

**Condiciones de trabajo en la actividad de perforación y voladura de la mina Lavitara**

**Cauca, 2021**

**Carlos Andrés Zemanate Muñoz**

**Ximena Dekrayath Quenguan Orbes**

**Trabajo de grado presentado como opción al título de profesional en salud ocupacional**

**Director**

**Omar Vivas Rodríguez**



**Institución Universitaria Antonio José Camacho**

**Facultad de Educación a Distancia y Virtual**

**Programa de Salud Ocupacional**

**Cali 2022**

**Nota de aceptación:**

Aprobado por el Comité de grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Institución Universitaria Antonio José Camacho para optar el título de profesional en Salud Ocupacional

---

Firma del presidente de jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

---

### **Texto de dedicatoria**

Dedicamos esta investigación de trabajo a nuestros padres por el apoyo mutuo y brindado para ejercer nuestra carrera como profesionales en seguridad y salud en el trabajo, sobre todo al sector minero en el cual se intervino para conocer un poco sobre los peligros que están expuestos para tener una mejor calidad de vida.

## Agradecimientos

---

En primera instancia agradecemos a Dios y al capataz de la mina Jeison Sandoval, por darnos la confianza y seguridad de entrar a la mina y poder ejecutar nuestro trabajo de grado.

A nuestro tutor Omar Vivas por su tiempo y ayuda brindada durante la ejecución del proyecto, a nuestros padres por darnos la vida y la facilidad de lograr las cosas, por último y no menos importante queremos darle las gracias a nuestros profesores, amigos y familiares.

---

## Contenido

Resumen.....	9
Abstract.....	10
Introducción.....	11
1. Planteamiento del problema.....	12
1.1 Pregunta de Investigación.....	13
2. Objetivos.....	14
3.1 Objetivo General.....	14
2.2 Objetivos Específicos.....	14
3. Justificación.....	15
4. Marco Referencial.....	19
4.1 Antecedentes.....	19
4.2 Marco Teórico.....	22
Cargos críticos.....	23
Perforación (desarrollo minero).....	24
Voladura.....	24
Accidente de trabajo.....	24
Enfermedad Laboral.....	25
Factor de riesgo.....	25
Factores de riesgo en la minería.....	25
Riesgo (seguridad e higiene minera).....	26
Vagoneta.....	26
Barrena.....	26
Explosivo.....	26
Explosiones de polvo de sulfuro.....	27
Arranque mecánico.....	27
Desatado de rocas en la minería subterránea.....	27
Acuífero.....	27
Aglomerado (rocas sedimentarias).....	28
Deslizamiento.....	28
4.3 Marco Legal.....	28
5. Metodología.....	31

5.1 Enfoque de la investigación .....	31
5.2 Tipo de estudio.....	32
5.3 Diseño de la investigación .....	32
5.4 Población.....	32
5.4.1 Muestra .....	32
5.4.2 Criterios de inclusión.....	33
5.5 Instrumentos, técnicas y procesamiento de la información. ....	33
5.5.1 Instrumentos de recolección .....	33
5.5.2 Procesamiento de la información .....	33
6. Análisis de resultado.....	34
6.1 Resultado I primer objetivo específico.....	34
6.2 Resultado II segundo objetivo específico.....	37
6.3 Resultado III tercer objetivo específico.....	44
7 Discusión .....	48
Conclusiones .....	50
Referencias.....	52
Anexos .....	58

## **Lista de Tablas**

Tabla 1. Marco legal considerado para el estudio.....	28
Tabla 2 Programa de formación para explosivos.....	36
Tabla 3 Programa de formación para manipulación de explosivo.....	37
Tabla 4 Evidencia de riesgo en la mina .....	44
Tabla 5 Medidas de intervención.....	45

## **Lista de Ilustraciones**

Ilustración 1 Clasificación de peligro y actividad.....	38
Ilustración 2 Peligros según el Nivel de probabilidad .....	39
Ilustración 3 Peligros clasificados como MUY ALTOS en Perforación y voladura .....	41

## **Resumen**

La minería subterránea en Colombia es una de las actividades que más atribuyen económicamente al país, teniendo en cuenta los minerales que se explotan dentro de estas; teniendo en cuenta la parte operativa se ha evidenciado que se dejan a un lado los temas de seguridad y salud en el trabajo o son tomados con poca frecuencia.

Es por eso que se llevó a cabo la investigación presente, para conocer las condiciones de trabajo del sector minero y él porque es considerada una de las actividades con cargos críticos; esto se debe a las actividades a realizar en donde se identifica y evalúa los peligros y riesgos a los cuales están expuestos y cuáles son las medidas de intervención que se ejecutan para reducir la exposición a estos riesgos que se presentar dentro de la actividad.

Palabras Claves: Minería subterránea, riesgo, peligro, accidente de trabajo, socavón, perforación, voladura, condiciones de trabajo, nivel de riesgo, evaluación, identificación.

## **Abstract**

Underground mining in Colombia is one of the activities that most economically attribute to the country, taking into account the minerals that are exploited within them; Taking into account the operational part, it has been shown that occupational health and safety issues are left aside or are taken up infrequently.

That is why the present investigation was carried out, to know the working conditions of the mining sector and because it is considered one of the activities with critical positions; This is due to the activities to be carried out where the dangers and risks to which they are exposed are identified and evaluated and what are the intervention measures that are executed to reduce the exposure to these risks that arise within the activity.

**Keywords:** Underground mining, risk, danger, work accident, sinkhole, drilling, blasting, working conditions, risk level, evaluation, identification.

## **Introducción**

En la investigación presente, se enfoca en las condiciones de trabajo del sector minero que tiene como principal objetivo identificar, analizar y evaluar los peligros a los cuales están expuestos los trabajadores de minería, en donde el tema principal de la investigación fue en el cargo de operario de perforación y voladura; se realizó una intervención de identificación y evaluación de riesgos y peligros con la Guía técnica Colombia GTC 45, para determinar y tener resultados de los peligros latentes en la mina lavitara; la mina que fue nuestro punto de estudio para corroborar las fuentes que generan la accidentalidad en este sector, el cual es catalogado como cargo crítico debido a las actividades a realizar.

Estas actividades están enfocadas en la manipulación de explosivos, perforación y voladura, donde se plantean unas medidas de intervención para reducir la exposición y mitigar los peligros que afecten a los trabajadores al ejecutar actividades y así evitar accidentes de trabajo o enfermedades laborales a futuro.

## **1. Planteamiento del problema**

Según la OIT “Los minerales y los productos minerales son la base de la mayoría de las industrias, y en casi todos los países del mundo se lleva a cabo alguna forma de minería o de explotación de canteras. A pesar de los considerables esfuerzos desplegados en numerosos países, las tasas de muertes, lesiones y enfermedades entre los trabajadores siguen siendo altas en todo el mundo”. (Organización internacional del trabajo, 2017) Teniendo en cuenta todos los factores que influyen en las condiciones de trabajo de las minerías por sus altas estadísticas de accidentalidad laboral y enfermedades, basado en esto se determina que el cargo de operario para perforación y voladura es considerado un cargo de alto riesgo por el proceso que conlleva y las actividades a realizar.

Esta actividad económica tiene un porcentaje alto en cuestión de informalidad, que está inmersa en la minería ilegal alejada de condiciones óptimas laborales para quienes se desempeñan en esta actividad de minería, la cual se asocia principalmente con fenómenos de: subempleo, pésimas condiciones laborales, así como ausencia de seguridad social y prestaciones sociales, donde no se evidencia un seguimiento epidemiológico para evaluar, analizar y ejecutar un programa de promoción y prevención para los trabajadores.

Teniendo en cuenta que en el “Valle del Cauca tiene actualmente 310 títulos mineros vigentes que representan un área de 119.499 hectáreas; correspondiente al 5,6 % del departamento. 22 de estos títulos están en etapa de exploración, 62 en construcción y montaje, y 226 en explotación. El mineral según su uso, 75% corresponden a materiales de construcción, 9% a carbón, 6% a calizas, 4% a metales preciosos, 3% a minerales industriales, 1% a metales, 1% a piedras preciosas y 1% a otros minerales. La Agencia nacional de minería (ANM) tiene

actualmente pendientes 125 solicitudes de legalización, y 5 solicitudes de delimitación y declaración de Áreas de Reserva Especial (ARE).

La minería subterránea “son las actividades y operaciones mineras desarrolladas bajo tierra o subterráneamente. Los principales materiales extraídos en Colombia, bajo este método, son: carbón, esmeraldas y oro” (Contraloría, 2017); En el sector del valle del Cauca “los productos más representativos del sector de la minería se componen específicamente por la extracción de carbón, oro, plata, platino, caliza, arenas de río y materiales para la construcción.” (Jose Arroyo, 2013) La problemática de este sector es que no están contando con los recursos necesarios de seguridad para cumplir con sus actividades diarias y es por eso que se ven expuestos a muchos accidentes de tipo laboral siendo así una de los mayores índices de accidentalidad de la región.” (Jose Arroyo, 2013)

En esta área de la minería se evidencian “accidentes con desenlaces mortales relacionados con explosiones, intoxicación por inhalación de gases tóxicos, derrumbes e inundación de minas” (María Guerrero, 2016)

Esta investigación tiene como fin identificar los peligros y riesgos que se encuentran expuestos los colaboradores en la actividad de perforación y voladura en la mina, así determinar que controles se pueden implementar y mejorar, para reducir el tema de accidentalidad y que las condiciones de trabajo sean dignas, donde prevalecerá la salud física y mental teniendo en cuenta su entorno de trabajo.

## **1.1 Pregunta de Investigación**

¿Cuáles son las condiciones de trabajo en la actividad de perforación y voladura en la mina Lavitara, Cauca 2021?

## **2. Objetivos**

### **3.1 Objetivo General**

Analizar las condiciones de trabajo en la actividad de perforación y voladura de la mina Lavitara Cauca, 2021

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Determinar las competencias y habilidades del cargo de perforador y voladura en la mina lavitara, teniendo en cuenta la certificación requerida.
- Identificar los peligros y riesgos laborales de los operarios de perforación y voladura de la mina lavitara.
- Implementar medidas de control para prevenir los accidentes en la actividad de perforación y voladura de la mina lavitara.

### 3. Justificación

La minería ha sido una “actividad económica central en Colombia desde la época Precolombina. Las diferentes culturas indígenas desarrollaban trabajos de cerámica y orfebrería altamente valorados. En un comienzo, la actividad minera dio origen al comercio regional caracterizado por el trueque de varios minerales. Posteriormente, durante la época de la Colonia la minería creció en grandes proporciones y con ello se abrió paso al comercio de esclavos africanos. Los más favorecidos con el régimen colonial fueron quizás los comerciantes antioqueños, quienes transportaban el oro en polvo a otras regiones de la Nueva Granada y al exterior, con el objetivo de intercambiarlo por otras mercancías como textiles y alimentos.” (cardenas & Reina, 2008)

La Constitución de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) establece: «las condiciones de trabajo que entrañan tal grado de injusticia, miseria y privaciones para gran número de seres humanos, que el descontento causado constituye una amenaza para la paz y armonía universales; y considerando que es urgente mejorar dichas condiciones (...)». Esta oración pone de relieve la importancia crítica de establecer condiciones humanitarias de trabajo para construir sociedades sostenibles y pacíficas. Las personas aspiran a tener no solo un empleo, sino un buen empleo. El salario, las horas de trabajo, la organización y las condiciones del trabajo, las maneras de equilibrar la vida laboral con las exigencias de la familia y la vida fuera del trabajo, la no discriminación y la protección contra el acoso y la violencia en el trabajo son elementos básicos de la relación laboral y la protección de los trabajadores, y dichos factores también pueden afectar el desempeño económico. Las condiciones de trabajo cubren una amplia gama de temas y cuestiones, desde las horas de trabajo (tiempo trabajado, periodos

de descanso y horarios de trabajo) hasta la remuneración, como también las condiciones físicas y las demandas mentales que se imponen en el lugar de trabajo. (OIT, 2016)

La actividad en la cual se enfocó la investigación es en la de perforación y voladura, donde se evidencia como la tarea más crítica en el interior de la mina la Vitara por la alta exposición de ruido, vibraciones, material particulado, inhalación de gases y riesgo de desplome de piedra por la característica de sus actividades. Esta legalización de la actividad implica la formación del profesional en una institución acreditada, que se encarga de excavar Minas para extraer minerales. (ECURED, s.f.)

“Las principales ocupaciones de un minero incluyen apuntalar Túneles para el soporte de madera para impedir su derrumbe, desplegar vías para el transporte de la piedra o cargar el mineral en vagonetas para su transporte al exterior, alistamiento de herramientas para taladrar la roca con picos y palas o utilizando herramientas eléctricas para extraer el mineral. En ocasiones, los mineros realizan funciones auxiliares como crear túneles de pasaje o ventilación, excavar salas o pozos para facilitar la actividad de extracción.” (ECURED, s.f.)

El enfoque de esta investigación se llevó a cabo por las condiciones de trabajo en las que laboran, donde se evidencia la alta exposición de riesgos como son “los biológicos asociados a precarias condiciones higiénico-sanitarias, situaciones de hacinamiento, presencia de virus, bacterias, parásitos y hongos entre otros; psicosociales generados por las condiciones de la tarea, demandas de la labor y falta de contrato de trabajo, biomecánicos, en los que se destacan la manipulación manual de cargas, uso de herramientas pesadas en operaciones de mantenimiento, levantamiento, empuje, o desplazamiento, combinación de posturas forzadas y acciones de fuerza; condiciones de seguridad manifiestas en elementos, máquinas y herramientas defectuosas, bajas y altas de tensión, inadecuadas condiciones de

almacenamiento, superficies irregulares, explosiones, incendios, robos; además de la ocurrencia de fenómenos naturales como derrumbes y sismos.” (Mesa, Fernandez, Marin, & Quiroz, 2016)

Los factores de riesgo mencionados se han precisado y se encuentran enmarcados en el concepto de trabajo decente, definido por la Organización Internacional del Trabajo –OIT- como aquel que dignifica y permite el desarrollo de las propias capacidades, con respeto a los principios y derechos laborales fundamentales, adicionalmente la OIT estableció categorías asociadas con un empleo remunerado, accesibilidad a seguridad social y óptimas condiciones de trabajo; no obstante en la minería a pequeña escala se ha evidenciado inestabilidad laboral, irregularidades en el aseguramiento al sistema y bajos ingresos, donde el estado no garantiza acciones de control, lo anterior ha conllevando a que los mineros y sus familias sean identificados como una población vulnerable que se enfrenta cotidianamente a situaciones de pobreza, desigualdad, analfabetismo entre otros. (Mesa, Fernandez, Marin, & Quiroz, 2016)

Estas condiciones de trabajo “generan impactos en las condiciones de salud en los trabajadores, quienes en ocasiones no asocian los efectos con las diferentes exposiciones a peligros durante su trabajo. Los efectos negativos en la salud es la perdida de la memoria, cambios en la personalidad, timidez, ansiedad, temblor, cambios conductuales, demencia, insomnio, vértigo, temblores, dolores de cabeza, depresión grave, pérdida del sueño, entre otros; los altos niveles de ruido pueden generar pérdida auditiva parcial o total; las conductas de riesgo que involucran el contacto con agentes biológicos pueden ocasionar enfermedades de tipo infeccioso o parasitario, como VIH- SIDA, Tuberculosis, tétanos, helmintiasis. Los riesgos biomecánicos generan diferentes afectaciones en la zona lumbar, la combinación de posturas de pie, manipulación manual de cargas o trabajo de precisión con las manos, pueden sobrecargar el segmento muñeca-mano y pies.

Adicionalmente, la combinación de posturas forzadas y acciones de fuerza, dadas por la ubicación de los puntos de trabajo ocasionan posturas poco ergonómicas, que terminan generando afectaciones osteo-musculares.” (Mesa, Fernandez, Marin, & Quiroz, 2016)

## **4. Marco Referencial**

### **4.1 Antecedentes**

Las condiciones laborales del sector económico de la minería analizado en una minería aurífera a pequeña escala, sector San José, vereda La Chuscalita, Municipio Anzá-Antioquia, 2016, nos brindó información para la evaluación y el análisis de las condiciones de trabajo a las cuales están expuestos los trabajadores, teniendo en cuenta el cargo escogido; “en el cual se plantea en el marco de la seguridad y salud en el trabajo, ésta definida como la disciplina dirigida a proteger, promover la salud, prevenir la enfermedad y mortalidad de los trabajadores, controlando la morbilidad y accidentalidad laboral, mediante el control de los factores de riesgos y condiciones que ponen en peligro la salud del trabajador. La minería aurífera a pequeña escala, es una actividad económica desarrollada a nivel mundial y nacional, que se percibe aparentemente entre trabajadores como una labor que genera cuantiosos ingresos y estabilidad laboral, así mismo es considerada como una actividad de alto riesgo en la cual los mineros están expuestos a peligros de tipo físicos, representados en deficiente iluminación, cambios en la temperatura, altos niveles de ruidos por el uso de máquinas en las diferentes etapas para la obtención del mineral”. (Mesa, Maria; Fernandez, Elsy; Marin, Nydia; Quiroz, Carlos;, 2016)

La investigación nos da un punto de vista ergonómico, teniendo en cuenta “Los peligros biomecánicos que generan diferentes afectaciones en la zona lumbar, la combinación de posturas de pie, manipulación manual de cargas o trabajo de precisión con las manos, pueden sobrecargar el segmento muñeca-mano y pies. Adicionalmente, la combinación de posturas forzadas y acciones de fuerza, dadas por la ubicación de los puntos de trabajo ocasionan

posturas poco ergonómicas, que terminan generando afectaciones osteo-musculares.” (Mesa, Maria; Fernandez, Elsy; Marin, Nydia; Quiroz, Carlos;, 2016)

Para la “aparición de efectos, es necesario diseñar e implementar medidas de control las cuales constituyen un conjunto de acciones direccionadas a establecer y mantener la seguridad y salud de sus trabajadores, teniendo en cuenta el interés de promover el desarrollo seguro y responsable de la actividad minera, se han definido diversas medidas de intervención como son Elementos de protección personal-EPP y controles administrativos, en este último se destacan algunas actividades de tipo educativas en el contexto de la promoción de la salud, la prevención de riesgos, accidentes de trabajo y enfermedades laborales. (Mesa, Maria; Fernandez, Elsy; Marin, Nydia; Quiroz, Carlos;, 2016)

Una investigación dada sobre las “Condiciones de trabajo y morbilidad entre mineros del carbón en Guachetá, Cundinamarca: la mirada de los legos” El estudio partió de aceptar la validez e importancia del conocimiento de los trabajadores para la adopción de decisiones que promuevan la prevención de eventos adversos asociados con el trabajo. Se trata, entonces, de un estudio enmarcado en enfoques metodológicos como la ‘epidemiología popular’, la aproximación eco sistémica en salud y la investigación participativa basada en la comunidad, los cuales se han utilizado exitosamente en estudios previos. Este tipo de enfoque contrasta con el de la epidemiología tradicional, que prefiere las mediciones objetivas y otorga poco valor al reporte dado por los propios individuos sujetos a una condición o exposición, pues se considera que este puede ser sesgado o, por lo menos, adolecer de errores de medición. Si bien esto puede tener impacto en la exploración causal de los factores de riesgo, el conocimiento que los sujetos de estudio tienen sobre los problemas de salud que ellos mismos enfrentan constituye un recurso fundamental y complementario del enfoque tradicional, que permite adoptar intervenciones

orientadas a prevenir la exposición o las situaciones adversas para la salud. Además, el desconocimiento de las orientaciones de seguridad y salud en el trabajo suelen ser ignoradas por el personal involucrado en la actividad porque no corresponden a su cultura.” (Claudia P. Jiménez-Forero, Ivonne T. Zabala, Álvaro J. Idrov, 2015)

“Los hallazgos de este estudio resaltan la importancia que los mineros le dieron a los trastornos osteomusculares, por encima de la que le otorgaron a los problemas respiratorios y auditivos, lo que contrasta con el hecho de que estos últimos suelen ser los primeros en los que los expertos piensan, puesto que su estudio constituyó un hito en la historia de la salud ocupacional”. (Claudia P. Jiménez-Forero, Ivonne T. Zabala, Álvaro J. Idrov, 2015)

En referencia del artículo “Evaluación de riesgos ocupacionales de los trabajadores de la minería española (2018), en donde dan la descripción de “La minería de carbón subterránea es reconocida como una de las operaciones más riesgosas en el mundo (Mahdevari, Shahriar, & Esfahanipour, 2014).

Dado que los mineros de carbón subterráneos están expuestos a peligros muy superiores a los que trabajan en la mayoría de las demás ocupaciones. En las minas subterráneas de carbón hay un número considerable de peligros que incluyen equipos especializados, altas temperaturas, humedad, estrés de rocas, carbón y polvo de sílice y gases nocivos.” (Modesto Freijo, Montaña, Romero, & Bergas, 2018)

Las condiciones de trabajo “adversas y los avances tecnológicos no pueden atribuirse únicamente a los incidentes que tienen lugar en los sitios de trabajo. Patterson & Shappell (2010) realizaron un estudio en Queensland, Australia, considerando los datos de accidentes de canteras, minas de carbón a cielo abierto, minas de carbón subterráneas, minas de metal a cielo

abierto y minas de metal subterráneas y reveló que independientemente del tipo de mina, la principal causa de incidentes entre 2004 y 2008 fueron los errores basados en las habilidades realizadas por los operadores, lo que indica la necesidad de analizar los accidentes mineros desde la perspectiva del factor humano.

En estudios internacionales realizados en USA del 2015, (Nasarwanji & Sun, 2019) dedujeron que en la minería subterránea tuvieron una mayor prevalencia de lesiones, pero las plantas de tratamiento del material extraído tuvieron una mayor tasa de incidencia.” (Modesto Freijo, Montaña, Romero, & Bergas, 2018)

## **4.2 Marco Teórico**

La minería es una actividad económica que permite la explotación y extracción de los minerales que se han acumulado en el suelo y subsuelo en forma de yacimientos. Dentro de esta actividad nace la minería subterránea que se enfatiza en la búsqueda de minerales que están dentro de la tierra y que para obtenerla implican peligros y riesgos para las personas involucradas con esta actividad; la Organización Internacional del trabajo (OIT) precisa que los riesgos más representativos para la salud relacionados con el tema de la minería, son la exposición por prolongados periodos a factores como polvo, productos químicos, ruido, vibraciones, calor y/o humedad junto con la realización de esfuerzos excesivos, espacios confinados y herramientas de trabajo inadecuadas. (Garrote Wilches CF, 2014)

Dado a que la mirada central de esta investigación son las condiciones de trabajo en la minería subterránea, se define como el conjunto de variables a la realización de la tarea concreta y el entorno en que ésta se realiza, en cuanto que estas variables determinarán la salud del trabajador en el ámbito físico, mental y social”, Para Henao pág. 51, son “una serie

de circunstancias que caracterizan el medio ambiente donde se desempeña el trabajador, de acuerdo a la naturaleza y característica propia del ambiente de trabajo se pueden originar distintos problemas de salud en los trabajadores, de tal forma que las condiciones de trabajo son consustanciales con el proceso de trabajo y hacen referencia al conjunto de factores que actúan sobre el individuo en relación de trabajo determinando su actividad y provocando una serie de consecuencias tanto para el propio individuo como para la empresa”. A fin de contextualizar un concepto que se amolde al objeto del presente artículo, se plantea la siguiente definición: “son las distintas características que están presentes en el lugar de trabajo y siempre van a tener alguna relación directa e indirecta en la generación de ciertos riesgos que pueden afectar la seguridad y la salud de los trabajadores”. (Henaó, 2006); Es por ende que a continuación se presentan inicialmente conceptos relacionados con el cargo que se desempeña en la actividad de perforación y voladura, en segundo lugar, se determina los factores, accidentes y enfermedades laborales asociadas a la actividad y finalmente se presentan los conceptos relacionados con respecto al material y herramientas de la tarea a ejecutar.

### **Cargos críticos**

“Según Sigdman (2010, mayo) un cargo crítico se entiende como aquellas funciones asociadas a procesos altamente sensibles en términos de continuidad operacional y alto costo de reemplazo. Para Tendencia Salarial (2009, marzo) es “aquel que resulta de vital importancia para el negocio y/o para la gestión de un área, para los cuales es imprescindible retener al ocupante del puesto y/o contar con cuadro de reemplazo”.

Adicionalmente, las organizaciones deben tener claro que los cargos críticos no debiesen exceder el 10% de la organización (Tendencia Central, 2009). Lo anterior se debe a

que es excepcional contar con cargos claves para la continuidad de la operación, en caso de que fuese mayor la cifra de cargos críticos, es riesgoso para la continuidad de la organización.”

(Castro, 2016)

### **Operario de perforación y voladura minera**

“Es la persona que se encarga de realizar la excavación mecanizada de espacios subterráneos de pequeña sección. Para ello, hace uso de equipos de perforación y escariado, perforación dirigida o micro tuneladoras. Además, extrae el material resultante, como labor preparatoria para la extracción de recursos minerales o para la construcción de obras civiles subterráneas” (Euroinnova, 2020)

### **Perforación (desarrollo minero)**

“Acción o proceso de elaborar un orificio circular con un taladro (perforadora) manual o mecánico (eléctrico o hidráulico). 2. Apertura de galerías o cámaras de explotación con el uso de cualquier clase de equipo (neumático o mecánico).” (MinMinas, 2003)

### **Voladura**

“Ignición de una carga masiva de explosivos. El proceso de voladura comprende el cargue de los huecos hechos en la perforación, con una sustancia explosiva, que al entrar en acción origina una onda de choque y, mediante una reacción, libera gases a una alta presión y temperatura de una forma substancialmente instantánea, para arrancar, fracturar o remover una cantidad de material según los parámetros de diseño de la voladura misma.” (MinMinas, 2003)

### **Accidente de trabajo**

“Todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la

muerte. 2. Es también accidente de trabajo aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador o durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, aun fuera del lugar de trabajo. (mintrabajo, 2012)

### **Enfermedad Laboral**

“Es enfermedad laboral la contraída como resultado de la exposición a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral o del medio en el que el trabajador se ha visto obligado a trabajar. El Gobierno Nacional, determinará, en forma periódica, las enfermedades que se consideran como laborales y en los casos en que una enfermedad no figure en la tabla de enfermedades laborales, pero se demuestre la relación de causalidad con los factores de riesgo ocupacional será reconocida como enfermedad laboral, conforme a lo establecido en las normas legales vigentes.” (MinSalud, 2012)

### **Factor de riesgo**

“Cualquier elemento o fenómeno del ambiente de trabajo o acción que pueda causar un daño o enfermedad a un individuo y cuya probabilidad de ocurrencia depende de la eliminación o el control del elemento agresivo. Los factores de riesgo pueden ser: modificables (directos o indirectos) o no modificables.” (MinMinas, 2003)

### **Factores de riesgo en la minería**

“Son aquellos elementos que pueden producir efectos perjudiciales tanto en la salud de los trabajadores como al medio ambiente, clasificados como: físicos, químicos, biológicos, ergonómicos, psicosociales y de seguridad.” (MinMinas, 2003)

### **Riesgo (seguridad e higiene minera)**

“En salud ocupacional, se denomina riesgo a la probabilidad de que un objeto, material, sustancia o fenómeno pueda potencialmente desencadenar alguna perturbación en la salud o en la integridad del trabajador.” (MinMinas, 2003)

### **Vagoneta**

Pequeño vehículo que circula por rieles tendidos de vía estrecha para el transporte de minerales y estériles de una mina, mediante una locomotora a la que es enganchada.

(MinMinas, 2003)

### **Barreno**

“Agujero practicado en una roca, que se rellena de pólvora u otro explosivo, para hacerla volar.” (MinMinas, 2003)

### **Barrena**

“Herramienta que se usa para perforar. 2.La parte de una herramienta de perforación que corta la roca.” (MinMinas, 2003)

### **Explosivo**

“Los explosivos son sustancias que tienen poca estabilidad química y que son capaces de transformarse violentamente en gases. Esta transformación puede realizarse a causa de una combustión o por acción de un golpe, impacto, fricción u otro, en cuyo caso recibe el nombre de explosivos detonantes, como es el caso de las dinamitas y los nitratos de amonio. Cuando esta violenta transformación en gases ocurre en un lugar cerrado, como puede ser un barreno en un manto de roca, se producen presiones muy elevadas que fracturan la roca. La más

antigua de las sustancias explosivas es la pólvora negra, que consistía en una mezcla formada por salitre, carbón y azufre.” (MinMinas, 2003)

### **Explosiones de polvo de sulfuro**

“En las minas subterráneas, es el riesgo de combustión espontánea de polvo que contiene sulfuros minerales y es traído por el aire.” (MinMinas, 2003)

### **Arranque mecánico**

“En este tipo de arranque se usan máquinas que utilizan los impactos, el rozado, la fuerza hidráulica, el rizado o la excavación para desprender el mineral. Para el caso de la minería subterránea, se usan máquinas de impactos tales como: martillo hidráulico, martillo eléctrico y martillo neumático.” (MinMinas, 2003)

### **Desatado de rocas en la minería subterránea**

“Tarea desatada de rocas, consiste en detectar y desatar la roca suelta en el techo, frente y laterales de la excavación o labor minera, a fin de garantizar que los trabajadores de las minas subterráneas trabajen en un ambiente seguro.” (Seguridad Minera, 2017 )

### **Acuífero**

“Formaciones rocosas que contienen agua en cantidades recuperables. 2. Zona terrestre con rocas permeables capaces de retener cantidades de agua que pueden ser explotables. Si su parte superficial está en contacto con la atmósfera, se denomina acuífero libre; si está cubierto por rocas impermeables y el agua retenida está a presión mayor que la atmosférica, se denomina acuífero confinado.” (MinMinas, 2003)

### **Aglomerado (rocas sedimentarias)**

“Sedimento clástico psefítico formado en su mayor parte por clastos con diámetro mayor a 256mm. Roca sedimentaria compuesta de elementos minerales diversos. Se diferencia del conglomerado por la escasez de cementación.” (MinMinas, 2003)

### **Deslizamiento**

“Es un movimiento abrupto del suelo y las rocas subyacentes en una ladera muy pendiente en respuesta a la fuerza de gravedad. Los deslizamientos pueden ser ocasionados por un terremoto u otro fenómeno natural.” (MinMinas, 2003)

## **4.3 Marco Legal**

**Tabla 1. Marco legal considerado para el estudio**

Norma	Año	Descripción
<b>Ley 685</b>	<b>2001</b>	Minas Seguridad de personas y bienes. En la construcción de las obras y en la ejecución de los trabajos de explotación, se deberán adoptar y mantener las medidas y disponer del personal y de los medios materiales necesarios para preservar la vida e integridad de las personas vinculadas a la empresa y eventualmente de terceros, de conformidad con las normas vigentes sobre seguridad, higiene y salud ocupacional.
<b>Ley 1562</b>	<b>2012</b>	“parágrafo del artículo 32 de la determina que “La inspección, vigilancia y control del Ministerio del Trabajo en Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST del sector minero será para verificar cumplimiento de normas del Sistema General de Riesgos Profesionales” y que “En todo caso, la inspección, vigilancia y control de la aplicación de las normas de seguridad minera estará a cargo de la Agencia Nacional de Minería del Ministerio de Minas y Energía de acuerdo a la normatividad vigente”.

<b>Decreto 35</b>	<b>1994</b>	Disposiciones para seguridad minera: - Objeto, control y vigilancia, - Medidas de seguridad: sanciones Medidas de prevención, medidas de seguridad, las sanciones y los procedimientos.
<b>Decreto 2090</b>	<b>2003</b>	"Modifica las condiciones de las pensiones especiales por alto riesgo. Quedan definidas como tales: (1) Trabajos en minería en socavones o subterráneos, (2) Exposición a altas temperaturas, por encima de los valores límites permisibles, (3) Exposición a radiaciones ionizantes, (4) Exposición a sustancias comprobadamente cancerígenas, (5) Técnicos aeronáuticos con funciones de controladores de tránsito aéreo con licencia, (6) En Bomberos, quienes actúan en operaciones de extinción de incendios, (7) La actividad de custodia y vigilancia de los internos en establecimientos carcelarios, con excepción de los administrados por la fuerza pública. Establece las condiciones para acceder a la pensión especial de vejez en estos casos, condiciones vigentes hasta el año 2014, cuando los trabajadores entrarán al plan normal de pensiones. También establece la obligatoriedad de estos trabajadores de trasladarse al régimen de Prima media en los próximos tres meses.
<b>Decreto 1073</b>	<b>2015</b>	Decreto Reglamentario Único del Sector Administrativo de Minas y Energía, el cual compila todas las normas relativas al sector, y deroga expresamente todas las disposiciones de naturaleza reglamentaria que versan sobre las mismas materias, con excepción de los siguientes asuntos: 6) Los Decretos 222 de 1993, 1335 de 1987, relacionados con normas sobre técnicas de higiene y seguridad industrial en labores de minería a cielo abierto y los preceptos relacionados con labores en minas subterráneas.
<b>Decreto 1477</b>	<b>2014</b>	Enfermedades laborales directas: Neumoconiosis del minero de carbón
<b>Decreto 539</b>	<b>2022</b>	8 de abril de 2022 por medio del que se expide un nuevo Reglamento de Higiene y Seguridad para las labores mineras a cielo abierto.
<b>Decreto 944</b>	<b>2022</b>	Modifica el Decreto 1886 de 2015, Reglamento de Seguridad en las Labores Mineras Subterráneas

<b>Resolución 2400</b>	<b>1979</b>	Controles de los riesgos en estas condiciones de trabajo de Minería, teniendo en cuenta áreas de trabajo, equipos y elementos de protección personal. Art 176 y 177
<b>Resolución 368</b>	<b>2016</b>	Por la cual se regulan las características técnicas mínimas de los equipos autor rescatadores, para el personal que ingrese a labores mineras subterráneas, de que trata el parágrafo 1 artículo 23 del Decreto 1886 de 2015
<b>Resolución 1111</b>	<b>2017</b>	Por la cual se definen los estándares mínimos del SGSST para empleadores y contratantes.
Resolución 413	2018	Por la cual se asignan unas responsabilidades frente al sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo de la Agencia Nacional de Minería y se dictan otras disposiciones.

**Fuente:** Elaboración propia

## **5. Metodología**

El presente trabajo se enfocó en una investigación mixta, es decir de forma cualitativa y cuantitativa en donde se realizó una inspección en campo, para conocer de forma directa las condiciones de trabajo en una mina subterránea, en este caso se dio la oportunidad de realizarla en la mina La Vitara, ubicada en buenos aires, Cauca. Se realizó una evaluación de la matriz de riesgos y peligros basada con la guía GTC 45, con la cual se dio los resultados para determinar cuáles son los riesgos de mayor prevalencia a causar accidentes o enfermedades laborales.

### **5.1 Enfoque de la investigación**

Se basará de manera mixta ya que se están tomando aspectos cuantitativos por medio de los resultados estadísticos y cualitativo por los apartados de la GTC 45 que contiene todo un capítulo destinado a las definiciones y que es una metodología diseñada para identificar los peligros y valorar los riesgos de seguridad y de salud en el trabajo. Este es un elemento de suma importancia, ya que permite precisar el alcance que tiene cada concepto. Las definiciones son completamente acordes con las que plantea el Decreto 1072 de 2015.

En el apartado 3.1.1 “Aspectos para tener en cuenta para desarrollar la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos”, aparece un listado de acciones para llevar a cabo el proceso en forma eficaz.

En la sección 3.2 “ACTIVIDADES PARA IDENTIFICAR LOS PELIGROS Y VALORAR LOS RIESGOS” se muestran puntualmente los pasos necesarios para adelantar el proceso. Los numerales subsiguientes, del capítulo 3, muestran, punto por punto, qué acciones se deben realizar para llegar a una identificación precisa de los peligros y a una valoración profesional de los riesgos.

## **5.2 Tipo de estudio**

El proyecto de investigación se basó en un estudio analítico y descriptivo de corte transversal, debido que se va a analizar las condiciones de trabajo de los operarios de perforación y voladura dentro de la mina lavitara, Cauca; adicionando que se estudia y se describe las actividades realizadas por el operario y se analizó en un momento dado por eso es de corte transversal.

## **5.3 Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación es realizar un estudio en donde la estrategia es aplicar la identificación de riesgos y peligros basada en la GTC 45, teniendo en cuenta el cargo, la actividad y las tareas realizadas por el operario de perforación y voladura en la minera, el cual se realizará y se determinan cuáles son las condiciones de trabajo y cuál es el índice que riesgo que el trabajador tiene frente al trabajo que realiza.

## **5.4 Población**

La población a la que se va aplicar este proyecto, es a los operarios mineros encargados de la perforación y voladura en la mina LAVITARA en el Municipio de Buenos Aires del Departamento del Cauca, que tiene un total de 34 trabajadores, pero 13 son de perforación y voladura, en donde se determina que el cargo a estudiar y analizar teniendo en cuenta sus condiciones de trabajo es el de operario de perforación y voladura dentro de la mina, cargo que tiene las más altas tasas de accidentalidad y riesgos asociados.

### **5.4.1 Muestra**

La muestra dentro de la investigación es de los trabajadores encargados de la perforación y voladura de vetas dentro de la mina subterránea, el cual se va a realizar y aplicar

la GTC 45 para la identificación y valoración de riesgos y peligros teniendo en cuenta las condiciones de trabajo como tareas críticas.

### *Anexo fotografía #1 Operario de perforación y voladura realizando la actividad*

#### **5.4.2 Criterios de inclusión**

- Personas entre los 19 y 50 años (género masculino)
- Personas con experiencia en la minería.
- Personal certificado por el SENA para la manipulación de explosivos

#### **5.5 Instrumentos, técnicas y procesamiento de la información.**

##### **5.5.1 Instrumentos de recolección**

La recolección de información teniendo en cuenta las actividades, se realizó a través de una inspección presencial por parte de los investigadores, en donde el 23 de noviembre del 2021 se realizó una visita presencial o directa dentro de la mina Lavitara, para conocer de más cerca las actividades realizadas por el operario de perforación minera, el cual se identifica con más claridad los riesgos asociados y los peligros causantes a que pueda ocurrir un accidente de trabajo.

### *Anexo fotografía #2 Inspección de mina por parte de los estudiantes investigadores*

##### **5.5.2 Procesamiento de la información**

El proceso a realizar para detallar la información recogida y que se observe es realizar la matriz de peligros y riesgos de los procesos de perforación y voladura para la recolección de minerales y oro, teniendo en cuenta el cargo, actividad y tareas realizadas por el operario de perforación y voladura.

## 6. Análisis de resultado

### 6.1 Resultado I primer objetivo específico

Determinar las competencias y habilidades del cargo de perforador y voladura en la mina lavitara, teniendo en cuenta la certificación requerida, referente a esto En Colombia dos entidades son las encargadas de formar, acreditar y certificar en la actualidad las labores relacionadas con el uso y manejo de explosivos para el sector de la minería e infraestructura en Colombia. La Escuela de Ingenieros Militares, perteneciente al Comando General de las Fuerzas Militares, expedirá los certificados de empleo básico y elemental de explosivos comerciales en minería y obras civiles. De otro lado, el Servicio Nacional de Aprendizaje-SENA se encargará de formar y acreditar la idoneidad y competencias de las personas que ejecutan estas labores. (Ministerio de protección social, 2010)

Requisitos para ejercer el certificado de “EMPLEO BÁSICO Y ELEMENTAL DE EXPLOSIVOS COMERCIALES EN MINERÍA Y OBRAS CIVILES” en las Fuerzas Militares de Colombia Ejército Nacional Escuela de Ingenieros Militares son:

Expedición del certificado por primera vez

1. Debe enviarse una solicitud dirigida al director de la Escuela de Ingenieros Militares en la que se manifieste la intención de realizar el programa de certificación.
2. Anexar certificado de cámara de comercio de la empresa o persona natural que especifique que se desempeña en un área afín con el empleo de los explosivos.
3. Anexar fotocopia de cédula de ciudadanía ampliada al 150% color.
4. Anexar fotocopia del pasado judicial vigente.
5. Anexar copia de antecedentes Procuraduría y Contraloría.

6. El costo del certificado es de un salario mínimo legal mensual vigente (SMLMV), se debe pagar después de que sea seleccionado para realizar la certificación o la renovación.

7. Enviar carta de autorización a la Escuela de Ingenieros Militares para el estudio de los antecedentes penales y disciplinarios, con firma, posfirma y huella del índice derecho, por cada persona. Así mismo, registrar la dirección de residencia, números de teléfono del solicitante, referencia personal con dirección y teléfono, referencia familiar con dirección y teléfono.

8. Anexar certificados de explosivos expedidos por el SENA u otra institución en los que se haga constar que se ha recibido capacitación en el manejo y empleo de explosivos. (Ministerio de protección social, 2010)

El Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) “se encarga de cumplir la función que le corresponde al Estado de invertir en el desarrollo social y técnico de los trabajadores colombianos, ofreciendo y ejecutando la formación profesional integral gratuita, para la incorporación y el desarrollo de las personas en actividades productivas que contribuyan al desarrollo social, económico y tecnológico del país.

El programa de Actualización en Manipulación de Sustancias Explosivas se creó bajo el convenio marco entre el Ministerio de Defensa Nacional y el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), para contribuir en el desarrollo técnico del personal en las diferentes empresas legalmente constituidas que utilicen material explosivo dentro de sus procesos. Los participantes en este proceso de formación están en la obligación de presentar las evidencias requeridas en conocimiento y desempeño, con el fin de obtener el certificado expedido por el SENA.

El programa se desarrollará en los centros de formación o complejos tecnológicos que acrediten la infraestructura, maquinaria, equipos, herramientas y el talento humano necesarios.” (Ministerio de protección social, 2010)

### REQUISITOS DE INGRESO

1. Solicitud por parte de la empresa legalmente constituida y reconocida en el sector.
2. Constancia que acredite experiencia laboral e idoneidad en operación y manejo de sustancias explosivas en labores industriales o mineras, expedida por la empresa interesada.
3. Certificado de formación académica en manipulación de sustancias explosivas o estar certificado laboralmente en la norma de competencia laboral 270101016. Ejecutar voladuras en roca con cargue manual de barrenos.
4. Cumplir con el trámite de selección establecido por el Ministerio de Defensa y el SENA
5. a continuación, se da la información general del programa de formación emitida por SENA para que los operarios de perforación y voladura pueda ejercer su cargo con las certificaciones que avalen sus conocimientos dentro del campo minero y específicamente es su cargo principal; a continuación, se relaciona las principales competencias y habilidades que deben de tener.

**Tabla 2** Programa de formación para explosivos

INFORMACIÓN GENERAL DEL PROGRAMA DE FORMACIÓN		
CÓDIGO	DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA	
73110062	Actualización en manipulación de sustancias explosivas	
Duración máxima estimada del aprendizaje	Lectiva	Total
	Practica	40 Horas
	0 meses	
Nivel de formacion	COMPLEMENTARIO	

Fuente: (Ministerio de protección social, 2010)

**Tabla 3** Programa de formación para manipulación de explosivo

<b>INFORMACIÓN GENERAL DEL PROGRAMA DE FORMACIÓN</b>	
Duración estimada para el logro del aprendizaje	40 horas
<b>1. ELEMENTO DE LA COMPETENCIA</b>	
CÓDIGO 27010101602	DENOMINACIÓN Cargar manualmente barrenos con explosivo de acuerdo con especificaciones.
<b>2. RESULTADOS DE APRENDIZAJE</b>	
270101016021	Reconocer las sustancias explosivas autorizadas oficialmente en la industria y la minería para la remoción de materiales, acordes con la normativa vigente.
270101016022	Preparar cebos para la ejecución de voladuras, siguiendo procedimientos técnicos.
270101016023	Cargar barrenos con explosivos y accesorios, siguiendo procedimientos técnicos.
270101016024	Conectar y ejecutar la voladura, de acuerdo a procedimientos y normas técnicas.
270101016025	Verificar los resultados de la voladura de acuerdo a parámetros técnicos y de seguridad.

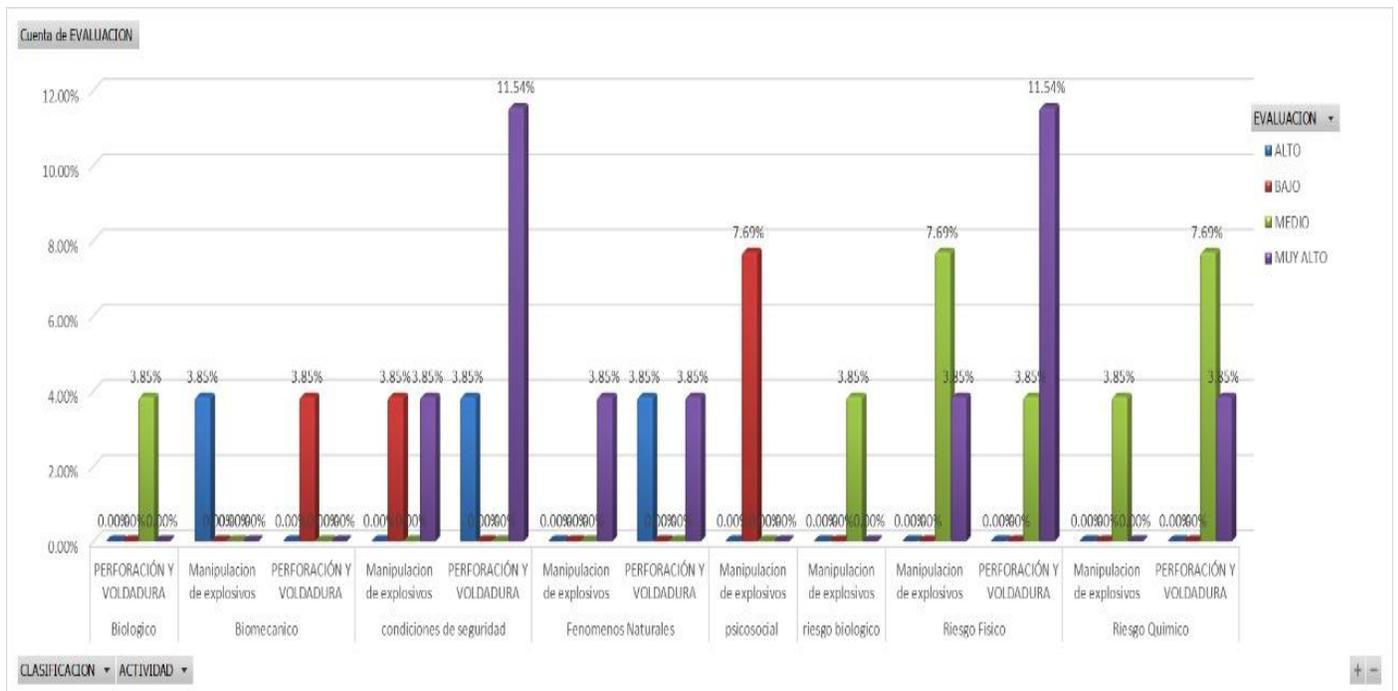
Fuente: (Ministerio de protección social, 2010)

## 6.2 Resultado II segundo objetivo específico

Identificar los peligros y riesgos laborales de los operarios de perforación y voladura de la mina lavitara, Teniendo en cuenta las estadísticas de accidentalidad en las minas subterráneas procedentes en el departamento del cauca, en el sector de buenas aires se procede a realizar un estudio para determinar que peligros son los que prevalecen y cuáles son los causantes de la accidentalidad teniendo en cuenta que en el año 2021 se presentaron 03 accidentes de trabajo y uno que fue mortal, la mina lavitara se seleccionó para proceder a realizar una identificación y evaluación de riesgos por medio de la Guía técnica colombiana GTC 45, la cual se realizó una matriz enfocada en un cargo crítico que es el operario de perforación y voladura, teniendo

este cargo se realizó la inspección del área y de la mina teniendo cuenta las actividades a realizar en este cargo en donde el numero personas expuestos fueron 13 personas; el resultado y análisis de los peligros se hizo de la siguiente manera donde se tiene en cuenta la evaluación de riesgos que se divide en el nivel de riesgo y el nivel de probabilidad, según los establecido por la GTC 45, se realizó la matriz para identificar y evaluar los riesgos que se encuentran en la actividad de perforación y voladura en la mina lavitara, cauca donde se obtuvo los siguientes resultados:

**Ilustración 1** Clasificación de peligro y actividad



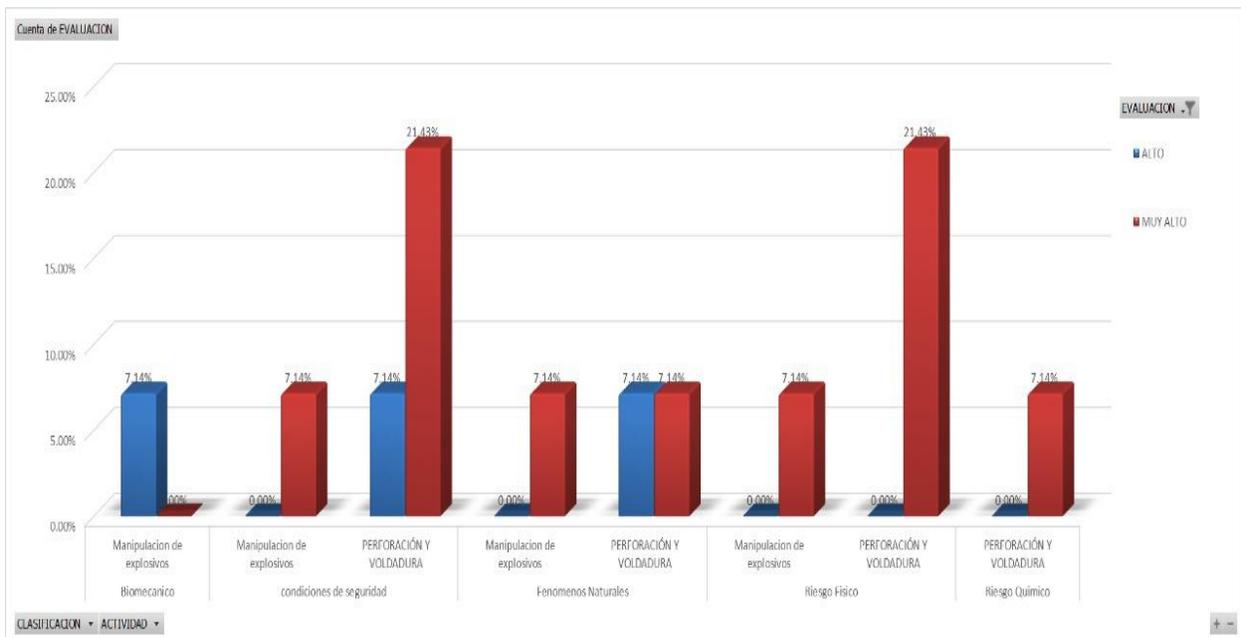
En la primera ilustración tiene la clasificación de peligro y la actividad en manipulación de explosivos y perforación y voladura, donde arroja los resultados de Muy alto, Alto, Medio y Bajo, entre las dos actividades se destaca los porcentajes de Muy Alto y Alto en donde el riesgo físico tiene un total de 11.54 % en perforación y voladura y 3.85% en manipulación de explosivos, condiciones de seguridad se destaca con 11.54% en la actividad de perforación y voladura y 3.85% en la manipulación de explosivos, riesgo químico en

manipulación de explosivos de 3.85% y fenómenos naturales con 3.85% referente a las dos actividades.

Para tener más claro los riesgos asociados a los porcentajes son los siguientes:

- Condiciones de seguridad (Locativo, Eléctrico media y alta tensión, Superficies con distinto nivel)
- Riesgo biológico (hongos, bacterias)
- Riesgo psicosocial (Estrés laboral, alta de manda de tareas, horario de trabajo)
- Riesgo físico (Ruido, Vibraciones, Temperaturas extremas, Humedad)
- Fenómenos Naturales (Sismos, Inundaciones, Derrumbes)
- Biomecánico (Sobre esfuerzo y posturas prolongadas)
- Riesgo químico (Material particulado, Gases)

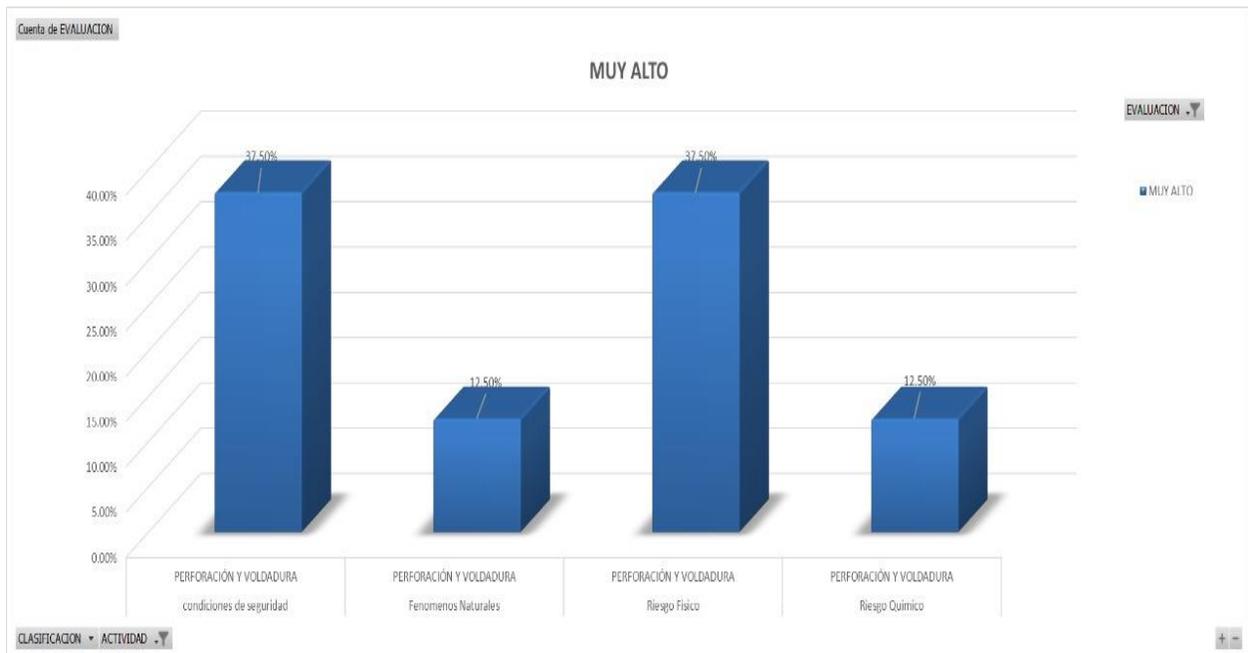
**Ilustración 2 Peligros según el Nivel de probabilidad**



Teniendo en cuenta la ilustración 2, muestra los resultados de ambas actividades de los riesgos clasificados como Muy alto y Alto, donde se determina que la actividad que tiene mayor probabilidad y referente a la exposición que tienen los colaboradores en la mina lavitara, para causar accidentes o enfermedades laborales en perforación y voladura que tiene Muy Alto es el riesgo físico de 21.43%, condiciones de seguridad con 21.43% y riesgo químico 7.14%, en Alto esta Riesgo biomecánico con un porcentaje de 7.14%, fenómenos naturales 7.14% que se clasifica de la siguiente manera:

- Condiciones de seguridad (Locativo, Eléctrico con media y alta tensión, Superficies con distinto nivel)
- Riesgo físico (Ruido, Vibraciones, Temperaturas extremas, Humedad)
- Riesgo químico (Material particulado, Gases)
- Fenómenos Naturales (Sismos, Inundaciones, Derrumbes)
- Biomecánico (Sobre esfuerzo y posturas prolongadas)

**Ilustración 3** Peligros clasificados como MUY ALTOS en Perforación y voladura



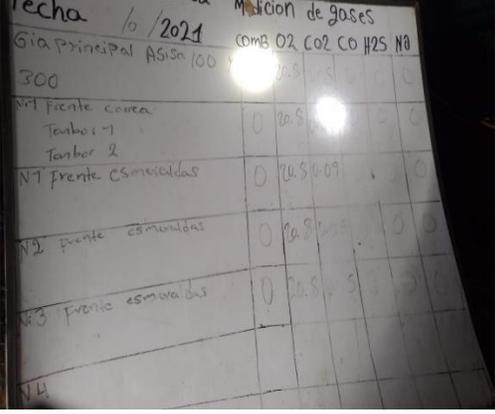
En esta última ilustración se determina los riesgos con nivel MUY ALTO en la actividad de perforación y voladura, los cuales son los riesgos a intervenir y buscar medidas de control para mitigar la exposición que tiene los operarios mineros encargados de esta actividad, los resultados fueron los siguientes:

- Condiciones de seguridad 37.50%
- Fenómenos naturales 12.50%
- Riesgo físico 37.50%
- Riesgo químico 12.50%

Los anteriores resultados estadísticos se obtuvieron por medio de la matriz de identificación de peligros y evaluación valoración de riesgos aplicados por la GTC 45, la cual se hizo a través de la inspección realizada por el equipo investigador, esta actividad se realizó

el día 23 de noviembre del 2021 donde se observó desde un punto más real como era la exposición que los trabajadores tiene dentro de una mina, en este caso lamina la vitara.

En la siguiente tabla se anexo evidencia fotográfica y los riesgos identificados:

Evidencia Fotografia	Riesgos identificados
	<p>Condiciones de seguridad: superficies de trabajo (irregulares, deslizantes, con diferencia del nivel).</p> <p>De igual manera se identifica que el acceso en algunos sectores de la mina es algo estrecho, por lo que se hace difícil el desplazamiento dentro de esta.</p>
	<p>Riesgo químico: Al ingreso de la mina tienen ubicado un tablero, donde indican las mediciones de gases, en este caso tenían la medición de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>, donde se debe tener en cuenta el uso de EPP asociados a la actividad</p>



En la foto observamos al capataz de la mina, donde explico que un mes atrás, tuvo un accidente que fue por deslizamiento al pisar terreno húmedo, por eso los riesgos identificados fueron:

- Condiciones de seguridad: superficies de trabajo (irregulares, deslizantes, con diferencia del nivel), caída de objetos (rocas)
- Riesgo biológico: Hongos
- Biomecánico: Posturas



- Fenómenos naturales: riesgo a derrumbe o desplome de terreno
- Riesgo físico: Iluminación
- Riesgo químico: Gases y materia particulado
- Condiciones de seguridad: Superficies de distinto nivel



En esta imagen se presenta la actividad de investigación, que es la perforación y voladura, donde está el trabajador operando el martillo neumático con el cual hace las perforaciones para luego colocar los explosivos dentro de los orificios realizados.

Los riesgos presentes son:

- Riesgo físico: Vibraciones, Ruido, Iluminación
- Riesgo Químico: exposición a material particulado y gases o vapores.
- Riesgo biológico: Hongos por la humedad que se presenta en el área a perforar.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condiciones de seguridad: Mecánico por herramientas, Eléctrico media tensión, superficies de trabajo irregulares.</li> <li>• Fenómenos naturales: Derrumbe e inundaciones por temporada de lluvias.</li> <li>• Biomecánico: postura prolongada</li> </ul>
--	--

**Tabla 4** Evidencia de riesgo en la mina

**Fuente:** Elaboración propia

### 6.3 Resultado III tercer objetivo específico

Implementar medidas de control para prevenir los accidentes en la actividad de perforación y voladura de la mina lavitara, para dar resultado a este objetivo se tiene en cuenta los resultados de la ilustración 3, los peligros con mayor nivel de probabilidad de generar accidentes de trabajo derivados a la exposición que se encuentran los trabajadores, adicional se determina las siguientes medidas de intervención para reducir o mitigar la exposición de estos y así evitar que ocurran accidentes laborales en la mina lavitara.

Los peligros a intervenir son:

- Riesgo físico (Vibraciones, Ruido continuo, Iluminación)
- Condiciones de seguridad (Superficies de trabajo con terreno irregular, deslizamiento por terreno húmedo)
- Fenómenos naturales (Derrumbes, sismo)
- Riesgo Químico (Material particulado respirable y Gases)

**Tabla 5 Medidas de intervención**

PELIGRO		MEDIDAS DE INTERVENCIÓN				
		Eliminación	Sustitución	Controles de ingeniería	Controles administrativos, Señalización, Advertencia	Equipos de protección personal
CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN					
<b>RIESGO FISICO</b>	vibración (mano-brazo)	N/A	N/A	Instalar plataformas anti vibratorias, teniendo en cuenta el espacio de trabajo	Pausas activas Inspecciones diarias a la herramienta eléctrica en este caso el martillo neumático Cumplir con el programa de mantenimiento Capacitar en manejo seguro de objetos, elementos de trabajo, herramientas. Conocer el manual de instrucción para uso de máquinas y equipos, los peligros en su manipulación y las medidas de prevención y protección para cada tarea. Rotación de personal en la manipulación del martillo neumático para reducir la exposición	Guantes anti vibratorios al momento de accionar la herramienta a vibrátil, referencia S10KCVIB
	Iluminación	N/A	N/A	Instalación de lámparas en áreas oscuras. Si no hay usar linterna en el casco. Mantener cargadas las baterías antes de ingresar a la mina	Realizar periódicamente mediciones higiénicas enfocadas en la iluminación (Lumix) Colocar señalización visual, táctil o sonora. Capacitación al personal sobre los riesgos en tema de iluminación	Dotación de lampara minera adecuada para reducir la fatiga visual

					Inducción y reinducción en riesgos de minería	
	Ruido Continuo	N/A	N/A	colocar un cerramiento acústico teniendo el área o el punto a intervenir para la perforación.	<p>capacitar al personal sobre el uso adecuado de protección auditiva.</p> <p>Capacitación de riesgos mineros.</p> <p>Señalizar áreas donde el ruido es constante, para que el personal expuesto utilices su tapa oídos.</p> <p>Realizar mediciones Higiénicas para Ruido Ocupacional por Sonometría y Dosimetría</p>	Utilizar protección auditiva en copa, teniendo en cuenta los decibeles que están expuestos en la manipulación del martillo neumático.
<b>CONDICIONES DE SEGURIDAD</b>	superficies de trabajo (irregulares, deslizantes por terreno húmedo, con diferencia del nivel)	N/A	N/A	N/A	Señalizar terreno irregular.	Dotar al trabajador con calzado adecuado (Botas de seguridad tipo pantaneras con platina)
					Capacitación de riesgos mineros.	
					Inspeccionar las locaciones, caminos, zanjas, terreno, pisos.	
	colocar advertencias de inclinaciones inadecuadas, lisas, con peldaño defectuoso. Pisos irregulares, lisos, embarrados y húmedos.					
Riesgo eléctrico (Media tensión)	N/A	N/A	*Instalación de polo a tierra para equipos eléctricos *Instalación de tableros eléctricos	<p>Reemplazar cables en mal estado</p> <p>señalizar áreas donde está el riesgo eléctrico como lo son: tableros o brecktes</p> <p>capacitación sobre riesgo eléctrico y consecuencias</p> <p>Inspección de redes eléctricas</p>	Usar guantes dieléctricos en caso de manipular cables eléctricos.	

					cumplimiento de certificaciones de competencias laborales		
<b>FENOMENOS NATURALES</b>	Sismo	N/A	N/A	N/A	Señalización de acuerdo las rutas de evacuación en la mina (en este caso la mina cuenta con dos entradas por salidas)	NO APLICA	
					Inspecciones periódicas del terreno tanto externo como interno para identificar amenazas de derrumbes.		
	Derrumbes	N/A	N/A	N/A	Capacitación en el plan de emergencia		
					Inducción y reinducción de peligros por desplomes de terreno		
<b>RIESGO QUÍMICO</b>	Material particulado respirable	N/A	N/A	Sistemas de ventilación/Ex tractores	Inducción y reinducción sobre riesgos mineros	Mascarilla media cara con filtros para polvos orgánicos	
					Capacitación sobre las consecuencias a exposición de material particulado.		
					Evitar la difusión de las partículas realizando el aislamiento de los procesos con ciertas barreras protectoras		
					Realizar mediciones higiénicas para material particulado respirable para determinar el nivel de exposición que tiene los colaboradores en la actividad a realizar.		
	Gases	N/A	N/A	Sistemas de ventilación/Ex tractores	Inducción y reinducción sobre riesgos mineros		Respirador con cartuchos cuando
					Capacitación sobre las consecuencias a exposición de material particulado		hay presencia de gases, vapores o
Toma de mediciones Higiénicas en tema de gases y vapores que sean de manera semanal.					humos, en este caso Mascarilla media cara 3M.		

**Fuente:** Elaboración propia

## 7 Discusión

Teniendo en cuenta el estudio realizado por (Claudia P. Jiménez-Forero, Ivonne T. Zabala, Álvaro J. Idrov, 2015)“los hallazgos de este estudio resaltan la importancia que los mineros le dieron a los trastornos osteomusculares, por encima de la que le otorgaron a los problemas respiratorios y auditivos, lo que contrasta con el hecho de que estos últimos suelen ser los primeros en los que los expertos piensan, puesto que su estudio constituyó un hito en la historia de la salud ocupacional”, lo anterior mencionado por el autor no tenemos la misma posición con respecto a los riesgos que se identificaron con los trabajadores en la mina subterránea, debido a la investigación realizada por nuestra parte, los peligros latentes en una mina subterránea son los riesgos biológicos, químicos, físico, fenómenos naturales y condiciones de seguridad, que son riesgos que pueden enfermar al trabajador en un futuro y que tiene grandes consecuencias para una enfermedad laboral en las actividades de perforación y voladura.

Por otra parte los autores (Mesa, Maria; Fernandez, Elsy; Marín, Nydia; Quiroz, 2016) su investigación se basó en “la aparición de efectos, es necesario diseñar e implementar medidas de control las cuales constituyen un conjunto de acciones direccionadas a establecer y mantener la seguridad y salud de sus trabajadores, teniendo en cuenta el interés de promover el desarrollo seguro y responsable de la actividad minera, se han definido diversas medidas de intervención como son Elementos/Equipos de Protección Personal –EPP- y controles administrativos, en este último se destacan algunas actividades de tipo educativas en el contexto de la promoción de la salud, la prevención de riesgos, accidentes de trabajo y enfermedades laborales. Este estudio propuso una medida de control materializada en el diseño de una cartilla informativa construida con la participación de los trabajadores, como una estrategia de

enseñanza, cuyo alcance se orienta hacia una acción preventiva para apoyar el desarrollo seguro de la minería aurífera a pequeña escala”; compartimos su apreciación por los diferentes aspectos que toma en cuenta y de los cuales tomamos para intervenir en los riesgos evidenciados en la mina, para reducir la exposición de estos frente a los colaboradores mediante medidas de intervención, en el cual se tuvo en cuenta la jerarquización de controles de riesgos para tomar en cuenta las medidas preventivas para cada riesgo y así evitando a un futuro enfermedades laborales y también accidentes de trabajo que se lleguen a presentar.

## **Conclusiones**

En la investigación se concluye que el personal encargado de la tarea de perforación y voladura en la mina, cuenta con las habilidades y competencias para desempeñar el cargo teniendo en cuenta que son personas que aprendieron de una manera empírica y son expertos en el trabajo a realizar, pero no cumplen con la certificación requerida para operar en el cargo, por eso se debe de exigir la certificación del personal para darle cumplimiento al objetivo.

Dentro de los resultados de identificación de peligros y evaluación de riesgos de la actividad de perforación y voladura, se utilizó la metodología cualitativa y cuantitativa por medio de la matriz de peligros en la mina LAVITARA, CAUCA; que permitió identificar y definir los peligros causantes de accidentes de trabajo y enfermedades laborales por medio de la guía técnica colombiana GTC 45; los riesgos asociados fueron condiciones de trabajo (superficies irregulares, riesgo eléctrico), Riesgo físico (vibraciones, ruido), fenómenos naturales (sismos, derrumbes) y riesgo químico (Material particulado respirable, Gases), con esto se determinó el cumplimiento del objetivo para analizar y determinar que riesgos están más relevantes a la exposición y generación de accidentes y enfermedades, teniendo en cuenta la actividad de perforación y voladura.

Para la implementación y ejecución de medidas de intervención, que se dio a través de la GTC 45 donde se identificó y se evaluó los riesgos y peligros asociados a la actividad de perforación y voladura, donde se intervino los riesgos químicos, físicos, condiciones de seguridad y fenómenos naturales, riesgos que tuvieron un alto porcentaje de probabilidad de causar accidentes de trabajo en la mina, la cual se tuvo en cuenta que medidas se tenían antes de iniciar la evolución e identificación de estos, estas medidas a intervenir pueden reducir la tasa accidentalidad y

enfermedades laborales a futuro, generando buenas condiciones de trabajo a los operarios mineros que desempeñan estas tareas en el sector minero.

## Referencias

- ANM. (03 de ABRIL de 2021). *AGENCIA NACIONAL DE MINERIA*. Obtenido de <https://www.anm.gov.co/portalninos/Queeslamineria>
- cardenas, M., & Reina, M. (abril de 2008). Obtenido de [file:///C:/Users/Windows%2010/Documents/universidad/8vo%20semestre/FORMULACION%20DE%20PROYECTO/CDF\\_No\\_25\\_Abril\\_2008\\_Esp.pdf](file:///C:/Users/Windows%2010/Documents/universidad/8vo%20semestre/FORMULACION%20DE%20PROYECTO/CDF_No_25_Abril_2008_Esp.pdf)
- Castro, M. (2016). “*Plan de sucesión en cargos críticos de Profesionales Especialistas y su Impacto en la percepción de Rotación Voluntaria*”. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/140819/Castro%20Ardiles%20Mackarena.pdf?sequence=1>
- Claudia P. Jiménez-Forero, Ivonne T. Zabala, Álvaro J. Idrov. (2015). Obtenido de <file:///C:/Users/Windows%2010/Documents/universidad/8vo%20semestre/FORMULACION%20DE%20PROYECTO/proyecto%20s/84340725009.pdf>
- Contraloria. (2017). *contraloria de cundinamarca*. Obtenido de [http://www.contraloriadecundinamarca.gov.co/attachment/002%20informes/008%20informe\\_anual\\_del\\_estado\\_de\\_los\\_recursos\\_naturales\\_y\\_del\\_ambiente\\_del\\_departamento\\_de\\_cundinamarca/2017/tipos-de-explotaciones-mineras.html#:~:text=Miner%C3%ADa%20subterr%C3%A1nea](http://www.contraloriadecundinamarca.gov.co/attachment/002%20informes/008%20informe_anual_del_estado_de_los_recursos_naturales_y_del_ambiente_del_departamento_de_cundinamarca/2017/tipos-de-explotaciones-mineras.html#:~:text=Miner%C3%ADa%20subterr%C3%A1nea)
- ECURED. (s.f.). *Minero*. Recuperado el 03 de Abril de 2021, de <https://www.ecured.cu/Minero>
- Euroinova. (2020). *¿QUIÉN ES EL OPERADOR DE MÁQUINAS DE PERFORACIÓN DE MINAS?* Obtenido de <https://www.euroinova.co/profesion/operador-de-maquinas-de-perforacion-de-minas>
- FUNCION PUBLICA. (s.f.). Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=9195>
- FUNCION PUBLICA, GOV.CO. (2015). Obtenido de Departamento Administrativo de la Función Pública: [https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma\\_pdf.php?i=65325](https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=65325)
- Garrote Wilches CF, M. R. (2014). Caracterización de las condiciones de salud respiratoria de los trabajadores expuestos a polvo de carbón en minería subterránea en Boyacá. *Scielo*, 14. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-08072014000300004#:~:text=El%20polvo%20de%20carb%C3%B3n%20y,una%20enfermedad%20pulmonar%20ocupacional%20incurable](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-08072014000300004#:~:text=El%20polvo%20de%20carb%C3%B3n%20y,una%20enfermedad%20pulmonar%20ocupacional%20incurable).
- Henao, F. (2006). *Introduccion a la salud ocupacional*. Obtenido de [https://kupdf.net/download/salud-ocupacional-henao-robledo-fernando\\_597be8fadcd60b7592bb182\\_pdf](https://kupdf.net/download/salud-ocupacional-henao-robledo-fernando_597be8fadcd60b7592bb182_pdf)

- Jose Arroyo, D. G. (2013). *Gobernacion del valle*. Obtenido de <https://www.valledelcauca.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=viewpdf&id=28720#:~:text=Los%20productos%20m%C3%A1s%20representativos%20del,y%20materiales%20para%20la%20construcci%C3%B3n>
- Maria Guerrero. (2016). *Riesgos operacionales en proyectos de minería subterránea*. Obtenido de <file:///C:/Users/Windows%2010/Downloads/Dialnet-RiesgosOperacionalesEnProyectosDeMineriaSubterranea-6382665.pdf>
- Mesa, M., Fernandez, E., Marin, N., & Quiroz, C. (2016). *Condiciones de trabajo, salud y medidas de control en trabajadores de minería aurífera a pequeña escala, sector San José, vereda La Chuscalita, Anzá-Antioquia*. Obtenido de [http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/5546/1/MesaJuliana\\_2016\\_TrabajoSaludMiner%c3%ada.pdf](http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/5546/1/MesaJuliana_2016_TrabajoSaludMiner%c3%ada.pdf)
- Mesa, Maria; Fernandez, Elsy; Marin, Nydia; Quiroz, Carlos;. (2016). *Condiciones de trabajo, salud y medidas de control en trabajadores de minería*. Obtenido de [https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/5546/1/MesaJuliana\\_2016\\_TrabajoSaludMiner%C3%ADa.pdf](https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/5546/1/MesaJuliana_2016_TrabajoSaludMiner%C3%ADa.pdf)
- MINENERGIA. (s.f.). *Normatividad*. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/normatividad>
- minería. (06 de diciembre de 2018). Obtenido de <https://www.significados.com/mineria/>
- Ministerio de protección social. (2010). *Guía Adquisición de explosivos y accesorios de voladura*. Recuperado el 01 de mayo de 2022, de <https://www.indumil.gov.co/wp-content/uploads/2016/02/GuiaExplosivos.pdf>
- MinMinas, M. d. (Agosto de 2003). *Glosario técnico minero*. Obtenido de <https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/glosariominero.pdf>
- MinSalud. (11 de Julio de 2012). *Ley 1562 del 2012*. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Ley-1562-de-2012.pdf>
- mintrabajo. (11 de Julio de 2012). *Ley 1562 del 2012*. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Ley-1562-de-2012.pdf>
- Modesto Freijo, L. S., Montaña, J., Romero, D., & Bergas, J. (2018). *Evaluación de riesgos ocupacionales de los trabajadores de la minería española*. Obtenido de *La minería de carbón subterránea es reconocida como una de las operaciones más riesgosas en el mundo (Mahdevari,Shahriar, & Esfahanipour, 2014)*. Los mineros de carbón subterráneos están expuestos a peligros muy superiores a los que trabajan en la mayoría

- OIT. (11 de NOVIEMBRE de 2016). *Condiciones de trabajo*. Obtenido de <https://www.ilo.org/global/topics/dw4sd/themes/working-conditions/lang-es/index.htm>
- Organizacion internacional del trabajo, O. (13 de Julio de 2017). *Seguridad y salud en el trabajo*. Obtenido de [https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS\\_563071/lang-es/index.htm](https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_563071/lang-es/index.htm)
- Palacio Salazar, C. M. (s.f.). *Identificación de factores de riesgo y riesgos asociados en minería a cielo cerrado en el valle del cauca Durante el año 2014*. Obtenido de <https://uniquindio-dspace.metabiblioteca.com/handle/001/3654>
- republica, C. d. (11 de julio de 2012). Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Ley-1562-de-2012.pdf>
- Seguridad Minera. (24 de Octubre de 2017 ). *Procedimiento para el desatado de rocas en la minería subterránea*. Obtenido de <https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/procedimiento-para-el-desatado-de-rocas-en-la-mineria-subterranea/>
- SePreeSST. (28 de Septiembre de 2019). *servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo*. Obtenido de Jerarquia de controles de riesgos: <http://www.sepresst.com.mx/2019/09/28/jerarquia-de-controles-de-riesgos/#:~:text=Sustituci%C3%B3n%20Reemplazar%20el%20peligro.,el%20equipo%20de%20protecci%C3%B3n%20personal.>
- SESAME. (s.f.). *condiciones de trabajo*. Obtenido de <https://www.sesametime.com/assets/diccionario/condiciones-de-trabajo/>
- wikip. (2020). *minero*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Minero>
- ANM. (03 de ABRIL de 2021). *AGENCIA NACIONAL DE MINERIA*. Obtenido de <https://www.anm.gov.co/portalninos/Queeslamineria>
- cardenas, M., & Reina, M. (abril de 2008). Obtenido de [file:///C:/Users/Windows%2010/Documents/universidad/8vo%20semestre/FORMULACION%20DE%20PROYECTO/CDF\\_No\\_25\\_Abril\\_2008\\_Esp.pdf](file:///C:/Users/Windows%2010/Documents/universidad/8vo%20semestre/FORMULACION%20DE%20PROYECTO/CDF_No_25_Abril_2008_Esp.pdf)
- Castro, M. (2016). *“Plan de sucesión en cargos críticos de Profesionales Especialistas y su Impacto en la percepción de Rotación Voluntaria”*. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/140819/Castro%20Ardiles%20Mackarena.pdf?sequence=1>

- Claudia P. Jiménez-Forero, Ivonne T. Zabala, Álvaro J. Idrov. (2015). Obtenido de <file:///C:/Users/Windows%2010/Documents/universidad/8vo%20semestre/FORMULACION%20DE%20PROYECTO/proyecto%20s/84340725009.pdf>
- Contraloria. (2017). *contraloria de cundinamarca*. Obtenido de [http://www.contraloriadecundinamarca.gov.co/attachment/002%20informes/008%20informe\\_anual\\_del\\_estado\\_de\\_los\\_recursos\\_naturales\\_y\\_del\\_ambiente\\_del\\_departamento\\_de\\_cundinamarca/2017/tipos-de-explotaciones-mineras.html#:~:text=Miner%C3%ADa%20subterr%C3%A1nea](http://www.contraloriadecundinamarca.gov.co/attachment/002%20informes/008%20informe_anual_del_estado_de_los_recursos_naturales_y_del_ambiente_del_departamento_de_cundinamarca/2017/tipos-de-explotaciones-mineras.html#:~:text=Miner%C3%ADa%20subterr%C3%A1nea)
- ECURED. (s.f.). *Minero*. Recuperado el 03 de Abril de 2021, de <https://www.ecured.cu/Minero>
- Euroinova. (2020). *¿QUIÉN ES EL OPERADOR DE MÁQUINAS DE PERFORACIÓN DE MINAS?* Obtenido de <https://www.euroinova.co/profesion/operador-de-maquinas-de-perforacion-de-minas>
- FUNCION PUBLICA. (s.f.). Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=9195>
- FUNCION PUBLICA, GOV.CO. (2015). Obtenido de Departamento Administrativo de la Función Pública: [https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma\\_pdf.php?i=65325](https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=65325)
- Garrote Wilches CF, M. R. (2014). Caracterización de las condiciones de salud respiratoria de los trabajadores expuestos a polvo de carbón en minería subterránea en Boyacá. *Scielo*, 14. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-08072014000300004#:~:text=El%20polvo%20de%20carb%C3%B3n%20y,una%20enfermedad%20pulmonar%20ocupacional%20incurable.](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-08072014000300004#:~:text=El%20polvo%20de%20carb%C3%B3n%20y,una%20enfermedad%20pulmonar%20ocupacional%20incurable.)
- Henao, F. (2006). *Introduccion a la salud ocupacional*. Obtenido de [https://kupdf.net/download/salud-ocupacional-henao-robledo-fernando\\_597be8fadcd60b7592bb182\\_pdf](https://kupdf.net/download/salud-ocupacional-henao-robledo-fernando_597be8fadcd60b7592bb182_pdf)
- Jose Arroyo, D. G. (2013). *Gobernacion del valle*. Obtenido de <https://www.valledelcauca.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=viewpdf&id=28720#:~:text=Los%20productos%20m%C3%A1s%20representativos%20del,y%20materiales%20para%20la%20construcci%C3%B3n>
- Maria Guerrero. (2016). *Riesgos operacionales en proyectos de mineria subterranea*. Obtenido de <file:///C:/Users/Windows%2010/Downloads/Dialnet-RiesgosOperacionalesEnProyectosDeMineriaSubterranea-6382665.pdf>
- Mesa, M., Fernandez, E., Marin, N., & Quiroz, C. (2016). *Condiciones de trabajo, salud y medidas de control en trabajadores de minería aurífera a pequeña escala, sector San José, vereda La Chuscalita, Anzá-Antioquia*. Obtenido de [http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/5546/1/MesaJuliana\\_2016\\_TrabajoSaludMiner%c3%ada.pdf](http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/5546/1/MesaJuliana_2016_TrabajoSaludMiner%c3%ada.pdf)

- Mesa, Maria; Fernandez, Elsy; Marin, Nydia; Quiroz, Carlos;. (2016). *Condiciones de trabajo, salud y medidas de control en trabajadores de minería*. Obtenido de [https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/5546/1/MesaJuliana\\_2016\\_TrabajoSaludMiner%C3%ADa.pdf](https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/5546/1/MesaJuliana_2016_TrabajoSaludMiner%C3%ADa.pdf)
- MINENERGIA. (s.f.). *Normatividad*. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/normatividad>
- minería. (06 de diciembre de 2018). Obtenido de <https://www.significados.com/mineria/>
- Ministerio de protección social. (2010). *Guía Adquisición de explosivos y accesorios de voladura*. Recuperado el 01 de mayo de 2022, de <https://www.indumil.gov.co/wp-content/uploads/2016/02/GuiaExplosivos.pdf>
- MinMinas, M. d. (Agosto de 2003). *Glosario técnico minero*. Obtenido de <https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/glosariominero.pdf>
- MinSalud. (11 de Julio de 2012). *Ley 1562 del 2012*. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Ley-1562-de-2012.pdf>
- mintrabajo. (11 de Julio de 2012). *Ley 1562 del 2012*. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Ley-1562-de-2012.pdf>
- Modesto Freijo, L. S., Montaña, J., Romero, D., & Bergas, J. (2018). *Evaluación de riesgos ocupacionales de los trabajadores de la minería española*. Obtenido de La minería de carbón subterránea es reconocida como una de las operaciones más riesgosas en el mundo (Mahdevvari, Shahriar, & Esfahanipour, 2014). Los mineros de carbón subterráneos están expuestos a peligros muy superiores a los que trabajan en la mayoría
- OIT. (11 de NOVIEMBRE de 2016). *Condiciones de trabajo*. Obtenido de <https://www.ilo.org/global/topics/dw4sd/themes/working-conditions/lang-es/index.htm>
- Organizacion internacional del trabajo, O. (13 de Julio de 2017). *Seguridad y salud en el trabajo*. Obtenido de [https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS\\_563071/lang-es/index.htm](https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_563071/lang-es/index.htm)
- Palacio Salazar, C. M. (s.f.). *Identificación de factores de riesgo y riesgos asociados en minería a cielo cerrado en el valle del cauca Durante el año 2014*. Obtenido de <https://uniquindio-dspace.metabiblioteca.com/handle/001/3654>
- republica, C. d. (11 de julio de 2012). Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Ley-1562-de-2012.pdf>
- Seguridad Minera. (24 de Octubre de 2017 ). *Procedimiento para el desatado de rocas en la minería subterránea*. Obtenido de

<https://www.revistaseguridadadminera.com/operaciones-mineras/procedimiento-para-el-desatado-de-rocas-en-la-mineria-subterranea/>

SePreeSST. (28 de Septiembre de 2019). *servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo*. Obtenido de Jerarquia de controles de riesgos: <http://www.sepresst.com.mx/2019/09/28/jerarquia-de-controles-de-riesgos/#:~:text=Sustituci%C3%B3n%3A%20Reemplazar%20el%20peligro.,el%20equipo%20de%20protecci%C3%B3n%20personal>.

SESAME. (s.f.). *condiciones de trabajo*. Obtenido de <https://www.sesametime.com/assets/diccionario/condiciones-de-trabajo/>

wikip. (2020). *minero*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Minero>

## Anexos

### *Anexo fotografía #1*

Cargo: Operario de perforación minera



### **Anexo fotografía #2** Inspección presencial por parte del equipo investigador



# Anexo Matriz de identificación y evaluación de riesgos MINA LAVITARA

PROCESO	ZONA Y/O LUGAR	ACTIVIDAD	TAREA	RUTINARIA SI / NO	MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS																																					
					PELIGROS		EFECTOS POSIBLES		CONTROLES EXISTENTES		EVALUACIÓN DEL RIESGO				VALORACIÓN DEL RIESGO		CRITERIOS PARA CONTROLES			MEDIDAS DE INTERVENCIÓN																						
					DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN	EXISTENTE	MEJORADO	NIVEL DE DEFICIENCIA (ND)	NIVEL DE EXPOSICIÓN (NE)	EXPOSICIÓN (E)	PROBABILIDAD (P)	SEVERIDAD (S)	VALORACIÓN DEL RIESGO	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO	NO. DE EXPOSIDOS	PIOR CONSECUENCIA	EXISTENCIA REQUISITO LEGAL ASOCIADO (S) (NO)	ELIMINACIÓN	SUSTITUCIÓN	CONTROL DE INGENIERÍA	CONTROLES ADMINISTRATIVOS, SEÑALIZACIÓN, ADVERTENCIA	EQUIPOS/ ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Y CAPACITACIÓN																	
Evaluación de riesgos de perforación	Banco Lavitara	Perforación con taladro neumático para hacer orificios y posicionar explosivos y detonar punto de la mina y proceder a cancer material.	Instalaciones técnicas (superficie expuestas en el interior de la mina piso, escaleras, plataformas), falta de orden y aseo	condiciones de seguridad	Caída o desmoronamiento de materiales, Esparcos, lesiones, heridas, golpes, fracturas, amputaciones, politraumatismos o la muerte.	contaminación en materia en cantidad y densidad	señalización	Capacitación en riesgos mineros	6	4	24	MUY ALTO	10	240	II	NO ACEPTABLE	Fracturas	• Ley 9 de 1979, Arts. 91, 95, 101, 104, 105, 115, 117, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000	señalización	Capacitación en riesgos mineros	6	4	24	MUY ALTO	10	240	II	NO ACEPTABLE	Fracturas	• Ley 9 de 1979, Arts. 91, 95, 101, 104, 105, 115, 117, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000	señalización	Capacitación en riesgos mineros	6	4	24	MUY ALTO	10	240	II	NO ACEPTABLE	Fracturas	• Ley 9 de 1979, Arts. 91, 95, 101, 104, 105, 115, 117, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 58