.
- Establecer un riguroso programa de mantenimiento preventivo y correctivo que incluya auditorías internas periódicas y evaluaciones de desempeño basadas en indicadores clave (KPIs).
- Implementar simulacros de emergencia regulares y evaluaciones de desempeño estructuradas, para asegurar el cumplimiento de las medidas correctivas y detectar oportunidades de mejora.

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

9. Conclusiones

Se identificaron las causas inmediatas de la accidentalidad en el proyecto minero “HERGOES SAS” a través del análisis de informes de accidentes de trabajo entre los años 2021 a 2023, identificando las condiciones ambientales y actos subestándar, con su respectiva codificación, así entonces las condiciones subestándar con mayor recurrencia fueron la correspondiente a la codificación número 30 (Defecto de los agentes - Resbaloso) que aumento con respecto al número de accidentes ocurridos entre el año 2021 y 2023, presentando un incremento de 8 a 9 eventos asociados a esta condición, y por otro lado se evidencio que la codificación 330 (uso inadecuado de herramientas) tuvo un incremento de 3 casos. A su vez se encontró en cuanto a actos subestándar que los más repetitivos durante los tres periodos fueron el correspondiente a la codificación 506 (Operar o trabajar a velocidad insegura - correr), con 23 eventos, el segundo acto representativo durante los tres periodos correspondió a la codificación 205 (Soltar o mover pesos sin dar aviso), .

Se determinaron las causas básicas de los accidentes presentados en el proyecto minero “HERGOES SAS” con el análisis detallado de informes de accidentes laborales registrados en el periodo comprendido entre el año 2021 al año 2023, donde se evidenció que en cuanto a factores personales la codificación 8 (deficiencias sensoriales) fue la más frecuente con 23 eventos durante los 3 años, y en un segundo lugar la codificación 209 (Restricción de movimiento), mostro que disminuyo en 4 casos entre el año 2021 y el año 2022 pero volvió a incrementar en el año 2023 con 3 casos. Las dos anteriores causas han conllevado a la codificación 201 la cual corresponde a (lesión o enfermedad en los colaboradores). Por otro lado en cuanto a factores del trabajo se evidencio que el factor

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

correspondiente a la codificación 104 (Control e inspecciones inadecuadas en las construcciones) tuvo un incremento notorio de causalidad entre el año 2021 al 2022 con 5 casos, y en un segundo lugar la codificación 604 (sobrecarga) se evidencio un incremento de dos casos por año entre el 2021 al año 2023, lo mismo se evidencio con el factor 011 (Ubicación inadecuada del trabajador) que mostro una disminución entre el año 2021 a año 2022, pero que incremento nuevamente con dos casos entre el año 2022 al 2023.

Se propusieron las siguientes medidas de control para las causas identificadas en el incremento de accidentalidad en el proyecto minero “HERGOES SAS”, mediante la revisión bibliográfica en artículos, investigaciones y demás documentos consultados, y con la tabulación de los resultados de la encuesta de percepción de condiciones de seguridad y salud en el trabajo aplicada a los colaboradores del proyecto minero HERGOES SAS, así entonces se identificó que dentro de la percepción de los trabajadores del proyecto minero las medidas propuestas para mejorar la seguridad en el entorno laboral fueron, uso de equipos de cargue para reducir la exposición a riesgos físicos, la organización de áreas de trabajo para evitar accidentes, formación amigable y continua para fomentar el autocuidado y la prevención, incremento de señales visuales y auditivas en áreas críticas, apoyo en el área psicosocial para mejorar el bienestar emocional de los trabajadores. Por otro lado se realizó la propuesta de una estrategia integral para la mitigación de accidentes, que incluya la implementación de Tecnología IoT y Análisis Predictivo, desarrollar un dashboard digital con herramientas de Big Data y algoritmos de análisis predictivo, crear un programa de capacitación continua que utilice plataformas digitales y herramientas de realidad virtual para simular escenarios de riesgo, diseñar módulos interactivos en los que se refuercen

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

conceptos normativos, evaluar periódicamente la competencia de los trabajadores mediante pruebas prácticas y retroalimentación en tiempo real, utilizando aplicaciones móviles, rediseñar los protocolos de intervención y respuesta ante incidentes, incorporando herramientas digitales (por ejemplo, una aplicación móvil para reporte inmediato de condiciones inseguras, alertas y gestión de emergencias), crear una red de comunicación interna que incluya canales digitales y reuniones periódicas focalizadas en la seguridad, lo que siga los principios del ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), revisar y modernizar la infraestructura física del proyecto mediante la utilización de materiales de alta calidad y tecnologías que faciliten un entorno laboral seguro, establecer un riguroso programa de mantenimiento preventivo y correctivo que incluya auditorías internas periódicas y evaluaciones de desempeño basadas en indicadores clave (KPIs), implementar simulacros de emergencia regulares y evaluaciones de desempeño estructuradas, para asegurar el cumplimiento de las medidas correctivas y detectar oportunidades de mejora. Estas conclusiones abordan los problemas específicos del proyecto minero “HERGOES SAS” y proporcionan un marco de referencia valioso para otras empresas que buscan optimizar sus prácticas de seguridad y salud en el trabajo.

10. Recomendaciones

A través de la presente investigación se menciona aspectos que no tuvieron en cuenta y que son oportunidad para nuevas investigaciones. Limitaciones de la investigación que identificaron y son relevantes para nuevos estudios. Por ejemplo, en cada una de las etapas del proyecto qué novedades se presentaron. Ej. El mismo estudio en otros contextos, una muestra mayor, nuevas variables, otro enfoque teórico.

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

Dificultades en la implementación de metodologías actuales:

Limitaciones en la recopilación de datos: Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), la ausencia de registros consistentes en algunos periodos obstaculiza la identificación precisa de patrones en la accidentalidad laboral. Fortalecer los sistemas de monitoreo en tiempo real permitirá superar esta dificultad.

Resistencia al cambio:

Como menciona Geller (2001), la falta de sensibilización y capacitación adecuada genera reticencia entre los trabajadores para adoptar nuevas prácticas de seguridad, lo que limita la implementación de cambios metodológicos efectivos.

Recursos limitados:

De acuerdo con Mora y Castillo (2022), los presupuestos restringidos afectan la implementación de medidas correctivas, como mejoras en infraestructura o adquisición de equipos avanzados, esenciales para garantizar la seguridad.

Oportunidades para mejorar la metodología:

Integración de tecnología:

La incorporación de sensores y plataformas digitales para la gestión de datos, como sugieren González y Pereira (2022), optimiza la recolección de información y mejora la toma de decisiones basadas en datos actualizados.

Capacitación continua:

Según el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (2021), programas interactivos y amigables de formación aumentan el compromiso de los trabajadores, fortaleciendo la cultura preventiva en el entorno laboral.

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

Colaboración interdisciplinaria:

Hollnagel (2011) plantea que la colaboración entre expertos en ergonomía, psicología y tecnología minera genera enfoques metodológicos más integrales, mitigando riesgos desde distintas perspectivas.

Proyección hacia el futuro:

Estandarización de procesos: Según Díaz y Fernández (2020), los protocolos uniformes para la recopilación y análisis de datos garantizan la consistencia de la información, fomentando la calidad en la gestión de riesgos.

Evaluación periódica: Hernández et al. (2014) destacan la importancia de auditorías regulares para identificar necesidades emergentes y ajustar estrategias preventivas.

Fomento de la innovación:

Como lo menciona Pérez Guarumo (2022), fomentar la investigación y desarrollo en seguridad minera, en colaboración con instituciones académicas, permite generar soluciones adaptadas a las particularidades de proyectos específicos como “Hergoes SAS”.

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

11. Referencias bibliográficas

- Bird, F. E., & Loftus, R. G. (1976). *Loss control management*. Institute Press.
- Córdoba Quiceno, J., & Molina Escobar, V. (2012). *Ventilación en minas de carbón: Cumplimiento del Decreto 1335 de 1987*. Universidad de Medellín.
- Díaz, M. (2021). *Impacto comunitario de la minería en Boyacá*. Editorial Expolibros.
- Díaz, R., & Fernández, P. (2020). Los cinco pilares del SG-SST. *Revista Gestión Laboral*, 7(1), 55–71.
- Fernández, J., Moreno, C., & Becerra, L. (2022). *Aprendizaje investigativo aplicado a seguridad minera*. Fundación Universidad Central.
- García, D., & Rodríguez, E. (2021). *Seguridad y percepción del riesgo en minería colombiana*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Geller, E. S. (2001). *The psychology of safety handbook*. CRC Press.
- González, E., & Pereira, L. (2022). *Buenas prácticas en minería segura*. Universidad de Antioquia.
- González, L., & Ramírez, C. (2021). Gestión del riesgo en minería subterránea. *Revista Minería Segura*, 13(2), 45–61.
- González Millán, E., Rodríguez, N., & Molina, C. (2013). *Clima organizacional en la minería sogamoseña*. *Revista Minería y Desarrollo*, 9(2), 40–57.
- Gutiérrez López, J., & Primera Padilla, D. (2013). *Impacto de los residuos mineros en el ADN de los trabajadores del Cerrejón*. Universidad de La Guajira.
- Heinrich, H. W. (1931). *Industrial accident prevention: A scientific approach*.

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

McGraw-Hill.

Hernández, L., Díaz, F., & Moreno, J. (2022). Impacto de la accidentalidad en minería subterránea. *Revista Andina de Riesgos*, 19(4), 88–101.

Hollnagel, E. (2011). *Resilience engineering in practice*. Ashgate.

ICONTEC. (2015). *Norma Técnica Colombiana NTC 3701: Gestión de seguridad en minería*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

Instituto Colombiano de Seguridad Minera. (2022). *Informe nacional de riesgos laborales en minería*. Bogotá, Colombia.

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2021). *Ergonomía: Adaptación del trabajo a la persona*. Gobierno de España - Ministerio de Trabajo y Economía Social. <https://www.insst.es/documents/Ergonomia-adaptacion-del-trabajo-a-la-persona.pdf>

López, C., & Martínez, A. (2021). *Condiciones laborales y calidad de vida en el sector minero*. Editorial Minergía.

Martínez, P., Herrera, J., & Salinas, M. (2020). *Evaluación de riesgos en minas colombianas*. Universidad del Norte.

Ministerio de Minas y Energía. (2020). *Informe de gestión sector minero en Colombia*. <https://www.minenergia.gov.co>

Mora, A., & Castillo, J. (2022). Modelos de prevención de riesgos laborales. *Revista Colombiana de Seguridad*, 23(3), 105–124.

Ospina Díaz, C., Manrique Abril, J., & Guio Garzón, L. (2013). *Salud y trabajo en la minería artesanal del carbón en Paipa*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”

Organización Internacional del Trabajo. (2019). *Seguridad y salud en el trabajo en la minería*. OIT.

Organización Internacional del Trabajo. (2021). *Informe anual sobre riesgos laborales*. <https://www.ilo.org>

Pérez, S. (2021). Seguridad minera en Boyacá: Retos y avances. *Revista de Seguridad y Trabajo*, 17(1), 60–77.

Pérez Guarumo, L. (2022). *Análisis de la accidentalidad y cumplimiento de normativas en minas subterráneas en Colombia*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).

Positiva Compañía de Seguros. (2021). *Guía técnica para la prevención de caídas de personas y objetos por condiciones locativas*. <https://www.posivida.com.co/>

Ramírez, S., & Torres, H. (2022). Eficiencia organizacional y seguridad laboral. *Revista de Ciencias Laborales*, 12(2), 34–49.

Ramírez Rosas, D., & González Sierra, M. (2016). *Accidentalidad en la pequeña y mediana minería subterránea en la provincia del Sugamuxi*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Reason, J. (1990). *Human error*. Cambridge University Press.

Rodríguez, A., & López, M. (2020). *Minería sostenible y riesgos laborales*. Editorial Universidad Nacional.

Smith, T., Johnson, L., & Martin, F. (2020). *Mine safety standards in Canada and Australia*. *International Journal of Mining Safety*, 28(3), 112–130.

**ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL INCREMENTO DE LA ACCIDENTALIDAD EN
EL PROYECTO MINERO “HERGOES SAS”**

ANEXOS