

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

**INTERVENCIÓN DEL RIESGO MECÁNICO POR CAÍDA DE ROCA EN MINERÍA  
SUBTERRÁNEA DE ORO EN LA EMPRESA QUINTANA S.A.S DE REMEDIOS  
ANTIOQUIA**

**PRESENTADO POR**

LINA MARCELA GIRALDO RAMÍREZ CÓDIGO 1811980680

YINA MARCELA PENAGOS CÓDIGO 1811980714

MARIO SIERRA GUISAO CÓDIGO 1811981047

**DIRIGIDO POR**

YANETH PATRICIA ARMESTO PABÓN. MGS.

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA POLITÉCNICO GRANCOLOMBIANO  
FACULTAD DE SOCIEDAD, CULTURA Y CREATIVIDAD  
ESCUELA DE PSICOLOGÍA, TALENTO HUMANO Y SOCIEDAD  
PROFESIONAL EN GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD LABORAL**

**BOGOTÁ, NOVIEMBRE DE 2020.**

---

---

## **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

### **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a Dios por darnos la vida, el empleo ya que sin él no hubiera sido posible continuar creciendo profesionalmente, gracias a los familiares que permanecieron a nuestro lado a lo largo de esta experiencia de crecimiento, por su soporte y comprensión, gracias a la compañía Quintana S.A.S por brindarnos la oportunidad de poder tener acceso a la información necesaria para poder lograr los nuestros objetivos propuestos, sin esta información no hubiera sido posible esta investigación, a la institución educativa Politécnico Gran colombiano por brindarnos tantas herramientas de aprendizaje desde la virtualidad, por poder contar con profesores tan dedicados y profesionales en su carrera y entrega, a la profesora Yina Patricia por ser la tutora de nuestro proyecto de grado, por guiarnos y acompañarnos en este camino, por su paciencia y disposición para guiarnos en nuestro trabajo de investigación.

Hoy podemos decir que lo logramos, que valió la pena tanto sacrificio y entrega por lograr nuestros sueños de ser Profesionales, para servir más a la sociedad en todos los conocimientos recibidos.



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

### LISTADO DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Factores que influyen en la inestabilidad del terreno .....	47
<b>Tabla 2</b>	Empleados directos .....	57
<b>Tabla 3</b>	Personal contratista .....	58
<b>Tabla 4</b>	Presupuestos .....	61
<b>Tabla 5</b>	Cronograma .....	63
<b>Tabla 6</b>	Causas inmediatas .....	75
<b>Tabla 7</b>	Causas básicas .....	76



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

### LISTADO DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Pirámide de Bird .....	26
<b>Figura 2</b>	Pirámide de Tye/Pearson .....	27
<b>Figura 3</b>	Valores de probabilidad y severidad.....	30
<b>Figura 4</b>	Evaluación de Riesgos Laborales .....	31
<b>Figura 5</b>	Modelo de Gestión de Riesgo .....	32
<b>Figura 6</b>	Secuencia Para Elaborar IPVR .....	35
<b>Figura 7</b>	Jerarquizaciones de controles .....	37
<b>Figura 8</b>	Efecto escala, desde roca intacta hasta un macizo rocoso muy fracturado .....	40
<b>Figura 9</b>	Relevancia del estado tensional en el diseño del sostenimiento en una galería .....	41
<b>Figura 10</b>	Muestra diferentes esquemas de avance, favorables o desfavorables en función de la presencia de fallas y las tensiones tectónicas acumuladas. ....	45
<b>Figura 11</b>	Influencia de la forma y tamaño de la excavación. ....	46
<b>Figura 12</b>	Porcentaje exposición género .....	59
<b>Figura 13</b>	Frecuencia de accidentalidad .....	65
<b>Figura 14</b>	Frecuencia accidentalidad Contrate S.A.....	65
<b>Figura 15</b>	Frecuencia accidentalidad Quintana S.A.S.....	66
<b>Figura 16</b>	Día de la semana.....	66
<b>Figura 17</b>	Agente de riesgo .....	67
<b>Figura 18</b>	Peligro.....	68
<b>Figura 19</b>	Agente del accidente.....	69
<b>Figura 20</b>	Tipos de accidentes.....	70
<b>Figura 21</b>	Agente Vs Gravedad de la lesión.....	71
<b>Figura 22</b>	Parte del cuerpo afectada .....	72
<b>Figura 23</b>	Cargo.....	73
<b>Figura 24</b>	Comparativo de accidentalidad por año .....	74
<b>Figura 25</b>	Condiciones de riesgos en mina .....	77
<b>Figura 26</b>	Fotografías reales en mina Quintana SAS .....	77
<b>Figura 27</b>	Probabilidad del riesgo .....	78
<b>Figura 28</b>	Mapa de calor .....	79
<b>Figura 29</b>	Riesgo crítico .....	80

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

<b>Figura 30</b>	Análisis del impacto de la accidentalidad.....	82
<b>Figura 31</b>	Fotografías reales en mina Quintana SAS .....	83
<b>Figura 32</b>	Fotografías reales en mina Quintana SAS .....	84
<b>Figura 33</b>	Sin consentimiento Vs con consentimiento .....	85
<b>Figura 34</b>	Instalación de puerta .....	85
<b>Figura 35</b>	Actividad de desabombe.....	86
<b>Figura 36</b>	Señalización.....	87
<b>Figura 37</b>	Pendón informativo .....	88
<b>Figura 38</b>	Divulgación de estrategia de sostenimiento y desabombe .....	91
<b>Figura 39</b>	Divulgación de procedimiento de desabombe al personal de mantenimiento.....	92
<b>Figura 40</b>	Capacitación a la brigada y socorredores mineros en atención primaria ABC .....	92



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

### TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>1.0. TÍTULO DEL PROYECTO .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1 SITUACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2 JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>14</b>
<b>1.3 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS.....</b>	<b>15</b>
<b>1.3.1 Objetivo general. ....</b>	<b>15</b>
<b>1.3.2 Objetivos específicos . ....</b>	<b>15</b>
<b>2.0.MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1 MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.1 Riesgo mecánico.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.2 Accidentalidad. ....</b>	<b>17</b>
2.1.2.1 Índices estadísticos de siniestralidad.....	18
2.1.2.2 Caracterización de Accidentalidad.....	23
2.1.2.3 Patología de los Accidentes de Trabajo..	24
2.1.2.4 Causas de Accidentalidad.....	27
<b>2.1.3 Identificación de peligros y valoración de los riesgos (Ipvr). ....</b>	<b>28</b>
2.1.3.1 Actividades para identificar os peligros y valorar los riesgos. .....	33
<b>2.1.4 Medidas de intervención.....</b>	<b>35</b>
2.1.4.1 Controles en la fuente, medio y Persona. ....	36
2.1.4.2 Jerarquización de controles.....	36
<b>2.1.5 Macizo Rocoso.. ....</b>	<b>38</b>
<b>2.1.6 Caracterización del macizo rocoso. . ....</b>	<b>39</b>
<b>2.1.7 Estado de la tensión.....</b>	<b>40</b>
<b>2.1.8 Mecanismos de rotura.....</b>	<b>41</b>
<b>2.1.9 Factores geológicos.....</b>	<b>42</b>
<b>2.1.10 Factores ambientales.....</b>	<b>42</b>

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

2.1.11	Método de explotación.. .....	42
2.1.12	Efectos por voladura.. .....	42
2.1.13	Perforación Incorrecta.....	42
2.1.14	Corrosión de los elementos de sostenimiento.....	42
2.1.15	Incorrecta Instalación del Sistema de Sostenimiento.....	43
2.1.16	Cambio del Mecanismo de Carga en el Anclaje.. .....	44
2.1.17	Experiencia de los operadores.....	44
2.1.18	Interacción de factores críticos.. .....	44
2.1.19	Factores geométricos.....	45
2.2	<b>ESTADO DEL ARTE .....</b>	<b>48</b>
2.2.1	Ámbito Internacional.....	48
2.2.2	Ámbito nacional.....	50
2.2.3	Ámbito regional.....	52
3.0	<b>DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>54</b>
3.1	<b>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>54</b>
3.1.1	Fases.....	56
3.2	<b>POBLACIÓN OBJETO .....</b>	<b>57</b>
3.3	<b>TÉCNICA .....</b>	<b>60</b>
3.3.1	Fuentes de información.....	60
3.4	<b>PRESUPUESTO .....</b>	<b>61</b>
3.5	<b>DIVULGACIÓN.....</b>	<b>63</b>
4.0	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>64</b>
4.1	<b>CARACTERIZACIÓN ACCIDENTALIDAD POR RIESGO MECÁNICO</b>	<b>64</b>



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

4.1.1	Causas de los accidentes.. .....	74
4.1.2	Condiciones inseguras de la mina subterránea de oro Quintana S.A.S Remedios, Antioquia.. .....	77
4.1.3	Evaluación y valoración del riesgo mecánico.. .....	78
4.2	ANÁLISIS DEL IMPACTO .....	80
4.3	MEDIDAS DE INTERVENCIÓN PARA EL CONTROL DEL RIESGO MECÁNICO .....	82
4.3.1	Controles en la fuente. ....	82
4.3.2	Controles en el medio.....	86
4.3.2.1	Señalización necesaria.....	87
4.3.3	Controles en la persona.....	88
4.3.4	Campaña de sostenimiento y desabombe.....	89
4.4	PLAN DE INTERVENCIÓN PARA LA PREVENCIÓN DEL RIESGO MECÁNICO POR CAÍDA DE ROCA .....	93
4.4.1	Seguimiento a las medidas de intervención.....	93
	CONCLUSIONES .....	94
	RECOMENDACIONES .....	96
5	BIBLIOGRAFÍA .....	97
	ANEXO A. GLOSARIO .....	99
	ANEXO B. PROGRAMA DE SOSTENIMIENTO .....	100
	ANEXO C. LISTA DE VERIFICACIÓN SOSTENIMIENTO.....	113
	ANEXO D. PLAN DE INTERVENCIÓN PARA LA PREVENCIÓN DE CAÍDA DE ROCA .....	1
	ANEXO E. LISTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO PLAN DE INTERVENCIÓN .....	1
	ANEXO F. PRÁCTICA SEGURA DE SOSTENIMIENTO DE MINA SUBTERRÁNEA 3	
	ANEXO G.PRÁCTICA SEGURA DE DESABOMBE EN MINERÍA SUBTERRÁNEA DE ROCAS SUELTAS .....	6





## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

### Introducción

En Antioquia se encuentran actividades de minería tales como: Extracción de minerales metalíferos, extracción de diferentes tipologías de minas y de cantera; así como actividades dedicadas a los servicios de apoyo relacionados con la explotación de las minas y también las canteras, también la extracción del carbón de piedras y lignito, extracción de petróleo crudo y gas natural, todas estas labores son fuentes generadoras de ingreso para miles de familias colombianas, actividad que es llevada de generación en generación.

El sector minero es una de las actividades económicas que más aportan a la economía a nivel nacional, contribuyen al desarrollo del país en todos los ámbitos empresariales, se generaron ingresos según la Revista Negocios (2019) aproximadamente de 62,6 billones de pesos en el año 2019, sin embargo, también es una de las actividades económicas más accidentadas y con mayor mortalidad, tomando los primeros lugares con el sector construcción según los informes anuales de Fasecolda (2019) y según datos en el 2018, se presentaron 645.119 accidentes de trabajo, que representó una disminución relativa de la accidentalidad relacionada con el ámbito laboral de 2,3% con respecto al año 2017, aunque no hubo un aumento significativo en frecuencia de accidentalidad, si preocupa la mortalidad, donde según los mismos datos para el año 2018 ocurrieron 569 muertes de origen laboral en este sector minero.

De acuerdo con el Ministerio de Trabajo en Colombia, se vienen documentando y registrando indicadores de accidentalidad en el sector minero, el cual muestra el índice de accidentes a causa de los riesgos laborales a los que se están expuestos los trabajadores al interior de las minas, siendo el riesgo mecánico uno de los principales.



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

En Colombia se viene implementando un marco legal desde 1993 con el Decreto 2222 en el que se establece la reglamentación en minerías a cielo abierto, para el año 2015, se crea el Decreto 1886 en el que se expide el Reglamentación de minerías subterráneas, permitiendo una mejor gestión de los riesgos en este sector económico; por medio de la Agencia Nacional de Minería y sus oficinas a nivel nacional, se establecen parámetros y métodos de seguridad en la minería mecanizada y artesanal en varios departamentos de Colombia.

Quintana S.A.S. es una empresa colombiana, con sede principal en Remedios Antioquia, se dedica a la explotación mineral de oro y plata industrial, esta extracción de mineral se realiza mediante un proceso de minado subterráneo que comprende actividades de perforación, voladura, ventilación, sostenimiento, transporte de material y tratamiento en planta de beneficio. La empresa fue fundada el 28 de enero de 2008, actualmente emplea a 212 personas, 32 propios de la empresa y 180 contratistas, entre sus principales riesgos se encuentra el mecánico (elementos o partes de máquinas, equipos, herramientas, materiales proyectados sólidos o fluidos, piezas a trabajar, caída de rocas) fuente de la mayor accidentalidad en los últimos tres años.

Es por eso, que se debe construir y mantener un programa para proveer un sistema de sostenimiento de cubiertas o techos en la mina con las medidas y medios necesarias para acompañarlo. Los hastiales y techos de todas las vías de transporte, vías subterráneas y todos los sitios de trabajo activos, deben ser reforzados para resguardar a las personas de posibles caídas o desprendimientos de roca desde los techos y costados.

Por lo tanto, el propósito de esta investigación es identificar los factores personales y del trabajo que influyen en los accidentes laborales por riesgo mecánico, para hacer una intervención administrativa y operativa de este agente de accidentalidad, generado por el



## **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

desprendimiento de roca al interior de la mina de oro Quintana S.A.S. en Remedios Antioquia, involucrando al personal de la empresa y a los contratistas.

La investigación se realizará con el consolidado de los accidentes del presente año y los dos años anteriores, donde se pretende identificar la cantidad de accidentes de trabajo por riesgo mecánico caída de rocas en distintos periodos de tiempo, fortalecer los planes de acción identificados y emitir conceptos favorables para la prevención de estos eventos, para esto es necesario, realizar un plan de intervención en la mina, teniendo como base dicha accidentalidad, principalmente en minería artesanal, debido a la complejidad, tamaño, y la posición de excavaciones que presentan conflictos relacionados con la estabilidad de las mismas, la tarea principal debe ser el soporte de las excavaciones productivas, ya que el soporte tiene por objetivos: la seguridad e integridad de las personas que laboran allí y de los equipos o cuadrillas que laboran dentro de la excavación, del mismo modo, garantizar la funcionalidad de dicha cavidad.



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

### 1.0. Título del proyecto

INTERVENCIÓN DEL RIESGO MECÁNICO POR CAÍDA DE ROCA EN MINERÍA  
SUBTERRÁNEA DE ORO EN LA EMPRESA QUINTANA S.A.S DE REMEDIOS  
ANTIOQUIA

#### 1.1 Situación del problema

En la mina subterránea de oro Quintana S.A.S en Remedios, Antioquia se presenta el riesgo mecánico el cual se produce en todas las operaciones que implican la manipulación de herramientas manuales de corte entre estas se encuentran troceros, serruchos, sierras, achuelas y azuelas, que son las que se utilizan en de forma preliminar al preparar la madera que se emplea en labores de sostenimiento, al igual que herramientas de impacto tales como martillos, macetas, porras, operación de equipos y maquinarias donde se utilizan malacate, compresor, ventilador, bandas transportadoras, perforadoras neumáticas, martillos demolidores entre otros, riesgo que se puede manifestar a través de los golpes con objetos fijos o móviles, por medio de cortes, golpes, quemaduras, atrapamientos en engranajes, bandas de transportación, proyección de partículas, explosiones, caídas al mismo y distinto nivel, desprendimiento, desplome, derrumbes.

Actualmente, en la mina no se realiza mantenimiento de ningún tipo es decir ni preventivo ni correctivo a las herramientas y equipamientos empleados, hay ausencia de guarda de seguridad, aunque se dispone de los equipos de protección individual adecuados y se brinda adiestramiento en aspectos de seguridad, salud y prevención en el trabajo, muchas de las acciones de control implantadas se omiten, lo que ha causado accidentes al trabajador



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

de la minería por atrapamiento, abrasiones, golpes, aplastamientos, contusiones, la caída de objetos y quemaduras, contacto con elementos corto punzantes causando diversas lesiones.

Por lo que, se viene presentado un alto índice de accidentalidad y ausentismo de su personal propio y contratista, de acuerdo a la caracterización de la accidentalidad se han presentado en los últimos tres años 2.031 días de ausencia por accidente de trabajo. Esto se debe a la falta de control de riesgos en el la fuente u origen, el medio y el individuo, situación que preocupa a la alta gerencia, al personal administrativo y operativo, dada la ausencia del personal; ocasionando baja productividad en la mina, al no tener el personal suficiente activo para todo el proceso.

Esta accidentalidad, ha sido generador de pérdidas de la funcionalidad para la capacidad laboral, pérdidas por incapacidades, que constituyen un costo elevado que puede ser directo e indirecto por las indemnizaciones, reivindicaciones, e incluso el daño moral.

De igual forma, la empresa actualmente, no tiene las herramientas para monitorear, evaluar, controlar y prevenir el problema, por lo tanto, se plantea realizar un análisis técnico de las posibles relaciones de los eventos materializados por el riesgo mecánico en desprendiendo de rocas, con los comportamientos humanos y la falta de control en la fuente, de ahí determinar planes de acción encaminados al entrenamiento y capacitación de todo el personal, programas y procedimientos de trabajo seguros adecuados a cada labor y prácticas seguras dentro de sus procesos preoperacionales, fortalecer las medidas de acción en observación y cambio del comportamiento, además proponer medidas de control de ingeniería para el sostenimiento al interior de la mina, tales como puerta alemana, botadas grandes o tacos, cuadros y canastas ( todos estos en material en madera). (TODO SOBRE MINERIA, 2013, pág. 1)

---

---

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

Siendo el riesgo mecánico el principal mecanismo de accidente en la mina Quintana de oro S.A.S, el cual genera los eventos graves y ausentismo en la empresa, se plantea la siguiente pregunta de investigación.

¿Cómo reducir la accidentalidad generada por el riesgo mecánico debido a caída de roca al interior de la mina Quintana S.A.S ubicada en Remedios Antioquia?

### 1.2 Justificación

El abordaje preventivo de la accidentalidad y morbilidad por enfermedad laboral siempre será una de las principales razones por la cual se diseña y controla la implementación o activación de un Sistema de Gestión orientado hacia la Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST), en toda organización en las cuales se presentan accidentes laborales leves, graves y mortales, los cuales causan afectaciones al trabajador y a su familia desde el ámbito psicológico y económico, de la misma manera genera grandes pérdidas económicas a la empresa.

Este proyecto de investigación es diseñado por estudiantes que buscan formarse como profesionales de SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO de la Institución Universitaria Politécnico GRANCOLOMBIANO y así poder contribuir con nuestro conocimiento en la organización Quintana S.A.S en Remedios Antioquia para proponer medidas de intervención al riesgo mecánico, por tal razón el proyecto está elaborado con un alto rigor académico e investigativo, donde se analizará más al detalle el riesgo mecánico por desprendimiento de roca al interior de la mina subterránea de oro en la empresa Quintana S.A.S en Remedios Antioquia, la que en los últimos 3 años en la empresa temporal CONTRATE S.A se han generado 4 accidentes graves por fracturas en miembros superiores e inferiores ocasionados por riesgo mecánico, generando 387 días perdidos y 13 accidentes severos con 991 días perdidos, de los cuales 12 fueron presentados por la empresa temporal CONTRATE S.A y 1

---

---

## **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

por la mina QUINTANA S.A.S , aumentando el ausentismo en la empresa y disminuyendo la productividad en la mina, en el proceso de investigación se realizará un análisis causal de los eventos ocurridos, con el fin de identificar las causas básicas e inmediatas que han ocasionado los eventos, cuyo propósito es definir y/o proponer medidas de intervención eficaces que reduzcan el riesgo y proponer estrategias que apoyen continuamente el SGSST y al mismo tiempo favorecer la productividad de la mina disminuyendo el ausentismo en la organización y mejorando las condiciones de seguridad y salud para sus empleados.

### **1.3 Objetivos generales y específicos**

#### **1.3.1 Objetivo general.**

Proponer un plan de intervención para disminuir el riesgo mecánico por desprendimiento de roca al interior de la mina Quintana S.A.S ubicada en Remedios Antioquia.

#### **1.3.2 Objetivos específicos.**

Caracterizar la accidentalidad laboral por riesgo mecánico ocurrida en la mina en los últimos tres años, para identificar las causas que han ocasionado los eventos.

Analizar el impacto de las medidas de intervención existentes a partir de las causas básicas e inmediatas de los accidentes de trabajo.

Establecer controles en la fuente, medio e individuo para la intervención del riesgo mecánico con base en el análisis realizado.



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

### 2.0. Marco teórico y estado del arte

#### 2.1 Marco teórico

**2.1.1 Riesgo mecánico.** Según información tomada de la Universidad Carlos III, “esta tipología de riesgo involucra factores físicos que pueden potenciar la ocurrencia de una lesión gracias al efecto mecánico de elementos de maquinarias, interacción del hombre con las piezas o elementos del trabajo, proyección de materiales, o particular tanto solidas como liquidas, así como el empleo de herramientas” (p.1).

De acuerdo con “Ruiz, Jiménez, Chiquillo y Castro (2015) las principales causas de riesgos mecánicos involucra la interacción del hombre con las herramientas con las que se apoya para trabajar, las maquinarias o equipos que emplea para transformar los materiales de trabajo, así como el medio o instalaciones en donde se desenvuelve el trabajador y que pudieran potenciar que este se lesione.” (Gomez & Mendez, 2017, pág. 28)

Herramientas manuales que son inadecuadas o se encuentran defectuosas, se hace mal uso de ellas o que carecen de mantenimiento.

Herramientas eléctricas no adecuadas para la tarea, con aislamiento defectuoso o carente de mantenimiento.

Carencia del mantenimiento correspondiente tanto preventivo como correctivo.

Herramientas mecanizadas con ausencia de los debidos resguardos, o que se encuentran descalibradas, desalineadas, sin aislamientos, con escapes o utilizadas de forma inadecuada.

Herramientas ya sean neumáticas o hidráulicas, ambientes o medios de trabajo que carecen de válvulas o mecanismos de emergencia o seguridad, o en su defecto que se encuentren en condiciones no apropiadas.





## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

Aparatos eléctricos sin guardas protectoras en los puntos de peligro o posible contacto con el operario, anclaje deficiente o inapropiado en las maquinarias.

Los factores de riesgos mecánicos denotan la ausencia o deficiencia de medidas de control apropiadas en aquellos equipos, máquinas u objetos, piezas a trabajar o proyección de materiales, fluidos o sólidos, herramientas cuyas características de concepción o disposición de las mismas tienen el potencial de riesgo negativo al hacer contacto con los trabajadores generando lesiones o daños.

Las principales fuentes generadoras que se pueden encontrar son”: atrapamiento entre o por objetos, atrapamiento por volcamiento de vehículos o máquinas, desprendimiento de roca, desplazamiento de objetos que se encuentran empaletizados o dispuestos en altura, caída de objetos al momento de ser manipulados o trasladados por el operario, golpes contra objetos estáticos, posibilidad de ser golpeado por herramientas u objetos en movimiento, proyección de partículas sólidos o líquidos, explosión (Empresalud, 2018), para evitar la ocurrencia de accidentes se debe tomar en consideración el estudio y profundización del riesgo y sus consecuencias, las cuales son “proceso para comprender su naturaleza y para determinar su peligrosidad” (Universidad Carlos III Madrid, 2018).

**2.1.2 Accidentalidad.** Los accidentes de trabajo están definidos en Colombia por el marco legal Decreto-Ley 1562 del año 2012 donde se define en el artículo numero 3 el accidente de trabajo como *“todo evento inesperado que acontezca debido al trabajo o con ocasión de este, que produce en el individuo una daño o traumatismo orgánico, una alteración funcional, estructural o mental con la consecuyente invalidez o muerte”* generando pérdidas humanas y materiales a las organizaciones, una que inquiete mucho es el ausentismo

---

---

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

derivado de los accidentes de trabajo que ocasionan pérdida en la productividad por la ausencia del trabajador. (El Congreso de Colombia, 2012, pág. 3)

Además, en la Resolución 1401 del 2007, define que en función al diagnóstico del evento o hecho los accidentes se clasificaran en leves, mortales o graves, el accidente grave está definido como aquel que tiene como consecuencias: la amputación o pérdida completa de cualquier segmento corporal, así como también la fractura aplastamientos de huesos largos de miembros superiores o inferiores (húmero, radio y cúbito en los miembros superiores y en los miembros inferiores fémur, tibia, peroné); trauma craneal encefálico; traumatismos severos de columna vertebral con afectación de médula espinal; quemaduras, lesiones a nivel de los ojos, que comprometen la funcionalidad de la vista, así como la agudeza o el campo visual; lesiones auditivas (Ministerio de la Protección Social, 2017).

Todos estos eventos se pueden presentar en la minería subterránea por la exposición a todos los agentes de riesgos en el proceso de excavación y extracción de los minerales, siendo la minería considerada como una actividad altamente peligrosa, definida en el Decreto 2090 del 2003, debido a la probabilidad y consecuencias derivadas a la exposición a los peligros presentes en estas actividades, tales como: químico, mecánico, carga física, físico, locativo entre otros, siendo el riesgo mecánico por desprendimiento de caída de roca uno de los más representativos y con consecuencias graves y/o mortales.

A continuación, se mencionan los índices de accidentalidad que ayuda a las empresas a medir los resultados o desviaciones que se estén presentando en su SG-SST, lo que ayuda a definir o redefinir planes de acción para la corrección de los hallazgos.

**2.1.2.1 Índices estadísticos de siniestralidad.** Los datos estadísticos permiten hallar conclusiones e indicadores sobre el comportamiento de los siniestros y permite tomar



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

decisiones para asumir o direccionar las acciones preventivas o correctivas. Además, es importante como estrategia de confirmación sobre el nivel de utilidad de las medidas aplicadas. Con el propósito de obtener las cifras o indicadores de referencia comparativos de la siniestralidad, se utilizan los índices para calcular con unos parámetros determinados. A continuación, se presentan los patrones estadísticos que son empleados de acuerdo a la XVIª Conferencia Internacional de Estadígrafos del Trabajo de la Organización Internacional del Trabajo (2011).

Se establecen los criterios emitidos las “Estadísticas de accidentes de trabajo” por parte de la Subdirección General de Estadísticas Sociales y Laborales del Ministerio de Trabajo e Inmigración en los centros de trabajo puedan calcular y hallar índices de comparación con las estadísticas oficiales que publica el órgano rector en la materia (p.67).

Índice de frecuencia: dicho índice es el valor que muestra el conjunto de siniestros que se presentan en un centro de trabajo u organización de cualquier sector productivo o industrial, para poder efectuar valoraciones comparativas. Para hallarlo se debe poseer el número total de accidentes que ocurrieron entre el valor de la jornada representado en horas efectivas trabajadas, contra un multiplicador estándar que representa un millón. Este cálculo se expresa de la siguiente manera:

$$If = \frac{N^{\circ} \text{ total de accidentes}}{N^{\circ} \text{ total de horas trabajadas}} \times 1.000.000$$

El índice constituye el número de siniestros sucedidos en un millón de horas laboradas. Para calcularlo se deben registrar solo los siniestros que ocurrieron al existir exposición al riesgo estrictamente laboral. Por lo que se deberían exceptuar los siniestros de



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

traslado del domicilio al trabajo y viceversa, conocidos como accidentes “In Itinere”, quedan exceptuadas las recaídas como otro accidente. Ahora bien en vista que el índice que establece la frecuencia de ocurrencia de los siniestros sirve para fijar un valor al riesgo, las horas laboradas consideradas, que se representan en el denominador de la ecuación, deben ser las de contacto con el riesgo, excluyendo las relativas a vacaciones, permisos e incapacidades por enfermedad (Belloví, Solá, García, & Ardanuy, 2011, pág. 68).

Para registrar la cantidad de personas con exposición al riesgo, debe considerarse que no todas las personas que son parte de la nómina de una empresa u organización están expuestos al mismo riesgo, lo que permite computar valores diferenciados para grupos donde los riesgos son homogéneos. Es necesario diferenciar los siniestros con pérdida o sin pérdida tiempo, con que se calcula el indicador de frecuencia de los siniestros o accidentes en ambos casos. Para las estadísticas reglamentarias oficiales se considera solo el índice de frecuencia para los accidentes que ocurren en la jornada laboral y con ausencia o baja del operario; y el número global de las horas laboradas se halla aplicando el factor multiplicador del número de trabajadores con exposición al riesgo, por la media de las horas en un año que han sido trabajadas efectivamente por un operario (Belloví, Solá, García, & Ardanuy, 2011, pág. 69).

Dentro de las estadísticas de los accidentes ocurridos en la faena de trabajo con ausentismo del trabajador involucra los accidentes que sucedieron en alguna de las siguientes eventualidades: en otro centro o entidad de trabajo, en el desplazamiento durante la jornada laboral, dentro del trabajo habitual (Belloví, Solá, García, & Ardanuy, 2011, pág. 68).

Los accidentes de trayecto o “in itinere” deben contarse aparte, de manera que la sumatoria de los siniestros ocurridos en horas laborales, adicionales a los “in itinere” arrojan un total relacionado con la accidentalidad con bajas o ausentismos. Así mismo se pueden calcular aparte, el indicador de frecuencia exclusivamente relacionado con los eventos



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

accidentales que han ocasionado la muerte. Este índice relacionado con la frecuencia se suele computar ya sea de forma mensual y/o anual. También es importante utilizar el índice de frecuencia acumulado para un año de trabajo, en donde mes a mes hallamos el valor del índice acumulando, los accidentes que ocurrieron y las horas laboradas durante todo el año.

Debiendo coincidir el índice acumulado del último mes del año al cerrar labores con el índice de la frecuencia para el año.

El número total de horas laboradas y del índice de frecuencia que se espera para un período de tiempo determinado para un año, permite trazar una curva que estipula los valores límite que no deben ser sobrepasados por el índice acumulado. En el análisis comparativo es importante que en la evolución de la siniestralidad se tomen en consideración los valores promedio correspondientes al sector económico o la actividad a la cual pertenece. Es recomendable examinar referencialmente las Notas Técnicas de Prevención 236/1989 y 593/2001 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo, titulada “accidentes de trabajo: control estadístico” y “La gestión integral de los accidentes de trabajo (II): control estadístico” para la ampliación de este tema (Belloví, Solá, García, & Ardanuy, 2011, pág. 69).

- ***Índice de gravedad***

En el índice previamente demostrado se determina la siniestralidad, excluyendo la severidad de las lesiones. Reconociendo que este aspecto puede ser medido por la cantidad de días de la baja, está establecido el índice de severidad o gravedad mediante el conteo de los días o jornadas no laboradas o días de trabajo perdidos, como secuela de los accidentes que sucedieron en un número de horas efectivamente trabajadas por un grupo de trabajadores, teniendo como estándar, que mil es el número constante de horas trabajadas. Dicho índice

---

---

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

significa la cantidad de jornadas que se perdieron de acuerdo a cada mil horas que el trabajador estuvo expuesto al riesgo (Santos, 2014).

La expresión utilizada para su cálculo es la siguiente:

$$If = \frac{N^{\circ} \text{ total de dias perdidos}}{N^{\circ} \text{ total de horas trabajadas}} \times 103$$

- **Índice de Incidencia**

El índice de incidencia se precisa la relación entre el número o cantidad de accidentes que se han registrado en un lapso de tiempo y la media de la cantidad de personas expuestas a riesgo, considerados durante el mismo periodo de tiempo. Usualmente se utiliza como lapso de tiempo el equivalente a un año. Este cálculo se expresa de la siguiente manera:

$$II = \frac{N^{\circ} \text{ total de accidentes}}{N^{\circ} \text{ medio de personas expuestas}} \times 100.000$$

Este índice constituye la cantidad de accidentes que sucedieron en el lapso de un año, por cada cien mil operarios con exposición al riesgo. Aplica en las situaciones que no se conoce el número de horas laboradas y la cantidad de expuestos al riesgo es altamente cambiante entre un día y otro, dificultando hallar el índice de frecuencia. Este índice toma en consideración, el número total de accidentes con ausentismo o bajas. Adicionalmente se puede computar la incidencia de accidentes con efecto mortales tal como se indica más adelante. En las estadísticas estatales el numerador es proporcional a los siniestros que ocurrieron durante la jornada laboral y que generaron ausentismo o la baja del trabajador; aquí



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

el denominador es el promedio de los trabajadores que pertenecen a la Seguridad Social en aquellos regímenes que tienen cubierta de forma específica la contingencia de accidente de trabajo, durante el periodo de una anualidad. Como se ha enunciado, en las estadísticas oficiales publicadas a partir del año 2000 el índice se computa por cada cien mil trabajadores, para armonizar con los índices utilizados en el ámbito europeo. (CEEC , 2015, pág. 10)

**2.1.2.2 Caracterización de Accidentalidad.** Caracterizar los accidentes de trabajo es fundamental para generar las estrategias necesarias y adecuadas en la prevención de los accidentes de trabajo, ya que me brinda información acerca del mecanismo del accidente, el agente, la parte del cuerpo entre otras y en base a este análisis se definen las estrategias para la mitigación del riesgo.

La caracterización parte del análisis del conocimiento de los riesgos y peligros laborales a los cuales se encuentran expuestos los mineros, empezando con el registro y levantamiento de información relacionada con los accidentes e incidentes de trabajo relacionados con el riesgo mecánico para finalizar con el protocolo de investigación de accidentes, en el que se identifican las actividades y procesos que representan mayor accidentalidad en la mina. Basado en esta información, se podrán adelantar acciones que motiven el logro de hábitos organizacionales de prevención que propenda un ambiente de trabajo seguro y saludable dentro de la mina objeto de estudio (Belloví, Solá, García, & Ardanuy, 2011, pág. 23).

La importancia de la caracterización da un amplio panorama de los accidentes e incidentes que ocurrieron en un tiempo específico, obteniendo datos analísticos y estadísticos que contribuyan a la promoción del plan de acción para emprender soluciones para la problemática, brindando así la oportunidad centrar la atención hacia la prevención de accidentes e incidentes laborales, encontrando la relación de causalidad y sus efectos que



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

serán tratadas a través de la caracterización realizada. Esto será posible mediante la ejecución del procedimiento de investigación de accidentes e incidentes de trabajo de forma tal que se logre evitar la ocurrencia de nuevos casos (Belloví, Solá, García, & Ardanuy, 2011, pág. 14).

**2.1.2.3 Patología de los Accidentes de Trabajo.** Los accidentes de trabajo generalmente provocan lesiones físicas que se manifiestan de formas diferentes y tener una gravedad variable, así mismo las secuelas de un accidente de trabajo puede conllevar a una enfermedad, por ejemplo: un accidente biológico tipo pinchazo (lesión) con una aguja infectada, puede fácilmente inocular el virus de la hepatitis o VIH, los cuales desencadenan síntomas relacionados con una enfermedad. Los accidentes generan la patología específica aguda o sobreaguda del trabajo. Las lesiones pueden clasificarse en: sensorialmente dolorosas, psíquicas, estructurales o funcionales y en última instancia la muerte (Univesidad del pais vasco, 2005, pág. 60).

Los daños psíquicos son muy variables de acuerdo a los contextos en los que se sucedió el siniestro o accidente y del perfil de psicosocial de la víctima (Univesidad del pais vasco, 2005, pág. 64).

Las lesiones sensorialmente dolorosas suelen ir de la mano de experiencias psico emocionales negativas y desagradables.

Las lesiones fisiológicas, causadas en su mayoría por golpes, caídas, contacto con herramientas cortopunzantes entre otras generando en las personas heridas, fracturas, laceraciones, quemaduras, traumas osteomusculares por sobreesfuerzo en la manipulación manual de cargas, en la minería se presenta en muchas ocasiones este tipo de eventos, en su mayoría de casos por la falta de orden y aseo, por el terreno irregular, además por golpes por el desprendimiento de caída de roca al interior de la mina.





## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

La muerte es el último desenlace de una lesión fisiológica afectando órganos y funciones vitales. En Antioquia se han presentado muertes en minería subterráneas artesanales por el daño en la estructura, donde los obreros quedan atrapados o por desprendimiento de rocas muy grandes.

Es de dominio o información pública y reconocida que las labores de la minería son una de las actividades más riesgosas para los trabajadores que desempeñan dichas labores (Belloví, Solá, García, & Ardanuy, 2011).

Estos trabajadores enfrentan riesgos diarios, y si se hacen realidad en un accidente, pueden dañar seriamente su salud. Además, dado que la mayor parte del trabajo minero se realiza al aire libre, esto expone a los trabajadores a condiciones ambientales extremas, y el hecho de que el lugar de trabajo también esté cambiando rápidamente con el tiempo hace que estos riesgos sean aún peores. A veces todos los días.

Por todo lo anteriormente expuesto se puede inferir que es muy probable la ocurrencia de accidentes en este sector y de acuerdo a su siniestralidad se estaría prediciendo estadísticamente de que tal accidente tiene altas probabilidades termine con el consecuente fallecimiento del trabajador. Del mismo modo es factible la presencia de otros riesgos de menor envergadura que si bien no tienen consecuencias tan fatales para el personal trabajador pueden generar “incidentes” que también pudieron predecirse (hernandez, 2017, pág. 1).

Frank Bird (1921-2007) abrió una investigación, a finalizando de la década de los años setenta, donde reunió más de 1.750.000 accidentes con los que pudo concluir que por cada accidente mortal 10 accidentes eran graves y ameritaron la baja del trabajador, para 30 de los casos solo causaron daños a nivel material, otros 600 casos fueron incidentes (casi accidentes), sin lesiones corporales ni perdidas a nivel material. Desarrollando la conocida Pirámide de Bird o pirámide de accidentes.

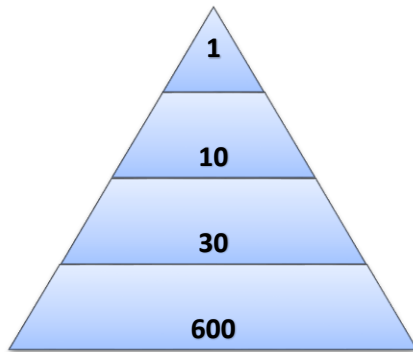


## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

Accidente grave o lesión incapacitante 600 Incidentes.

**Figura 1**

*Pirámide de Bird*



Fuente: (hernandez, 2017)

Un reconocido estudio como el efectuado por Bird en EEUU (1969), definía siempre con un valor orientativo, que la proporcionalidad entre los accidentes era la siguiente: para cada accidente con lesiones graves se generan 10 accidentes con lesiones leves, 30 de los accidentes con deterioros desde el punto de vista material o a la propiedad; 600 de los casos fueron incidentes que no generaron lesiones ni averías importantes visibles. Este estudio se basó en el análisis de 1.753.498 accidentes que fueron notificados por 297 organismos oficiales en EEUU, representando a 21 tipos diferentes de establecimientos y conto con 1.750.000 trabajadores, que representaron más de 3.000 millones de horas laboradas durante el periodo de tiempo analizado.

Por otra parte, Tye/Pearson (1974-75), se basó en un estudio, de casi 1.000.000 de accidentes relacionados con la industria británica, donde se obtuvo la siguiente proporción relativa: por cada accidente mortal o con lesión grave, se generan 3 accidentes de carácter leve, que ameritaron el ausentismo del trabajador durante 3 días como mínima medida, por otra parte cincuenta de los traumatismos requirieron auxilios inmediato, ochenta de los

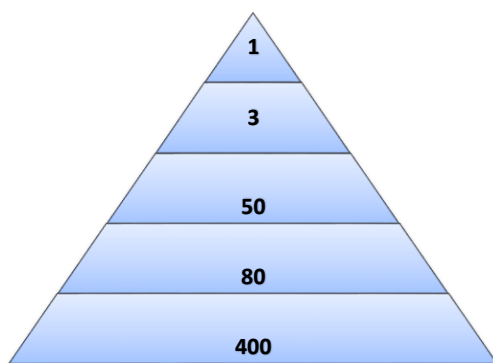
## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

accidentes generaron perjuicio a la propiedad y cuatrocientos de ellos fueron incidentes sin daños ni traumatismos (Belloví, Solá, García, & Ardanuy, 2011).

Accidente grave 400 Incidentes

### Figura 2

*Pirámide de Tye/Pearson*



Fuente: (sarabia, 2009)

Habiendo visto que, aunque la relación entre estos estudios sea diferente, de acuerdo a los autores que la proponen, se evidencia que en común prevalece la importancia del conocimiento del altísimo número de incidentes que ocurren en las empresas con deficiente cultura preventiva y con ello debería modificarse, otro de los aspectos erróneos existentes, es el de la percepción que “no hay o hay muy pocos” incidentes o accidentes tal opinión corresponde a una creencia desde la ignorancia, que no sólo desfavorece la prevención de riesgos laborales, sino que también dificulta el desarrollo de una cultura de calidad y de trabajo bien hecho dentro de las organizaciones (Belloví, y otros, 2011).

**2.1.2.4 Causas de Accidentalidad.** Los accidentes de trabajo pueden ser ocasionados por causas inmediatas y causas básicas, las causas inmediatas son aquellas en las que se producen el accidente de forma inmediata, en esta encontramos los comportamientos

## **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

inseguros (que son aquellas acciones que el trabajador hace o dejar de hacer para haber evitado la lesión o el incidente) y las condiciones de riesgo (asociadas a la operación de la actividad, tales como pisos en mal estado, máquinas defectuosas, entre otras), persiguiendo el logro de una verdadera medida factible contra los accidentes de trabajo es la identificación y control de la razón generadora de los mismos, que son las que supeditan a las causas inmediatas, en estas encontramos los factores personales ( por que se cometen los comportamientos inseguros) y los factores de trabajo ( que son los que responden al por que se presentan las condiciones de riesgo presente en las empresas) eliminando y/o controlando las causas básicas se obtiene una reducción importante de las lesiones en las personas (Gonzales, Bonilla, Quintero, Reyes, & Chavarro, 2016).

### **2.1.3 Identificación de peligros y valoración de los riesgos (IPVR).**

El reconocimiento de los riesgos y peligros, así como su valoración mediante la implementación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) es compromiso de la totalidad de los miembros de la organización independientemente de los roles que desempeñen, busca la participación de todos los colaboradores identificando y valorando los riesgos a los cuales se exponen en su labor diaria.

La identificación de peligros, la evaluación y la valoración de riesgos se debe de actualizar mínimamente 1 vez al año o cuando ocurra accidentes de trabajo mortales o graves, cuando se presenten cambios en los procesos o instalaciones que implique de nuevo valorar los riesgos (Ministerio del Trabajo, 2015).

Existen diferentes metodologías para la identificación y valoración de los riesgos, tales como la GTC 45, el Método de Evaluación General de Riesgos del INSHT, el OiRA: Evaluación Interactiva de Riesgos en Línea, desarrollado por la EU-OSHA, entre otras. Cada



## **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

una de ellas buscan identificar los peligros y valorar los riesgos, para que las empresas puedan priorizar la gestión de sus riesgos.

El Método de Evaluación General de Riesgos del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), parte de una clasificación de las actividades laborales, desarrollando posteriormente la información requerida con cada actividad económica. A partir de ello, continua con el análisis de las variables, identificación de los peligros, estimación de los riesgos y finalmente la valoración de los mismos, para establecer si son o no son tolerables (Navarro, 2019, pág. 1).

El INSHT cuantifica el riesgo según a el aspecto probabilístico de la ocurrencia del evento y el nivel de consecuencia, esta información de acuerdo a la valoración se cruza en la siguiente tabla y me arroja un nivel del riesgo, el cual va desde trivial hasta intolerable. (p. 1).



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

**Figura 3**

*Valores de probabilidad y severidad*

		<b>GRAVEDAD</b>					
		<b>Muy Baja</b>	<b>Baja</b>	<b>Considerable</b>	<b>Importante</b>	<b>Alta</b>	<b>Muy Alta</b>
<b>Muy Baja</b>		<i>Trivial</i>	<i>Trivial</i>	<i>Tolerable</i>	<i>Tolerable</i>	<i>Moderado</i>	<i>Moderado</i>
<b>Baja</b>		<i>Trivial</i>	<i>Tolerable</i>	<i>Tolerable</i>	<i>Moderado</i>	<i>Moderado</i>	<i>Importante</i>
<b>Considerable</b>		<i>Tolerable</i>	<i>Tolerable</i>	<i>Moderado</i>	<i>Moderado</i>	<i>Importante</i>	<i>Importante</i>
<b>Importante</b>		<i>Tolerable</i>	<i>Moderado</i>	<i>Moderado</i>	<i>Importante</i>	<i>Importante</i>	<i>Importante</i>
<b>Alta</b>		<i>Moderado</i>	<i>Moderado</i>	<i>Moderado</i>	<i>Importante</i>	<i>Importante</i>	<i>Intolerable</i>
<b>Muy Alta</b>		<i>Moderado</i>	<i>Moderado</i>	<i>Importante</i>	<i>Importante</i>	<i>Intolerable</i>	<i>Intolerable</i>

Fuente: (Navarro, 2019, pág. 1)

Una vez valorado y cruzado la información esto me arrojó un nivel de riesgo establecido por el INSHT, los cuales sirven para priorizar las medidas de intervención de acuerdo a la calificación obtenida de la siguiente manera. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2019, pág. 7)



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

**Figura 4**

*Evaluación de Riesgos Laborales*

Riesgo	Acción y temporización
Trivial (T)	No se requiere acción específica
Tolerable (TO)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado (M)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado esta asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante (I)	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable (IN)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

Fuente: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2019, pág. 7)

El propósito principal de realizar un análisis de peligros y valorar cada riesgo asociado al proceso y actividad de la empresa es que la empresa pueda realizar el análisis y evaluación de los riesgos de la operaciones que en la valoración dieron como críticos o no aceptables para poder definir medidas de intervención, tanto en la fuente, medio y persona con el fin de prevenir la ocurrencia de accidentes y la aparición enfermedades de origen laboral, mejorando las condiciones y ambientes de trabajo de los empleados y lo que potenciaría la organización a nivel productivo, en Colombia el reconocimiento de peligros y evaluación de los riesgos está regida por el Decreto 1072/2015 quien en su artículo 2.2.4.6.16 numeral 2 habla de la “debe ser anual el proceso de reconocimiento de peligros, así mismo su evaluación y valoración, debiendo contemplar los cambios que se generen en los procesos de trabajo, en

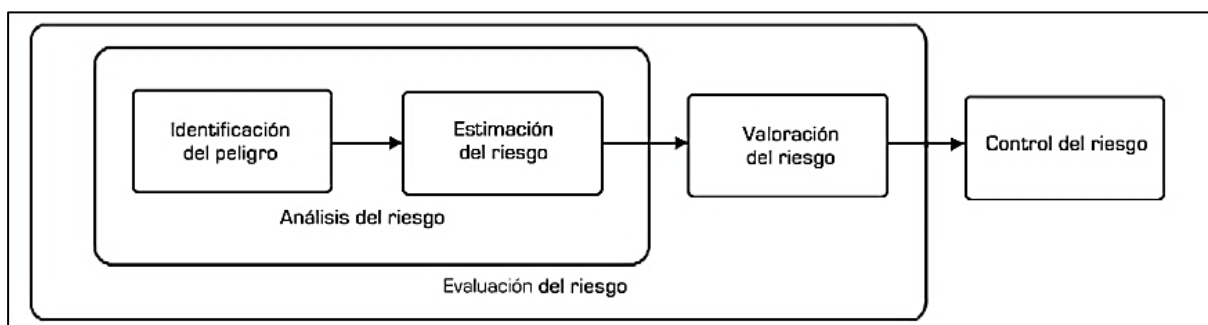
## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

las instalaciones o ambientes, además de los equipos y maquinarias” (Ministerio del Trabajo, 2015)

Es preciso adoptar un modelo de gestión de riesgo para controlar, reducir y si es posible eliminar un riesgo dentro de un entorno ver figura 5.

### Figura 5

#### *Modelo de Gestión de Riesgo*



Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)

La identificación y valoración de los riesgos es la base del SGSST y requiere del compromiso verdadero de la alta gerencia y todos los demás niveles de la organización, ya que todos son responsables de la identificación y gestión de los riesgos que pueden ocasionar lesiones a las personas independientemente de lo complejo de la evaluación de los riesgos, esta debería garantizar el acatamiento de su finalidad.

“La Fuerza de trabajo deberían tener la suficiente competencia para reconocer y manifestar a su empleador sobre los peligros que se encuentran en su actividad día con día. Los patronos están en la obligación legal de evaluarlos y eliminarlos”. (ICONTEC, 2012, pág. 4)

Existen muchas metodologías o guías para la identificación y valoración de los riesgos, La Guía Técnica Colombia GTC 45 es una de ellas.

Aspectos considerar al realizar el reconocimiento de la identificación de los peligros y la valoración de sus riesgos (ICONTEC, 2012)



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

Con el propósito que las acciones relacionadas con la identificación de los peligros y la evaluación de los riesgos tengan efectividad en la práctica, los centros de trabajo deben revisar la normatividad vigente, hacer parte a todos los niveles organizacionales, contar con los recursos requeridos para controlar los riesgos que en su valoración me hayan dado altos, actualizarla y estar revisando de acuerdo si se presentan eventos graves, mortales o cambios en los procesos y/o instalaciones locativas, realizar procesos de formación y entrenamiento a todo el personal, es importante definir planes de acción de acuerdo al peligro y valoración del riesgo.

### ***2.1.3.1 Actividades para identificar os peligros y valorar los riesgos.***

Según la guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional GTC45 (ICONTEC, 2012) Es necesario realizar en las organizaciones las siguientes actividades para el reconocimiento y la valoración de sus riesgos.

Definir el instrumento que se va a utilizar para la identificación y valoración de los riesgos, existen varias metodologías que, de acuerdo al tamaño y nivel de riesgo de la empresa, ésta selecciona, en muchas ocasiones las empresas lo que hacen es que mezclan varias metodologías.

Para mejorar la identificación y evitar que se quede un área por fuera es importante realizar un listado de los procesos y actividades que cuente la empresa, se debe de incluir instalaciones, planta, personas y procedimientos, esto con el fin de realizar un análisis detallado de las tareas ya que entre más detallado sea el análisis mejores controles se pueden implementar.

Identificar los peligros, es importante contar con la intervención del colectivo y realizar esta identificación en campo.



## **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

Analizar que controles en la fuente, medio y persona tienen la empresa para la prevención y mitigación del riesgo.

Luego se procede a valorar el riesgo de acuerdo a la posibilidad de que suceda de acuerdo a las medidas de intervención existentes y las consecuencias, lo que puede pasar si se llegara a materializar.

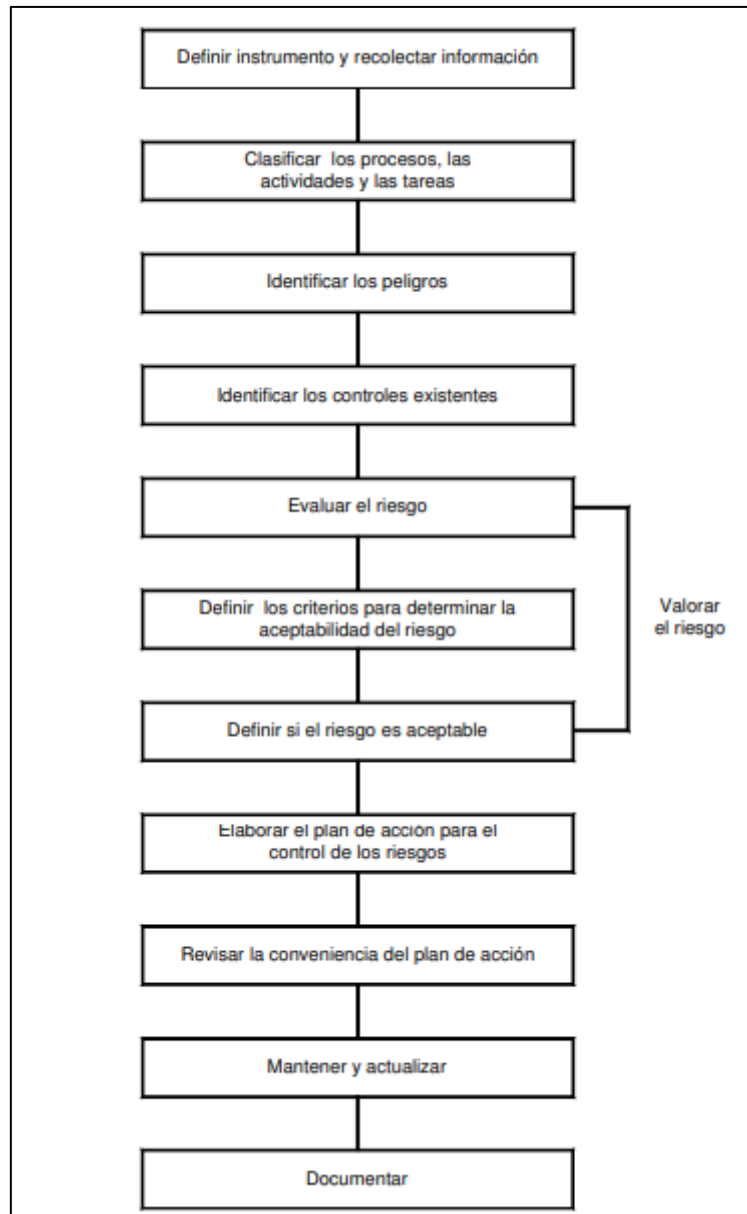
De acuerdo a la valoración y al nivel del riesgo se deben de proponer medidas de intervención que sea necesarias para controlar, mitigar y/o eliminar el riesgo a los cuales se expone el personal. Los controles se deben de basar en la jerarquización de controles para poder reducir la exposición y/o el nivel del riesgo de las personas.



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

**Figura 6**

*Secuencia Para Elaborar IPVR*



**Fuente:** (ICONTEC, 2012)

**2.1.4 Medidas de intervención.** Una vez culminado el proceso de valoración del riesgo, es vital definir un tratamiento adecuado y correcto al riesgo, siempre se debe de pensar siempre en generar controles desde la fuente, lo que me está generando el peligro de



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

exposición y por último pensar en la dotación de elementos de protección personal, acá está la clave de mitigación del riesgo.

### *2.1.4.1 Controles en la fuente, medio y Persona.*

- Fuente: Busca Sustituir, mitigar y controlar las fuentes que están ocasionando el peligro.
- Medio: Minimización de riesgos a los que han sido sometidos los trabajadores, implementación de medidas de seguridad, lo que queda en el medio de la persona y la fuente de peligro, tales como señalización, demarcación, entre otras.
- Trabajador: Son todos los controles propuestos que son directamente para la persona, tales como procesos de capacitación, entrenamiento, entrega de elementos de protección personal, documentación, entre otras.

*2.1.4.2 Jerarquización de controles.* Existen diferentes grupos para intervenir los riesgos en las empresas asociado a la identificación previa de los peligros asociados a la operación. OHSAS 18001 propone metodología que lo que pretende es atacar, eliminar o reducir el nivel del riesgo desde la fuente generadora, o mediante la eliminación o sustitución, como también la implementación de controles de ingenieriles y administrativos, advertencias y dotación de los equipos de protección personal correspondientes, en muchas ocasiones no se puede eliminar un riesgo porque es un riesgo asociado netamente a la operación, por lo cual la metodología le permite escalonar en forma de pirámide para la intervención del riesgo, dejando de última los equipos individuales de protección para las personas.

La jerarquía establece el orden de prioridades en el que se deben tomar en consideración todos los **controles**, optando por la aplicación de diferentes estrategias preventivas.

---

---

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

**Figura 7**

*Jerarquizaciones de controles*



Fuente: Elaboración propia información tomada de:(ohsas 18001, s.f.)

- **Eliminación:** cambiar la forma en la que un objeto fue concebido para extinguir el peligro; como la implementación de dispositivos mecánicos de elevación para la eliminación de los peligros que entraña la manipulación manual (ICONTEC, 2012).
- **Sustitución:** es el cambio o sustitución de los materiales o sustancias peligrosos por otros menos peligrosos (icontec, 2007).
- **Los controles de ingeniería:** consisten en la instalación de sistemas mecánicos de ventilación, implementación de guardas o sistemas de resguardo para maquinarias, equipos, enclavamientos, controles o mitigación del ruido, etc. (ICONTEC, 2012).
- **Medidas de señaléticas, advertencias y controles administrativos:** las medidas de señalización de seguridad, zonas peligrosas, maracas de pasarelas peatonales, señales luminiscentes, señales auditivas como las sirenas, procedimientos de seguridad como las inspecciones de



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

equipos, etiquetado, controles de acceso, emisión de permisos de trabajo, etc. (ICONTEC, 2012).

- Elementos de protección personal: protección auditiva, lentes de seguridad, caretas faciales, guantes, arnés de seguridad, etc. (ICONTEC, 2012)

Los primeros tres niveles son los que se deben aspirar en la gestión de riesgos, aunque no siempre se logra su implementación. En la aplicación de la priorización de los riesgos y medidas, deben considerarse los costos relativos, el beneficio de la minimización de los riesgos y la confiabilidad de las operaciones posibles.

Cuando se han determinado los controles que se deben implementar, la organización puede jerarquizar las acciones para ejecutarlas. En la priorización de las acciones la empresa u organización debe tomar en consideración la importancia de la reducción de los riesgos habiendo previsto los controles, eliminando las barreras organizacionales que dificulten u obstruyan la reducción de riesgos.

Puede darse el caso que sea necesaria la modificación de los procesos de trabajo o las actividades hasta que los controles de mitigación del riesgo sean aplicados como medida de **control de riesgo temporal** hasta que se complementen todas las operaciones de control de riesgo eficientes. Dichas operaciones transitorias no deben ser consideradas como medidas sustituyentes durante el lapso de implementación de las medidas más eficientes de control de riesgos (ICONTEC, 2012).

**2.1.5 Macizo Rocoso.** Cuando se desea explotar un macizo rocoso, se debe de tener muy presente el conocimiento y los estudios de la geomecánica de la roca, los cuales se deben de identificar antes del diseño y a medida que se avanza en el proceso de la excavación,

---

---

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

ya que el macizo rocoso es muy heterogéneo y complejo, el cual varía en diferentes zonas dentro de una misma con riesgo de inestabilidad del terreno.

A continuación, se describen los factores que causan inestabilidad del terreno:

**2.1.6 Caracterización del macizo rocoso.** El macizo rocoso está definido como el conjunto de bloques de matriz rocosa y las interrupciones que le impactan caracterizado por juntas, pliegues, fallas, planos de estratificación etc. Los cuales, al ser discontinuos y heterogéneos, constituyen el efecto más relevante, de ahí el efecto escala y que las propiedades deformaciones de los macizos son de origen anisótropa (Cunha 1990, p.24).

Por ello, es de altísima importancia proporcionar la capacitación y adiestramiento al personal que labora en excavaciones dentro de la mina, para que tengan la competencia necesaria para identificar los riesgos principales de su actividad de trabajo y para ejercer acciones adecuadas orientadas a extinguir o mitigar los riesgos a los que se enfrenta, tomando así parte en la cadena de prevención de riesgos.

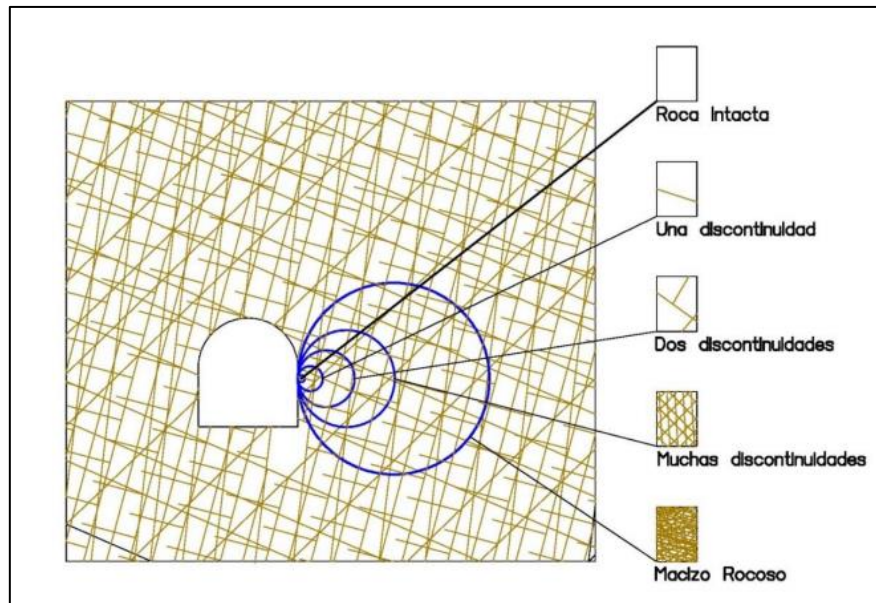
El efecto escala concierne a una reducción de la firmeza y características de deformación de la roca, de forma creciente en cuanto al tamaño de la muestra. La extrapolación de los efectos de los ensayos a escala del macizo, sólo puede tener valor si el tamaño de la muestra que se ensaya es representativo del conjunto (Laboratorio oficial de Madariaga, 2015, p.24).



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

**Figura 8**

*Efecto escala, desde roca intacta hasta un macizo rocoso muy fracturado*



**Fuente:** (S.N.M.P.E, 2004).

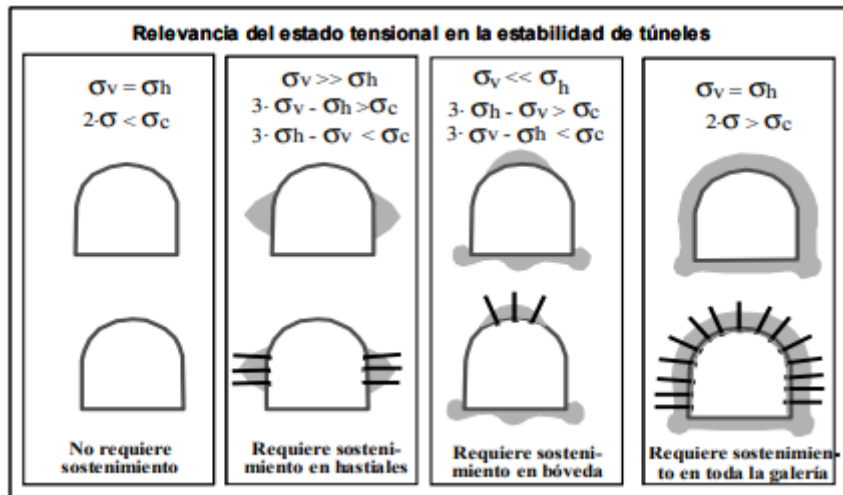
**2.1.7 Estado de la tensión.** Las tensiones que intervienen en una excavación subterránea podrían ser naturales como también inducidas. Anticipadamente a la excavación, en un macizo rocoso en cualquier parte de su interior, posee una tensión inicial natural, es el que corresponde a los componentes tectónicos y gravitacionales. Al ejecutar una excavación subterránea en dicho macizo rocoso, el estado de tensión posterior dependerá de su condición natural como también de las fuerzas inducidas por la propia excavación (Laboratorio oficial de Madariaga, 2015, p.25).



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

Figura 9

Relevancia del estado tensional en el diseño del sostenimiento en una galería



Fuente: (Ramírez y Alejano, 2008).

2.1.8 Mecanismos de rotura. Según el Laboratorio oficial de Madariaga (2015)

“La comprensión de la dimensión y orientación de las tensiones del terreno es fundamental para el diseño de excavaciones subterráneas” (p.150). Ya que las tensiones inducidas por las personas o máquinas al interior de la mina superan la resistencia del macizo rocoso. Lo cual ocasiona una rotura alrededor del terreno. Que se traduce en inestabilidad, en forma excesiva en la que convergen, hundimientos, estallidos de roca, derrabes. Al haber un nivel de tensión baja, en macizos rocosos que están fracturados a una profundidad somera, la inestabilidad es controlada en gran parte por las estructuras, la forma más común de inestabilidad es el desplome de las cuñas que se formaron en el techo o hastiales (Laboratorio oficial de Madariaga, 2015, p.150).

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

**2.1.9 Factores geológicos.** “Son las particularidades del macizo rocoso; alteraciones, tipo de roca, fallas, discontinuidades o diaclasas” (Laboratorio oficial de Madariaga, 2015, p.160). Lo que representan riesgo de que la roca se debilite y luego se genere desprendimiento de la misma.

**2.1.10 Factores ambientales.** “modificaciones abruptas de humedad, temperatura, presencia de agua subterránea, inciden en el debilitamiento de la roca”. (Laboratorio oficial de Madariaga, 2015, p.161).

**2.1.11 Método de explotación.** Cuando se utiliza un método de explotación no adecuado a la calidad y tipo de la roca, lo cual afecta la estabilidad del macizo rocoso y la excavación (oyanguren & monge, 2004, pág. 30).

**2.1.12 Efectos por voladura.** Cuando se utiliza en exceso explosivos en las minas se presenta alto riesgo ya que la explosión puede abrir diaclasas del terreno y generar microfracturas, debilitando el techo y las paredes de la excavación, ocasionando riesgo por caída de roca (oyanguren & monge, 2004, pág. 199).

**2.1.13 Perforación Incorrecta.** “la inadecuada alineación paralela de las perforaciones favorece la formación de zonas de sobre excavación y cuñas que pueden desplomarse”. (Laboratorio oficial de Madariaga, 2015, p.161).

**2.1.14 Corrosión de los elementos de sostenimiento.** Cuando el sostenimiento se realiza con hierro, estas por el cambio del pH, propiedades químicas, el volumen de las aguas de infiltración de forma subterránea, producen la oxidación y corrosión en estos materiales, favoreciendo el deterioro del mismo (minem, 2010).



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

**2.1.15 Incorrecta Instalación del Sistema de Sostenimiento.** Cuando no se emplea el material adecuado para dar sostenimiento a las paredes interiores de la mina o por mala formación y/o entrenamiento del personal responsable del sostenimiento. En mención de lo anterior, El Laboratorio Oficial de Madariaga (2015) refiere las siguientes fallas que ocasionan desprendimiento de roca al interior de la mina:

- Instalación incorrecta de pernos.
  - Longitud de encapsulado por debajo de lo especificado.
  - Lechada de cemento en dosificación incorrecta.
  - Insuficiente longitud del anclaje en la roca sana.
  - Inadecuación en el diámetro de perforación de acuerdo al tipo de sostenimiento a utilizar (anclaje por fricción, perno resina).
  - Insuficiente instrucción y capacitación del personal obrero y administrativo en reconocimiento de riesgos y condiciones peligrosas como las cuñas y/o estructuras geológicas con riesgo geotécnico.
  - Trabajadores no facultados para la gestión de riesgos y peligros de las labores en macizo rocoso (análisis, evaluación e inspección).
  - Colapso y caída de roca inestabilizada por causa del procedimiento de voladura y un mal proceso de saneamiento al inicio del procedimiento de bulonado.
  - Aplicación del anclaje (perno) mediante fricción para controlar grandes bloques.
  - Uso solo de perno de anclaje como refuerzo para la estabilización, en zonas donde se amerita una combinación de refuerzo más soporte, mediante la aplicación de hormigón proyectado y malla u otro elemento a ser colocado en la superficie para evitar la caída o desplazamiento de la roca.
- 
-

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

- Disposición escasa de la cantidad de anclajes para la garantía de seguridad adecuada a las condiciones del espacio a estabilizar.
- Provisión y orientación inapropiada con relación al plano que se va a estabilizar. (Gándara & Raúl Díaz, 2009, pág. 2).

De acá la importancia de estar realizando inspecciones de manera permanente al interior de la mina, antes, durante y después de las labores mineras para ir identificando de manera oportuna y corregir evitando el desprendimiento de la roca o colapso de la estructura, contar con una buena formación y entrenamiento son parte fundamental de las labores mineras.

**2.1.16 Cambio del Mecanismo de Carga en el Anclaje.** Transformación del mecanismo de carga sobre el anclaje, a causa del movimiento o las modificaciones en el área del esfuerzo. Desencadena una altísima probabilidad del rompimiento del sistema de refuerzo, ya este fenómeno no hizo parte de la evaluación objetiva y oportuna de la operación minera. (Laboratorio oficial de Madariaga, 2015, p.161).

**2.1.17 Experiencia de los operadores.** Poco conocimiento, experiencia y habilidades de las personas que labora al interior de las minas influye de manera significativa, ya que son los que identifican de manera oportuna las irregularidades del terreno que se van presentando a medida que se avanza en la excavación o labores mineras, ya que es necesario mantener la inmovilidad de las excavaciones.

**2.1.18 Interacción de factores críticos.** La existencia de uno o más de los aspectos previamente contados, contribuyen en la formación condiciones inestables que inciden en el macizo rocoso con el pasar del tiempo. Por ejemplo; la sumatoria de elementos críticos a modo de filtraciones de agua, sismicidad por incremento del campo de esfuerzo, lajamiento, todo ello conlleva a la generación condiciones altamente riesgosas y con probabilidad de

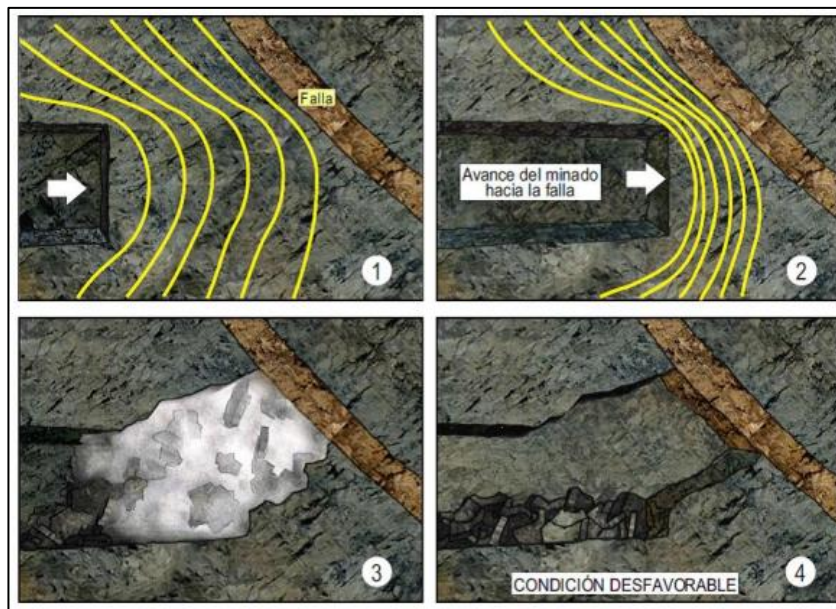


**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

colapsos de las excavaciones subterráneas (Laboratorio oficial de Madariaga, 2015, p.161-162).

**Figura 10**

*Muestra diferentes esquemas de avance, favorables o desfavorables en función de la presencia de fallas y las tensiones tectónicas acumuladas.*



**Fuente:** (S.N.M.P.E, 2004).

**2.1.19 Factores geométricos.** Las geometrías más favorables a la hora de realizar excavaciones subterráneas son las circulares desde el punto de vista tensodeformacional, en segundo lugar, arqueadas y en tercer lugar las de ángulo recto. Las excavaciones de ángulo recto o cuadradas/rectangulares por su parte no se recomiendan puesto que en los vértices se



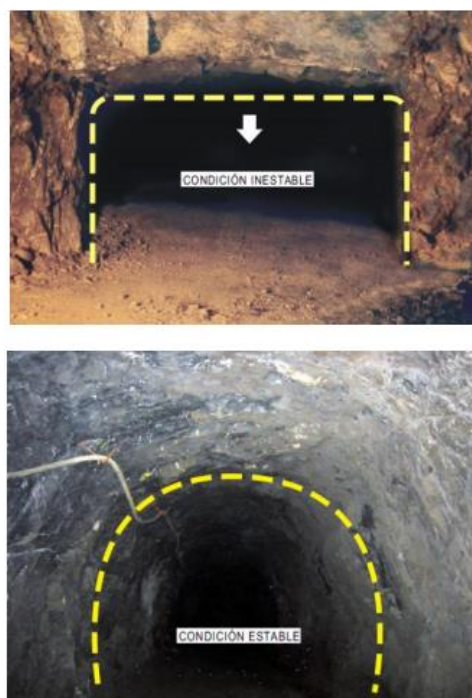
## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

acumulan tensiones, que dan pie a la aparición de fracturas que inciden en la estabilidad del suelo. Laboratorio oficial de Madariaga, 2015, p.174).

Es imprescindible contar con el personal altamente experto en Geomecánica ya que de acuerdo a las características de macizo rocoso y la muestra se diseña la excavación.

### Figura 11

*Influencia de la forma y tamaño de la excavación.*



*Fuente:* (S.N.M.P. E, 2004). pág. 30

La forma en arqueada de las excavaciones beneficia la estabilidad y el reparto de fuerzas y tensiones. Ya que de ser en ángulo recto en los vértices se concentrarían las tensiones lo cual promueve la inestabilidad.



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

**Tabla 1**

*Factores que influyen en la inestabilidad del terreno*

<b>CARACTERÍSTICAS DEL MACIZO ROCOSO</b>
1. Tipo y distribución de las rocas: petrología, litología, estratigrafía, mineralogía.
2. Propiedades de la roca matriz: fisuración, anisotropía, resistencia, durabilidad y deformabilidad.
3. Propiedades del macizo rocoso: estructura y discontinuidades, deformabilidad, orientación, fracturación, resistencia a lo largo de discontinuidades.
4. Orientación de la estructura y sus discontinuidades principales con respecto a la excavación subterránea.
5. Espesor y competencia de los recubrimientos.
<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>
1. Presiones intersticiales y régimen hidrogeológico.
2. Temperatura y gases existentes en el macizo rocoso.
<b>ESTADO TENSIONAL</b>
1. Tensiones naturales: magnitud y orientación.
2. Tensiones inducidas: distribución y magnitud.
<b>GEOMETRÍA DE LA EXCAVACIÓN</b>
1. Tamaño, forma y orientación.
2. Situación con respecto a excavaciones adyacentes.
3. Geometría de las intersecciones.
4. Secuencia y esquema de avance del minado.
<b>CONDICIONES CONSTRUCTIVAS</b>
1. Métodos de excavación (voladuras).
2. Sistemas de sostenimiento.
3. El tiempo de exposición abierta de la excavación.

Fuente (Hoek and Brown, 1980).





## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

### 2.2 Estado del Arte

**2.2.1 Ámbito Internacional.** Por su parte Cabello (2018) plantea una guía de criterios geo mecánicos aplicados a la minería subterránea como mecanismo de ayuda para la prevención de accidentes fatales ocasionados debido al desplome de rocas, uno de los grandes conflictos de la accidentalidad del sector minero, es el riesgo mecánico ocasionado por desplazamiento o caída de rocas, que inciden directamente en la economía de las empresas, así como en el bienestar integral de los trabajadores. En su artículo de investigación Cabello (2018), refiere que las intervenciones de los riesgos en las empresas dedicadas a la minería tienen efecto en la disminución de accidentalidad en los últimos años, si bien es un logro importante se ha demostrado una constante permanente en la accidentalidad y mortalidad por caídas de rocas, por múltiples factores que los generan, lo que lleva a establecer mejores métodos de trabajo que incluyan a la parte gerencial, administrativa y operativa en la intervención de este factor de riesgo.

Según Huanca (2019) en la investigación de minimización de los accidentes que generan incapacidad por desplazamiento de rocas en minería subterránea, tienen en cuenta la negligencia del personal, la planificación y su cambio cultural. Los accidentes por caídas de rocas son los que en su mayoría se generan en la minería subterránea, estos eventos se manifiestan por diversos factores en las actividades diarias, una de ellas son las voladuras; que hacen parte del proceso de producción, vital para el desarrollo de la minería subterránea, otra de las actividades que genera esta situación es el deterioro del macizo rocoso en cuanto al tiempo y actividades de mantenimiento que se desarrollan al interior de la mina a través de los años, concluyendo finalmente a la interacción que se encuentra en las actividades propias del ciclo minero con el riesgo mecánico por desprendimiento de roca.





## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

Según Andrade (2019) de acuerdo a su investigación considera que las barras de anclaje y factores que tienen que ver en el desplome de rocas en minería subterránea: caso mina caridad – lincuna. En la prevención de los accidentes de trabajo por derribamiento de rocas en minería subterránea, se implementan diferentes estrategias desde el punto de vista de ingeniería, planeados desde el área de sostenimiento, estas medidas hacen parte del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, como bien lo manifiesta Andrade (2019) la utilización de los pernos de anclaje de roca en minas subterráneas casi se ha generalizado debido al desarrollo y avance en la mecánica de rocas, este mecanismo es uno de los más eficaces en los planes de sostenimiento, el cual conlleva a determinar donde y cuando se pueden utilizar, debido a la complejidad y economía de la minería artesanal, adicional al entrenamiento del personal para realizar esta actividad, como medida de prevención ya que contrae otros riesgos transversales a la tarea.

La geomecánica es una de las áreas fundamentales en todo proceso de exploración y extracción de minerales, involucra el estudio geológico del comportamiento del suelo y rocas en el avance de todo proyecto minero, es indispensable su aporte para la seguridad del personal expuesto en estas actividades, con ello se establecen los tipos de sostenimiento necesarios durante el desarrollo de la mina en todo el ciclo minero, ya que aporta los datos técnicos del comportamiento del macizo rocoso.

Terrazas (2019) en su investigación plantea una de las grandes problemáticas donde manifiesta la geomecánica y su aplicación en la prevención de los accidentes por deslizamiento de rocas en la minería de carácter subterráneo. El estudio de la geomecánica aplicada a la prevención de accidentes por desplome de rocas en la minería de tipo subterráneo, es altamente importante para lograr controlar y/o minimizar sus efectos, ya que en la actualidad es una de las actividades de mayor riesgo en el sector, conllevando a grandes



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

pérdidas humanas y económicas para las empresas y para la sociedad en general, dejando en la mayoría de situaciones deterioro de la salud física y mental en las personas, por todo lo anterior es de vital importancia entender muy bien las características de la minería subterránea en todos los aspectos, fundamentalmente en lo que tiene que ver con el estudio del macizo rocoso, con fin de poder determinar los tipos de intervención en seguridad que se deben aplicar.

Cueva & Arana (2019) presenta en su investigación la “Caracterización geomecánica en minería subterránea”: una revisión de la literatura de tipo científica. La caracterización geomecánica favorece disminuir o evitar los incidentes/accidentes generados por el deslizamiento de rocas, empleando las herramientas, con el propósito de controlar la estabilidad de rocas, determinando tipos de sostenimiento en las diferentes actividades de la minería lo que garantiza la estabilidad de la masa rocosa, con el propósito de brindar una labor segura y de calidad. Las actividades de sostenimiento antes mencionadas hacen parte de la intervención de los riesgos en minería subterránea, se establecen desde el área de mantenimiento de la mina con programas predeterminados y cronogramas de trabajo para el riesgo mecánico, es de vital importancia hacer seguimiento efectivo al cumplimiento de los programas, de ahí depende la efectividad de estos, tarea que debe ser liderada y justificada desde el área de SST.

**2.2.2 Ámbito nacional.** Ahora bien, según Motta, A., Ustariz, M, & Ordoñez, O. (2018) evidencia que el estudio profundo de los riesgos que están asociados a la extracción de oro, en el Municipio de Marmato, Caldas. En Colombia la minería es una tradición generacional, de impacto económico, social y ambiental en las comunidades, esto relacionado con los riesgos internos y externos que se generan directa e indirectamente por las pequeñas, medianas y grandes empresas, involucrando a toda una población; como lo manifiesta Motta,

---

---

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

A., Ustariz, M., & Ordoñez, O. (2018) en el municipio de Marmato la tradición minera de extracción de oro ha estado latente por más de 450 años, en donde la escasa intervención del estado, ocasiono una crisis a nivel minero-ambiental, la cual trasciende desde la explotación descontrolada de las Unidades Productivas Mineras (UPM) en toda la región, hasta la superposición de títulos con la consecuente vulnerabilidad de algunas zonas, generada por la inadecuación en la desecho o almacenamiento de materiales estériles en toda la extensión del terreno. Aquí la toma de decisiones se hace de responsabilidad de todos los actores involucrados.

Guerrero, M. (2016) en su investigación plantea los riesgos en trabajos de minería subterránea. La identificación de peligros, evaluación y valoración de riesgos en minería subterránea es parte fundamental en el cuidado integral de la salud de los trabajadores, teniendo en cuenta que es una actividad de alto riesgo definido por el Decreto 2090 de 2003, donde encontramos todos los factores de riesgo en niveles altos de probabilidad de ocurrencia y con consecuencias extremadamente dañinas para las personas, como dice Guerrero, M. (2016), además de los riesgos y peligros a los que están expuestos los mineros por encontrarse en atmósferas explosivas, con techos y pisos frágiles, espacios confinados, altas temperaturas, ambientes oscuros, y aire impuro, los agentes físicos y químicos que se generan durante la exploración y la extracción que inciden negativamente en la salud de los trabajadores mineros por daños a nivel auditivo, alteraciones en el sistema nervioso, enfermedades de vías respiratorias, diversas alergias, la silicosis y cáncer de pulmón. Además del acaparamiento inadecuado de residuos peligrosos en diques de colas y presas de acopio que resultan impactando negativamente el ambiente y la biodiversidad.

Según Hernández, M., Ibáñez, M. & Varona, M. (2014) el estudio de corte transversal: Entre los riesgos identificados por los trabajadores y los identificados por las organizaciones



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

de Minería Subterránea, en Cundinamarca, 2014. Los entes gubernamentales en Colombia se manifiestan en su legislación y seguimiento en las grandes superficies mineras, donde hay inversión y altos estándares de seguridad, sin embargo, dejan de lado una gran mayoría de población que se dedica a la minería informal y/o artesanal, sin mirar que estas actividades de pequeña minería también aportan en su gran mayoría al desarrollo económico y social del país, como lo manifiesta Hernández, M., Ibáñez, M. & Varona, M. (2014) el sector minero es una fuente de desarrollo y crecimiento social y económico para Colombia (La Locomotora o maquinaria minera), ante este aspecto se hace necesario su estudio en salud ocupacional. Vital para el cuidado de la vida y el sostenimiento económico de las regiones, el gobierno colombiano debe manifestar mayor compromiso para la asesoría técnica y económica en la pequeña minería de la mano con las grandes empresas mineras.

Según Morales, J. (2017) los riesgos desde el punto de vista legal en Colombia por la falta de las normas de seguridad y salud en el trabajo, en la minería para la extracción del carbón. La mayoría de los accidentes de trabajo en la minería artesanal en Colombia, se da por el desconocimiento de aspectos técnicos en el diseño e implementación efectivo y funcional de un buen sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, si bien el marco legal colombiano en cuanto a SST viene en un proceso evolutivo desde varios años atrás, la falta de socialización y seguimiento hace que no se consideren las medidas de seguridad necesaria para la prevención de accidentes y enfermedades laborales, como lo señala Morales, J. (2017) en cualquier actividad humana, por sencilla que parezca, está presente la presencia de riesgos que directa o indirectamente inciden en el resultado de la actividad así como la seguridad de quien la ejecuta. Toda acción humana no está exenta de riesgos o peligros.

**2.2.3 Ámbito regional.** Para Zapata, A. (2017) propone la herramienta SIG para examinar escenarios de seguridad de la actividad de la minería aurífera en el distrito minero

---

---

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

Segovia Remedios. La región del nordeste Antioqueño se caracteriza por su diversidad cultural y económica, siendo la minería subterránea artesanal una de las más importantes de la región, la mayoría de las familias dependen económicamente de esta actividad, en los últimos años se han presentado diferentes emergencias mineras, la mayoría por desprendimiento de rocas según características específicas del macizo rocoso de las minas y el inadecuado desarrollo subterráneo, según Zapata, A. (2017) Antioquia es un departamento que tradicionalmente se dedica a la minería, en los últimos diez años se ha venido aumentando debido a los incrementos de costos de metales preciosos, generalmente el oro. La sub región del Nordeste se ha venido caracterizando por sus actividades económicas que involucran la minería de extracción del oro que es la más imponente en los municipios de Segovia y Remedios. La Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín, ejecuto el proyecto “Identificación, análisis y evaluación de riesgos asociados a la actividad minera aurífera en los municipios de Segovia y Remedios del departamento de Antioquia”, para la Secretaría de Minas y la Gobernación de Antioquia; el objetivo de este proyecto está orientado hacia las unidades mineras de extracción de oro (con título y sin título minero). Mantener este sistema de orientación, capacitación y entrenamiento a los pequeños mineros es fundamental para contribuir al cuidado de la vida de las personas expuestas en estos procesos, mejorando cada día más los sistemas de seguridad y salud en el trabajo.

---

---

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

### 3.0. Diseño metodológico

#### 3.1 Diseño de la investigación

Como señaló Hernández, R., Fernández, C., & Pilar, L. (2004). La investigación puede alcanzar con dos propósitos que son fundamentales: a) En primer lugar crear conocimiento e hipótesis (investigación básica) y b) En segundo lugar solucionar conflictos prácticos (investigación aplicada). Estas dos tipologías de investigación han favorecido la evolución de la humanidad, ya que es el medio para conocer el contexto de las situaciones y su universalidad.

La investigación científica es percibida como un transcurso dinámico, evolutivo y cambiante, es un proceso compuesto por varias etapas que están estrechamente vinculadas que se da de manera secuencial o no, como también puede ser continua, que involucran actividades que pueden ser efectuadas por cualquier persona.

El método de investigación que se empleará es participativo, ya que, en el estudio se realizará un abordaje visto desde una perspectiva interna y externa en la organización, el objetivo es desarrollar capacidades en las personas expuestas al riesgo mecánico ocasionado por el desprendimiento de la roca al interior de la mina de oro subterránea Quintana S.A.S. ubicada en Remedios Antioquia, para que ellos gestionen dicho riesgo y bajen la probabilidad de expresión del mismo, empleando las técnicas que se desarrollarán en campo.

Para esto, el equipo investigador realizará una serie de visitas a la mina y teniendo en cuenta la información recolectada desde el campo teórico y el conocimiento del cómo se comporta el fenómeno al interior de la mina de oro, propondrá una serie de acciones en rutadas a interrumpir la cadena causal que da lugar al fenómeno no deseado.



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

Esta investigación se realizará a través del método Investigación - Acción Participativa ( IAP) dicha herramienta permite una metodología integradora del conocimiento y la acción desde una realidad dada (Fals Borda 1925-2008), se efectuara la investigación a través de la interferencia de los investigadores en las dinámicas de trabajo, su papel es interactivo, se registrarán los datos de los fenómenos en un momento dado, se observarán los procedimientos y métodos de trabajo actuales, se plantearán mejoras desde el planear, hacer, verificar y actuar del SGSST, se llevarán a cabo las estrategias pertinentes para la intervención del riesgo y se realizará seguimiento a las variables del cambio desde los comportamientos y condiciones subestándar identificadas. El marco está orientado con la formulación de hechos reales, sustentados en estudios y estadísticas confiables, buscando que el personal entienda que hay maneras de intervenir el fenómeno y de esta forma se hagan cargo del riesgo.

Se hará el análisis del sostenimiento y desabombe con las áreas administrativa y operativa para la intervención del riesgo mecánico enfocado en caída de rocas en su aspecto intralaboral en un momento temporal específico: segundo semestre de 2020. por lo tanto, es un diseño no experimental dado que no se van a manipular las variables, se analizará la información y se realizará una propuesta de intervención, esta investigación es de corte transversal debido a que se van a tomar datos de un periodo específico.

El enfoque de la investigación es mixto; teniendo en cuenta que la investigación cuantitativa es “la investigación en la que se obtienen y analizan datos que son cuantitativos sobre ciertas variables”.

La investigación cuantitativa pretende identificar la asociación o correlación íntima existente entre variables, sus generalidades y medios de objetivación de los resultados por medio de una muestra referirse a una población determinada de la cual toda muestra procede.



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

Tras el estudio de asociación o correlación se pretende a sí mismo, inferir la causalidad que permita explicar el por qué suceden las situaciones y/o hechos o no, de manera determinada (Pita Fernández & Pértegas Díaz, 2002).

En este caso, se caracterizará la accidentalidad, definiendo la cantidad de eventos totales, número de accidentes por riesgo mecánico específico por caída de roca.

De igual forma, la investigación cualitativa “evita la cuantificación, lo hace en circunstancias estructurales y situacionales, por otra parte la investigación cualitativa busca identificar el origen profundo de las realidades; la conexión de relaciones y su organización dinámica” (Pita Fernández & Pértegas Díaz, 2002)

Además, se propondrán planes de intervención, sostenimiento para que la empresa adopte medidas de intervención frente a la prevención por desprendimiento de caída de roca, siendo este de tipo cualitativo.

**3.1.1 Fases.** Primera fase: Análisis estadístico de la accidentalidad e investigación de accidentes e incidentes de trabajo de los últimos tres años, para análisis de condiciones y comportamientos subestándar.

Segunda fase: Se plantean estrategias de intervención enfocadas en los programas, procedimientos, estándares y normas de seguridad.

Tercera fase: Se realizará todo el proceso operativo de divulgación, socialización, acompañamiento y abordaje del riesgo en campo con el personal expuesto al riesgo.

Cuarta fase: Se propondrá una campaña lúdica en prevención del riesgo mecánico enfocado en caída de roca, liderada por los trabajadores expuestos al riesgo.

Quinta fase: Se propondrá el seguimiento al cumplimiento de toda la estrategia y variables de accidentalidad del periodo de implementación. Dicho proceso se llevará a cabo





## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

por parte del personal, con el acompañamiento del equipo investigador, dado que se busca el empoderamiento del personal con respecto a la metodología.

### 3.2 Población objeto

La mina de oro Quintana S.A.S ubicada en Remedios Antioquia cuenta con 264 empleados, de los cuales 34 son directos de la compañía y 230 empleados son de la empresa contratista CONTRATE S.A, el 87,5% son hombres y el 12,5% son mujeres, de las cuales en su mayoría son cargos administrativos y de cocina. La tabla 2 y 3, muestra la relación de cargos en la empresa. Información suministrada por la empresa en su perfil sociodemográfico.

**Tabla 2**

*Empleados directos*

CARGOS	EXPUESTOS	SEDE
Abogada titulación	1	Medellín
Asistente de mina	1	Remedios
Auxiliar geología	2	Remedios
Capataz Junior	1	Remedios
Capataz Senior	2	Remedios
Coordinador contable	1	Medellín
Encargado de laboratorio	1	Remedios
Geóloga de Exploración	1	Remedios
Geóloga Senior	1	Medellín
Geóloga titulación	1	Remedios
Gerente	1	Remedios
Gerente Administrativo	1	Remedios
Gerente de exploración	1	Medellín
Gerente de operaciones	1	Medellín/Remedios
Ingeniera minas Junior	1	Medellín
Ingeniero Geólogo	1	Remedios
Jefe de compras	1	Medellín

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

Jefe de contabilidad	1	Medellín
Jefe de mantenimiento	1	Remedios
Jefe de mina	1	Remedios
Jefe de planta	1	Remedios
Jefe SG-SST	1	Remedios
Laboratorista	1	Remedios
Líder almacén	1	Remedios
Líder RRHH	1	Remedios
Mecánico	3	Remedios
Oficial de obras	1	Remedios
Practicante ambiental	1	Remedios
Practicante RR/HH	1	Remedios
Técnico Ambiental	1	Remedios
<b>Total, empleados directos</b>	<b>34</b>	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3**

### *Personal contratista*

CARGOS	EXPUESTOS	SEDE
Auxiliar de mina	104	Remedios
Auxiliar machinero	25	Remedios
Auxiliar de planta	8	Remedios
Elevador(a)	8	Remedios
Auxiliar ambiental	7	Remedios
Bombero	7	Remedios
Minero	7	Remedios
Capataz junior	5	Remedios
Operador de planta	4	Remedios
Asistente de mina	3	Remedios
Auxiliar de cocina	3	Remedios
Auxiliar salud ocupacional	3	Remedios
Conductor	3	Remedios
Electricista	3	Remedios
Jefe de turno de planta	3	Remedios
Minero senior	3	Remedios
Precipitador(a)	3	Remedios
Asistente de capataz	2	Remedios
Auxiliar de geología	2	Remedios
Auxiliar de laboratorio	2	Remedios

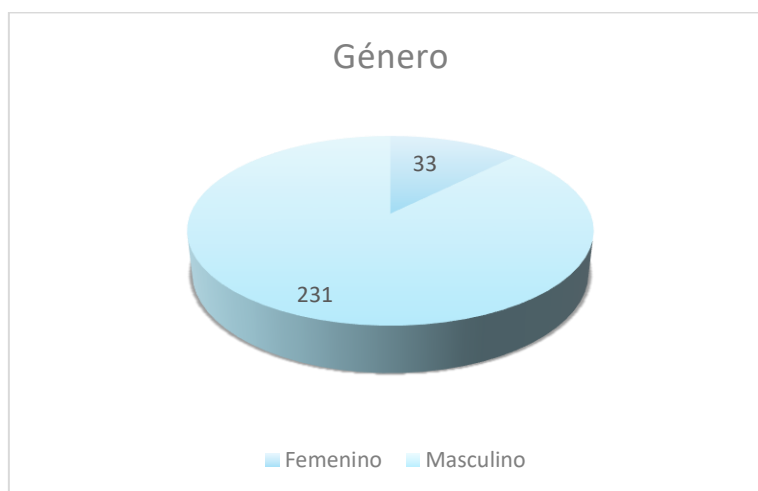
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

Coordinador seguridad junior	2	Remedios
Laboratorista	2	Remedios
Muestreador de mina	2	Remedios
Oficial de relleno	2	Remedios
Analista de nómina	1	Remedios
Asistente de planta	1	Remedios
Asistente jefe de mina	1	Remedios
Asistente salud ocupacional	1	Remedios
Aux. de electricidad	1	Remedios
Aux. mantenimiento	1	Remedios
Aux. Servicios integrales aseo	1	Remedios
Auxiliar gestión humana	1	Remedios
Cianurador	1	Remedios
Descargador mina	1	Remedios
Encargado de explosivos	1	Remedios
Mecánico soldador	1	Remedios
Mecánico soldador junior	1	Remedios
Operadora	1	Remedios
Operario perforación	1	Remedios
Promotor de deportes	1	Remedios
Promotora	1	Remedios
<b>Total, contratistas</b>	<b>230</b>	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 12**

*Porcentaje exposición género*



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3 Técnica

En esta investigación no se realizará muestreo, ya que se tomará todo el conjunto de la población de la empresa, tanto el personal temporal como el propio de la compañía, incluyendo el personal administrativo.

**3.3.1 Fuentes de información.** Para dar cumplimiento al plan de trabajo de esta investigación se tomaron diferentes datos, donde cada uno de ellos aportó información primordial para entender con mayor profundidad la problemática del fenómeno, adicional el comportamiento interno de la organización en un momento dado, se desarrollaron diferentes estrategias de conocimiento con fuentes primarias y secundarias definidas de la siguiente manera.

Fuentes primarias:

- Perfil sociodemográfico, fundamental para conocer la población expuesta y determinar la estrategia de trabajo a implementar.
  - El reconocimiento de los peligros, así como la evaluación y también la valoración de los riesgos, fuente de entrada para identificar los riesgos y peligros críticos para proponer los planes de intervención necesarias en la compañía.
  - Autoreporte de accidentes e incidentes de trabajo, mecanismo de información de parte de la población expuesta.
  - Investigaciones de accidentes de trabajo, donde se identificaron las causas básicas e inmediatas de los eventos sucedidos en la empresa.
- 
-

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

- Información estadística de accidentalidad y ausentismo a causa del riesgo mecánico por caídas de rocas en diferentes tiempos.
- Conversaciones personales con población expuesta al riesgo y equipos de trabajo administrativos y de seguridad y salud en el trabajo, con esta información se determinó cómo se encontraba la empresa y se determinaron los lineamientos a seguir frente a la intervención del riesgo mecánico en minería subterránea por desplazamiento de rocas.
- Referencias documentales existentes en la organización en pro de la intervención del riesgo mecánico, con esta información se pudo terminar la necesidad de la empresa en actualizar lo que ya se tenía y documentar nuevos procedimientos y programas de trabajo seguro.
- Experiencia laboral en el cargo, población que conoce la labor y sus riesgos de exposición.
- Fuente secundaria: Investigaciones internacionales, investigaciones nacionales, investigaciones regionales, fundamentales en el entendimiento del riesgo mecánico por caída de rocas y su relación con los diferentes procesos mineros como la geomecánica, mantenimiento, exploración, desarrollo entre otros.

### 3.4 Presupuesto

**Tabla 4**

*Presupuestos*

RECURSOS TECNICOS				
CANTIDAD	NOMBRE DEL EQUIPO	DESCRIPCION	OBJETIVO	PRESUPUESTO
3	Computadores	Equipos de computo	Documentar	propio
RECURSOS				

### PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO


CANTIDAD	ITEM	DESCRIPCION	PRESUPUESTO
			\$
3	documentación	documentación total del proyecto	100.000
			\$
1	papelería	papelería para campaña	100.000
			\$
1	gastos	otros gastos de la campaña lúdica	100.000
		pendón de campaña de sostenimiento y	\$
1	pendón	desabombe	200.000
	revisión del		\$
3	proyecto	revisión y desglose del proyecto	200.000
		consumo de navegación para la	\$
3	Internet	investigación.	240.000
		consumo de energía para la documentación	\$
3	Energía	del proyecto	240.000
	pago de horas	Horas dedicadas a la documentación del	\$
3	laboradas	proyecto cada hora con un valor promedio	2.880.000
		de 15000 pesos	
		costo de viáticos para desplazamiento a la	\$
3	viáticos	mina	300.000
		asesorías en normas APA, y	\$
4	asesorías	otros temas	300.000
			\$
<b>VALOR TOTAL DE INVERSION EN RECURSOS FINANCIEROS</b>			<b>4.660.000</b>

Nota: algunos recursos anteriormente mencionados son propios y otros aportados por la empresa.

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

**Tabla 5**

*Cronograma*

 <span style="float: right;">Cronograma de entrega Politécnico Gran Colombiano</span>			
Fecha de entrega	FECHAS DE REUNIONES	Componente de entrega	Estado
16 de mayo de 2020	12 de abril	Introducción	ejecutado
	13 de abril	Justificación	ejecutado
	14 de abril	Objetivo general	ejecutado
		Objetivo específico	ejecutado
Lunes 15 de junio de 2020	mayo 27 y 28 de mayo	Planteamiento del problema	ejecutado
	junio 3 y junio 4	Estado del Arte	ejecutado
	junio 10 y junio 11	Marco teórico	ejecutado
Viernes 17 de julio de 2020	junio 17 y junio 18	Diseño metodológico	ejecutado
	junio 24 y junio 25	Tipo de estudio	ejecutado
	julio 1 y julio 2	Método de investigación	ejecutado
Jueves 20 de agosto de 2020	julio 15 y julio 16	Población	ejecutado
	julio 22 y julio 23	TÉCNICA	ejecutado
	julio 29 y julio 30	PRESUPUESTO	ejecutado
Viernes 25 de septiembre de 2020	agosto 12 y agosto 13	cronograma	ejecutado
	agosto 19 y agosto 20	divulgación	ejecutado
	agosto 26 y agosto 27	resultados	ejecutado
Jueves 15 de octubre de 2020	septiembre 9 septiembre 10	recomendaciones	ejecutado
	septiembre 16 septiembre 17	conclusiones	ejecutado
	septiembre 23 septiembre 24	Bibliografía	ejecutado
	octubre 7 octubre 8	Anexos	ejecutado
		agradecimientos	ejecutado

Fuente: Elaboración propia.

### 3.5 Divulgación

Este proyecto de investigación será divulgado a través de reuniones y entrega del documento en medio físico y magnético al responsable del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo de la organización Quintana S.A.S., dando a conocer los resultados y medidas de intervención necesarias para la reducción del riesgo mecánico por caída de roca, al igual que a su administradora de riesgos laborales ARL SURA.

La investigación estará disponible en el repositorio del Politécnico Gran Colombiano.

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

### 4.o. RESULTADOS

En todo el proceso de investigación y recolección de datos de la empresa, se determinaron diferentes planes de acción enfocados en la intervención del riesgo mecánico por derrumbamiento de rocas en minería de tipo subterráneo, la ejecución de estos métodos contribuyó al cumplimiento de los objetivos planteados, dando mayor claridad a la compañía en sus procesos de Seguridad y Salud en el trabajo, donde fundamentalmente está latente el cuidado la población trabajadora, las diferentes estrategias planteadas se implementaron de la siguiente manera:

#### 4.1 Caracterización accidentalidad por riesgo mecánico

La caracterización de los accidentes de trabajo es una de las fuentes fundamentales para entender la problemática que está causando los eventos en una organización, mostrando los focos de intervención por los cuales se deben de levantar estrategias y proponer medidas efectivas que busquen mitigar los riesgos expresados, se realizó un análisis causal con la información suministrada por la compañía, de la base de datos de accidentalidad y caracterización, además del reporte de su administradora de riesgos laborales de los años 2018, 2019 y 2020, se busca analizar y segmentar los accidentes con el fin de obtener información detallada de los riesgos expresados y así poder definir y proponer un plan de intervención para la mina, a continuación se muestran los resultados que se obtuvieron.

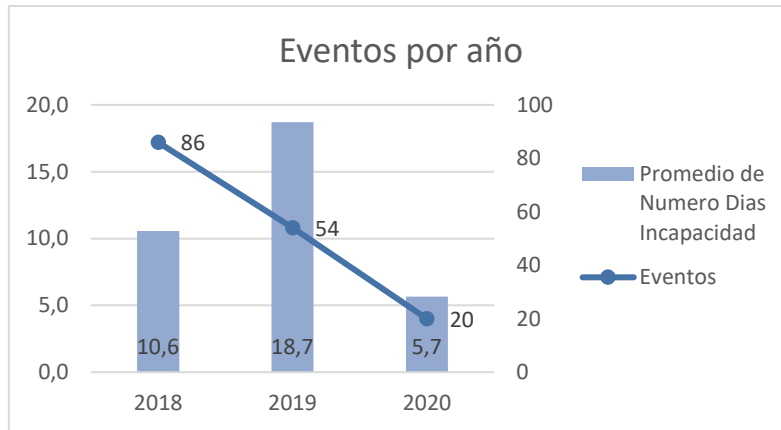




**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

**Figura 13**

*Frecuencia de accidentalidad*

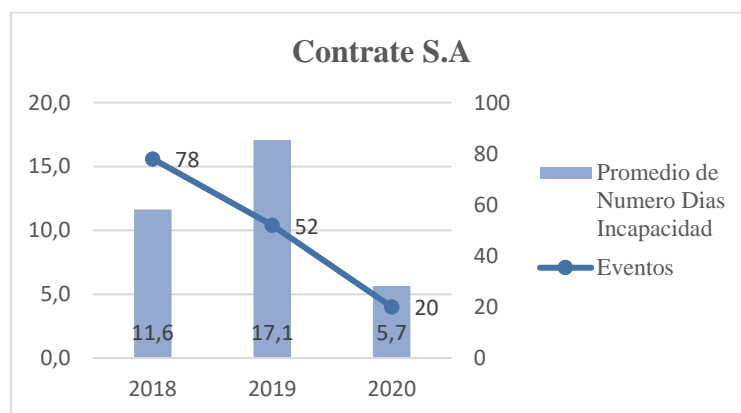


Fuente: Elaboración propia.

Se logra identificar que el año con mayor accidentalidad fue en el año 2018 con 86 accidentes, pero el año con mayor severidad de eventos fue en el año 2019, con 54 eventos, pero con un promedio de días perdidos de 18,7 días, para lo ocurrido del año 2020 al mes de junio se tenía 20 accidentes de trabajo un promedio de días perdidos de 5,7 días.

**Figura 14**

*Frecuencia accidentalidad Contrate S.A*



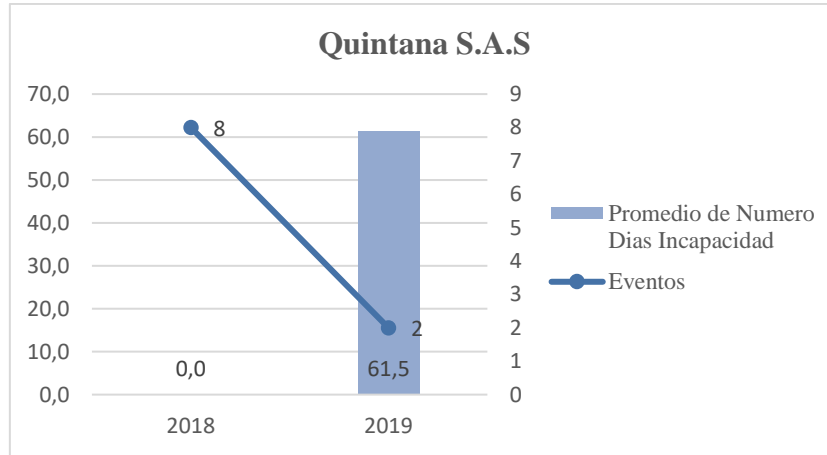
Fuente: Elaboración propia.



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

**Figura 15**

*Frecuencia accidentalidad Quintana S.A.S*

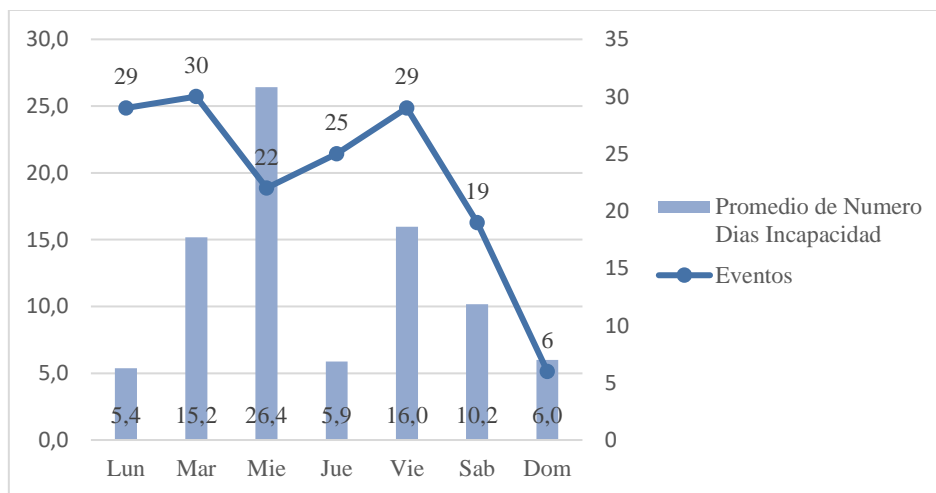


Fuente: Elaboración propia.

Para los años 2018, 2019 y 2020, la empresa temporal Contrate S.A es quien representa el mayor número de accidentes de trabajo, con un total de 150 eventos y un promedio de días perdidos de 12,7 y la empresa Quintana S.A.S con un total de 10 accidentes.

**Figura 16**

*Día de la semana*



Fuente: Elaboración propia.

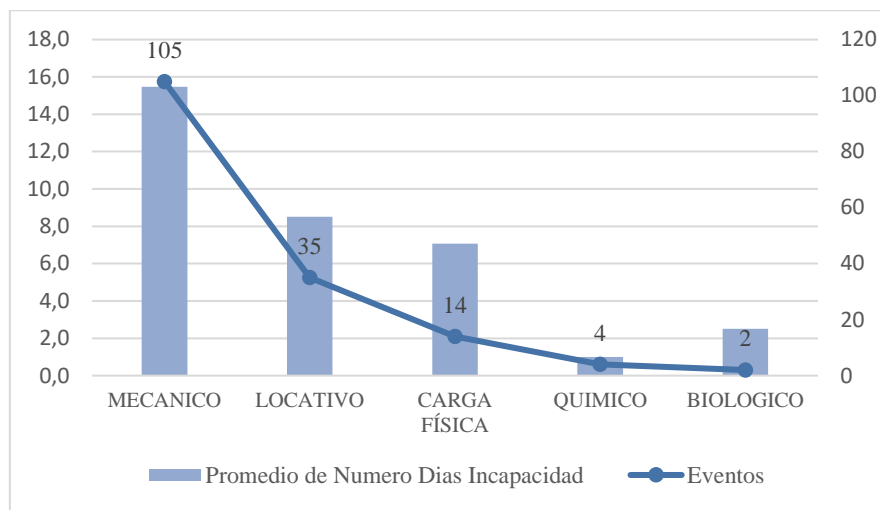


## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

Los días de la semana que más han representado eventos en los años 2018, 2019 y 2020 son los días, lunes, martes y viernes. En Remedios, Antioquia todos los miércoles se celebra el día del minero, se estima que puede ser una causa con el fin de generar una incapacidad para poder tener el día libre.

**Figura 17**

*Agente de riesgo*



Fuente: Elaboración propia.

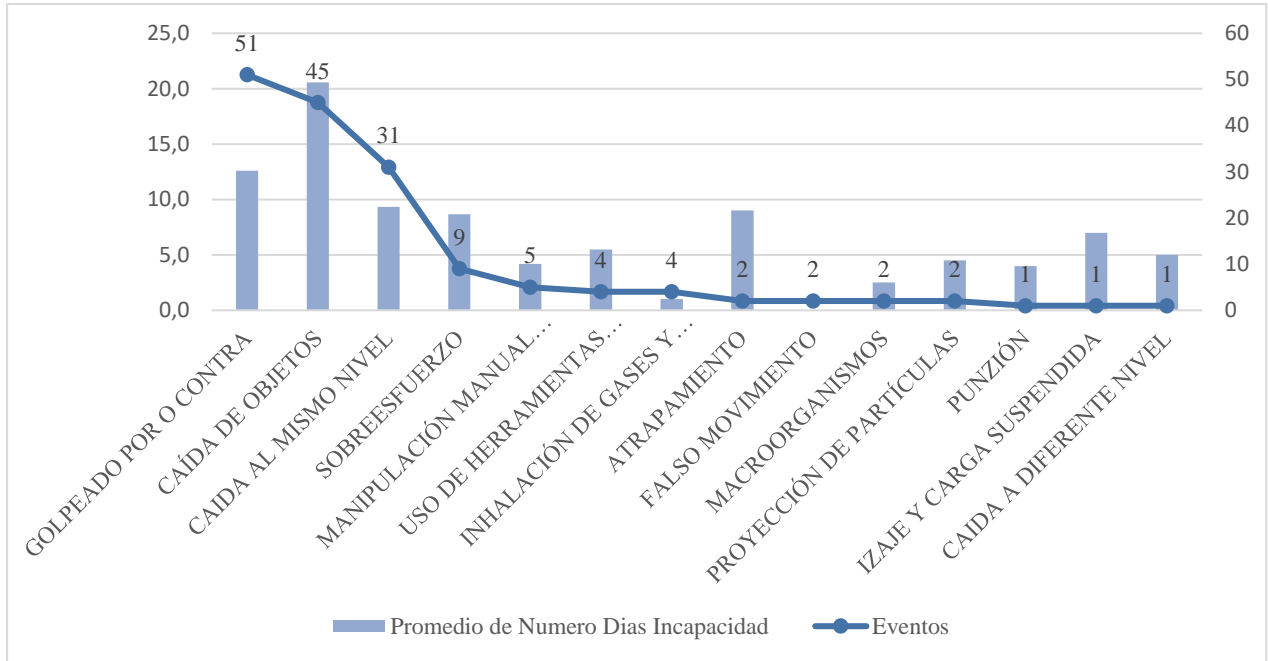
El riesgo mecánico representa el mayor número de eventos ocasionados para los años 2018, 2019 y 2020 por golpes, caída de objetos, uso de herramientas entre otros, este representa 105 eventos seguidos del riesgo locativo ocasionado en su mayoría de veces por el terreno irregular y la falta de orden y aseo.



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

**Figura 18**

*Peligro*



Fuente: Elaboración propia.

Los peligros que mayor representan la accidentalidad son golpeado por o contra y caída de objetos, los cuales se asocian al riesgo mecánico, y en tercer lugar tenemos las caídas ocasionadas por el terreno y falta de orden y aseo al interior de la mina.

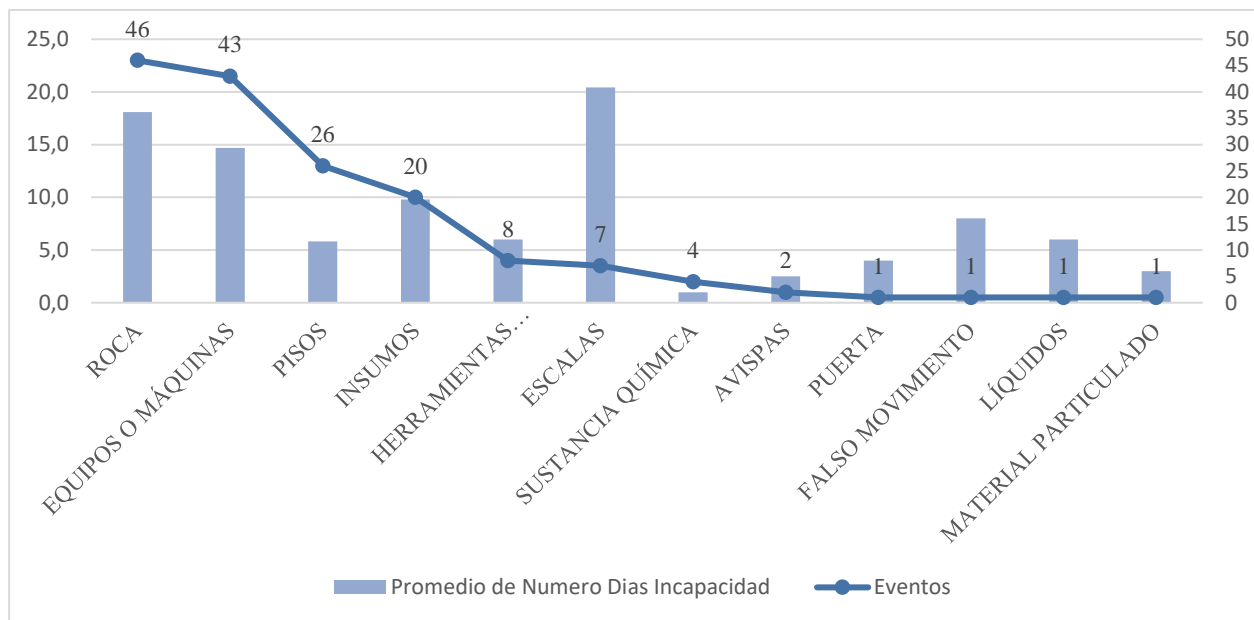
Ocasionados por el desprendimiento de caída de roca y uso de equipos o herramientas.



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

Figura 19

Agente del accidente



Fuente: Elaboración propia.

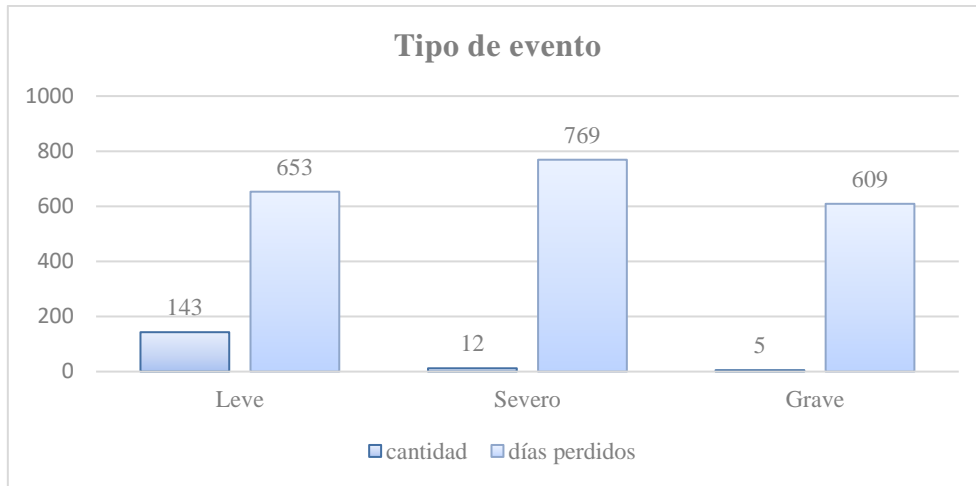
De acuerdo a la caracterización de accidentalidad realizada para los años 2018, 2019 y 2020, los agentes de riesgo que causan el mayor número de eventos son las rocas por la caída de estas al interior de la mina con 46 eventos y un promedio de días perdidos de 18,1 días y 43 eventos relacionados con golpes con equipos o máquinas, con un promedio de días perdidos de 14,7 días, considerando al agente de riesgo mecánico como el principal causante de los accidentes de trabajo.



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

**Figura 20**

*Tipos de accidentes*



Fuente: Elaboración propia.

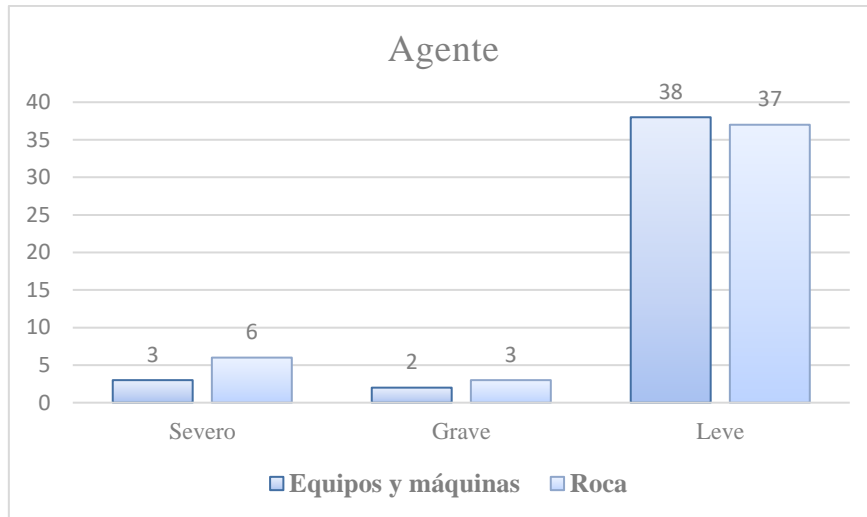
Se observa en el transcurso de los años 2018, 2019 y 2020 se han presentado 5 accidentes graves con 609 días de incapacidad, generados en su mayoría por riesgo mecánico por caída de roca y golpes con máquinas y/o equipos, los accidentes severos en su mayoría son causados por riesgos locativos y golpes que han generado muchos números de ausentismos por fracturas de falanges y metatarsos, de igual manera por caída de roca y/o golpes con máquinas y equipos.



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

**Figura 21**

*Agente Vs Gravedad de la lesión*



Fuente: Elaboración propia.

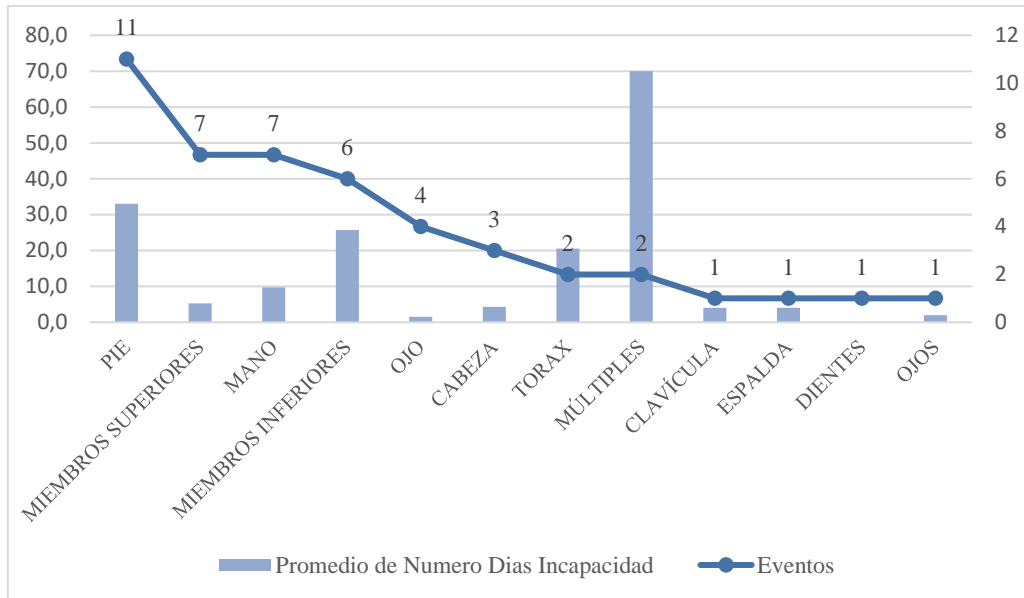
Se observa que de los 75 accidentes leves 38 eventos han sido por equipos y máquinas y 37 eventos por golpe o caída de roca; de los 5 accidentes graves 2 eventos están asociados a la manipulación o golpes con equipos y máquinas y 3 accidentes por golpes con roca y por último de los 9 eventos severos 6 han sido por golpes con roca y 3 por máquinas y equipos.



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

**Figura 22**

*Parte del cuerpo afectada*



Fuente: Elaboración propia.

De los 46 accidentes ocurridos en los años 2018, 2019 y 2020 por caída de roca al interior de la mina, la parte del cuerpo más afectada son pies, miembros superiores y manos, pero se observa que los eventos por caídas de roca que afectaron múltiples partes del cuerpo fue el de mayor severidad con un promedio día de 70,0 días perdidos.

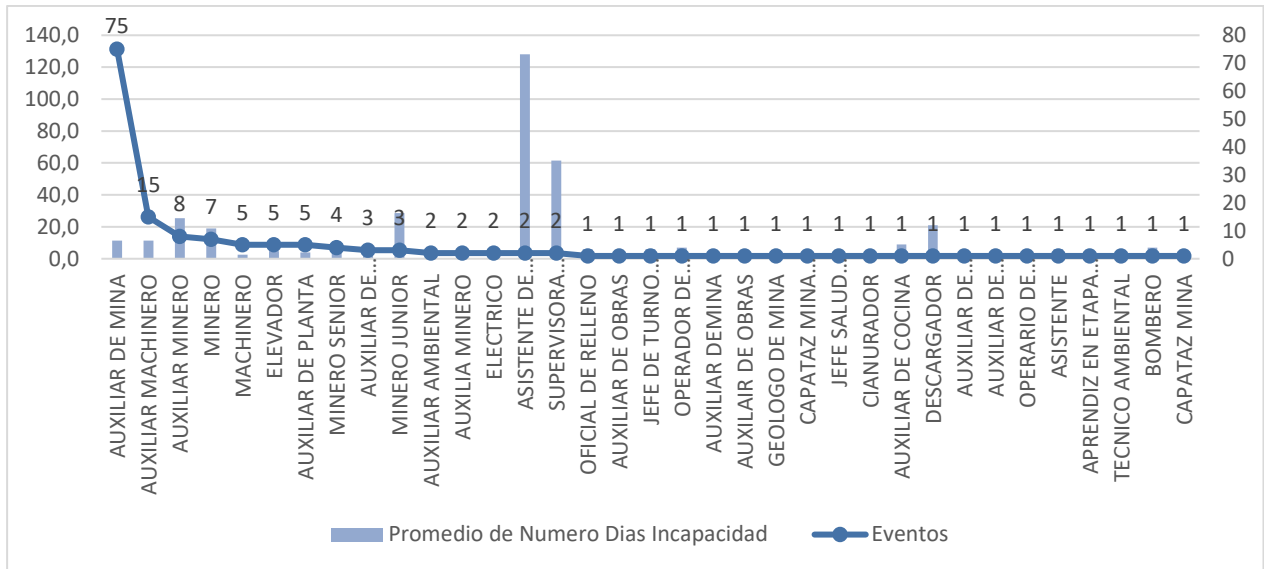




PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

Figura 23

Cargo



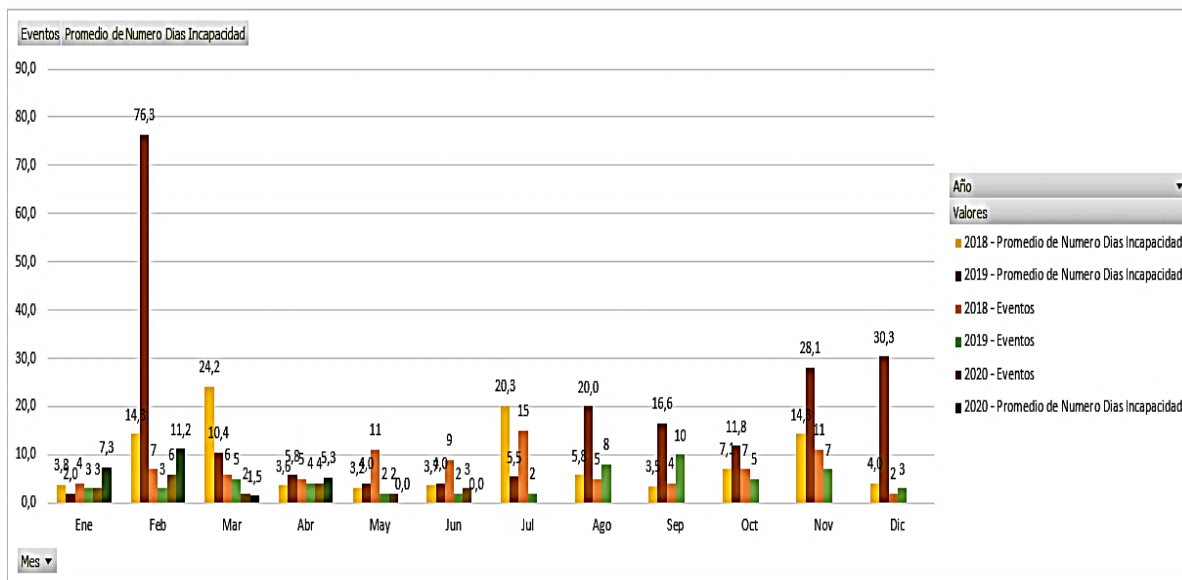
Fuente: Elaboración propia.

El auxiliar de mina con 75 accidentes y un promedio de días perdidos de 11,5 días y el auxiliar de machinero con 15 accidentes y un promedio de días perdidos de 11,3 son los cargos que representan el mayor número de accidentes en los años 2018, 2019 y 2020, esto debido a que son los cargos de mayor exposición al riesgo mecánico por desprendimiento de roca al interior de la mina, ya que son los encargados de la perforación de la roca para voladuras para el avance de la mina, sacar mineral o material estéril.

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

**Figura 24**

*Comparativo de accidentalidad por año*



Fuente: Elaboración propia.

Se logra evidenciar que ha disminuido la frecuencia y severidad de los accidentes, al implementar medidas de intervención ya sea en la fuente, el medio y el individuo, implementando las medidas de sostenimiento al interior de la mina de suma importancia para generar mayor estabilidad a las rocas, procesos de formación y entrenamiento en la identificación de las condiciones de riesgo potenciales.

**4.1.1 Causas de los accidentes.** De acuerdo a las descripciones de los accidentes ocurridos en los años 2018, 2019 y 2020, suministrados por la base de datos de la compañía y de acuerdo al informe de FURAT que arroja la administradora de riesgos laborales de la compañía, se inicia un proceso de análisis a cada descripción con el propósito de identificar las causas inmediatas y básicas que ocasionaron los eventos.

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

**Tabla 6**

*Causas inmediatas*

<b>Causas inmediatas</b>	
<b>Actos inseguros</b>	<b>Condiciones inseguras</b>
Incumplimiento de la norma	Conexiones, interruptores, etc., descubiertos
Adoptar una posición insegura	Espacio inadecuado para la ejecución de movimientos de las personas y objetos
Almacenar de manera incorrecta	Iluminación inadecuada (insuficiente luz para la operación)
Emplear en forma inadecuada o no usar el equipo de Protección personal	Métodos o procedimientos peligrosos
Atención deficiente a las condiciones del suelo	Riesgo por la colocación distribución de materiales, equipos, excepto las personas
Lanzar material en lugar de cargarlo o pasarlo	Riesgos naturales los relacionados con terrenos irregulares e inestables, con exposición a animales salvaje y elementos, etc.
No guardar la distancia	Ausencia de pasamanos

*Fuente: Elaboración propia*



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

**Tabla 7**

*Causas básicas*

<b>Causas básicas</b>	
<b>Factores personales</b>	<b>Factores de trabajo</b>
Falta de práctica	Liderazgo
Falta de competencia en aspectos técnicos	Falta de recursos
Entrenamiento inicial o actual inadecuado	Orientación, instrucciones, y/o entrenamiento inadecuado
Fallas de coordinación	Políticas, procedimientos, guías o practicas inadecuadas
Falta de conocimiento o experiencia	Falta de supervisión de la empresa contratista
Falta de habilidad	Deficiencia en el mantenimiento
Instrucción / entrenamiento mal entendido	Ingeniería inadecuada

*Fuente: Elaboración propia*

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

### 4.1.2 Condiciones inseguras de la mina subterránea de oro Quintana S.A.S

**Remedios, Antioquia.** A continuación, se observan fotografías de la mina donde se evidencian condiciones asociadas al riesgo mecánico por desprendimiento de roca.

#### Figura 25

*Condiciones de riesgos en mina*



Fotografía que muestra el riesgo por desprendimiento de caída de roca.

#### Figura 26

*Fotografías reales en mina Quintana SAS*



Fuente: Elaboración propia.



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

Espacio reducido, se logra identificar los rieles por donde ingresa el vagón donde se transporta la herramienta y se extrae de la mina el mineral, se presenta riesgo por golpes con los bastidores en madera con los que se realiza el sostenimiento al interior de la mina.

**4.1.3 Evaluación y valoración del riesgo mecánico.** La metodología utilizada por la empresa para efectuar la identificación y la valoración de los riesgos, para este caso el riesgo mecánico, utiliza los mapas de calor, los cuales son una herramienta valiosa de visualización o mapeo de datos para comunicar los riesgos específicos que enfrenta una organización de forma visual y de fácil interpretación. El mapa de los riesgos contribuye a que las empresas en la identificación y priorización de sus riesgos asociados con su negocio o tipo de actividad económica.

De acuerdo a la metodología que la empresa utiliza, a continuación, se muestra el significado para cada resultado:

**Figura 27**

*Probabilidad del riesgo*

PROBABILIDAD	MUY ALTA	MODERADO	IMPORTANTE	CRITICO	CRITICO
	ALTA	MODERADO	IMPORTANTE	IMPORTANTE	CRITICO
	MEDIA	BAJO	MODERADO	IMPORTANTE	IMPORTANTE
	BAJA	BAJO	BAJO	MODERADO	MODERADO
		BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
SEVERIDAD					

Fuente: Elaboración propia.

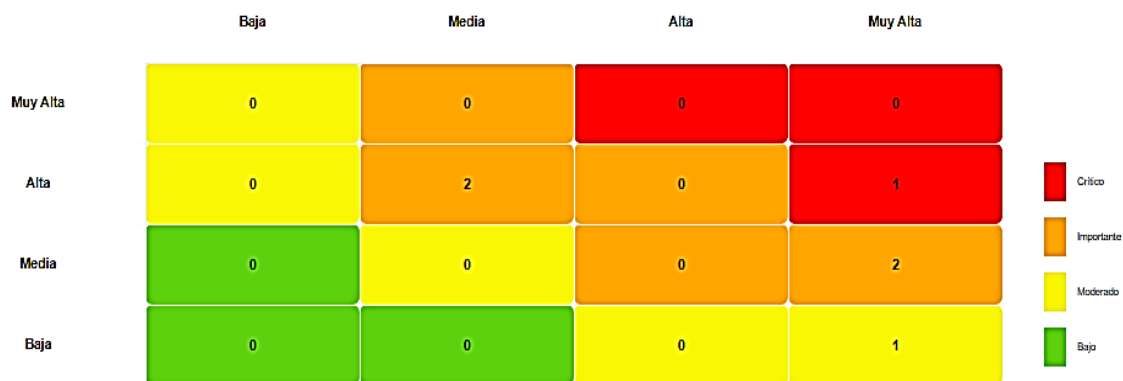


## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

A continuación, se logra observar cómo está valorado el riesgo mecánico en el mapa de calor de la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos IPVR, dicha metodología que utiliza la empresa es bajo modelo de su ARL a la cual se encuentran afiliados, su metodología establece o permite hallar los niveles de riesgo por medio de un ejercicio de matriz que permite la puntuación directa, aquí la apreciación de la posibilidad de ocurrencia está orientada dada suficiencia de sus controles, la calidad, así como por los mecanismos de defensas existentes, así como la calificación de las posibles efectos encontrados y la magnitud por los daños al individuo en su salud, posibles daños materiales y/o económicos, ampliando las posibilidades de calificación (ARL SURA, 2012, pág. 2).

**Figura 28**

*Mapa de calor*



### Detalle Matriz calor

Nivel de riesgo: Critico  
 Probabilidad: Alta  
 severidad: Muy Alta



#	Sede	Área/Centro de trabajo	Proceso	Categoría del riesgo	Nombre del Riesgo	Nombre personalizado
1	QUINTANA	Mina la Quintana	Producción	Riesgo Laboral	Objetos que caen, ruedan, se deslizan, se movilizan	

Fuente: Elaboración propia.

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

De acuerdo a la probabilidad de ocurrencia del evento y la severidad. Estas variables se cruzan eje X y eje Y me arroja un nivel de riesgo.

A continuación, se observa que de acuerdo a este mapa de calor el riesgo crítico es el riesgo mecánico por desprendimiento de caída de roca al interior de la mina.

Se logra evidenciar en el mapa de calor un riesgo crítico donde se asocia al riesgo mecánico, siendo el riesgo crítico, con la siguiente interpretación en su metodología.

### Figura 29

#### *Riesgo crítico*

<b>CRITICO</b>	<p>La intervención es urgente. En presencia de un riesgo así, se sugiere no realizar ningún trabajo hasta contar con las medidas de control que impacten la probabilidad de su ocurrencia.</p> <p>De ser indispensable la realización de la labor, se deben adoptar todas las medidas necesarias para evitar la materialización del riesgo; las medidas deben garantizar que el riesgo está bajo control antes de iniciar cualquier tarea.</p> <p>Una actividad operacional no debe estar en este rango, desde el diseño de la misma se deben adaptar sus respectivos controles.</p>
----------------	--

Fuente: Elaboración propia.

Al ser una mina artesanal no se cuenta con suficientes recursos para implementar controles de ingeniería muchos más resistentes, para la prevención por desprendimiento de caída de roca.

## 4.2 Análisis del impacto

En la empresa Quintana S.A.S. se viene desarrollando un proceso de modernización de la mina, dando cumplimiento a los requerimientos legales según decreto 1886 de 2015, en cuanto a la restricción de accesos de personal a frentes de trabajo suspendidos y abandonados por medio de obras de protección y señales preventivas, de igual manera se trabaja en



## **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

sostenimientos técnicos con materiales resistentes según programas establecidos por la compañía acordes a la legislación vigente, los programas de capacitación y entrenamiento certificados por entidades reconocidas y avaladas por los entes gubernamentales, aportan el conocimiento técnico de cada uno de los colaboradores en seguridad y salud en el trabajo. Todos los programas que se implementan en la entidad de trabajo operativamente han aportado gran avance en todo lo relacionado con bajar el índice de accidentalidad y ausentismo laboral, la empresa se encuentra fortalecida jurídicamente ya que todo lo realizado está alineado a los requerimientos legales del sector minero.

A pesar del esfuerzo realizado por la empresa en cuanto a las medidas de control e intervención de riesgos, se debe fortalecer el programa relacionado con el mantenimiento ya sea preventivo y/o correctivo de máquinas, herramientas y/o equipos, realizar actividades de entrenamiento con el fin de mejorar el liderazgo de los supervisores frente al cumplimiento de los programas establecidos por la empresa, lo anterior como base elemental para el logro de metas y objetivos de la empresa.

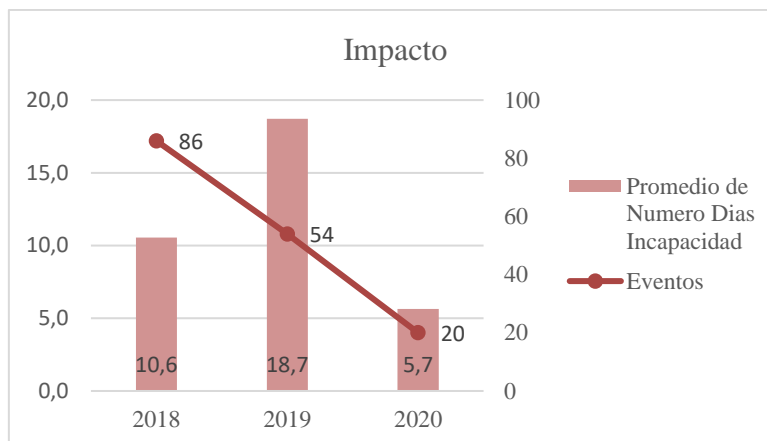
Es complejo lograr una educación en el cuidado en la mina debido a la alta rotación de personal, esto se debe principalmente a la cultura que se tienen establecido en la región, por la alta demanda de las empresas del sector minero, ya que resultan más atractivas por la cercanía a las áreas urbanas de los municipios y muchas de estas empresas no son tan exigentes en normas de seguridad como la empresa Quintana S.A.S



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

**Figura 30**

*Análisis del impacto de la accidentalidad*



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al análisis la empresa Quinta S.A.S viene disminuyendo de manera notoria la frecuencia de accidentalidad, en el año 2018 se presentaron 86 accidentes los cuales generaron 911 días de incapacidad, en el año 2019 se presentaron 54 accidentes con 1009 días de incapacidad para el año 2020 a junio se han presentado 20 accidentes con 114 días de incapacidad, logrando así disminuir la frecuencia y severidad, la empresa muestra un compromiso en mejorar las condiciones de seguridad en sus empleados.

### 4.3 Medidas de intervención para el control del riesgo mecánico

En relación a lo encontrado en la caracterización de accidentalidad y la evaluación de los riesgos de la IPVR se propusieron las siguientes medidas de intervención unas realizadas por la compañía y las otras por nosotros.

**4.3.1 Controles en la fuente.** Trata de reducir los eventos generando medidas de intervención en las fuentes primarias que ocasionan el riesgo para esta ocasión el

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

desprendimiento por caída de roca, con medias de intervención de un programa de sostenimiento al interior de la mina subterránea:

Se recomienda instalar pasamanos a las escaleras de acceso al interior de la mina e instalar cinta antideslizante, se recomienda pintarlas de color amarillo.

Realizar controles geológicos de manera permanente al interior de la mina, es importante que este personal experto realice procesos de capacitación al personal.

Realizar procesos de sostenimiento al interior de la mina (Sostenimiento de galerías con entibación metálica) al ser de mayor resistencia, este se debe de revisar todos los días que no presente daño o modificaciones.

A continuación, se muestran algunas fotografías reales de sostenimiento al interior de la mina.

### **Figura 31**

*Fotografías reales en mina Quintana SAS*



Fuente: Elaboración propia.



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

Parte fundamental para la prevención de las caídas de rocas es contar con un buen procedimiento y programa de sostenimiento en la mina, el cual se levantó toda la parte documental de procedimientos y listas de chequeo necesarias para su implementación y la empresa viene instalando sostenimiento al interior de la mina, es importante utilizar insumos de buena calidad y una excelente formación al personal encargado de su instalación, ya que estos soportes en madera, malla, hierro entre otros ayudan a sostener las paredes de la mina, evitando el desprendimiento de caída de roca al personal.

### Figura 32

*Fotografías reales en mina Quintana SAS*



Fuente: Elaboración propia.

Contar con personal calificado y muy bien entrenado en la identificación de riesgos al interior de la mina se vuelve un control fundamental, ya que muchas de las condiciones si se identifican a tiempo se pueden corregir muchas de forma inmediata, como retirando las rocas que tengan el riesgo de desprenderse evitando que estas caigan a la persona.



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

**Figura 33**

*Sin consentimiento Vs con consentimiento*



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 34**

*Instalación de puerta*



Fuente: Elaboración propia.

Sostenimiento: instalación de puerta alemana, que sirve para sostener el macizo rocoso, evitando la caída de roca, utilizado en minería artesanal subterránea, este se viene implementando en la compañía.



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

**Figura 35**

*Actividad de desabombe*



Fuente: Elaboración propia.

Personal realizando actividad de desabombe (retiro de rocas sueltas con ayuda de la barra desabombadora) actividad realizada en todos los niveles y tambores de la mina.

Se logra evidenciar la importancia de implementar un sostenimiento al interior de las minas subterráneas, ya que el riesgo mecánico por desprendimiento de roca ocasiona eventos leves, graves o en su defecto mortales dependiendo de las dimensiones de la roca o en caso de colapso de la estructura, el programa de sostenimiento se convierte en un control fundamental que brinde al interior de la minas, las paredes internas mayor resistencia y disminución de riesgo por desprendimiento de caída de roca.

**4.3.2 Controles en el medio.** Se recomienda implementar un programa que involucre el mantenimiento netamente preventivo de las máquinas y los equipos, instalar



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

señalización alusiva a los riesgos presentes al interior de la mina y que acompañen la campaña.

**4.3.2.1 Señalización necesaria.** La campaña debe de contener la siguiente señalización, con el fin de generar mayor advertencia de peligro al personal y recordar los elementos de protección personal necesarios para la labor.

**Figura 36**

*Señalización*



Fuente: Elaboración propia.

Se recomienda instalar afiches con frases de seguridad que le recuerden al minero los riesgos y peligros a los cuales se encuentra expuesto, avisos como los siguiente:

- Mantener comunicación permanente con en el equipo de trabajo.
- Verificar calidad de aire y ventilar
- Escuchar grujidos y chispeo de roca
- Reconocer fallas y fracturas en la roca
- Utilizar varillas a un costado del cuerpo y usarla a 45°
- Desatar rocas sueltas antes, durante y después de perforar
- Desatar el techo y hastiales – avanzando hacia el frente





PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

Figura 37

*Pendón informativo*



Fuente: Elaboración propia.

**4.3.3 Controles en la persona.** Estos controles están definidos hacia la persona por medio de documentación, elementos de protección personal y procesos de capacitación y entrenamiento, que se encuentran ya documentados y anexos al informe de investigación.

Se documentó toda la información necesaria, para la prevención de caídas de rocas al interior de la mina, con el fin de ser divulgada y publicada a todo el personal, donde nos indican los paso a paso de la actividad, los elementos de protección necesarios para la tarea, los cuales actualmente se utilizan en la empresa y los cuales se mencionan en los procedimientos anexos los riesgos presentes en la actividad. Se proponen y se documentan los siguientes documentos:

- Programa de sostenimiento. Ver (Anexo B)
- Lista de verificación de sostenimiento. Ver (Anexo C)
- Plan de intervención para la prevención de caída de Roca. Ver (Anexo D)





## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

- Lista de indicadores de Seguimiento plan de intervención. Ver (Anexo E)
- Practica segura de sostenimiento de mina subterránea. Ver (Anexo F)
- Practica segura de desabombe en minería subterránea de rocas sueltas. Ver (Anexo G)

En la mina ya se inició con el proceso de divulgación de los procedimientos al personal, programa y listas de verificación.

**4.3.4 Campaña de sostenimiento y desabombe.** Una vez divulgado y publicado todo el programa de sostenimiento, el cual se encuentra como anexo al documento se recomienda realizar campaña que refuerce los conceptos aprendidos y genere mayor recordación al riesgo y cuidados que se deben de tener presenten en las actividades mineras, se recomienda instalar pendón donde de manera gráfica identifique los peligros y la práctica segura para la prevención de accidentes. Las señalizaciones alusivas a la campaña se describen en los controles del medio.

Además, se recomienda implementar las siguientes medidas:

- Se recomienda seleccionar y entrenar líderes de SST con el fin de contar con mayor apoyo al interior de la mina que estén identificando, reportando y mejorando los comportamientos inseguros en el personal.
  - Implementar programa de observaciones de comportamientos, los mismos líderes pueden hacer las observaciones y cambios en el comportamiento de las personas, mejorando las practicas seguros y generando día a día cultura del cuidado.
  - Levantar, divulgar y publicar análisis de riesgo por oficio ARO del auxiliar de mina, siendo el cargo de mayor exposición y accidentalidad, este ARO debe ser utilizado en los procesos de inducción y reinducción al personal recordando las prácticas seguras
- 
-

## **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

para la prevención de los riesgos; además de dar a conocer a todos los riesgos a los cuales se exponen en su actividad.

- Realizar los procesos de reinducción cada año, se recomienda realizarlo de una forma práctica y didáctica es importante realizar recorrido en la mina mostrando todos los peligros presentes en la actividad, una vez finalizado el proceso realizar procesos de evaluación con el fin de estar seguros que comprendieron la información.
- Realizar capacitación en uso y mantenimiento de elementos de protección personal, además de realizar inspecciones de seguridad a los elementos de protección personal de los empleados.
- Continuar con la divulgación de los procedimientos propuestos de desabombe y sostenimiento.
- Realizar un proceso de entrenamiento por experto de manera práctica en el proceso correcto de sostenimiento y desabombe, una vez hayan conocido los procedimientos.
- Realizar procesos de auditoría, garantizando que se estén cumpliendo con todos los procedimientos definidos, se puede contar con el apoyo de los líderes de SST.
- Debido a la población es importante realizar campañas de promoción y prevención con el fin de generar mejores hábitos en las personas.
- Realizar campañas de sensibilización frente a la prevención del alcohol.
- Realizar procesos de adiestramiento y formación de los supervisores de la mina, logrando mejorar el liderazgo.

A continuación, se muestran evidencias en la divulgación de procedimiento y listas de chequeo y buenas prácticas de la empresa, como propuestas de intervención

---

---

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

La empresa realizó divulgación con cada uno de los procedimientos de: desabombe, sostenimiento y lista de verificación de sostenimiento, propuestos como medida de intervención.

### Figura 38

*Divulgación de estrategia de sostenimiento y desabombe*



Fuente: Elaboración propia.

Se convocó al personal de mina para presentar la estrategia de sostenimiento y desabombe, es de gran importancia hacer partícipe a los colaboradores con el fin de generar compromisos en el cuidado propio y de los compañeros.



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

**Figura 39**

*Divulgación de procedimiento de desabombe al personal de mantenimiento*



Fuente: Elaboración propia.

Se cita al personal de mantenimiento, para divulgación del procedimiento de desabombe, ya que en su mayoría de veces las rocas de mayor dimensión, es el personal de mantenimiento el encargado de desatar la roca al interior de la mina.

**Figura 40**

*Capacitación a la brigada y socorredores mineros en atención primaria ABC*



Fuente: Elaboración propia.



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

La empresa cuenta con un plan de entrenamiento y capacitación en rescate a la brigada y provee los recursos para la atención de lesionados o en caso de ser necesario un rescate al interior de la mina, cuenta a la fecha con 12 socorredores mineros certificados por la Agencia Nacional de Minería.

### **4.4 Plan de intervención para la prevención del riesgo mecánico por caída de roca**

Se anexa D plan de intervención de cada una de las fases necesarias para el desarrollo de la estrategia, con sus respectivos costos y responsables, donde se podrán evidenciar las tareas propuestas y la documentación necesaria las cuales algunas de ellas ya se vienen desarrollando por la compañía.

**4.4.1 Seguimiento a las medidas de intervención.** Se documenta lista de indicadores de seguimiento al plan de intervención con el fin de que la empresa mida la efectividad y cumplimiento de las medias propuestas, con el fin de mitigar y controlar el riesgo mecánico por desprendimiento de caída de roca; mejorando las condiciones de seguridad en sus empleados y por ende aumentando su productividad.

**Se anexa E** formato de lista de indicadores de seguimiento plan de intervención con indicadores de impacto y resultado.



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

### Conclusiones

Todo el trabajo investigativo, administrativo y operativo realizado en la empresa Quintana S.A.S., suministro valiosa información técnica para fortalecer el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo y establecer lineamientos claros en la intervención del riesgo mecánico por caída de rocas al interior de la mina, este fenómeno ha sido interiorizado en las diferentes áreas y procesos de la compañía, dándole la importancia necesaria desde la gerencia y demás dependencias jerárquicas, durante mucho tiempo se ha venido manifestando el riesgo en diferentes aspectos operacionales, dejando numerosas pérdidas materiales en el proceso, además de pérdidas humanas en cuanto a las secuelas a largo plazo marcadas en la población trabajadora, de ahí la importancia de mantener en el corto, mediano y largo plazo las medidas de seguridad en la operación minera.

Durante este proceso de investigación e identificación de riesgos se logró la documentación del programa de practica segura de sostenimiento, practica segura de desabombe y diseño de la campaña lúdica para el riesgo mecánico por desprendimiento de rocas al interior de la mina, de igual manera se implementaron actividades de socialización de los programas y procedimientos para la intervención del riesgo, logrando interiorizar en la empresa la importancia del trabajo en equipo y la implementación de medidas de ingeniería en cuanto al sostenimiento.

Las diferentes fuentes de investigación internacional, nacional y regional mostraron una problemática que requiere ser trabajada en conjunto para lograr una buena gestión del riesgo, donde el compromiso también recae en los entes gubernamentales desde sus políticas claras de inclusión de la pequeña minería y sus acompañamientos técnicos de seguridad y



## **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

salud en el trabajo, se evidencia compromiso de los pequeños empresarios, sin embargo no tienen claro el marco legal y sus implicaciones en el bienestar físico y mental de la población trabajadora.

Esta investigación también deja claro la importancia de incluir a todos los trabajadores en un esquema de capacitación y entrenamiento desde que ingresan a la empresa, pues esto garantiza conocimiento previo del riesgo, aportando a si la seguridad en sus actividades diarias. También es importante aprender desde la experiencia dada en eventos ya sucedidos, esto garantiza información de causas que en ocasiones son desconocidas durante el desarrollo de las tareas.

La empresa ha logrado un gran avance en las diferentes fases de intervención de los riesgos, la documentación e implementación de los diferentes programas son la evidencia del compromiso gerencial y operacional en la mina, donde se encuentra involucrado todo el recurso humano y técnico para lograr los objetivos planteados.

Para finalizar, el llamado más importante es crear conciencia desde todos los frentes empresariales, en involucrar siempre la seguridad y salud en el trabajo en todos sus procesos operativos, siendo este fundamental en la continuidad del negocio.



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

### Recomendaciones

Se recomienda contar con personal con experiencia y entrenado en actividades mineras, ya que se identificó en los factores personal la falta de conocimiento causante de accidentes.

Es importante dar continuidad a los procesos de capacitación y entrenamiento al cargo al nuevo personal que ingresa, con el fin de que identifiquen los riesgos existentes en la actividad y las medidas de control que se deben de implementar para la mitigación al riesgo.

Se recomienda realizar sostenimientos mecanizados con sistemas de pernos y en mallado en el macizo rocoso.

Realizar procesos de formación en líderes gestores y transformadores, direccionado a jefes y supervisores.

Se recomienda implementar un programa de mantenimiento preventivo a las herramientas y equipos de trabajado empleados en la excavación, perforación y desplazamiento al interior de la mina.

Se recomienda implementar un programa de orden y aseo en la mina, esto facilita el trabajo y mejorará de manera notable las condiciones seguras a los trabajadores.





## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

### 5 Bibliografía

- Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo. (agosto de 2020). *eu-osha*.  
Obtenido de <https://osha.europa.eu/es/about-eu-osha/press-room/note-to-editor/herramienta-de-evaluacion-de-riesgos-interactiva-en-linea>
- ARL SURA. (6 de junio de 2012). *METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS*. Obtenido de SURA:  
[https://www.arlsura.com/files/metodologia\\_definitiva\\_ipevr.pdf](https://www.arlsura.com/files/metodologia_definitiva_ipevr.pdf)
- Belloví, M. B., Solá, X. G., García, Y. I., & Ardanuy, T. P. (2011). Seguridad en el trabajo. En G. I. alcoverro. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- CEEC . (2015). *Estadística de Accidentes de Trabajo en Andalucía*. Obtenido de Consejería de Empleo, Empresa y Comercio: [http://tusaludnoestaennomina.com/wp-content/uploads/2019/07/Informe\\_atc2015.pdf](http://tusaludnoestaennomina.com/wp-content/uploads/2019/07/Informe_atc2015.pdf)
- El Congreso de Colombia. (11 de Julio de 2012). *"POR LA CUAL SE MODIFICA EL SISTEMA DE RIESGOS LABORALES Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES EN MATERIA DE SALUD OCUPACIONAL"*. Obtenido de  
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Ley-1562-de-2012.pdf>
- Empresalud. (oct de 2018). *Portal de prevencion de riesgos de trabajo*. Obtenido de  
<http://www.empresalud.com.ar/revista/nota/los-riesgos-de-la-mineria/>
- Fasecolda. (Mayo de 2019). *Fasecolda*. Obtenido de Comunicado de prensa:  
<https://fasecolda.com/cms/wp-content/uploads/2019/09/seminario-riesgos-laborales.pdf>
- Gándara, G., & Raúl Díaz, M. (2009). Salud y seguridad en el trabajo en minería. En *Salud y seguridad en el trabajo en minería* (pág. 107). Ciudad de Mexico: Aula y andamios Editora.
- Gomez, L., & Mendez, M. (2017). *Manual de Seguridad para la Prevención de Riesgos Mecánicos en la Empresa todo Eléctricos*. Obtenido de Corporación Universitaria Minuto de Dios: [https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/5321/UVD-TSO\\_GomezCasallasLuzJaqueline\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/5321/UVD-TSO_GomezCasallasLuzJaqueline_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Gonzales, A., Bonilla, J., Quintero, M., Reyes, C., & Chavarro, A. (Abril de 2016). *Análisis de las causas y consecuencias de los accidentes laborales ocurridos en dos proyectos de construcción*. Obtenido de  
[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732016000100001](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732016000100001)
- Hena Robledo, F. (2008). *Riesgos eléctricos y mecánicos / Fernando Hena Robledo*. Bogota, Colombia: Ecoe Ediciones.
- hernandez, r. h. (26 de 09 de 2017). *Prevenir.com*. Obtenido de La Piramide de Frank Bird en el sector de la Minería: <https://prevenir.com/2017/09/26/la-piramide-frank-bird-sector-la-mineria/>
- icontec. (2007). *consejo colombiano de seguridad*. Obtenido de  
<http://www.usbcartagena.edu.co/phocadownload/copaso/4.pdf>
- ICONTEC. (15 de 12 de 2012). *Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)*. Obtenido de GTC 45:  
<https://idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/gtc450.pdf>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2019). Evaluación de Riesgos Laborales. *Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo*, 7.
- 
-

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

- Laboratorio oficial de Madariaga. (2015). *GUÍA SOBRE CONTROL GEOTÉCNICO EN MINERÍA SUBTERRÁNEA*. Obtenido de <https://energia.gob.es/mineria/Seguridad/Guias/Gu%C3%ADas/Guia-control-geotecnico-mineria-subterranea.pdf>
- minem. (2010). *Guía Ambiental Para el Manejo de Relaves Mineros*. Obtenido de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/relaveminero.pdf>
- Ministerio de la Protección Social. (24 de Mayo de 2017). *DIARIO OFICIAL 46.638*. Obtenido de por la cual se reglamenta la investigación de incidentes y accidentes de trabajo.: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-1401-2007.pdf>
- Ministerio del Trabajo. (26 de mayo de 2015). *decreto 1072*. Obtenido de <https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/0/DUR+Sector+Trabajo+Actualizado+a+15+de+abril++de+2016.pdf/a32b1dcf-7a4e-8a37-ac16-c121928719c8>
- Navarro, F. (27 de Febrero de 2019). Método de Evaluación General de Riesgos del INSHT. *Revista digital INESEM*, 1. Obtenido de Método de Evaluación General de Riesgos del INSHT: <https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/metodo-de-evaluacion-general-de-riesgos-del-insht/>
- NEGOCIOS, E. Y. (17 de MAYO de 2019). EL TIEMPO. *EL TIEMPO*, pág. 1.
- ohsas 18001. (s.f.). Obtenido de Niveles de control de riesgo según OHSAS 18001 norma para el SGSST: <https://www.nueva-iso-45001.com/2015/11/control-riesgo-ohsas-18001-norma-sgsst/>
- oyanguren, p. r., & monge, l. a. (2004). *mecanica de rocas*. madrid: universidad politecnica de madrid.
- Pita Fernández, S., & Pértegas Díaz, S. (2002). Investigación cuantitativa y cualitativa . 1.
- Santos, A. (18 de Junio de 2014). *Satirnet Safety*. Obtenido de <https://www.satirnet.com/satirnet/2014/06/18/indice-de-gravedad/>
- sarabia, j. m. (2009). *La prevención de riegos profesionales: una perspectiva empresarial*. Obtenido de <https://www.fraternidad.com/biblioteca/prevencion-historica/818/>
- TODO SOBRE MINERIA. (2013). *gran mineria*. Obtenido de <http://granmineria.blogspot.com/2013/08/clases-de-sostenimiento.html>
- Universidad Carlos III Madrid. (2018). *riesgos mecanicos*. Obtenido de <https://www.uc3m.es/prevencion/riesgos-mecanicos#:~:text=Se%20entiende%20por%20riesgo%20mec%C3%A1nico,materiales%20proyectados%2C%20s%C3%B3lidos%20o%20fluidos.>
- Univesidad del pais vasco. (2005). *como evaluar las lesiones psicuiicas y las secuelas emocionales en las victimas de delitos violentos*. madrid.
- 
-

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

### Anexo A. Glosario

**Ausentismo:** situación de ausencia del trabajo, refiriéndose al número de horas programadas, que se dejan de laborar como efecto de los accidentes de trabajo o las enfermedades laborales. (Giraldo, 2009)

**Consecuencia.** Es el resultado de la lesión o enfermedad, la materialización del riesgo, expresado de forma cualitativa o cuantitativamente (Icontec, 2012).

**Exposición.** Es el hecho en el que las personas se hayan en contacto directo con los peligros. (Icontec, 2012).

**Seguridad y salud en el trabajo:** se entenderá en lo sucesivo como Seguridad y Salud en el Trabajo, aquella disciplina que trata la prevención de los accidentes de trabajo y las enfermedades laborales que generan lesiones, traumatismos o enfermedades desencadenadas por las condiciones de trabajo, así mismo gestiona la protección y promoción de la salud de los trabajadores. Esta disciplina tiene como propósito mejorar las condiciones y el medio ambiente de trabajo, propender la salud en el trabajo, que garantiza la promoción y el mantenimiento del mayor bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las ocupaciones. (Congreso de Colombia, 2012)



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

**Anexo B. Programa de sostenimiento**

	<b>PROGRAMA DE SOSTENIMIENTO PARA MINA SUBTERRÁNEA DE ORO ANTIOQUIA</b>	Versión 001
		Fecha noviembre 2020
		Código QUIN-SST- PRG-01

**PROGRAMA DE SOSTENIMIENTO PARA MINA SUBTERRÁNEA DE ORO**

**QUINTANA S.A.S  
ANTIOQUIA**

**2020**

---

---

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

### INTRODUCCIÓN

Con el propósito de dar un mejor manejo a los trabajos que se realizan en el interior de la mina subterránea de oro Quintana S.A.S en Remedios, Antioquia, tanto en material rocoso (estéril), como también en el material mineralizado (oro); se elabora este programa de sostenimiento donde se incorporan variables que influyen en las presiones, la ubicación de los elementos de sostenimiento, el tratamiento de los elementos de entibación antes de su colocación, entre otros.

En minería subterránea, debido al tamaño, complejidad y posición relativa de las excavaciones, estas mismas tienen particulares problemas de estabilidad, **el soporte de las excavaciones productivas debe ser tarea principal y no lo contrario**, ya que básicamente el soporte tiene por objetivos: la seguridad de las personas que allí laboran y de los equipos que permanecen dentro de la excavación, como también, asegurar que la cavidad pueda cumplir con la función para la cual fue excavada.

En este programa analizaremos junto con un plano actualizado de las labores mineras en los diferentes frentes de explotación, las zonas donde se presentan mayores presiones, el trabajo que realiza la madera en las sobreguías, tambores e inclinados o clavadas como componente de sostenimiento y los factores de tipo geológico – estructurales que juegan un papel importante en la forma como se transmiten las presiones.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado se planteará un programa de trabajo realizando un análisis de forma tal, que los elementos que se deseen utilizar para dicho sostenimiento estén en las mejores condiciones y sean ubicados en los lugares que por sus características desempeñen su trabajo de la mejor forma.

Este Programa de Sostenimiento, enuncia las normas mínimas que se deben tener en cuenta para realizar en forma segura un correcto sostenimiento de las diferentes labores de la mina, así como también explica los métodos para realizar de manera segura las diferentes tareas necesarias para completar la entibación.



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

### 1. OBJETIVO GENERAL

Formular y desarrollar el programa de sostenimiento en la mina subterránea de oro Quintana S.A.S en Remedios, Antioquia que permita tener un mejor control de los trabajos de sostenimiento realizados y proyectados a futuro, manejando las diferentes variables que influyen y deben tenerse en cuenta para el correcto funcionamiento de las excavaciones realizadas.

### 2. MARCO LEGAL:

- Decreto 2222 de 1993 Reglamentación para minería a cielo abierto
- Decreto 1886 de 2015 Reglamentación para minería subterránea

### 3. SELECCIÓN DEL TIPO DE MADERA.

La calidad de la madera depende del uso al cual este destinado dentro de la mina, teniendo en cuenta parámetros tales como: Resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, resistencia al tiempo y manejabilidad.

En sitios donde la madera tenga que resistir fuertes presiones, se debe elegir utilizar madera pesada, con poca humedad, ya que la resistencia a la compresión de la madera, aumenta con su densidad y disminuye con la humedad. Donde exista la presencia de fuertes presiones deberá elegirse madera seca ya que la humedad disminuye gradualmente su resistencia a la flexión.

En zonas donde la humedad y la temperatura son altas, la madera se descompone más rápidamente, debido a la presencia de hongos que se alimentan de ella, además estas condiciones aumentan la velocidad del proceso de putrefacción, el cual provoca desprendimiento de pequeñas cantidades de monóxido de carbono (CO).

Las siguientes son las principales características que debe poseer la madera a utilizar en la mina subterránea de oro Quintana S.A.S en Remedios, Antioquia:

- Ⓢ Ser recta
- Ⓢ No estar rajada
- Ⓢ Que no se raje al trabajarla
- Ⓢ Tener pocos nudos
- Ⓢ Que sea de fácil manejo
- Ⓢ Diámetros, de acuerdo con a su longitud, teniendo en cuenta la siguiente tabla:



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

### **4. NORMAS DE SEGURIDAD Y RECOMENDACIONES MÍNIMAS A TENER EN CUENTA EN LA ENTIBACION DE LA MINA SUBTERRÁNEA DE ORO QUINTANA S.A.S EN REMEDIOS, ANTIOQUIA**

De acuerdo con la normatividad vigente, se toman las siguientes normas de seguridad y recomendaciones:

Es responsabilidad del Jefe de Mina, seleccionar el tipo de sostenimiento adecuado a la clase de terreno y trabajo de la mina, en su ausencia los directos responsables serán los Supervisores de la mina los cuales se deben referenciar al programa de sostenimiento diseñado.

En el techo y las paredes de toda galería y vías de tránsito, deben colocarse puertas firmemente ensambladas y nadie podrá transitar por sitios que no tengan sostenimiento seguro sin previa autorización del jefe de mina o los supervisores de la misma.

Nunca se debe economizar el material para el sostenimiento, se debe utilizar lo necesario, de acuerdo con las condiciones del terreno.

Durante el transporte del material de fortificación se debe procurar no obstruir el tráfico de los coches, carretillas y personal. No se debe dejar madera en sitios donde puedan llegar a causar accidentes de trabajo, (Vías de escape, Inclinaados de trasporte, vías de ventilación, vías peatonales o refugios).

La madera se almacenará en cantidades suficientes, en los patios ubicados en cada Bocamina y se ingresará a la mina de acuerdo a las necesidades de sostenimiento de la misma. La madera no se almacenará por mucho tiempo ya que se puede dañar o descomponer, por tanto, se debe fijar fechas de vencimiento según las características brindadas por el proveedor.

Toda fortificación de la mina deberá ser revisada diariamente por los supervisores, pero si un trabajador encuentra alguna anormalidad, deberá informar sobre la misma al supervisor o al jefe de la mina inmediatamente para que él tome las medidas necesarias para solucionarla.

La herramienta que se utilizará para los trabajos de fortificación deberá estar en buen estado.

Cuando se presenten indicios de rompimiento de la madera de entibación (Palancas, cápiz o botadas), se deberá revisar cuidadosamente el sitio y si es necesario, reforzar el sostenimiento inicial.

Las cuñas de las puertas o cuadros, se colocarán siempre sobre las palancas, para que resistan mejor las presiones, en caso de existir espacio entre el cápiz y el techo se colocaran atices para ayudar a sostener el mismo.

Las cuñas que se colocarán en las cabezas de las palancas (Botadas), o sobre las puertas, deben ser bloques de madera de lados planos, de 10 a 15 centímetros de ancho y 30 centímetros de longitud como mínimo.

Cuando se realicen trabajos de refuerzo del sostenimiento, la madera y materiales retirados, deben transportarse fuera de la mina al finalizar el turno. (disponer)



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

En los Inclínados o clavadas principales de transporte, se entibará con puertas tipo alemán, las cuales estarán compuestas por un cápiz, dos palancas, tres estemples y su respectivo atizado. La medida de los cápiz no será inferior a dos metros en los inclinados, las palancas se colocarán de acuerdo con las dimensiones de los inclinados o clavadas. La separación máxima entre puertas será de 1,0 metros entre ejes de las puertas y la altura mínima libre será de 1,8 metros.

En las labores de explotación (Descuñes), se emplearán botadas y cuadros si se requiere, los cuales estarán compuestos por dos palancas y un cápiz que se ajustará a las palancas con un corte plano. Los cuadros formaran dos calles, una para picar y la otra para el transporte del mineral y acceso del personal.

La distancia máxima entre cuadros será de 1,0 metros y la distancia entre el frente de trabajo y la primera línea de cuadros será hasta de 1,5 metros.

Todos los elementos de sostenimiento se deben instalar en condiciones de acoplamiento, empotramiento y revestimiento, de manera tal que garanticen estabilidad al sostenimiento.

Cuando un desprendimiento de techo o de los hastiales rompa o inutilice el sostenimiento en un lugar donde en personal deba trabajar o pasar, el supervisor debe tomar medidas para el afianzamiento y cambio de los elementos de sostenimiento. Si el daño persiste o no se puede solucionar de forma inmediata, ninguna persona deberá transitar por ese lugar,

Durante la realización y rehabilitación de trabajos en labores subterráneas, se deberá mantener el permanente desabombe del techo y limpieza de fallas de techo, para esto se deberá utilizar sostenimiento temporal. Las herramientas utilizadas en el desabombe del techo, deben ser de un diseño tal que permita a los trabajadores realizar sus labores en posición segura, sin exposición a la falla del material o a la caída del mismo sobre él.

El sostenimiento se debe colocar de tal forma que proporcione protección para las personas que se encuentren trabajando en las diferentes labores mineras. Siempre se deberá disponer de dos reforzadores por inclinado o clavadas.

No se permitirá el ingreso de ninguna persona a zonas o áreas explotadas, (debe sellarse para impedir el paso de personas a ellas), o a zonas donde el sostenimiento se encuentre defectuoso. Sólo podrá entrar personal especializado, con las debidas precauciones y respetando las normas de seguridad, después de colocar un sostenimiento temporal que garantice su seguridad durante su permanencia en el sitio afectado.

Es muy importante que las puertas tengan una alineación entre ellas y con la dirección de la vía, especialmente en las vías principales como Inclínados o clavadas y Niveles. Esto implica que el cápiz este perpendicular a la dirección del túnel y las palancas perpendiculares al techo del manto.

### **5. TIPOS DE SOSTENIMIENTO UTILIZADO EN LA ENTIBACIÓN DE LA MINA SUBTERRÁNEA DE ORO QUINTANA S.A.S EN REMEDIOS, ANTIOQUIA**



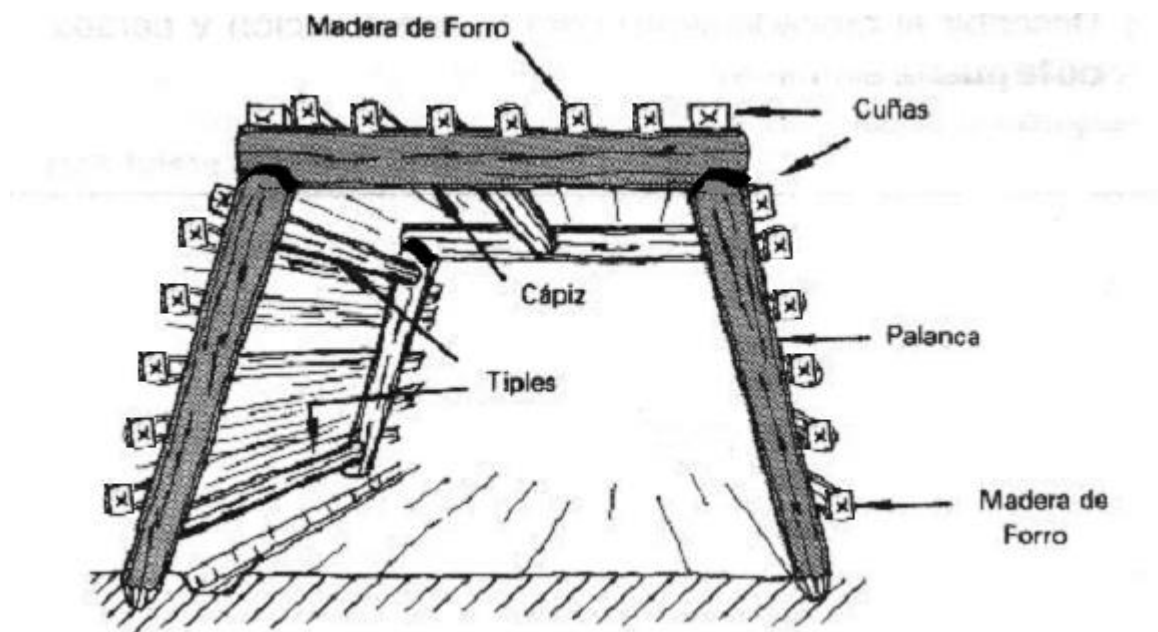


## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

### 5.1 Puerta Alemana

La entibación que comúnmente es usada para fortificar las vías principales, (Inclinados o clavadas y Niveles), es la puerta alemana con corte en patilla sencilla y/o doble patilla, Ver gráfica 1.

Este tipo de puerta consta de un cápiz que debe tener entre 2,5 metros y 3.0 metros de longitud y dos palancas que tendrán entre 2,5 metros y 3.0 metros, dependiendo de las condiciones de espesor del terreno en el lugar a entibar. Estos elementos se ensamblan mediante cortes, que les permiten recibir y transmitir empujes verticales y horizontales.



*Grafica N.º 1*

Para la colocación de una puerta tipo alemán, se deben observar las siguientes precauciones:

Los cortes de las palancas, deben hacerse en el extremo de mayor diámetro de la misma, debido a que éstos debilitan la palanca, motivo por el cual el extremo de menor diámetro quedará hacia el piso.

Los cortes se deben realizar de la forma más precisa posible, utilizan las plantillas metálicas para que las medidas queden iguales, ya que un mal ensamble de los elementos de la puerta puede producir que la madera de la misma se rompa fácilmente al recibir presión.

Para fijar la puerta a las paredes del túnel, especialmente al techo, se utilizan cuñas, las cuales se deben ajustar con la azuela, aunque en algunas ocasiones existe necesidad de colocarle cuñas a los lados del cápiz para ajustarla a las paredes del túnel. Las cuñas al techo se deben colocar justo sobre las palancas, para evitar que las presiones de techo rompan el cápiz.

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

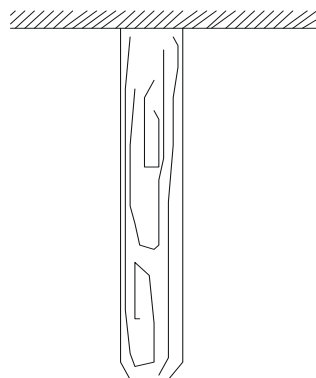
Para brindar mayor protección a los trabajadores del desprendimiento de fragmentos de roca del techo, se colocan atices (tablas madera con diámetro entre 5 y 10 cm), entre las puertas, separadas de 10 a 20 centímetros entre ellos. En caso de que el techo presente mayor fragilidad de la normal, se colocará mayor cantidad de atices.

Pasos a seguir para el montaje de una puerta alemana: Una vez tomadas las medidas y hechos los cortes en las palancas y el cápiz, se lleva la madera al sitio donde se va a montar la puerta, ya ubicado el sitio se realizan las siguientes actividades:

1. Desabombar el techo en el sitio a entibar
2. Hacer lo acoces
3. Parar las palancas
4. Con ayuda del compañero, levantar y ubicar el cápiz
5. Cuadrar la puerta y ajustarla con las cuñas
6. Colocar los atices al techo
7. Colocar los atices a los costados.

### 5.2 Botadas grande o tacos.

En las labores de preparación y de explotación se utilizan botadas, las cuales se componen generalmente de una palanca y un cabecero, el cual debe tener la longitud de acuerdo la sección de los frentes en desarrollo. Ver gráfico 2.



**Gráfico N° 2**

Para la colocación de una botada, se deben observar las siguientes precauciones:

---

---

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

El corte del extremo que sobra, se debe realizar por el lado más delgado, ya que esta parte de la madera se desecha.

Cuando realice el aguce del extremo delgado de la botada, se deben mantener las piernas separadas del recorrido de la azuela.

Revise el estado del talabardón en el lugar donde va a instalar la botada, pues puede estar fracturado o suelto y caerse al golpearlo con la botada. En caso de que este suelto, debe retirar las partes sueltas con ayuda de una varilla.

Cuando vaya a instalar la botada, aliste la botada y el cabecero, coloque primero la parte delgada con punta en la coz, lleve el extremo grueso hacia el techo.

Coloque el cabecero entre la botada y el techo, con la cara plana hacia este y ajústelos con ayuda de la azuela.

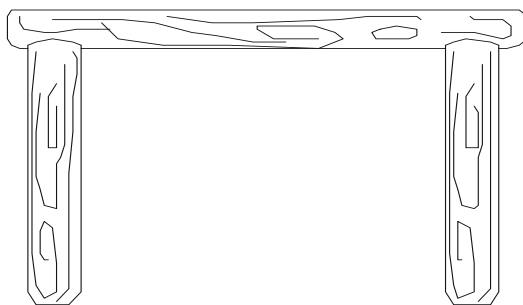
Los siguientes son los pasos a seguir para la instalación de una botada:

Después de haber tomado las medidas y realizado el corte y aguzado de los extremos de la botada, se lleva al sitio donde se va a instalar, una vez allí:

1. Desabombe el techo en el sitio donde va a colocar la botada.
2. Haga la coz
3. Prepare la botada y el cabecero
4. Coloque el extremo delgado de la botada en la coz
5. Para la botada y coloque el cabecero
6. Ajuste la botada, golpeándola con un martillo.
7. Compruebe la rigidez, golpeándola con un martillo.

### 5.3 Cuadros

En las labores de explotación o descuñes, se emplean cuadros para el sostenimiento, ver gráfico 3.



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

### *Gráfico N° 3*

Un cuadro se compone de tres o cuatro elementos que son. Dos palancas y uno o dos cápiz, los cuales se ajustan en caras planas que se le deben realizar con la azuela a los extremos de las palancas y lados del cápiz.

Cuando se vayan a instalar cuadros, se deben tener en cuenta las siguientes precauciones:

Observar el techo donde se va instalar el cuadro.

Desabombar el techo.

Para que el cuadro sostenga mayor superficie de techo, el cápiz se debe colocar con el lado más plano hacia arriba.

Si existe necesidad de colocar cuñas para mayor ajuste, éstas se colocarán sobre las palancas, para evitar que el cápiz se rompa por efecto de las presiones.

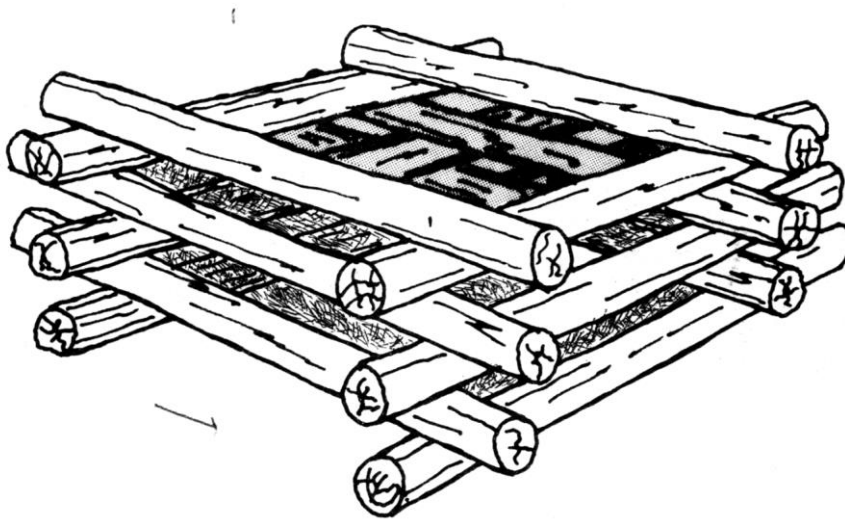
Para instalar un cuadro se deben tomar las medidas previamente, luego en superficie se realizan los cortes y arreglos a los extremos de palancas y cápiz, después, en el lugar donde se va a instalar:

1. Desabombar el techo en el sitio donde se va a instalar
2. Abrir los huecos para los acoces, que deben ser de un diámetro un poco mayor al de las palancas y tener un fondo parejo, para que éstas no se corran.
3. Colocar el extremo delgado de la palanca en la coza y levantar hacia el techo el otro extremo.
4. Colocar el cápiz sobre el extremo de la palanca y ajustarlos suavemente contra el respaldo.
5. Colocar la segunda palanca en el extremo del cápiz y ajustarla.
6. Una vez colocadas las dos palancas, colocar las cuñas, si hay necesidad y ajustar bien el cuadro contra el techo.
7. Comprobar la rigidez de la puerta.

**5.4. Canasta en madera.** En algunas ocasiones es necesario colocar canastas para sostener el techo, en sitios donde han ocurrido derrumbes de techo. Ver gráfico N° 4



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO



*Gráfico N° 4*

Una canasta está compuesta por tandas de madera, colocadas en forma perpendicular unas a otras.

Para colocar una canasta se deben seguir algunas recomendaciones como son:

No se debe permitir el tránsito de personal diferente al que está instalando la canasta por el lugar.

Asegurarse que las puertas sobre las cuales se va a colocar la canasta, estén firmemente colocadas.

Colocar una tabla o madera de apoyo para evitar caerse por entre los capiz de las puertas.

Desabombar el techo donde se va a colocar la canasta.

Preparar las maderas, aguzando sus extremos con la azuela, cuidando que dos de sus caras queden planas y paralelas.

No utilizar en ningún caso madera que ya haya empezado su proceso de descomposición. Colocar la primera tanda de madera, que pueden ser solo dos maderas, en forma perpendicular a los capiz.

Ajustar las maderas superiores al techo, si es necesario utilizar cuñas.

Forrar la canasta, por los lados y al techo, para evitar desprendimientos de roca.

Para la construcción de una canasta se deben realizar los siguientes pasos:

1. Desabombar el techo y paredes del sitio donde se va a colocar la canasta.



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

2. Colocar dos maderas sobre los cápiz de las puertas, en forma perpendicular a los mismos.
3. Superponer otras dos maderas, en forma perpendicular a las anteriores, fijándose que coincidan las caras planas de las mismas para dar estabilidad a la canasta.
4. Continuar superponiendo maderas como se explica en el paso anterior
5. Colocar cuñas para ajustar las últimas maderas al techo.
6. Colocar forro de atices a los lados y techo sobre la canasta.

En caso que la canasta se deba colocar desde el piso, luego se rellenará con material estéril.

### 6. HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN LA PREPARACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE ENTIBACION

Para la preparación e instalación de los diferentes elementos de la entibación de la mina subterránea de oro Quintana S.A.S en Remedios, Antioquia, se utilizan las siguientes herramientas:

1. **Azuela.** Se usa para aguzar los extremos de las palancas, para hacer las caras planas de cápiz de cuadros y de las cuñas. También se utiliza para ajustar las cuñas o los cabeceros de as botadas.
2. **Trocero o moto sierra.** Con esta herramienta se cortan las palancas o tacos.
3. **Serrucho.** Se utiliza para realizar los cortes o ensambles de las puertas.
4. **Guías, plantillas o ángulos.** Se usan para guiar los cortes de las puertas, los cuales deben quedar bien alineados y rectos.
5. **Pita.** Se usa para tomar las medidas de longitud de los elementos de la entibación.
6. **Cinta métrica.** Para tomar las medidas de longitud de los elementos de la entibación.
7. **Varilla.** Se utiliza para realizar el desabombe.
8. **Picos.** Se usan para hacer los acoces y para emparejar las paredes del túnel.
9. **Pala.** Se utiliza para limpiar o retirar material del sitio donde se va a entibar.
10. **Martillo.** Se utiliza para complementar el encaje de la madera.
11. **Almádana o marros.** Es una herramienta utilizada para golpear, romper o deformar objetos y está compuesta por una cabeza de acero o hierro y un mango de madera o metálico.



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

Las almádanas son a menudo diseñadas para un propósito especial, por lo que sus diseños son muy variados.

**12. Serrucho.** Es una herramienta formada por una hoja de metal dentada y un mango para agarrarlo, normalmente de madera.

El corte se produce siempre en el movimiento de avance de la herramienta y no en el de retroceso. Su principal uso es el corte de madera en línea recta.

### 7. PROCEDIMIENTOS Y RECOMENDACIONES PARA LA REPARACIÓN DE ELEMENTOS DEL SOSTENIMIENTO

Dentro de las funciones de los trabajadores encargados de la entibación de la mina subterránea de oro Quintana S.A.S en Remedios, Antioquia, se encuentran las de reforzar sostenimiento en lugares donde han ocurrido derrumbes; allí el techo o respaldos presenta condiciones de inseguridad y por tanto se debe hacer cambio de puertas que se encuentran rotas.

Este tipo de trabajo es muy peligroso y se deben tomar todas las precauciones tendientes a evitar accidentes de trabajo.

Debido a la diversidad de condiciones que se pueden presentar en el lugar donde se requiera la realización de un trabajo de refuerzo o fortificación de un derrumbe, no es posible colocar reglas específicas para la ejecución de estos trabajos, sin embargo, se deben aplicar las precauciones mencionadas anteriormente y las que se determinen en el sitio de trabajo por el supervisor, de acuerdo con las condiciones de los respaldos y en general del sitio a reforzar.

Cuando se estén reemplazando puertas o palancas que estén rotas, se debe aplicar una norma general para la seguridad de los trabajadores, la cual es colocar una palanca central para sostener el cápiz.

Cuando se encuentren cápices rotos, para reemplazar la puerta, se deben colocar palancas centrales para apoyar los cápiz en buen estado que se hallen a los lados de la puerta a cambiar, la puerta nueva se debe colocar entre las antiguas y no se puede retirar la puerta vieja sin antes haber asegurado la nueva.

En caso de un derrumbe se deben realizar mediciones de gases en la cavidad dejada por el derrumbe, luego se debe observar y revisar los respaldos para identificar las rocas sueltas o flojas para ordenar su desabombe.

Los madereros o entibadores, deberán trabajar siempre bajo techo sostenido. En ocasiones es posible colocar cápices apoyando un extremo sobre la última puerta y el otro extremo sobre la pila de roca del derrumbe, colocando luego una palanca cuando se haya retirado parte del material derrumbado, si el estado del techo no es bueno, se deben colocar botadas para evitar más derrumbes.



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

### 8. PROGRAMA DE SOSTENIMIENTO ADOPTADO EN LA SUBTERRÁNEA DE ORO QUINTANA S.A.S EN REMEDIOS, ANTIOQUIA

ACTIVIDAD	INTENSIDAD	RECOMENDACION	RESPONSABLE	Periodicidad
Revisar los frentes de trabajo de la mina	Durante el recorrido diario	Revisar el estado de la entibación e indicar su estado actual y tomar los correctivos necesarios	Supervisores, Coordinadores del SST., encargado de área, auxiliares SST.	Diaria
Revisar el estado del sostenimiento de los Inclinaos clavadas, sobre guías o galerías vías peatonales y Vías de ventilación.	Durante el recorrido diario	Revisar el estado de las puertas y del sostenimiento en general de las vías principales de la mina, informar sobre el mismo y tomar las medidas necesarias para corregir cualquier daño o anomalía.	Supervisores, Coordinadores del SST., encargado de área, auxiliares SST.	Diaria
Capacitar a los trabajadores en Sostenimiento de las excavaciones mineras.	Cursos de diferentes duraciones. Charlas o capacitaciones.	Se debe recordar a todos los trabajadores, las normas de seguridad y exigir su aplicación en forma cotidiana. Se debe capacitar a los trabajadores.	Supervisores, Coordinadores del SST. Instructores del SENA o contratados por la empresa, auxiliares SST.	Por lo menos dos veces por año.
Evaluación periódica de la efectividad del sostenimiento utilizado en la mina.	Durante el recorrido diario	Es necesario evaluar constantemente el estado de las puertas y demás elementos de la entibación para tomar las medidas correctivas necesarias, para evitar Accidentes de Trabajo.	Supervisores, Coordinadores del SST., encargado de área, auxiliares SST.	Diariamente, se deberá realizar un informe mensual de resultados.
Registro de caídas de techo.	Durante el recorrido diario	Se debe llevar un registro actualizado de las condiciones de los respaldos y su comportamiento, con el fin de mejorar el sostenimiento de la mina.	Supervisores, Coordinadores del SST., encargado de área, auxiliares SST.	Diaria



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

**Nota:** Este programa debe ir firmado por el ingeniero de la empresa y posterior a esto debemos de contar con la socialización e implementación del mismo.

Anexos:

- Anexo 1. Práctica segura de desabombe.
- Anexo 2. Práctica segura de sostenimiento.
- Anexo 3. Lista de verificación de sostenimiento.

### Anexo C. Lista de verificación sostenimiento

  <b>LISTA DE VERIFICACIÓN- SOSTENIMIENTO</b>						
Fecha :			Encargado - líder:			
ítem	Aspecto a verificar	Conforme			Recomendaciones	Observaciones
		S I	NO	NO APLIC A		
<b>Intervención en la persona</b>						
1	El operario y ayudante tienen la autorización clara impartida por el supervisor de ir a realizar el sostenimiento.					

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

2	Todos los trabajadores cuentan con optima condiciones de salud.					
3	Conocen los riesgos de exposición por la labor a desarrollar y el procedimiento de trabajo seguro.					
4	Las condiciones del terreno son las adecuadas para realizar la labor.					
5	¿Se tiene claro el tipo de sostenimiento a implementar Cual?					
6	Se cuenta con los EPP adecuados para la labor, estos se encuentran en buen estado (Botas de caucho con punta de acero. Guantes de seguridad, Casco protector con barboquejo, Uniforme de seguridad con cinta reflectiva, Protectores					

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

	auditivos, Gafas protectoras con malla, Mascarilla con cartuchos para gases, vapores y material particulado, Lámpara minera con batería, Auto rescatador).					
<b>Equipos, herramientas y materiales.</b>						
7	Se cuenta con las herramientas suficientes y adecuadas para la labor.					
8	Las herramientas se encuentran en buen estado.					
9	Conocen las fichas técnicas de los equipos y herramientas.					
10	Las herramientas de almacenan en lugares adecuados.					
11	Se realiza inspección previa a las herramientas de trabajo.					
12	Las herramientas manuales se transportan de manera segura (fundas, guardas,					

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

	protectores, cajas entre otros).					
13	Se cuenta con suficiente cantidad de madera para el sostenimiento programado.					
14	la madera se encuentra en buenas condiciones (Ser recta, No estar rajada, Que no se raje al trabajarla, Tener pocos nudos, Que sea de fácil manejo).					
<b>Señalización de seguridad</b>						
15	Se cuenta con tablero de medición de gases, estos se encuentran actualizados.					
16	Se instalo señalización de restricción en el área de trabajo.					
17	Las rutas de evacuación se encuentran señalizadas.					
<b>Riesgos.</b>						
18	Se realizaron mediciones de gases previo a la labor.					
19	Se realizó desabombe adecuado en el área a sostener.					

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

20	Se cuenta con buen orden y aseo en el área de trabajo. (madera en su lugar, herramientas en sus cajas).					
21	Las zonas de circulación se encuentran despejadas.					
22	Se cuenta con personal suficiente para el desarrollo de la tarea (por ningún motivo deberá permanecer una sola persona en las labores de sostenimiento).					
23	Se restringe el paso de personal por la zona de sostenimiento.					
24	Se verificó el desabombe previo en el área de trabajo.					
25	El personal está ubicado en un área con techo seguro, según procedimiento de desabombe.					
26	Las palancas cuentan con las cuñas adecuadas y suficientes (rellene el					

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

	espacio entre el techo y el sostenimiento)					
Observaciones:						









**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

<p>El operario y ayudante tendrán la orden clara impartida por el supervisor.</p>	<p>supervisores, encargado de área</p>							E	E	E	E	P	P																			<p>Verificar presupuesto área Gestión humana, información interna de la empresa</p>
<p>Verificar si tienen los EPP completos y en buen estado. Análisis de riesgos.</p>	<p>Supervisores, Coordinadores del SST., encargado de área, auxiliares SST.</p>												P																		<p>Verificar presupuesto área de SST, información interna de la empresa</p>	
<p>Diligenciar check list de la labor; y tomar las medidas de control.</p>	<p>Supervisores, Coordinadores del SST., encargado de área, auxiliares SST.</p>							E	E	E	E	E	P																		<p>Verificar presupuesto área de SST, información interna de la empresa</p>	












**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

**Anexo E. Lista de indicadores de seguimiento plan de intervención**

 <b>LISTA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO PLAN DE INTERVENCIÓN</b>				
<b>Tipo</b>	<b>Nombre del Indicador</b>	<b>Fórmula o Método de calculo</b>	<b>Meta o límite del indicador</b>	<b>Frecuencia de medición</b>
<b>Accidente de Trabajo (Por riesgo mecánico-caída de rocas)</b>	<b>Severidad de Accidentalidad</b>	Número de días Perdidos por AT en el mes + Número de días cargados en el mes / Número de trabajadores en el mes *100	20%	Mensual
	<b>Frecuencia de Accidentalidad</b>	Número de accidentes de trabajo en el periodo / Número de trabajadores en el Periodo * 100	20%	Mensual
<b>RESULTADO</b>	<b>Programa de sostenimiento</b>	Número de sostenimientos ejecutados en el periodo/Numero sostenimientos programados en el periodo *100	80%	Mensual
	<b>Procedimiento de sostenimiento</b>	Número de capacitaciones ejecutadas / Número de capacitaciones programadas* 100	80%	Mensual
		Número de personas formadas/ Número de personas programadas *100	80%	Mensual
	<b>Procedimiento de desabombe</b>	Número de capacitaciones ejecutadas / Número de capacitaciones programadas* 100	80%	Mensual


**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO**

		Número de personas formadas/ Número de personas programadas *100	80%	Mensual
	<b>Campaña de sostenimiento y desabombe</b>	(Número actividades ejecutadas/ Número actividades programadas) *100	80%	Anual



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

### Anexo F. Práctica segura de sostenimiento de mina subterránea

	<b>PRÁCTICA SEGURA DE SOSTENIMIENTO DE MINA SUBTERRÁNEA</b>	Version 001 Fecha noviembre 2020 CÓDIGO QUIN-SST-PRC-02
---	---	---

<b>Responsables:</b> Jefe de mina y jefe de turno Operario Supervisor SST.	<b>Nivel de Riesgo:</b> Alto.
<b>Equipos/Materiales/Herramientas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Azulea</li> <li>- Trocero o moto sierra</li> <li>- Serrucho.</li> <li>- Guías, plantillas o ángulos.</li> <li>- Pita.</li> <li>- Cinta métrica.</li> <li>- Varilla.</li> <li>- Picos.</li> <li>- Pala.</li> <li>- Martillo.</li> <li>- Almádana.</li> </ul>	<b>Competencias Necesarias:</b> Cursos, entrenamiento, Inducción, capacitación, entre otros.  <b>Curso de inducción minera.</b> Experiencia mínima de 1 año.  <b>Referencias Complementarias:</b> Decreto 1886 de 2015, “Por el cual se establece el reglamento de seguridad en las labores mineras subterráneas” Reglamento de Higiene y Seguridad Industrial de la empresa mina Quinta S.A.S
<b>Elementos de protección personal/EPP.</b> Botas de caucho con punta de acero. Guantes de carnaza/Guantes de Neopreno. Casco protector con barboquejo. Correa portalámparas. Uniforme de seguridad con cinta reflectiva. Protectores auditivos. Gafas protectoras con malla. Mascarilla con cartuchos para gases, vapores y material particulado. Lámpara minera con batería. Auto rescatador.	<b>Peligros y aspectos ambientales:</b> Caída de rocas (por bloques sueltos, vibración de la máquina y otros). Generación de residuos de madera. Producción de polvo y partículas suspendidas en el aire. (polvo de roca, partículas de aceite y agua) Ventilación deficiente. Uso inapropiado de los implementos de seguridad para el trabajo. Orden y aseo. Deficiente Caída de materiales. Caídas a nivel. Contacto con superficies filosas.





## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

### Glosario

**Botadas grandes:** En las labores de preparación y de explotación se utilizan botadas, las cuales se componen generalmente de una palanca y un cabecero, el cual debe tener la longitud de acuerdo la sección de los frentes en desarrollo

**Cuadros:** En las labores de explotación o descuñes, se emplean cuadros para el sostenimiento, los cuales consta de dos palancas y un capiz.

**Desabombe:** La técnica para detectar y tumbar con barra o barretilla de desabombe (herramienta específica), toda roca o bloque que se encuentre suelto o con posibilidades de caer para evitar que se caiga en un momento imprevisto.

**Puerta Alemana:** La entibación que comúnmente es usada para fortificar las vías principales, (Inclinados o clavadas y Niveles). Estos elementos se ensamblan mediante cortes, que les permiten recibir y transmitir empujes verticales y horizontales.



**Sostenimiento:** sistema de seguridad implementado al interior de la mina para la prevención de caída de rocas, se implementa por medio de técnicas con diferentes materiales en el avance de las minas subterráneas.

### Aspectos importantes para el Sostenimiento.

#### Verificar ventilación del área a sostener

Verifique el entorno medioambiental del sitio en el cual se efectuará la actividad, estas condiciones deben estar en los límites permisibles; si se encuentran gases en el frente de trabajo, ubique la ventilación para que se diluya y mida nuevamente, si la ventilación ya está definida se debe esperar que el frente se libere de gas, Verifique las siguientes condiciones las cuales son dadas por el **Decreto 1886 de 2015:**



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

GASES	FÓRMULA	TLV –TWA (ppm)	TLV - STEL (ppm)
Dióxido de Carbono	CO <sub>2</sub>	5.000	30.000
Monóxido de Carbono	CO	25	-
Ácido Sulfhídrico	H <sub>2</sub> S	1	5
Anhídrido Sulfuroso	SO <sub>2</sub>	-	0.25
Óxido Nítrico	NO	25	-
Dióxido de Nitrógeno	NO <sub>2</sub>	0.2	-

Tabla con niveles de gases permisibles Según decreto 1886 de 2015.

PRÁCTICA SEGURA	
1.	El operario y ayudante tendrán la orden clara impartida por el supervisor de ir a sostener.
2.	Verificar si tienen los EPP completos y en buen estado. Diligenciar ATS.
3.	Revisar diariamente la fortificación de la mina, si un trabajador encuentra alguna anomalía, deberá informar sobre la misma al supervisor o al jefe de la mina inmediatamente para que él tome las medidas necesarias para solucionarla.
4.	Llenado de check list de la labor; y tomar las medidas de control.
5.	El operador debe reclamar y realizar la inspección de las herramientas con el check list de pre-uso. Donde todos los ITEMS deben estar en CUMPLE (operativos).
6.	Verificar que las condiciones de ventilación en el lugar donde se realizará el trabajo sean las adecuadas.
7.	No se debe permitir el tránsito de personal por zonas donde se esté realizando sostenimiento
8.	Realizar desabombe según lo estipulado en el “PROCEDIMIENTO DE DESABOMBE”
9.	Verificar barrenos sin estallar y proceder de acuerdo al procedimiento de voladura.
10.	Revisar las condiciones del terreno sean las adecuadas para realizar la actividad de sostenimiento.
11.	Al comenzar, seleccione el tipo de sostenimiento adecuado a la clase de terreno y trabajo de la mina. Nunca se debe economizar el material para el sostenimiento, se debe utilizar lo necesario, de acuerdo con las condiciones del terreno.
12.	Durante el transporte del material de fortificación se debe procurar no obstruir el tráfico de los coches, carretillas y personal. No se debe dejar madera en sitios donde puedan llegar a causar accidentes de trabajo, (Vías de escape, Inclinaos de trasporte, vías de ventilación, vías peatonales o refugios).
13.	La persona que realiza el sostenimiento siempre deberá de ubicarse bajo techo seguro donde no existan rocas sueltas.
14.	Al instalar el sostenimiento, colocar las cuñas de las puertas o cuadros siempre sobre las palancas, para que resistan mejor las presiones, en caso de existir espacio entre el cápiz y el techo se colocaran atices para ayudar a sostener el mismo.
15.	Colocar las cuñas en las cabezas de las palancas (Botadas), o sobre las puertas, deben ser bloques de madera de lados planos, de 10 a 15 centímetros de ancho y 30 centímetros de longitud como mínimo.
16.	La distancia máxima entre cuadros será de 1,0 metros y la distancia entre el frente de trabajo y la primera línea de cuadros será hasta de 1,5 metros.


## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO



17.	El sostenimiento se debe colocar de tal forma que proporcione protección para las personas que se encuentren trabajando en las diferentes labores mineras. Siempre se deberá disponer de dos reforzadores por inclinado o clavadas.
18.	No se permitirá el ingreso de ninguna persona a zonas o áreas explotadas, (debe sellarse para impedir el paso de personas a ellas), o a zonas donde el sostenimiento se encuentre defectuoso.
19.	Cuando se estén reemplazando puertas o palancas que estén rotas, se debe aplicar una norma general para la seguridad de los trabajadores, la cual es colocar una palanca central para sostener el cápiz.
20.	Cuando se encuentren cápices rotos, para reemplazar la puerta, se deben colocar palancas centrales para apoyar los cápiz en buen estado que se hallen a los lados de la puerta a cambiar, la puerta nueva se debe colocar entre las antiguas y no se puede retirar la puerta vieja sin antes haber asegurado la nueva.
21.	En ocasiones, cuando el sostenimiento se vaya a realizar sobre alguna obra, equipo u otros elementos, se deben retirar o proteger para evitar daños con la caída de objetos.
22.	En caso de que no se puedan sostener algunas rocas, se debe informar de inmediato al encargado o jefe de turno para determinar de qué forma se eliminará el riesgo.
23.	Cuando el sostenimiento se realice en tambores, es preciso prever la restricción de los accesos y no lastimar a los que estén pasando por la parte inferior.
24.	Si las rocas a sostener están muy altas, se deberá construir previamente, una buena plataforma u otro elemento que ofrezca la seguridad y sirva de apoyo para alcanzar la roca a sostener. Esta plataforma deberá ubicarse fuera del alcance de la roca que pueda caer.
25.	Luego de terminado el sostenimiento, se confirma la adecuada condición de trabajo en el lugar y se pasa a informar la finalización de la actividad al encargado o jefe de turno.
26.	Cuando se presenten indicios de rompimiento de la madera de entibación (Palancas, cápiz o botadas), se deberá revisar cuidadosamente el sitio y si es necesario, reforzar el sostenimiento inicial

### Anexo G. Práctica segura de desabombe en minería subterránea de rocas sueltas



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

	<b>PRÁCTICA SEGURA DE DESABOMBE EN MINERÍA SUBTERRÁNEA DE ROCAS SUELTAS</b>	Versión 001
		Fecha noviembre 2020
		CÓDIGO QUIN-SST- PRC-01

<p><b>Responsables:</b>          Jefe de mina y jefe de turno          Operario          Supervisor          SST</p>	<p><b>Nivel de Riesgo:</b>          Alto</p>
<p><b>Equipos/Materiales/Herramientas:</b>          Barra/Barretilla de desabombe de 3 y 6 pies con protector de goma. (Estas barras se deben ajustar según áreas de trabajo de la operación).</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p><b>Competencias Necesarias:</b>          Cursos, entrenamiento, Inducción, capacitación, entre otros.</p> <p><b>Curso de inducción minera.</b>          Experiencia mínima 1 año.</p> <p><b>Referencias Complementarias:</b>          Decreto 1886 de 2015,          Seguridad para Minería          subterránea.          Reglamento de Higiene y Seguridad          Industrial de la empresa mina subterránea          Quintana S.A.S</p>
<p><b>Elementos de protección personal/EPP.</b>          Botas de caucho con punta de acero.          Guantes de carnaza/Guantes de Neopreno.          Casco protector con barbuquejo.          Correa portalámparas.          Uniforme de seguridad con cinta reflectiva.          Protectores auditivos.          Gafas protectoras con malla.          Mascarilla con cartuchos para gases, vapores y material particulado.          Lámpara minera con batería.          Auto rescatador.</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p><b>Peligros y aspectos ambientales:</b>          Caída de rocas (por bloques sueltos, vibración de la máquina y otros).          Generación de residuos de madera.          Producción de polvo y partículas suspendidas en el aire. (polvo de roca, partículas de aceite y agua)          Ventilación deficiente          Uso inapropiado de los implementos de seguridad para el trabajo.          Producción de ruido Barrenos no explotados          Orden y aseo Deficiente Caída de materiales</p>

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

--	--

### Glosario

**Desabombe:** La técnica para detectar y tumbar con barra o barretilla de desabombe (herramienta específica), toda roca o bloque que se encuentre suelto o con posibilidades de caer para evitar que se caiga en un momento imprevisto.



**Barra o barretilla de desabombe:** La barra es una herramienta especialmente diseñada para detectar rocas, cuartones o bloques sueltos y tumbarlos, cuenta con una terminación en punta que sirve para golpear la roca y hacerla caer, y el otro extremo tiene una terminación plana (cola) que se utiliza para hacer palanca, metiéndola entre las aberturas de la roca para aflojarlas y hacerlas caer.



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO



### Aspectos importantes para el Desabombe. Verificar ventilación del área a desabombar

Verifique el entorno medioambiental del sitio en el cual se efectuará la actividad, estas condiciones deben estar en los límites permisibles; si se encuentran gases en el frente de trabajo, ubique la ventilación para que se diluya y mida nuevamente, si la ventilación ya está definida se debe esperar que el frente se libere de gas, Verifique las siguientes condiciones las cuales son dadas por el **Decreto 1886 de 2015**:

GASES	FÓRMULA	TLV -TWA (ppm)	TLV - STEL (ppm)
Dióxido de Carbono	CO <sub>2</sub>	5.000	30.000
Monóxido de Carbono	CO	25	-
Ácido Sulhídrico	H <sub>2</sub> S	1	5
Anhídrido Sulfuroso	SO <sub>2</sub>	-	0.25
Óxido Nítrico	NO	25	-
Dióxido de Nitrógeno	NO <sub>2</sub>	0.2	-

Tabla con niveles de gases permisibles Según decreto 1886 de 2015.

PRÁCTICA SEGURA	
1.	El operario y ayudante tendrán la orden clara impartida por el supervisor.
2.	Verificar si tienen los EPP completos y en buen estado. Análisis de riesgos.
3.	Llenado de check list de la labor; y tomar las medidas de control.
4.	El operador debe reclamar y realizar la inspección del equipo con el check list de pre-uso. Donde todos los ITEMS deben estar en CUMPLE (operativos).
5.	Verificar que las condiciones de ventilación en el lugar donde se realizará el trabajo sean las adecuadas.
6.	Mojar la carga, techos y hastiales con abundante agua, antes y durante el proceso de descargue.
7.	Verificar barrenos sin estallar y proceder de acuerdo al procedimiento de voladura.

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPCIÓN DE GRADO

8.	Revisar las condiciones del terreno e identificar aquellas rocas que tienden a caer en techo y hastiales.
9.	Al comenzar, el operario que desabomba deberá identificar un camino o ruta de escape urgente, en caso de que las rocas abombadas se desprendan repentinamente.
10.	Observar y detectar físicamente las rocas abombadas presentes en el área de revisión, golpeándolas con una de las puntas de la barra. Cuando la roca está abombada, se escuchará un sonido hueco como tocar un tambor; si la roca está firme, se escuchará seco o fino. Las rocas abombadas que se detectan deben ser eliminadas de inmediato.
11.	Cuando se esté detectando rocas abombadas se debe tener muchísimo cuidado ya que cuando las rocas son de gran tamaño (Mayor a una tonelada), éstas pueden producir un sonido seco o fino lo que es muy desorientador para el operario.
12.	El operario que desabomba, debe asegurarse de no tener personas atrás de él para no lastimarlos con la barra o de tener objetos detrás que puedan ocasionar una caída al momento de escapar ante la caída de rocas.
13.	El desabombe se debe realizar desde el techo y hastiales de la entrada de la zona a revisar, para que el proceso sea más seguro.
14.	El operario que desabomba nunca se debe ubicar debajo de la roca abombada porque ésta le puede caer encima en cualquier momento.
15.	Cuando se está desabombando, se debe verificar los costados de la roca suelta, ya que pueden tener rocas pequeñas como cuñas, y que podrían caer al mismo tiempo y ocasionar accidentes.
16.	En ocasiones, cuando el desabombe se vaya a realizar sobre alguna obra, equipo u otros elementos, se deben retirar o proteger para evitar daños con la caída de rocas.
17.	La persona que realiza el desabombe siempre deberá de ubicarse bajo techo seguro donde no existan rocas sueltas. El desabombe siempre se debe realizar partiendo del techo seguro al inseguro.
18.	En caso de que no se puedan desabombar algunas rocas sueltas, se debe informar de inmediato al encargado o jefe de turno para determinar de qué forma se eliminará el riesgo.
19.	Cuando el desabombe se realice en tambores es necesario prever la restricción de los accesos y no lastimar a los que estén pasando por la parte inferior.
20.	La barra de desabombe nunca se debe colocar entre las piernas del operario, el extremo inferior de la barra no debe ser tan corto puesto que podría estar en dirección al cuerpo del operario, ya que esto puede generar altos riesgos de accidentes.
21.	En ocasiones cuando la fractura de la roca está muy cerrada, se ubica la barra en dicha fractura y con la almadana se golpea hasta conseguir la caída de la roca
22.	Si las rocas a desabombar están muy altas, se deberá construir previamente, una buena plataforma u otro elemento que ofrezca la seguridad y sirva de apoyo para alcanzar la roca abombada. Esta plataforma deberá ubicarse fuera del alcance de la roca que pueda caer.
23.	Luego de terminado el desabombe, se confirma la adecuada condición de trabajo en el lugar y se pasa a informar la finalización de la actividad al encargado o jefe de turno.