



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Caracterización de las condiciones de seguridad en la minería artesanal de carbón en la Vereda Morcá del Municipio de Sogamoso (Boyacá) 2011

Oscar Ulises González Millán

**Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Enfermería
Maestría en Salud y Seguridad en el Trabajo
Bogotá, D.C.
2014**

Caracterización de las condiciones de seguridad en la minería artesanal de carbón en la Vereda Morcá del Municipio de Sogamoso (Boyacá) 2011

Oscar Ulises González Millán
Código: 539409

**Trabajo final presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Salud y Seguridad en el Trabajo**

Director:
José Manuel López Camargo
Ing. Químico, M.Sc. en Higiene Industrial

Codirector:
María Amparo Losada M. M.Sc. en Salud Ocupacional
Profesora Asociada Universidad Nacional de Colombia

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Enfermería
Maestría en Salud y Seguridad en el Trabajo
Bogotá, D.C.
2014

Nota de aceptación

Firma Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá, D. C.

Dedico este trabajo de grado a las siguientes personas:

Dios y a la Virgen Santísima por favorecerme y acompañarme en esta travesía que inicio hace varios años.

A mis padres Graciela Millán y José Honorio González, porque gracias a ellos estoy en este mundo y tal vez sin su ayuda no hubiera sido posible concluir este importante logro.

A mis hermanos José Javier y Gloria Esperanza, por su apoyo y ánimo para seguir en los momentos que sentí desfallecer.

A mis sobrinos Enson, Carolaine, Valentina, y Javier Camilo, por alegrarme mi vida en momentos de melancolía y tristeza.

A mis verdaderos amigos que siempre me hicieron creer que esta aventura la culminaría a feliz término.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional de Colombia, en especial a la Facultad de enfermería en nombre de la Maestría en Salud y Seguridad en el trabajo.

A los profesores de la Maestría en Salud y Seguridad en el trabajo.

A Mi director, JOSÉ MANUEL LÓPEZ CAMARGO, Ing. Químico, M.Sc. en Higiene Industrial.

A Mi codirectora, MARÍA AMPARO LOSADA M., Enf. M.Sc. en Salud Ocupacional, Esp. en Salud Ocupacional, Profesora Asociada Universidad Nacional de Colombia.

A la profesora, EVELYN VÁSQUEZ MENDOZA, Directora Posgrados en Salud y Seguridad en el trabajo.

A la señora, ELIZABETH RODRIGUEZ MORALES, Asistente administrativa Posgrados Interdisciplinarios en Salud y Seguridad en el Trabajo.

A los mineros de carbón de la vereda de Morcá, por su disposición y colaboración denodada y amistosa, a ellos muchas gracias.

Resumen

Este estudio se refiere a las condiciones de seguridad en la minería artesanal del carbón en la vereda de Morcá, municipio de Sogamoso en el departamento de Boyacá. Se desarrollaron tres objetivos fundamentales con el fin de dar respuesta al interrogante relacionado con el ambiente laboral minero. En primer lugar, se identificaron los diferentes procesos de trabajo que se llevan a cabo en las labores mineras del carbón en Morcá; en segundo lugar, se reconocieron las distintas condiciones de seguridad presentes en los procesos mineros; en tercer lugar, se identificaron los factores de riesgo y los riesgos catalogados como de alta peligrosidad en relación con las condiciones de seguridad. El trabajo se ejecutó con base en el diseño descriptivo de corte transversal, y caracterizó las condiciones de seguridad en treinta minas seleccionadas de acuerdo con la metodología para diseño muestral, propuesta por la Agencia Nacional para la Salud y la Seguridad Ocupacional (NIOSH, por sus siglas en inglés, 1994).

Para la evaluación de las condiciones de seguridad se utilizó la metodología PYMES, propuesta por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España (INSHT), en el documento *Manual para la identificación y evaluación de riesgos laborales de la Generalitat de Catalunya*, actualizado en 2006.

Se encontró que el mayor factor de riesgo lo constituyen productos y sustancias, con un 55 %. En relación con la exposición al grado de peligrosidad (método binomial), se halló un nivel de riesgo moderado en la mayoría de las minas investigadas, sobresaliendo las desviaciones de seguridad calificadas como deslizamiento, hundimiento y caída de materiales de un nivel superior, y la emisión de partículas de polvo.

Palabras clave: seguridad, minería, trabajo, factor de riesgo, carbón.

Abstract

This study regards the safety conditions in artisanal mining of coal in the village of the Morcá, municipality Sogamoso in the department of Boyacá. Three main objectives were developed in order to respond to the question related with the work environment mining. First, the identify different work processes that take place in coal mining operations in the Morcá were identified, secondly, the different safety conditions present in the mining process are recognized, thirdly, the risk factors identified and risks classified as high danger in relation to the safety conditions. The work was implement out based on the descriptive traversal type design, and characterized the safety situation in thirty selected mines according to the methodology for sampling design, given by the National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH, for its acronym in English, 1994).

For the assessment of safety conditions used the PYMES methodology, proposed by the National Institute for Safety and Hygiene at Work of Spain (INSHT), in the document *Manual for the identification and evaluation of occupational risks of the Generalitat de Catalunya* was used updated in 2006.

It was found that the greatest risk factor is products and substances, with 55%. Regarding with the degree of dangerous exposure (binomial method), a moderate level of risk was found in most of the mines surveyed, excelling safety deviations classified as sliding, collapse and falling materials at a higher level, and dust emission.

Keywords: **safety, mining, work, risk factor, coal.**

Contenido

	Pág.
Resumen y Abstract	IX
Introducción	1
Contenido	
1. Problema de investigación	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Formulación del problema	6
1.3 Objetivos.....	6
1.3.1 Objetivo general.....	6
1.3.2 Objetivos específicos	6
2. La minería	7
2.1 La minería del carbón.....	7
2.1.1 La explotación minera	8
2.1.2 Actividades mineras	8
2.1.3 Sector minero nacional.....	9
2.1.4 Producción en Colombia.....	10
2.1.5 Producción en Boyacá.....	12
3. Marco teórico	13
3.1 La relación salud-trabajo.....	13
3.2 El trabajo.....	13
3.3 Evolución histórica de las condiciones de trabajo	14
3.4 Condiciones de trabajo	15
4. Metodología	23
4.1 Diseño	23
4.2 Escenario o área de estudio.....	23
4.3 Objeto de estudio.....	23
4.4 Muestra.....	24
4.5 Recolección de información	25
4.5.1 Observación	25
4.5.2 Instrumentos.....	25
4.5.3 Fuentes	25
4.5.3.1 Fuentes primarias.....	25
4.5.3.2 Fuentes secundarias	25
4.6 Procesamiento y análisis de la información.....	26

5. Análisis de resultados	27
5.1 Identificación de los procesos de trabajo en la minería artesanal de carbón.....	27
5.1.1 Exploración y prospección	27
5.1.2 Desarrollo	28
5.1.3 Preparación.....	31
5.1.4 Explotación	32
5.1.5 Transporte.....	33
5.1.6 Apoyo.....	34
5.2 Caracterización de las condiciones de seguridad	36
5.3 Condiciones de alto riesgo para la salud y seguridad de los trabajadores.....	40
6. Conclusiones y Recomendaciones	57
6.1 Conclusiones	57
6.2 Recomendaciones.....	59
Anexos:	61
Bibliografía	77

Introducción

Actualmente, las condiciones de trabajo son un factor esencial en la gestión de las organizaciones, debido a las implicaciones que estas pueden tener para la salud y la seguridad de los trabajadores y la productividad de las empresas. Según Leplat (citado por Losada, 2010, p.13), las condiciones de trabajo se entienden como el “Conjunto de factores que determinan la actividad del trabajador así como las consecuencias que se derivan para este y para el sistema”. En relación con el tema, Guerrero y Puerto (2007, p. 206) concluyen que las condiciones de trabajo influyen sobre las condiciones de salud y estas, a su vez, tienen un impacto en las condiciones de trabajo. Dicho aspecto permite desarrollar una conducta segura por parte de los trabajadores, la cual prima sobre la percepción de los empleadores; así las cosas, la seguridad en el trabajo consiste en la serie de técnicas y medios para identificar, evaluar y controlar los diferentes riesgos que puedan llegar a producir accidentes de trabajo, afectando la integridad física de los trabajadores en sus ambientes de trabajo (Sánchez et al., 2011, p. 43).

Las condiciones de seguridad son un componente importante de las condiciones de trabajo, pues su finalidad es la prevención de los accidentes de trabajo producidos entre el trabajador y un agente material. La minería presenta altos índices de accidentalidad, situación que la convierte en una de las actividades con mayor peligrosidad.

El estudio se orientó a identificar las condiciones de seguridad en treinta minas de carbón ubicadas en la vereda Morcá (Anexo F) del municipio de Sogamoso, mediante la identificación de los procesos de trabajo y la caracterización de las condiciones de seguridad (riesgos evitables y no evitables). Se especificó aquellas condiciones que se consideran de alto riesgo para la seguridad y la salud de los mineros en el área estudiada, para concluir con un reconocimiento de las condiciones más deficientes de seguridad (formas de contacto, desviaciones y grado de peligrosidad, entre otras).

Esta es una investigación descriptiva de corte transversal. Para la selección de las diferentes minas artesanales (escenario de estudio), se utilizó la técnica de muestreo aleatorio simple estratificado, de acuerdo con el valor porcentual asignado para cada uno de los tres sectores que componen la vereda objeto de estudio. De esta manera, se obtuvo una muestra teniendo en cuenta la tabla referencial del National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH, 1994), distribuida por sectores rurales. Como instrumento de recolección de información de fuente primaria, se aplicó la *Guía de evaluación de riesgos para pequeñas y medianas empresas* (PYMES, 2006) del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España (INSHT).

La información recopilada se integró a una base de datos estandarizada, mediante el paquete estadístico SPSS™ (v. 17). Para su estudio, se tomaron en cuenta dos tipos de tratamiento estadístico; primero, el estudio descriptivo de acuerdo con los riesgos evitables y no evitables; y segundo, se llevó a cabo un análisis inferencial sobre los denominados evitables, que describe, fundamentalmente, las incidencias de los mismos.

El documento consta de cinco capítulos, a saber: el primero se relaciona con el problema, los objetivos de la investigación; el segundo se refiere al marco referencial minero en cuanto a que expone las generalidades de la minería, mediante una descripción general de las diferentes labores mineras, la ocupación minera nacional y la producción minera, tanto la nacional como la de Boyacá, así también la seguridad en la minería del carbón y la descripción de la zona objeto de estudio; el tercero referencia el marco teórico en el cual se presenta el tema de las condiciones de trabajo y en especial de las condiciones de seguridad; el cuarto capítulo se refiere a la metodología utilizada en la investigación, y el quinto analiza los resultados secuencialmente, objetivo por objetivo.

1. Problema de investigación

1.1 Planteamiento del problema

La minería es una actividad de alto riesgo para los trabajadores, debido a las condiciones adversas y dificultosas que presenta la explotación de los minerales, máxime si es bajo tierra, puesto que es allí donde suelen aparecer repentinamente riesgos inesperados, casi ocultos. En relación con esta actividad, es importante tener en cuenta las estadísticas emitidas por la Oficina Internacional del Trabajo (OIT), las cuales demuestran que por causa de esta actividad, ocurren anualmente 120 millones de accidentes de trabajo y 210.000 lesiones mortales alrededor del mundo (Ghosh, Bhattacharjee & Chau, 2004, p. 470). De igual manera y corroborando lo antes dicho, Kisner (2000, p. 779) expresa que la industria minera tiene alta incidencia de lesiones, por lo general, mortales.

Para complementar lo señalado anteriormente y enfatizando en la minería subterránea, Poplin et al., (2008, p. 1196) afirman que “la minería del carbón y los recursos relacionados con energía han sido largamente asociados con altos índices de lesiones ocupacionales y muertes”, debido a las condiciones de seguridad precarias y al desconocimiento de ciertas clases de riesgos por parte de los trabajadores. Con respecto al tema, Méndez y Berrueta (2011) presentan un importante análisis referido a las causas de la mortalidad en las minas de carbón en varias regiones del mundo, las cuales se encuentran estrechamente relacionadas con las condiciones físicas y laborales de los mineros del carbón; igualmente, estos autores muestran la correlación de accidentalidad, Estado e ilegalidad, que afecta a los trabajadores de esta actividad económica.

La minería colombiana presenta un gran número de eventos accidentales con un saldo alto de trabajadores muertos. Un ejemplo es la explosión que ocurrió en el año 2007, en la mina La Preciosa, jurisdicción del municipio de Sardinata (Norte de Santander), que dejó una cifra de 31 mineros muertos. En enero del 2011, en condiciones similares, se originó una explosión cuyo resultado fue un total de 21 trabajadores muertos en el mismo yacimiento (Diario El País, 2011, p.1).

Cabe destacar que para la misma época, el Instituto Colombiano de Geología y Minería (Ingeominas) sólo disponía de 16 inspectores para la revisión de las condiciones de seguridad industrial en las 3000 minas operativas del país.

Un tercer elemento, lo constituyen las emergencias mineras, definidas por Ingeominas como:

Una perturbación parcial o total del sistema (mina) que pueda poner en peligro su estabilidad y requiera para su control recursos y procedimientos diferentes, superiores a los normalmente utilizados por la empresa (mina), y la modificación temporal, parcial o total de la organización para poder atenderla. (Ingeominas, 2011, p. 9)

En tal sentido, la Tabla 1 indica el comportamiento de las diferentes causas de las emergencias mineras ocurridas en Colombia durante el período 2004–2013, destacándose en primer lugar los derrumbes (37,7 %), seguido de la inhalación de gases y los accidentes electromecánicos (13,9 % y 11,6 %, respectivamente) (Agencia Nacional de Minería, 2013). Dichas causas son consecuencia de las labores mineras de preparación y explotación propias de esta actividad.

Tabla 1. Causas de las emergencias mineras entre 2004-2013 en Colombia

Año	Total de Emergencias	Fallecidos	Causa Del Accidente								
			Explosión de Metano	Derrumbe	Actos Inseguros (1)	Inhalación De Gases	Electromecánicos (2)	Manipulación Explosivos	Incendio	Inundación	Otras Causas
2004	1	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	40	37	4	16	2	4	2	0	12	0	0
2006	59	42	8	16	5	7	7	3	10	0	3
2007	64	101	8	23	4	9	6	3	9	1	2
2008	74	82	8	27	2	11	10	8	5	1	3
2009	60	58	7	27	3	2	6	3	7	0	5
2010	84	173	12	27	7	21	9	4	2	0	1
2011	100	127	6	42	2	17	16	5	4	3	5
2012	90	102	5	34	8	12	14	5	4	4	4
2013	58	64	4	25	9	4	3	4	5	0	2
TOTAL	628	794	63	237	42	87	73	35	58	9	24
PORCENTAJE TOTAL (%)			10,0	37,7	6,7	13,9	11,6	5,6	9,2	1,4	3,8

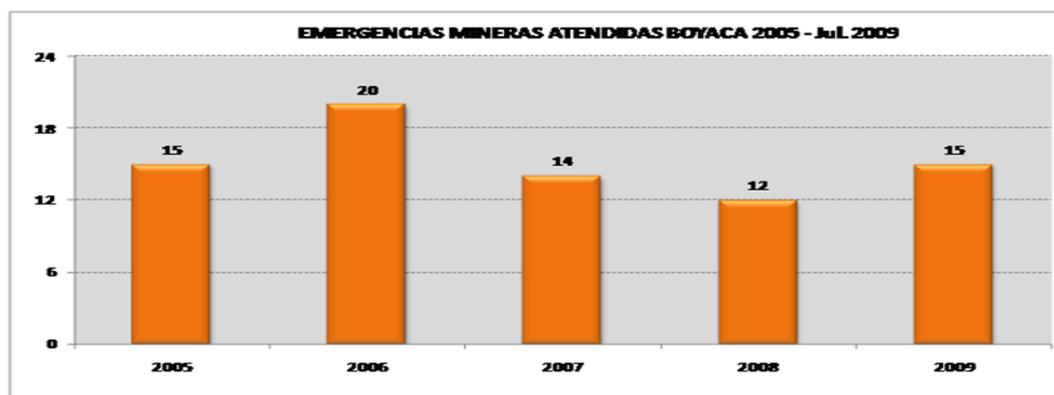
Fuente: Estadísticas de Accidentalidad consolidado 2004-2013 (Agencia Nacional de Minería, 2013, p.7).

(1) Corresponde a accidente ocasionados por negligencia del trabajador, ejemplo: caída por el inclinado, atropellamiento de la vagoneta por colgarse de ella.

(2) Corresponde a accidentes ocasionados por la mala manipulación de la energía eléctrica y por equipos mecánicos en movimiento. Ejemplo: atrapamiento del cable de enrollamiento del tambor del malacate.

En Boyacá, departamento reconocido por su alto aporte a la minería artesanal de carbón, también se resalta la problemática evidenciada en un número significativo de accidentes, tal como se puede apreciar en la Gráfica 1. En la mayoría de las minas se trabaja sin condiciones de seguridad adecuadas, pues existe un promedio de quince accidentes por año, hecho que repercute directamente en los altos índices de mortalidad en las labores mineras del departamento.

Seguridad y Salvamento Minero en Boyacá



Gráfica 1. Emergencias mineras de Boyacá 2005- 2009.

Fuente: Informe de Accidentalidad Minera (Ingeominas, 2009, p. 42).

Con referencia al tema, Ospina et al., (2010) manifiestan que aunque existe un crecimiento del aporte minero al PIB boyacense, las condiciones de trabajo siguen siendo precarias en términos de desamparo y deshumanización extrema, con salarios exiguos y carencia de protección social integral, como la contempla la Ley 100 de 1993.

Además de las condiciones de seguridad deficientes que desencadenan los lugares mineros, hay exposición al polvo de carbón y al polvo de sílice, reconocidos como neumoconióticos, pues las partículas que los componen tienen un tamaño inferior a 5 micras. De la misma manera, cuando se mezclan partículas finas de carbón con otros gases como el metano, pueden desencadenar explosiones peligrosas para los trabajadores y la estabilidad de la mina. Mamuya et al., (2007, p.2) afirman que “las

enfermedades respiratorias tienen un papel distinto en la salud de los mineros, con importantes consecuencias para la morbilidad y la mortalidad”. Lo anterior implica que los trabajadores de esta actividad económica, se encuentren expuestos a procesos de alta peligrosidad y riesgo, máxime cuando en la región boyacense predomina la minería artesanal e incipiente con bajos niveles de formación en los trabajadores y escasos recursos técnicos y tecnológicos por parte de los empresarios mineros del municipio de Sogamoso.

1.2 Formulación del problema

¿Cuáles son las condiciones de seguridad en la minería artesanal de carbón en la vereda Morcá del municipio de Sogamoso, departamento de Boyacá, en el año 2011?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Caracterizar las condiciones de seguridad inherentes a los procesos de trabajo de la minería subterránea artesanal de carbón en la vereda Morcá del municipio de Sogamoso, departamento de Boyacá, en el año 2011.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar los procesos de trabajo presentes en la minería artesanal de carbón.
- Caracterizar las condiciones de seguridad existentes en las actividades mineras.
- Reconocer las condiciones de seguridad que presentan carácter de alto riesgo para la salud y seguridad de los trabajadores.

2.La minería

2.1 La minería del carbón

La minería del carbón en Colombia está constituida por dos tipos de procesos: a cielo abierto y subterráneo. Para el primer caso, los grandes yacimientos se encuentran en la Guajira (58 %) y el Cesar (27,5 %); mientras que la minería bajo tierra se realiza principalmente en los departamentos de Boyacá (3,8 %), Cundinamarca (3,4 %), Norte de Santander (2,8 %), Antioquia (2,1 %) y Valle del Cauca (1,2 %), (Ministerio de la Protección Social, 2007, p. 2).

La minería de socavón o subterránea presenta un número elevado de accidentes, debido en gran parte a los métodos artesanales de explotación de carbón, dadas las características económicas de las pequeñas empresas mineras. En relación con lo anterior, el Centro Minero (2011), en sus datos sobre mortalidad minera para el año 2010 en Colombia, indica que para el primer bimestre de dicho año, de los mineros que trabajaban bajo tierra en minas informales de carbón, 173 murieron. En el primer bimestre de 2011, con respecto a los accidentes mortales se totalizaron cuarenta eventos. Del anterior reporte se logra extraer que la mayoría de procesos de explotación minera muestra índices de morbilidad y accidentalidad elevada, relacionada directamente con inhalación de polvo de carbón y sílice, y por explosiones, derrumbes, inundaciones, conexiones eléctricas inadecuadas en el interior de las minas. Al ser la industria minera del carbón un sector económico vital, se hace necesaria la atención oportuna sobre las condiciones de seguridad, tendiente a prevenir eventos que desencadenen efectos negativos sobre los trabajadores y así evitar futuras lesiones, accidentes o muertes.

Este panorama hizo necesaria la caracterización de las condiciones de seguridad en las minas de carbón artesanal en la vereda Morcá de Sogamoso, Boyacá.

2.1.1 La explotación minera

La extracción puede llevarse a cabo por diferentes métodos, a través de explotación de minas subterráneas o a cielo abierto, mediante el uso de operaciones requeridas para su transformación y comercialización (clasificación, limpieza, cargue, descargue y transporte, etc.). Estas condiciones son favorables, pues, para el caso del carbón, este es considerado un combustible fósil y se encuentra en la naturaleza en estado sólido (Naciones Unidas, 2009). En la región objeto de estudio, como característica principal se nota un gran predominio de minas artesanales de tipo subterráneo. Entendiendo como minería artesanal aquella

Relacionada con la minería de subsistencia, la cual es desarrollada por personas naturales que dedican su fuerza de trabajo a la extracción de algún mineral mediante métodos rudimentarios y que en asocio con algún familiar o con otras personas generan ingresos de subsistencia. (Fedesarrollo, 2012, p.27)

Según Betancurth (2002, p. 227), los tamaños de la minería dependen de los niveles de extracción de estéril y mineral de carbón, por lo tanto, se considera que explotaciones a cielo abierto, son las que extraen hasta 180.000 m³ de estéril o 240.000 Ton/año de carbón, mientras que en la minería subterránea hasta 30.000 Ton/año.

2.1.2 Actividades mineras

Son consideradas como actividades generales (labores), aquellas que tienen que ver con el proceso desde el descubrimiento del mineral hasta el abandono de la mina. En este sentido, las labores para explotaciones mineras subterráneas se relacionan a continuación (Seguro social, 1998):

- **Labores de exploración y prospección:** aquí se llevan a cabo labores de prospección, definición de las reservas y existencia de minas cercanas productivas, así como la exploración propiamente dicha, para identificar la existencia de minerales en una determinada región.
- **Labores de desarrollo:** en esta etapa se realiza la apertura de las vías principales que permanecen durante la vida útil de la mina: túneles, inclinados. Sirven para comunicar con la superficie del yacimiento por explotar y como circuitos de

ventilación, desagüe, áreas de tránsito de material y acarreo de equipos y salidas del mineral explotado (Seguro Social, 1998, p. 29).

- **Labores de preparación:** la característica fundamental de esta etapa es la de llevar el avance de túneles (galerías) con rumbo paralelo al de los estratos, ya sea en estéril o en mineral. Esta tarea facilita la explotación programada mediante construcción de tambores que unen las galerías.
- **Labores de explotación:** el sistema de explotación se define por ensanche de tambores sobre el mineral mediante arranque de este material en los frentes de trabajo. Las dos etapas anteriores se realizan secuencialmente con el avance y explotación (Seguro Social, 1998, p. 30).
- **Labores de transporte:** esta se refiere principalmente a la entrada de materiales y equipos, así como el retiro del mineral explotado, generalmente se hace en coches (vagonetas), movidas por la fuerza humana o por malacarros (vehículos viejos adaptados como malacates). En la región boyacense también es utilizado el transporte de tracción animal.
- **Labores de apoyo:** se relacionan con las actividades de sostenimiento mediante entibaciones (hechas en madera) o las fortificaciones (elaboradas en acero y hormigón). Vale aclarar que para el caso de la minería artesanal sólo aplica la primera, debido a las condiciones y el bajo costo que representa. También, como actividades de apoyo se encuentran principalmente: iluminación, evacuación de aguas y conservación de vías.

2.1.3 Sector minero nacional

En lo que respecta a la ocupación minera, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2006) registra, para los años 2003 a 2005, un crecimiento en el empleo del 134 % en la actividad minera (Tabla 2).

Tabla 2. Ocupación minera nacional

Ocupados minas y canteras total nacional				
	2003	2004	2005	Var%2003-2005
Total minas y canteras	109.840	147.215	257.860	134,76%
- Hombres	97.286	135.716	204.768	110,48%
- Mujeres	12.553	11.500	56.092	346,84%

Fuente: Ministerio de la Protección Social (2007, p. 2).

En la tabla anterior se puede apreciar que la ocupación masculina, durante los años 2003-2005, se incrementó en un 110,48 %; en cuanto a la femenina, se observa un aumento al 346,84 % para el mismo período. Según datos de Fedesarrollo (2011) acerca de la minería del carbón en el interior del país, para el año 2011 tuvo vinculadas directamente entre 60.000 y 91.000 personas aproximadamente.

2.1.4 Producción en Colombia

La actividad minera es considerada uno de los sectores más productivos, en cuanto a generación de recursos económicos; sin embargo, las actividades mineras en algunas ocasiones exponen a los trabajadores a distintas condiciones de trabajo que pueden llegar a convertirse en riesgos inminentes para su salud y seguridad. Esta percepción se puede ratificar en lo expresado por la OIT (1999, p.1), al afirmar que en “las pequeñas explotaciones mineras de los países en vía de desarrollo se presentan los máximos índices de accidentalidad”.

La producción de carbón por departamentos, se encuentra discriminada en dos regiones que son las más importantes, entre las que se destacan la zona atlántica y la interior (Tabla 3).

Tabla 3. Producción* de carbón por departamentos 1990-2012

	PRODUCCIÓN DE CARBÓN POR DEPARTAMENTOS																						
	Volumen																						
	KTon																						
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ZONA COSTA ATLANTICA																							
Cesar	800	1.184	1.450	1.500	1.870	3.695	6.454	8.566	9.297	9.794	12.029	15.385	16.385,98	21.151,77	25.028	27.709,50	31.118,28	33.186,57	33.676,18	34.050,11	36.015,53	43.687,56	24.789,90
Córdoba	400	530,8	843	250	255	76	120	100	100	63	100	141	119	204	351	183,26	512,12	480,97	493,17	392,32	100,44	311,83	174,43
La Guajira	13.070	11.906	12.957	13.772	14.480	15.895	17.701	19.459	19.849	19.548	22.100	23.676,29	18.076,94	22.584,32	24.547	27.180,03	29.073,49	30.069,45	31.939,86	31.430,93	31.098,25	33.355,61	18.392,69
ZONA INTERIOR																							
Antioquia	948	939,1	924	1.019	1.139	954	900	784	700	610	700	648	674	780	351,82	488,23	427,56	230,13	403,92	655,8	149,37	334,01	70,55
Boyacá	1.793	1.735,20	1.880	1.766	1.564	1.620	1.288	1.215	1.295	1.030	1.200	1.765	1.549	1.900	1.204,22	1.280,13	1.756,38	2.275,22	2.230,95	2.276,23	2.675,94	2.753,96	1.175,96
Cundinamarca	1.918	2.184,40	1.881	1.751	1.638	1.800	1.566	1.250	960	556	970	1.028,80	1.440	1.500	916	1.176,31	1.074,02	1.784,74	2.405,65	1.941,59	2.056,11	2.372,83	759,61
Norte de Santander	702	755,3	1.264	955	1.046	1.200	1.142	955	960	787	760	929,1	905,55	1.600	1.283	1.403,59	1.931,27	1.691,29	2.085,20	1.938,40	2.117,16	1.901,93	1.295,27
Valle del Cauca	760	694,1	655	660	630	500	377	413	400	267	294	242,3	272	269	179,32	210,07	112,61	49,56	79,05	0	0	108,79	6,86
varios	77	102,1	46	40	43	0	16	0	0	99	89	96	62	39	27,23	43,99	186,13	134,29	188	122,02	137,34	286,32	53,35

Fuente: Sistema de Información Minero Colombiano- SIMCO: Volumen de Producción de Carbón 1990-2012.

* Nota: las series 2004, 2005 y 2006 han sido corregidas por Ingeominas. Estos datos son basados en regalías. **Fuente:** 1994-1997 Ecocarbón; 1998-2003 Minercol; 2004 - 2011 INGEOMINAS; 2012 en adelante, Servicio Geológico Colombiano. Los datos del 2012 actualizados a II trimestre.

De acuerdo con la producción anual por departamentos, se puede constatar que en la actualidad el departamento de Boyacá ocupa el cuarto lugar a nivel nacional, pasando de una producción en 1990 de 1793 KTon a 1.175,96 KTon para lo corrido del segundo trimestre del año 2012. Esto indica que al apreciar con detenimiento el histórico de la producción, esta ha tenido irregularidad en el proceso, pues ha existido alta variabilidad, dependiendo de nuevas explotaciones y que, además, la minería de carbón en el departamento es exclusivamente subterránea.

2.1.5 Producción en Boyacá

La producción anual de carbón en el departamento de Boyacá durante el período comprendido entre 2004-2011, ha presentado un considerable incremento del 128.69 % (Tabla 4):

Tabla 4. Producción de carbón en Boyacá

Año	Producción carbón (toneladas)
2004	1.204.223,26
2005	1.280.126,56
2006	1.756.381,02
2007	2.275.218,07
2008	2.230.947,32
2009	2.276.230,00
2010	2.675.940,00
2011	2.753.960,00

Fuente: autor, adaptado de Ingeominas, 2011

3.Marco teórico

3.1 La relación salud-trabajo

El estudio de la relación entre salud y trabajo se ha convertido en preocupación diaria para los expertos en la mayoría de las empresas, los cuales tienen la necesidad de analizar la problemática de los trabajadores involucrados. Desde esta perspectiva involucra explorar “dos dimensiones del problema: la técnica, tradicionalmente desarrollada por los expertos de salud ocupacional, y la conceptual, que es indispensable para la reformulación sobre una base distinta del problema de la salud” (Laurell, 1978).

La salud y el trabajo son considerados procesos complejos y siempre van a tener una relación directa entre sí. En lo que respecta al trabajo como proceso social, es asociado al crecimiento y desarrollo personal, como generador de valores y en los aspectos abstractos del mismo, como proceso fisiológico (Grecco et al., s.f).

3.2 El trabajo

La visión económica clásica concibe el trabajo como un factor de producción que tiene una compensación: el salario. Para Adam Smith, es una fuente para la riqueza de las naciones, por lo cual se convierte en una condición indispensable para el ser humano. Según Marx, son los mecanismos de trabajo los que caracterizan dicha actividad, pues en la medida que cambian, se van identificando las distintas épocas económicas. En torno al tema, Hegel (citado por Henao, 2006, p. 33) indica que el trabajo es “un hacer social e histórico con el cual se transforma su mundo material y social y al mismo tiempo se autocrea como especie inteligente y organizada”.

Así, el trabajo se puede concebir como un proceso de transformación que incluye medidas mineras, aspectos sociales, culturales, humanos, políticos y artísticos. Este conlleva un proceso de tecnificación relacionado con el uso de herramientas y máquinas

para el desarrollo de determinados procesos en la industria (Henao, 2006). Para complementar el concepto, el trabajo puede tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la salud y la seguridad, cuando el trabajador no posee unas condiciones óptimas en su ambiente de trabajo (Losada, 2010).

El proceso de trabajo es aquel mediante el cual el hombre entra en contacto con la naturaleza transformándola y transformándose a sí mismo, por medio de la interacción con los diversos elementos que lo componen. Entre los elementos del proceso de trabajo se encuentran: Los medios de trabajo que comprenden las máquinas, herramientas, equipos e instalaciones; Los objetos de trabajo, como la materia prima (principal o secundaria); la actividad final realizada por los trabajadores, denominada como el trabajo mismo (Laurell, 1993, p.70), por su parte Zavala & Núñez (2010), esgrimen que el proceso de trabajo es cualquier transformación de un objeto, sea este natural o ya elaborado en un producto determinado, mediante una serie de elementos como son: La fuerza de trabajo y medios de producción (medios de trabajo y materia prima).

Para finalizar este punto se puede indicar que la generación de ciertos riesgos de seguridad que pueden llegar a la nocividad laboral, son el resultado del uso de los medios de producción, pues aunque existan independientemente de los trabajadores, estos los afectan en la medida en que los empleados se expongan durante el proceso productivo (Laurell, 1993).

3.3 Evolución histórica de las condiciones de trabajo

A lo largo del tiempo, ocurren importantes acontecimientos, como la elaboración de instrumentos de trabajo en piedra y madera, así como el dominio del fuego y el uso de la cerámica. El hombre pasa de la etapa recolectora a la agrícola y la ganadera, donde se compartían y distribuían los instrumentos de trabajo y el alimento de forma equitativa, y, posteriormente, a una de explotación de los recursos de producción.

En la prehistoria, el hombre primitivo creó herramientas de trabajo para intervenir la naturaleza, como también armas para protegerse de las inclemencias del clima y de los ataques de los animales. Posteriormente, se destaca la civilización egipcia (año 4000 a.

C.), la cual se caracterizó por leyes especiales dictadas por el faraón para realizar el trabajo y evitar los accidentes de trabajo (Yépez, 2000, p. 8-9).

En Mesopotamia (2000 a. C.), los aspectos de la seguridad social se reflejan en el código creado por el rey Hammurabi, quien unificó las leyes de los pueblos babilonios, para que los ciudadanos conocieran sus derechos y sus deberes, así como la protección a actividades como la agricultura y la construcción. En Grecia, Hipócrates -considerado el padre de la medicina-, escribe por primera vez un tratado sobre una enfermedad ocupacional producida por la intoxicación con plomo (Ulloa, 2011, p. 13).

En la Edad Media aparecen las primeras corporaciones o gremiales de oficio, las cuales se caracterizaron por agrupar a los artesanos (maestros y aprendices). En esta etapa sólo se acudía a la medicina laboral en casos extremos (Rodellar, 2008, p.7). La fuerza de trabajo es, fundamentalmente, el modo de producción feudal, en el cual el señor feudal brindaba protección a los feudos a cambio del trabajo en sus posesiones.

Con la revolución industrial, en el siglo XVIII, surgen las fábricas y los trabajadores asalariados, y con ellos, los accidentes de trabajo, por eso se organizan sistemas para la seguridad personal de los trabajadores que se encontraban expuestos a siniestros y enfermedades laborales. La revolución industrial significó el paso del trabajo manufacturero a la producción industrializada, reemplazando así al trabajador por la máquina (Henoa, 2006, p. 5). A finales del siglo XIX y comienzos del XX, las ideas de Taylor (1911), que imperan en la mayoría de las factorías, implican que la producción debería ser por destajo, buscando unas condiciones de trabajo apropiadas, pero no para el bienestar del empleado, sino para que este produjera mucho más, pues el objetivo primario era la maximización de la producción. Después de la Primera Guerra mundial, se fortalece la revolución industrial mediante el cambio tecnológico y la modernización. Finalmente, a partir del siglo XX se vive la revolución tecnológica con la incorporación al trabajo de las tecnologías de información, comunicación y formación.

3.4 Condiciones de trabajo

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España, las define como el “conjunto de variables que describen la realización de una tarea completa y el entorno en la que se lleva a cabo, determinando la salud del trabajador” (1987). La OIT (2004, p. 43),

por su parte, las considera como “el conjunto de factores que determinan la situación en la cual el trabajador/a realiza sus tareas, y entre las cuales se incluyen las horas de trabajo, la organización del trabajo, el contenido del trabajo y los servicios de bienestar social”.

Las condiciones de trabajo igualmente

Hacen referencia al conjunto total de las variables presentes durante la realización de una tarea. Dentro de estas encontramos variables características de la tarea en sí misma (el medio ambiente de trabajo y la estructuración del trabajo), así como variables individuales, personales, factores extralaborales y psicosociales que afectan el desarrollo del mismo, (Guerrero & Puerto, 2007, p.206), llegando a tener implicaciones para la seguridad y salud de los trabajadores. Además de la definición, es importante acotar que existe una serie de condiciones relacionadas, las cuales son expuestas por Rubio (citado por Losada, 2010, p. 11-12), así:

- Las características generales de los locales, las instalaciones, los equipos, los productos y demás útiles existentes en el centro de trabajo.
- La naturaleza de los agentes físicos, químicos y biológicos presentes en el ambiente de trabajo y sus intensidades, concentraciones o niveles de presencia.
- Los procedimientos para la utilización de los agentes que influyen en la generación de riesgos.
- Las características de la organización del trabajo que influyen en la magnitud de los riesgos.

Durante las últimas décadas, las condiciones de trabajo han cambiado considerablemente, lo que da al lugar desarrollo de nuevas técnicas para la valoración y diseño de métodos de intervención para las diferentes formas de daños del trabajo en las empresas (Losada, 2010).

Teniendo en cuenta los objetos frecuentes para esta actividad, a continuación se desarrolla con mayor profundidad lo referente a las condiciones de seguridad como componente de las condiciones del ambiente de trabajo.

3.4.1 El ambiente de trabajo

Para Álvarez et al. (2006), el ambiente de trabajo es considerado como “el conjunto de condiciones que rodean a la persona que trabaja y que directa o indirectamente influyen en su salud y en la calidad de vida”. De acuerdo con la naturaleza y características propias del ambiente de trabajo, se pueden originar distintos riesgos con la probabilidad de daños para la salud de los trabajadores. Adicionalmente, el ambiente de trabajo puede determinar diferentes riesgos, los cuales tienen la probabilidad de causar daños a la salud y son generados durante el proceso productivo (Grecco et al., s.f.).

3.4.2 Las condiciones de seguridad

Parra (2003, p. 5) las define como aquellas “condiciones que influyen en los accidentes, incluyendo las características de máquinas, equipos y herramientas, seguridad general del local y del espacio de trabajo y riesgos de las fuentes de energía”. En relación con el tema, la seguridad en el trabajo se especifica como:

La disciplina que tiene como objetivo principal la prevención de los accidentes laborales en los que se produce un contacto directo entre el agente material, sea un equipo de trabajo, un producto, una sustancia o bien una energía y el trabajador con unas consecuencias habitualmente, pero no exclusivamente, traumáticas (quemaduras, heridas, contusiones, fracturas, amputaciones, etc.). INSHT (2006, p. 23).

A continuación se detallan los principales factores relacionados con las condiciones de seguridad:

- **Locales o lugares de trabajo:** se definen como

Las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo. Se considerarán incluidos también los servicios higiénicos y locales de descanso, los locales de primeros auxilios y los comedores. (Ministerio de Trabajo e Inmigración, INSHT, 2006, p. 10).

Así mismo, un lugar de trabajo es también considerado como la “zona en la que los trabajadores deben permanecer o a la que han de ingresar para realizar su trabajo

siguiendo las instrucciones de un empleador. No es preciso que se trate de un lugar fijo” (OIT, 2006, p. xii).

- **Equipos de trabajo:** el Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo, los define como:

Cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo. Este incluye las máquinas, herramientas, las máquinas en movimiento, las máquinas para la elevación de cargas, las máquinas para la elevación de personas, los equipos a presión, los aparatos a gas, los equipos de soldadura, los compresores, las herramientas portátiles, las herramientas manuales, etc. (Ministerio de Trabajo e Inmigración, INSHT, 2011, p. 9).

Por su parte, el INSHT (2006, p. 25-26), resalta el hecho que dentro de los equipos de trabajo, los factores de riesgo más relevantes son:

- Falta de dispositivos de accionamiento para parada total en condiciones de seguridad.
 - Falta de procedimientos documentados para las tareas de limpieza y preparación de los equipos de trabajo.
 - Inexistencia o no utilización de equipos de protección personal necesarios para los trabajadores.
 - Zona de operación de las maquinas accesibles directamente con el cuerpo o partes del cuerpo.
 - Transmisiones, árboles, poleas, engranajes, cintas de transporte con movimiento libre y descubierto y accesible para el cuerpo o partes del cuerpo.
- **Energías e instalaciones:** estas se refieren básicamente al uso de cualquier tipo de energía (eléctrica, neumática, a gas, etc.) realizadas por el personal que labora en los lugares de trabajo, como también la falta de revisión, improvisación y modificaciones a las instalaciones sin la debida autorización de la empresa (Parra, 2003).

- **Electricidad:** Quintela et al. (2005, p. 38), la define como la “propiedad de algunos cuerpos por la que se atraen o se repelen mediante fuerzas resultantes de la aplicación de la ley de Coulomb”; también hace relación a un “fenómeno físico que incluye las cargas eléctricas y sus efectos, tanto en reposo como en movimiento”. Como complemento a lo anterior, las formas más comunes de electricidad se encuentran por medio de contactos directos e indirectos y electricidad estática; los contactos directos implican el contacto con componentes activos, los indirectos son aquellos que tienen derivación a tierra (Folliot, 1998); y la electricidad estática es el campo de la ciencia dedicado a estudiar las cargas o los cuerpos cargados en reposo. En lo que respecta a las tensiones originadas en los lugares de trabajo por la operación de máquinas, equipos y herramientas, se constituye en un factor de riesgo en sí mismo, capaz de provocar accidentes (Menguy, 1998).
- **Productos y sustancias:** se refiere a las materias primas, productos químicos, falta de señalización, vías de evacuación insuficientes, uso y almacenamiento de productos y sustancias químicas, falta de planes de emergencias y evacuación de instalaciones, entre otros (INSHT, 2006). En lo que respecta a la señalización de seguridad y salud en el trabajo, el INSHT la conceptúa como:

Un objeto, actividad o situación determinados, proporcione una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual, según proceda. (Ministerio de Trabajo e Inmigración, INSHT, 2009, p. 10)
- **Incendio y explosión:** los incendios y explosiones pueden llegar a generar pérdidas económicas mayores cuando no se realiza el debido control. El incendio es considerado una reacción química de combustión que necesita de tres componentes para su inicio, los cuales son: combustible (madera, carbón, gasolina, propano, magnesio, etc.); comburente (normalmente el oxígeno del aire); fuente de ignición (cigarrillos, instalación eléctrica, chispas, soplete, electricidad estática, reacciones exotérmicas, etc.); posteriormente se desarrolla una reacción en cadena, dando origen a éstos (INSHT, 2000, p. 1).

3.5 Metodologías de evaluación

La seguridad implica el uso de técnicas que permitan eliminar o reducir ciertos riesgos que pueden ocasionar lesiones a los trabajadores o daños materiales en equipos, máquinas, herramientas y locales para cualquier tipo de organización sin importar su actividad productiva y su tamaño (Parra, 2003). A continuación se describen las diferentes fases de evaluación, requisitos y valoración de riesgos.

- **Fases diferenciadas y consecutivas:** incluyen identificación de los peligros, valoración y plan de intervención (controlar, reducir o eliminar) las condiciones de trabajo desfavorables.
- **Requisitos:** aquí es importante la conducción por parte de un experto, así como la participación de los trabajadores.
- **Valoración:** su objetivo es determinar la magnitud y severidad de los riesgos originados por las condiciones de trabajo.

Ahora se destacan algunas definiciones, para una mejor comprensión de la terminología y el instrumento utilizado en el estudio de las condiciones de seguridad.

- **Desviación:** se considera un nuevo concepto de utilización en seguridad. Es aquella que “Describe el hecho anormal que altera el desarrollo normal y la continuidad del trabajo: por ejemplo, la pérdida de control total o parcial de una máquina o una caída sobre alguna cosa o desde alguna cosa” (INSHT, 2006, p. 31).
- **Forma de contacto/tipo de lesión:** denominada como “la acción que provoca la lesión, describe el modo en que la víctima ha resultado lesionada y cómo ha entrado en contacto con el objeto (agente material) que ha originado la lesión” (INSHT, 2006, p. 37).
- **Riesgo evitable:** se considera evitable cuando “una vez se ha aplicado la medida preventiva correspondiente, el riesgo en cuestión ha desaparecido” (INSHT, 2006, p. 12).
- **Riesgo no evitable:** se presenta cuando no es posible la eliminación directa del riesgo y se recurre a una segunda alternativa: “la de la valoración de los riesgos que

no se han podido evitar, para determinar su magnitud y gravedad del riesgo para adoptar las medidas preventivas más adecuadas” (INSHT, 2006, p. 12).

4. Metodología

4.1 Diseño

Se hizo un estudio de tipo descriptivo de corte transversal, que permitió interpretar las variables mediante una descripción de las condiciones de seguridad en las minas artesanales de carbón de la vereda Morcá, tarea que condujo a una mejor representación de las diferentes características propuestas en el trabajo investigativo (Camacho, 2003).

4.2 Escenario o área de estudio

El estudio se llevó a cabo en las minas artesanales de carbón ubicadas en la vereda Morcá del municipio de Sogamoso, departamento de Boyacá.

4.3 Objeto de estudio

Corresponde a cuarenta minas subterráneas artesanales de carbón, localizadas en la vereda Morcá de Sogamoso, Boyacá (Tabla 12).

Tabla 12. Minas de carbón en la vereda Morcá

Sector	No. minas
Alto Jiménez	8
Battá	20
Portillo	12
TOTAL	40

Fuente: autor, adaptado de Secretaría de Desarrollo y Medio Ambiente de Sogamoso (2010).

4.4 Muestra

Se tomó una muestra representativa aleatoria de acuerdo con la metodología por criterios muestrales definidos por la NIOSH, en el campo de la higiene ocupacional para las diferentes minas de carbón. Estas corresponden a los valores estipulados en la Tabla 13 de tamaño de muestra (NIOSH, 1994).

Tabla 13. Tamaño de muestra* cuando se estima como grupo de más alto riesgo el 10 % - límite de confianza 90 %

Tamaño del grupo (N)	8	9	10	11-12	13-14	15-17	18-20	21-24	25-29	30-37	38-49	50	∞
No. de trabajadores necesarios a medir (n)	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	22

Fuente: NIOSH (1994).

*($\lambda = 0,1$) y confianza 0,90 ($\alpha = 0,1$) (Usar $n = N$, si $N \leq 7$)

Debido a que las minas objeto de estudio, se encuentran distribuidas por sectores, se calcularon los tamaños muestrales, uno por uno, arrojando un número total de 30 minas (Anexo E), distribuidas de la siguiente manera (Tabla 14):

Tabla 14. Distribución de la muestra de minas artesanales de carbón en la vereda Morcá

Sector	Tamaño de N (No. Minas)	Muestra (No. minas por medir)
Alto Jiménez	8	7
Battá	20	13
Portillo	12	10
Total	40	30

Fuente: autor (2011).

4.5 Recolección de información

4.5.1 Observación

El tipo de observación utilizada fue la estructurada no participante en la cual el investigador identificó las condiciones de seguridad mediante la aplicación del instrumento PYMES.

4.5.2 Instrumentos

Se utilizó la guía de observación para la evaluación de seguridad (PYMES) en relación con las condiciones de seguridad, con respecto a: Locales de trabajo, equipos de trabajo, energías/instalaciones y productos/sustancias (ver Anexo A)

4.5.3 Fuentes

4.5.3.1 Fuentes primarias

Las fuentes primarias consultadas fueron los informes emitidos por instituciones de orden nacional y regional como el Ministerio de la Protección Social, el Ministerio de Minas y Energía, Ingeominas, la Secretaría de Salud de Boyacá, el Comité Seccional de Salud Ocupacional del departamento de Boyacá, la Administradora de Riesgos Laborales Positiva seccional Boyacá, Secretaría de Desarrollo y Medio Ambiente de Sogamoso.

- **Técnica recolección de información.** Fue realizada por el investigador aplicando los cuestionarios de identificación y evaluación de las condiciones de seguridad correspondientes a la metodología PYMES del INSHT de España.

4.5.3.2 Fuentes secundarias

Se consideraron como fuentes secundarias: documentos, informes estadísticos y estudios referentes al tema de las condiciones de trabajo, condiciones de seguridad y las investigaciones universitarias y científicas que reposan en las bibliotecas y anuarios estadísticos de universidades y entidades como el Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Minas y Energía y organismos nacionales e internacionales.

- **Técnica recolección de información.** La técnica utilizada fue el análisis documental mediante revisión de registros y bases de datos que incluyen estudios relacionados con el tema, revistas, tesis, documentos, artículos e informes.

4.6 Procesamiento y análisis de la información

El modelamiento estadístico utilizó el paquete SPSS™ (v. 17), a través del análisis descriptivo, con el objetivo de identificar los porcentajes y frecuencias de los distintos riesgos, desviaciones y formas de contacto más relevantes e incidentes, presentando el consolidado de la valoración de las condiciones de seguridad de las distintas minas objeto de estudio.

4.7 Declaración ética

Para la recolección de la información perteneciente al estudio, se informó con anticipación a los diferentes empresarios mineros para el ingreso a las diferentes minas.

Se observaron los principios éticos establecidos en la resolución 8430 del Ministerio de Salud de Colombia para investigaciones en salud.

El Comité de Ética de Investigación de la Facultad de Enfermería, se permite dar aval desde los aspectos éticos (Mérito Científico/Técnico, Mérito Social y Mérito ético) al proyecto de Maestría en Salud y Seguridad en el Trabajo “CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD EN LA MINERÍA ARTESANAL DE CARBÓN EN LA VEREDA MORCÁ DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ) 2011”

Debido a que el estudio no realizó intervención en humanos, es una investigación que no representó riesgo para las personas.

4.8 Propiedad intelectual

La propiedad intelectual y patrimonial del presente estudio titulado “*Caracterización de las condiciones de seguridad en la minería artesanal de carbón en la vereda Morcá del municipio de Sogamoso (Boyacá) 2011*”, es de la Universidad Nacional de Colombia.

Al autor le corresponden los derechos morales.

5. Análisis de resultados

La investigación se guio por tres ejes fundamentales que correspondieron a los objetivos básicos del estudio, así:

- 1) Identificación de los distintos procesos de trabajo llevados a cabo en la minería artesanal del carbón.
- 2) Caracterización de las condiciones de seguridad a las que se encuentran expuestos los mineros de Morcá, en el marco de las actividades mineras.
- 3) Reconocimiento de las condiciones de seguridad de alto riesgo en la actividad minera del carbón en la vereda de Morcá.

5.1 Identificación de los procesos de trabajo en la minería artesanal de carbón

En el proceso de trabajo del carbón en la minería artesanal, se cumplen diferentes etapas que culminan con la extracción del mineral.

5.1.1 Exploración y prospección

Durante esta fase se cuantifica la cantidad de reservas de mineral, por excavaciones mediante testigos geológicos, utilizando barrenos (huecos) que extraen columnas estratigráficas para verificar la dimensión de los mantos de carbón y así poder establecer la relación de descapote; es decir, la cantidad de metros cúbicos de estéril (material no útil) que se debe remover para obtener un metro cúbico de mineral de carbón. También es frecuente el uso de trincheras o canales para extraer el mineral y así comprobar el número de reservas de mineral para explotar según los estudios geológicos realizados

anteriormente, además se procede a llevar el carbón al laboratorio de carbones para su respectivo análisis. En esta fase es característico en ocasiones descubrir pequeños afloramientos (Imagen 1) (carbón expuesto) en la superficie, que se establece por el método de observación; después se contrata con entidades externas (outsourcing) para que hagan este proceso, ya que los mineros de la región no tienen la maquinaria ni equipos apropiados para hacer estos procesos de prospección y definición de reservas. En algunos casos es necesaria la construcción de campamentos (Imagen 2), para guardar herramientas y como comedor para el consumo diario de alimentos.



Imagen 1. Afloramiento de carbón para procesos de prospección. Sector Alto de Jiménez (Morcá).

Fuente: Autor



Imagen 2. Campamento de mina (mina Danubio 1).

Fuente: Autor

5.1.2 Desarrollo

Estos se relacionan con la adecuación de las vías de acceso al mineral de carbón por intermedio de la apertura de vías (túneles), tales como las galerías, que son vías de gran amplitud y van paralelas a los mantos de carbón (Imagen 3). Estas se construyen como cavidades, utilizando picos artesanales o barras de acero, en ocasiones van construidas en estéril o en mineral, según las características de la formación geológica. Normalmente, sirven como medio de transporte para extraer las vagonetas de mineral a la superficie (Imagen 4).



Imagen 3. Bocamina de la galería principal (mina Danubio 1)
Fuente: Autor



Imagen 4. Vagoneta (mina Campohermoso)
Fuente: Autor

Así mismo, se encuentran las vías denominadas pozos, que son elaboradas para cortar perpendicularmente las galerías; también cumplen funciones secundarias como generar circuitos de ventilación natural, servir de vías de descargue del material estéril y desagües propios de la actividad minera; de igual manera, se construyen los túneles denominados inclinados (Imagen 5), los cuales son vías mucho más pequeñas en diámetro o área luz que cortan en diagonal las vías principales (galerías), y se utilizan para el transporte de materiales, herramientas y, en algunos casos, para el personal. El proceso de apertura de los túneles, se hace teniendo en cuenta los planos topográficos y geológicos de la zona; se comienza la excavación por medio de pico y pala, los cuales se afilan con fraguas al fuego vivo (Imagen 6).



Imagen 5. Inclinado de mina (mina Campohermoso 2).
Fuente: Autor



Imagen 6. Fragua de carbón (mina Tobo 2)
Fuente: Autor

La extracción del carbón se hace con malacates o malacarros (Imagen7), que normalmente se distribuyen en un cruce de vías (Imagen 8), las cuales se envían a un depósito de material estéril (Imagen 9), y a otro, el mineral (Imagen10).



Imagen 7. Malacate o malacarro de madera (mina el Porvenir).
Fuente: Autor



Imagen 8. Cruce de vías en para estéril y mineral de carbón (mina las Motuas).
Fuente: Autor

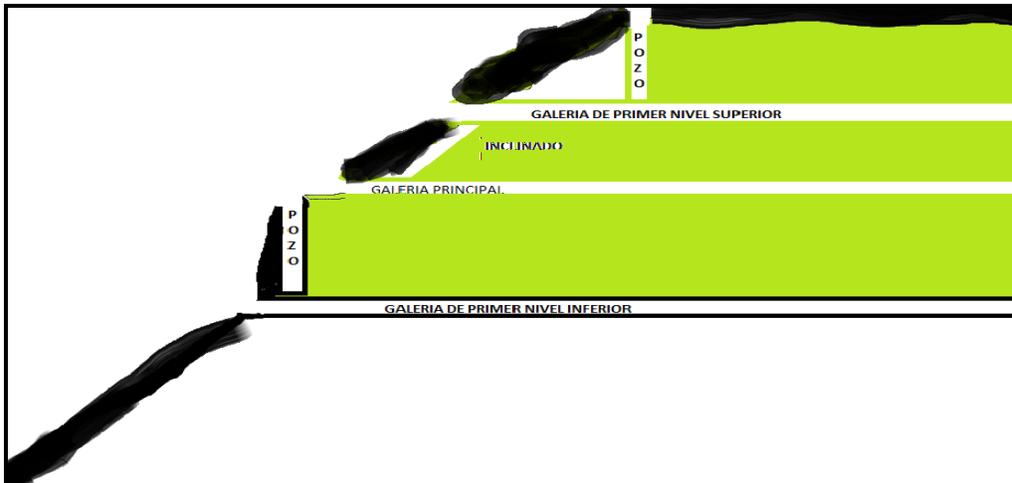


Imagen 9. Depósito de material estéril (pila). (mina Danubio 3)
Fuente: Autor



Imagen 10. Depósito de carbón (mina La Maroma 2.4)
Fuente: Autor

A medida que el mineral y el estéril son depositados en las pilas, tolvas o botaderos de estéril, se van retirando en volquetas, camiones o zorras de tracción animal; durante este proceso se va controlando el área de la bóveda mediante la colocación de un sostenimiento en madera para que sea constante y no se disminuya mientras se avanza en la vía (Gráfica 4).



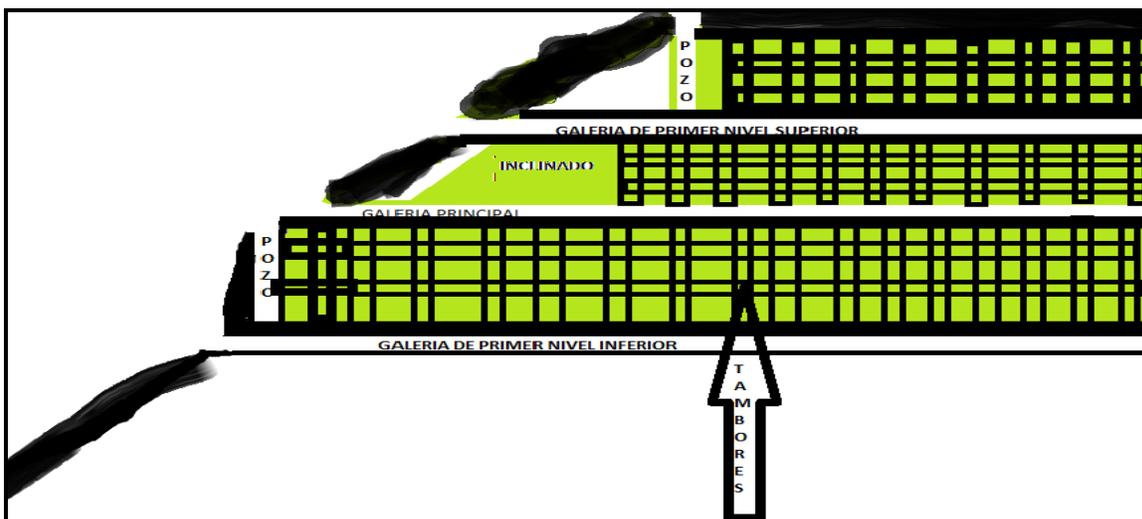
Gráfica 4. Vías principales en la fase de labores de desarrollo.

Fuente: elaboración propia.

5.1.3 Preparación

En esta fase se construyen los denominados tambores, que sirven como mallas de extracción del mineral por donde el carbón es descargado por los picadores, desde los frentes de trabajo a los niveles inferiores; su función principal es unir las galerías y permitir que, dentro del manto de carbón, se pueda ir extrayendo el mineral; la inclinación y el diámetro dependen fundamentalmente del método de explotación y de los respaldos de mineral que tiene el manto (Gráfica 5).

Gráfica 5. Construcción de vías principales en la fase de preparación.



Fuente: elaboración propia.

La construcción de los tambores se hace por medio de pico, extrayendo el carbón para después ser cargado por palas en vagonetas que van a los trampolines (Imagen 11); normalmente es el minero quien construye el tambor y poco a poco se va extrayendo el mineral; aunque normalmente, en esta fase, lo típico es construir primero las vías (tambores) y luego pasar a la fase de explotación.

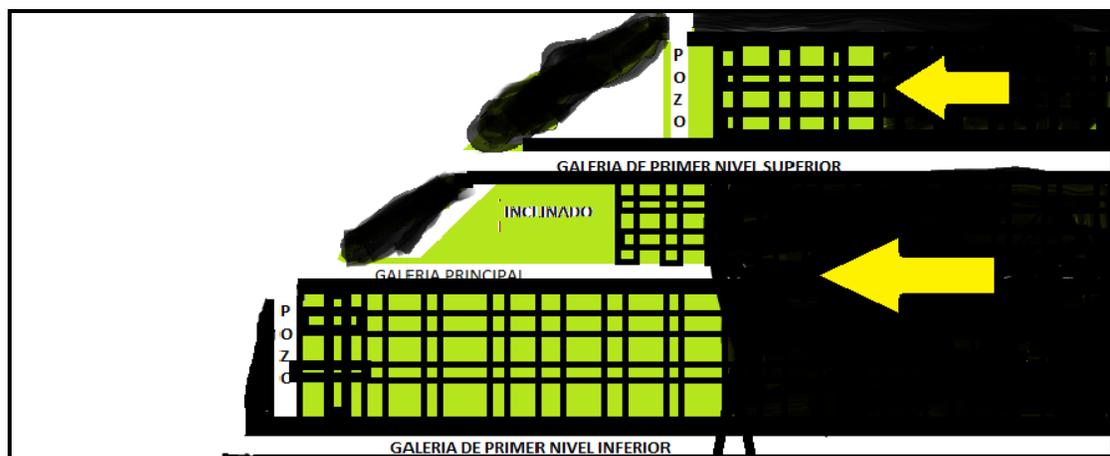


Imagen 11. Trampolín (mina Diamante 2).

Fuente: Autor

5.1.4 Explotación

El objeto es extraer la máxima cantidad de mineral; para ello, los tambores se empiezan a ensanchar, de manera tal que el uno casi alcanza al siguiente volviéndose uno sólo y creando una cámara que se sostiene temporalmente, luego se deja caer debido a la presión sobre las vías ya construidas; al final, tal como lo muestra la Gráfica 6, la explotación se va dejando abandonada y ella misma se va rellenando por derrumbe dirigido, hasta que las vías quedan selladas por la misma presión.



Gráfica 6. Dirección y método de las labores de explotación.

Fuente: elaboración propia.

El sistema de explotación se efectúa también utilizando picos y palas; muy pocas veces se usa algún tipo de explosivo. En la medida en que se ensancha en el rumbo, se hace el arranque de este material en los frentes de trabajo; en este proceso también se emplean carretillas para llevar a la galería principal el mineral de carbón, y de allí se extrae con vagonetas que son haladas por malacates o simplemente empujadas hasta la superficie por los mineros cuando las vías tienen muy poca inclinación, luego es depositado en tolvas o pilas de mineral de carbón (Imagen 12). Para esta tarea, la mayoría de empleadores mineros asumen el pago de la tonelada puesta en la bocamina o el patio de mina. Las dos etapas anteriores se desarrollan secuencialmente con el avance y explotación.

5.1.5 Transporte

Esta actividad tiene como fin llevar el mineral de carbón y el material estéril de las minas a superficie; así como también, el ingreso de materiales, equipos y maderas que sirven para otras actividades propias de la explotación; por lo general, se hace en coches (vagonetas) movidos por fuerza humana o por malacarros (vehículos viejos adaptados como malacates); en la región boyacense también es utilizado el transporte de tracción animal (Imagen 13).



Imagen 12. Tolva de carbón extracción (mina Las Lajas)
Fuente: Autor



Imagen 13. Malacate de de carbón (mina Tobo 2)
Fuente: Autor

Para el caso de las minas de Morcá, el proceso de cargue se efectúa con palas carboneras, y después se hace el descargue en vagonetas que son empujadas por un cochero (trabajador encargado de empujar la vagoneta); en otros casos, es el malacate el que hace la tracción, pero el material estéril o el mineral es cargado directamente por el picador (trabajador encargado de extraer con el pico, el carbón del manto) con ayuda del cochero. Este trabajo debe ser rápido, pues en varios frentes de trabajo y tambores es esperado este trabajador para cargar el mineral. Hay que aclarar que cuando se desea entrar madera para el sostenimiento o forro de las puertas, así como para remplazar puertas podridas o fracturadas, se utilizan las vagonetas. También es por este mismo medio de transporte como se retira de las vías cualquier material que requiera ser transportado y demande el uso de la fuerza.

5.1.6 Apoyo

Se relaciona con los distintos servicios mineros que son de vital importancia en las actividades mineras.

- **Sostenimiento:** tal como se evidencia en la Imagen 14, aquí se realizan tareas como la entibación (hecha en madera), mediante la cual, el personal elabora en superficie los diferentes componentes (cápiz y palancas) de una puerta. Esta actividad de sostenimiento se lleva a cabo por medio de troceros, motosierras y azuelas. Después de la elaboración de la puerta en superficie, se procede a instalarla en el interior de la mina. A los trabajadores dedicados a esta actividad, se les denomina entibadores. Vale precisar que para el caso de la minería artesanal sólo aplica el uso de madera (entibación), por las condiciones, versatilidad, bajo costo y predominio en la región. La finalidad de este servicio es conservar las vías en la mina y proteger a los trabajadores de derrumbes por presiones normales al abrir las diferentes vías.



Imagen 14. Patio de depósito de maderas (mina La Turquesa).
Fuente: Autor

- **Iluminación:** esta es llevada a cabo con bombillos incandescentes y lámparas de seguridad minera llevadas por los trabajadores para realizar sus labores cotidianas.
- **Ventilación:** es común la adecuación de ventiladores eléctricos de baja potencia de 2 H.P. o 5 H.P. Un ducto plástico es el accesorio para suministrar el caudal de aire (Imagen 15).
- **Desagüe:** este proceso (Imagen 16) es realizado mediante el uso de electrobombas de 12-15 H.P. de potencia, ubicadas en el interior de la mina. Se utilizan mangueras de 2 pulgadas para la evacuación de las aguas a superficie.



Imagen 15. Sistema de ventilación con ducto de plástico (mina La Fuente)
Fuente: Autor



Imagen 16. Sistema de desagüe con manguera y motobomba (mina La Maroma 2.6)
Fuente: Autor

5.2 Caracterización de las condiciones de seguridad

Dentro de los hallazgos efectuados en el estudio, se puede decir, en primer lugar, que se pudo evidenciar la carencia de control y supervisión sobre las labores mineras (estos normalmente se hacen mediante simple chequeo visual), así como la falta de medidas de seguridad y el uso de equipos de trabajo obsoletos que impiden la realización de tareas en una forma más profesional y segura. Para el desarrollo del presente objetivo, se subdividió la caracterización en el análisis de las condiciones de seguridad presentes en las seis labores propias de la actividad minera, distribuidas como a continuación se describen:

5.2.1 Exploración y prospección

En la ejecución de estas labores, los mineros artesanales elaboran trincheras, apiques o zanjas por medio de picas y palas, en aquellos lugares donde hay manifestaciones de carbón (afloramientos). Es necesario señalar que a estas herramientas no se les hace un mantenimiento continuo y presentan un estado defectuoso, que se ve reflejado en picas sin corte y empates de madera improvisados. Después se toman las respectivas muestras para entregarlas al personal especializado, que lleva a cabo su análisis en laboratorio de carbones.

5.2.2 Desarrollo

El mal diseño de la apertura de las vías es uno de los grandes inconvenientes que se encontraron en la mayoría de las minas artesanales, pues aspectos como el ancho y la altura de las vías no cumplen con los requerimientos exigidos (área mínima de una excavación debe ser de 3 metros cuadrado con una altura mínima de 1,80 m.) por la autoridad competente, en este caso, la Agencia Nacional de Minería (Decreto 1335/87). Adicionalmente, el avance de las vías se realiza a través de un arranque manual con la utilización de picos de acero, lo cual presenta un rendimiento bajo. En estas actividades hay generación de material particulado, producto de la fragmentación de la roca o mineral de carbón, el cual es perjudicial para la salud y seguridad del personal, ya que puede reflejarse en enfermedades de tipo pulmonar como la silicosis y la antracosis, como también en explosiones por alta concentración de gas grisú al entrar en contacto con algún tipo de chispa, debido a la fricción de la herramienta con la roca o mineral. Otro

elemento clave, lo constituye la tecnificación en cuanto se encontró dificultad para el transporte de las vagonetas y el paso del personal hacia los diferentes frentes de trabajo, debido a la presencia de áreas reducidas, lo cual en ocasiones produce descarrilamientos de vagonetas y agotamiento de los trabajadores mineros por causa de posturas inadecuadas.

5.2.3 Preparación

Este proceso siempre va estar relacionado con la explotación, puesto que permite un arranque de mineral a través del manto de carbón, mediante la elaboración de tambores, los cuales van a unir a las respectivas galerías. Para el caso de la minería artesanal, son hechos por medio de pico de acero y barras metálicas. Estos poseen un área reducida y carecen de forro en madera, lo cual facilita continuos desprendimientos de mineral o estéril. Por lo general, son utilizados como circuitos de ventilación en las minas. Es claro, entonces, que es imprescindible el avance en esta actividad, ya sea en mineral o en estéril, acción que implica un continuo control del respectivo techo para así evitar desprendimientos de roca. Durante el análisis, se encontró que en la mayoría de minas artesanales, los continuos avances se hacen sin ningún tipo de sostenimiento, lo cual aumenta la probabilidad de caídas de material, derrumbes y desprendimientos de los respaldos de los mantos de carbón, que pueden ocasionar golpes, heridas, fracturas e incluso la muerte de los trabajadores mineros.

5.2.4 Explotación

La extracción del carbón se efectúa con picos artesanales en los diferentes frentes de explotación. Estos lugares de extracción se convierten en sitios ciegos, debido a la falta de ventilación natural causada por su profundidad. En este caso, hay que suministrar un caudal suficiente de aire para ir evacuando los respectivos gases; adicionalmente, la dureza del carbón y de los materiales que constituyen los respaldos del manto, en oportunidades produce desgaste en los picos, generando fricciones que normalmente desencadenan en chispas generadoras de explosiones al contacto con los gases. Para el caso de la minería artesanal, se encuentran algunos gases, como: el metano, el monóxido de carbono y el ácido sulfhídrico, que en ciertos niveles de concentración y permisibilidad pasan de ser tóxicos a explosivos. Otra condición generada por el proceso, la constituye la generación de polvo de carbón por la fragmentación del mineral de carbón, la cual casi

siempre es inhalada por parte del personal minero. Una última variable de análisis, está configurada por las vías de acceso (galerías) y extracción (tambores e inclinados), las que poseen unas pendientes muy altas, puesto que siguen la inclinación de los mantos; por lo cual, el mineral extraído es cargado mediante palas y descargado a las respectivas vagonetas.

5.2.5 Transporte

El uso continuo de vagonetas viejas con láminas de acero oxidadas y sus accesorios, es común en las minas artesanales; en ocasiones el cable utilizado como guaya presenta un número considerable de hilos (torones) rotos, como también el acople inadecuado de esta misma, lo que dificulta el arrastre de los coches, por una posible ruptura que puede desencadenar volcamientos que ocasionan caídas de puertas, las cuales pueden producir golpes mortales si entran en contacto con el trabajador.

Las vagonetas son empujadas por cocheros, que no utilizan los elementos adecuados de protección como guantes y botas punta de acero, lo que trae como resultado lesiones, fracturas y machucones ocasionados por el atrapamiento de miembros inferiores o superiores bajo las vagonetas. Al respecto hay que acotar que el peso de dichas vagonetas oscila entre 1 y 1,5 Ton de material. La utilización de carros viejos como los malacates, también es típica en la zona, aunque constantemente presentan fallas mecánicas en el momento de la operación, como también falta de resguardos fijos y accionamientos de seguridad, pues, adicionalmente, no se realiza ningún tipo de mantenimiento preventivo. Otro elemento que complementa esta descripción, lo constituye la condición insegura que se evidencia en la bocamina, dado que los malacarros (malacates) son accionados por combustible diésel o gasolina y, por ende, generan niveles altos de combustión de gases tóxicos como el monóxido de carbono (CO) y el dióxido de carbono (CO₂), lo cual es perjudicial para la salud del malacatero, quien es la persona encargada de dicha actividad durante un turno promedio de ocho a diez horas.

5.2.6 Apoyo

Se observó también falta de electrificación, puesto que esta se destina fundamentalmente a accionar las bombas de desagüe y los ventiladores que, por cierto, son equipos de bajo caudal de tipo soplante o aspirante. Estas conexiones eléctricas en el interior de la mina

se hacen sin tener en cuenta las normas técnicas eléctricas establecidas por los organismos de control, mediante utilización de cable domiciliario y empalmes rudimentarios.

Otra actividad importante es la ventilación, ya que en la mayoría de las minas no existen sistemas de ventilación apropiados, lo cual significa una deficiencia debido a la falta de vías de salida del aire viciado a superficie, ni mucho menos la circulación de un caudal de aire óptimo para abastecer las necesidades de respiración de los mineros. Esto genera un alto riesgo debido a la disminución del oxígeno, concentración alta de gases o de bolsas de gas que existen en el interior de los mantos de carbón y que requieren ser evacuados por un mecanismo de ventilación, ya sea soplante o aspirante. La falta de aparatos de medición de temperatura (sicrómetros), velocidad del aire (anemómetros) y multidetectores de gases, se constituye en un inconveniente para llevar un seguimiento continuo del caudal que puede circular en el interior de las vías de la mina. En la ventilación es frecuente encontrar, en algunos casos, un tipo denominado natural, el cual hace uso de la ley de gases de Boyle-Mariotte, proceso que se realiza por diferencia de temperatura y presión atmosférica, pero no es muy confiable porque en ocasiones tiende a invertirse por cambios en las condiciones ambientales.

El sostenimiento es una de las tareas para destacar, pues viene a considerarse como la estructura de la mina. Es realizado por medio de entibaciones (madera), con utilización de puertas denominadas de tipo alemán o boca de pescado. Se evidencia que muy pocas minas utilizan la madera suficiente para forrar las puertas que sostienen las vías (tanto principales, como secundarias), esta situación es muy peligrosa porque las presiones y fuerzas del manto rocoso son muy grandes, razón por la cual tiende a cerrarse las vías, exponiendo a los mineros a caídas de techos, derrumbes que pueden causar atrapamientos en los frentes de trabajo.

Ahora bien, en lo concerniente a la iluminación minera, es muy común el uso de bombillos corrientes tipo incandescente, aunque por cuestiones de seguridad minera está prohibido su uso dentro de las minas, debido a su calentamiento y posible rompimiento, lo cual puede desencadenar incendios y explosiones. Una forma de iluminación individual es por medio de lámparas de seguridad minera, llevadas por los trabajadores para realizar sus labores cotidianas.

Finalizando el grupo de condiciones propias de las labores de apoyo, se encuentra el desagüe de las vías. Aquí es pertinente decir que la permeabilidad de las rocas permite que se presenten filtraciones de aguas ácidas o demasiado oxidadas, lo cual se convierte en un riesgo de saneamiento básico para las fuentes hídricas aledañas y su posible consumo humano, como también daños a equipos debido a la humedad y posibles contactos eléctricos, ocasionando cortocircuitos en el interior de la mina.

5.3 Condiciones de alto riesgo para la salud y seguridad de los trabajadores

5.3.1 Identificación de los factores de riesgo minero

Para este fin se utilizó el instrumento PYMES, de origen español, descrito en el *Manual para la identificación y evaluación de riesgos laborales* (INSHT, 2006). El análisis permitió identificar 51 factores de incidencia directa en los procesos mineros para la minería artesanal de la vereda Morcá, lo que facilitó hacer una codificación de esos factores con base en la pertinencia de cada factor general, discriminado en locales de trabajo, equipos de trabajo, energías-instalaciones y productos-sustancias (Anexo A).

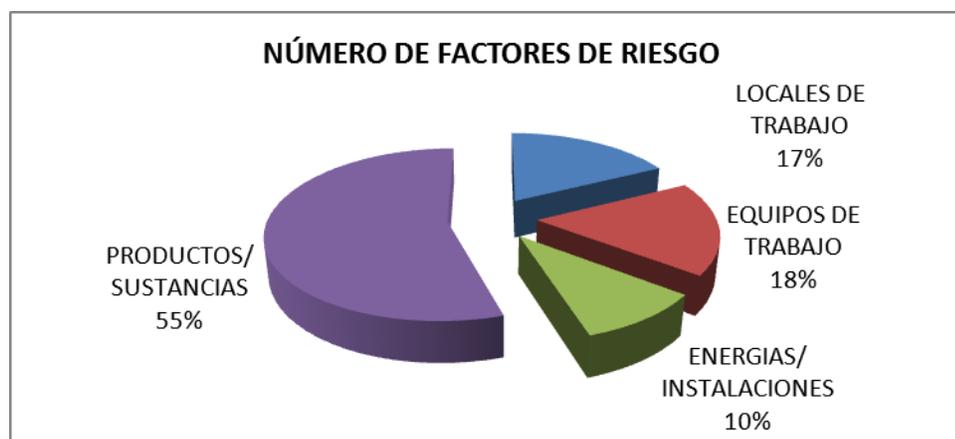
5.3.2 Caracterización de los factores de riesgo generales de la minería artesanal de Morcá

Se caracterizaron los factores generales (Tabla 15), dentro de los cuales se catalogaron, en primer lugar, los denominados PRODUCTOS y SUSTANCIAS con un total de 28 riesgos asociados, que representan el 55 %; en segundo lugar se ubicó el factor llamado EQUIPOS DE TRABAJO con 9 riesgos que corresponden al 18 %; un tercer factor correspondió a LOCALES DE TRABAJO con 9 riesgos que representan el 18 % de los riesgos. Hay que señalar que este factor se subdividió en tres subgrupos (locales y materiales con 2 riesgos, servicios higiénicos con 4 riesgos y señalización con 3 riesgos), finalmente, en cuarto lugar, se resalta el factor de ENERGÍAS E INSTALACIONES con un total de 5 riesgos que representan el 10 % del total de los riesgos presentados para el grupo de minas estudiadas (Gráfica 7).

Tabla 15. Distribución del número de factores de riesgo identificados en las minas de la vereda Morcá

CÓDIGO	DEFICIENCIAS Y FACTORES DE RIESGO	NÚMERO DE FACTORES DE RIESGO	% FACTOR
LT	LOCALES DE TRABAJO	9	17,65
ET	EQUIPOS DE TRABAJO	9	17,65
EI	ENERGÍAS/INSTALACIONES	5	9,80
PS	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	28	54,90
TOTAL FACTORES		51	100,00%

Fuente: Guía de Observación PYMES (2011).

Gráfica 7. Número de factores de riesgo analizados en las minas de la vereda Morcá.

Fuente: Guía de Observación PYMES, 2011

5.3.3 Identificación de desviaciones en las minas de Morcá

En tercer lugar, se identificaron las desviaciones de mayor presencia en las minas (Tabla 16), aspecto que arrojó, para este caso, un total de 20 tipos de desviaciones, que se encuentran asociados a los diferentes grupos, dentro de los cuales se destacan los de desviación por PROBLEMA ELÉCTRICO, EXPLOSIÓN O FUEGO, con cinco tipos de desviación que representan el 25 % del total; un segundo grupo destacado lo conforman los de MOVIMIENTO DEL CUERPO con ESFUERZO FÍSICO, con un total de 5 desviaciones que representan igualmente el 25 %; en mediana proporción aparecen los

de PÉRDIDA (TOTAL O PARCIAL) DE CONTROL DE MÁQUINAS O MEDIOS DE TRANSPORTE (EQUIPO DE CARGA, HERRAMIENTA MANUAL, OBJETO, ANIMAL) y DESVIACIÓN POR DESBORDAMIENTO, VUELCO, FUGA, DERRAMAMIENTO, VAPORIZACIÓN O EMANACIÓN, con 3 desviaciones respectivamente que representan el 15 %; en menor proporción se destacan ROTURA, ESTALLIDO, DESLIZAMIENTO, HUNDIMIENTO O CAÍDA DE UN AGENTE MATERIAL con 2 desviaciones que corresponden al 10 % y en una mínima proporción CAÍDA DE PERSONAS, RESBALÓN O TROPEZÓN CON CAIDA y MOVIMIENTO DEL CUERPO SIN ESFUERZO FÍSICO con una desviación proporcionalmente que constituyen el 5% del total.

Tabla 16. Tipos de desviaciones en las minas de la vereda Morcá

GRUPO DE DESVIACIÓN	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Desviación por problema eléctrico, explosión o fuego (Sin especificar)	D11	Problema eléctrico causado por un fallo en la instalación, que da lugar a un contacto indirecto con la electricidad.
	D12	Problema eléctrico que da lugar a un contacto directo con la electricidad
	D13	Explosión.
	D14	Incendio o fuego.
	D19	Otra desviación conocida del grupo 10 pero no citada anteriormente.
Desviación por desbordamiento, vuelco, fuga, derramamiento, vaporización o emanación (sin especificar)	D21	En estado sólido (desbordamiento, vuelco)
	D22	En estado líquido (fuga, derramamiento, salpicadura, aspersión).
	D24	En estado pulverulento (emanación de humos, emisión de polvo, partículas).
Rotura, estallido, deslizamiento, hundimiento o caída de un agente material (sin especificar)	D33	Deslizamiento, hundimiento, caída de un agente material - superior (que cae sobre la víctima).
	D34	Deslizamiento, hundimiento, caída de un agente material - inferior (que arrastra a la víctima).
Pérdida (total o parcial) de control de máquinas o medios de transporte (equipo de carga, herramienta manual, objeto, animal) (sin especificar)	D42	Pérdida (total o parcial) de control de un medio de transporte o del equipo de carga (con motor o sin motor).
	D43	Pérdida (total o parcial) de control de una herramienta manual (con motor o sin motor), y también de la materia sobre la que se trabaja con la herramienta.
	D44	Pérdida (total o parcial) de control de un objeto (transportado, desplazado, manipulado, etc.).
Caída de personas, resbalón o tropezón con caída (sin especificar)	D52	Caída de una persona al mismo nivel, resbalón o tropezón con caída.
Movimiento del cuerpo sin esfuerzo físico, caminar, sentarse, etc. (generalmente provoca una lesión externa) (sin especificar)	D63	Ser arrastrado, quedar atrapado por algún elemento o por su impulso.
Movimiento del cuerpo con esfuerzo físico, que puede ser o no a causa de un agente material externo (generalmente provoca una lesión interna) (sin especificar)	D71	Levantar o transportar un objeto, levantarse.
	D72	Empujar o tirar de un objeto.
	D73	Depositar una carga o un objeto, agacharse.
	D74	Manipular, en rotación o en torsión, una carga o un objeto, girarse.
	D75	Tropezar, resbalar (sin caer) mientras se transporta una carga o un objeto, hacer un movimiento en falso.

Fuente: Guía de Observación PYMES (2011).

De lo anterior se puede concluir que las desviaciones asociadas a explosiones y fuego son las más peligrosas, además de aquellas en las cuales las operaciones tienen que ver con trabajos relacionados con la manipulación y transporte de cargas que difícilmente se hacen aplicando las técnicas ergonómicas apropiadas para tales funciones; también se destacan aquellas desviaciones asociadas a las actividades relacionadas con la pérdida del control de herramientas o máquinas bajo el manejo de los trabajadores mineros como es el caso de picos, barras de acero y accionamiento del malacate.

5.3.4 Identificación del porcentaje de riesgos evitables y no evitables en las minas de Morcá

El cuarto proceso llevado a cabo dentro del estudio tuvo que ver con la identificación del porcentaje de evitables y no evitables de los diferentes factores de riesgo existentes (Anexo B). Al respecto, de los 51 factores de riesgo manifiestos, el 76,475 % definitivamente son evitables o controlables por los mineros, mientras que un 21,56 % son no evitables o imposibles de eliminar y tan sólo el 1,96 % no aplican para el presente estudio. Como conclusión del aspecto anterior, se ve que los riesgos asociados al grupo de PRODUCTOS y SUSTANCIAS son prácticamente inevitables, debido al grado de dificultad en el control de los mismos, en tanto que los asociados al grupo de LOCALES DE TRABAJO y EQUIPOS DE TRABAJO, son más manejables, debido a que se pueden eliminar, controlar o reducir, por tal motivo son previsibles. En la mayoría de los casos, generan accidentes de trabajo debido a su factor de suceso imprevisto presentado con ocasión del trabajo rutinario.

Además de lo anterior, se estableció el porcentaje de los riesgos que son evitables y los que no lo son (Tabla 17), a fin de clasificarlos por su respectivo código, de acuerdo a esto se entiende como los evitables aquellos que aplicando la respectiva medida preventiva tienden a desaparecer, y a su vez como no evitables cuando no es posible la eliminación directa del riesgo y se tiene que hacer una valoración para determinar su magnitud y gravedad, para así tomar las respectivas medidas de prevención.

Tabla 17. Resumen porcentual de evitabilidad y no evitabilidad por factor de riesgo en las minas de la vereda Morcá

CODIGO	% EVITABLE	% NO EVITABLE	% NO APLICA	CODIGO	% EVITABLE	% NO EVITABLE	% NO APLICA
				PS-01	100,00%	0,00%	0,00%
LT-M01	100,00%	0,00%	0,00%	PS-02	100,00%	0,00%	0,00%
LT-M02	100,00%	0,00%	0,00%	PS-03	96,67%	0,00%	3,33%
LT-S	0,00%	0,00%	0,00%	PS-04	100,00%	0,00%	0,00%
LT-S01	100,00%	0,00%	0,00%	PS-05	80,00%	0,00%	20,00%
LT-S02	100,00%	0,00%	0,00%	PS-06	100,00%	0,00%	0,00%
LT-S03	100,00%	0,00%	0,00%	PS-08	0,00%	100,00%	0,00%
LT-S04	100,00%	0,00%	0,00%	PS-09	100,00%	0,00%	0,00%
LT-SÑ	0,00%	0,00%	0,00%	PS-10	100,00%	0,00%	0,00%
LT-SÑ01	100,00%	0,00%	0,00%	PS-11	100,00%	0,00%	0,00%
LT-SÑ02	100,00%	0,00%	0,00%	PS-12	0,00%	0,00%	100,00%
LT-SÑ03	100,00%	0,00%	0,00%	PS-13	83,33%	0,00%	16,67%
				PS-14	0,00%	100,00%	3,33%
				PS-15	0,00%	100,00%	0,00%
ET-M01	100,00%	0,00%	0,00%	PS-16	96,67%	0,00%	3,33%
ET-M02	96,67%	0,00%	3,33%	PS-17	100,00%	0,00%	0,00%
ET-M03	100,00%	0,00%	0,00%	PS-18	0,00%	100,00%	13,33%
ET-M04	100,00%	0,00%	0,00%	PS-19	0,00%	100,00%	0,00%
ET-M05	100,00%	0,00%	0,00%	PS-20	0,00%	100,00%	0,00%
ET-M06	100,00%	0,00%	0,00%	PS-21	0,00%	100,00%	0,00%
ET-M07	100,00%	0,00%	0,00%	PS-22	0,00%	100,00%	0,00%
ET-M08	0,00%	100,00%	0,00%	PS-23	100,00%	0,00%	0,00%
ET-M09	100,00%	0,00%	0,00%	PS-24	100,00%	0,00%	0,00%
				PS-25	100,00%	0,00%	0,00%
EI-01	80,00%	0,00%	20,00%	PS-26	0,00%	100,00%	0,00%
EI-02	100,00%	0,00%	0,00%	PS-27	100,00%	0,00%	0,00%
EI-03	100,00%	0,00%	0,00%	PS-28	0,00%	100,00%	0,00%
EI-04	100,00%	0,00%	0,00%	PS-29	100,00%	0,00%	0,00%
EI-05	100,00%	0,00%	0,00%				

Fuente: Guía de Observación PYMES (2011).

Luego de analizar los datos allí expuestos, se pudo concluir que los riesgos de seguridad considerados de alta peligrosidad son aquellos que no son evitables, de este modo las condiciones de seguridad de mayor riesgo identificadas se resumen en la siguiente tabla (Tabla 18).

Tabla 18. Condiciones de seguridad potencialmente peligrosas en la minería de Morcá

Factor de riesgo	Fuente	Efectos en la salud e instalaciones
Zona de operación/ mecanización donde hay accesibilidad del cuerpo o partes del cuerpo	Equipos sin protección Equipo defectuoso Roca suspendida Presiones de techo y piso	Golpes Politraumatismo Fracturas, cortaduras Atrapamiento
Residuos combustibles producidos (recortes, polvo, aserrín, etc.) en el área de trabajo	No se recogen los residuos Piso con acumulación de residuos	Polución ambiental Descarrilamiento de vagonetas

		Caídas del personal
Las características estructurales de la mina frente al fuego no son adecuadas.	Falta de sostenimiento adecuado en las vías. Madera defectuosa	Derrumbes Atrapamientos Incendios
Materiales de revestimiento de los recorridos de evacuación, las paredes y los techos no son apropiados	Falta de colocación de madera suficiente en la mayoría de las vías.	Caídas de material del techo y paredes
El número y las características de las salidas existentes son insuficientes	Falta de una planeación minera adecuada. Falta de salidas a superficie	Atrapamiento del personal Ventilación insuficiente Acumulación de gases
Vías de evacuación insuficientes o inadecuadas para la evacuación del personal	Falta de una planeación minera adecuada. Falta de salidas a superficie	Atrapamiento del personal Evacuación insuficiente del personal a superficie.
El dimensionamiento de las vías de evacuación no se ha realizado acorde a principios teóricos	Diseño inadecuado	Dificultad en el transporte del personal Agotamiento físico del personal
Los recorridos de las vías de evacuación ascendente no son apropiados	Falta de mantenimiento en vías principales de evacuación. Falta de manila de seguridad	Caídas del personal Golpes Fatiga
Recorridos de evacuación por zonas de riesgo especial	Sostenimiento defectuoso Ventilación deficiente	Caídas de material Acumulación de gases
Las puertas, pasos y los pasillos de evacuación no tienen la anchura suficiente para la salida del personal	Diseño inadecuado Mal estado de las vías	Fatiga Lesión osteomuscular Golpes

Locales y edificaciones incumplen con las condiciones de separación con respecto a vecinos, zonas, áreas forestales o de vegetación abundante	Planeamiento minero inadecuado Explotaciones próximas a zonas habitables	Contaminación ambiental Emisión de material particulado. Contaminación hídrica Hundimientos
---	---	--

Fuente: autor (2011).

De acuerdo con lo anterior, se concluye que las actividades más peligrosas están asociadas a las labores mineras de sostenimiento (entibación), específicamente en las labores de colocación de forros o cubiertas de las puertas, las cuales sostienen los túneles. Este proceso en la minería artesanal es muy común, puesto que los mineros tienen la creencia errónea de evitar costos, dejando las puertas descubiertas y en ocasiones muy distantes una de otra.

Con respecto a los riesgos asociados a las labores de arranque del mineral y estéril, estos se presentan porque existe una inadecuada forma de perforación, picado de minerales y estériles, que genera material particulado, el cual puede llegar a producir efectos en la salud de los trabajadores. Hay que recordar que el mecanismo más utilizado es mediante picos manuales. Adicionalmente está la carencia de circuitos y sistemas de ventilación adecuados para lograr evacuar el material particulado y los gases presentes en los frentes de trabajo.

Además de los factores de riesgo anteriormente presentados y considerados de alto riesgo por la severidad de sus efectos y por ser no evitables, se identificaron otros factores de carácter evitable que en el momento del estudio fueron identificados, a los cuales se puede aplicar tratamientos manejables en el interior de las minas; de acuerdo con su importancia se escogieron los 39 más representativos y más asociados al cumplimiento del objetivo del estudio.

Los riesgos evitables están centrados en la ausencia de normas de seguridad básicas, como botiquines, señalización, falta de capacitación y adiestramiento adecuado de brigadas y equipos de rescate para emergencias en caso de incendio y explosiones. Otro elemento claramente identificado corresponde a la inexistencia de vías y túneles adecuados con las especificaciones óptimas, donde se puedan contrarrestar eventos tales como riesgos de tipo eléctrico, explosiones y concentraciones de gases; se observa

también, que no hay nichos de seguridad (salvavidas) que protejan a los mineros en caso de una emergencia de esta índole. Por último, otro grupo de riesgos se relaciona con las condiciones de los respaldos y estructura de las vías; además se encontró que la falta de vías de emergencia o las dimensiones inadecuadas para tal fin, constituyen un elemento altamente peligroso para los trabajadores del sector. De acuerdo con lo mencionado anteriormente se hizo un seguimiento a los diferentes riesgos evitables indicando algunas medidas preventivas para su posible eliminación, control y reducción (Anexo C).

5.3.5 Evaluación del grado de peligrosidad de riesgos no evitables en las minas

En quinto lugar, se presenta un consolidado de la evaluación del grado de peligrosidad de los respectivos riesgos no evitables encontrados en las treinta minas de la vereda Morcá, el cual aparece con sus respectivas desviaciones y formas de contacto (Tabla 19). En la valoración del grado de peligrosidad se utilizó el formato para los riesgos no evitables (Anexo D), en el cual se tiene en cuenta la probabilidad y las consecuencias, a través de la aplicación del método Binomial (Anexo E).

Tabla 19. Evaluación del grado de peligrosidad de los riesgos no evitables en las minas de la vereda Morcá

EVALUACIÓN DE GRADO DE PELIGROSIDAD PROMEDIO DE LOS RIESGOS NO EVITABLES PRESENTES EN LAS MINAS DE LA VEREDA MORCÁ												
CÓDIGOS	D	D24	D14	D63	D33	D99	D99	D99	D99	D99	D52	D99
	F	F15	F13	F44	F62	F99	F99	F99	F99	F99	F45	F99
MINA TOBO 1		12,9	8	8	13,5	16	12	6	7,5	7,5	12	12
LAS LAJAS		12,9	8	8	13,5	16	12	6	7,5	7,5	12	12
MINA TOBO 2		12,9		8	13,5		12	6	7,5	7,5	12	12
EL DIAMANTE		12,9	8	8	13,5		12	6	7,5	7,5	12	12
EL DIAMANTE 2		12,9	8	8	13,5	16	12	6	7,5	7,5	12	12
LA FUENTE		12,9	8	8	13,5	16	12	6	7,5	7,5	12	12
ORO NEGRO		12,9	8	8	13,5		12	6	7,5	7,5	12	12
MOTUAS 4		12,9	8	8	13,5	16	12	6	7,5	7,5	12	12
MOTUAS 3		12,9	8	8	13,5	16	12	6	7,5	7,5	12	12

CÓDIGOS	D	D24	D14	D63	D33	D99	D99	D99	D99	D99	D52	D99
	F	F15	F13	F44	F62	F99	F99	F99	F99	F99	F45	F99
MOTUAS 2		12,9	8	8	13,5		12	6	7,5	7,5	12	12
MOTUAS 1		12,9	8	8	13,5	16	12	6	7,5	7,5	12	12
LA TURQUESA		12,9	8	8	13,5	16	12	6	7,5	7,5	12	12
PORVENIR 3		12,9	8	8	13,5	16	12	6	7,5	7,5	12	12
CAMPOHERMOSO 1		12,9	8	8	13,5		12	6	7,5	7,5	12	12
CAMPOHERMOSO 2		12,9	8	8	13,5		12	6	7,5	7,5	12	12
LA MAROMA 2.1		12,9	8	8	13,5	16	12	6	7,5	7,5	12	12
LA MAROMA 2.2		12,9	8	8	13,5	16	12	6	7,5	7,5	12	12
LA MAROMA 2.3		12,9	8	8	13,5	16	12	6	7,5	7,5	12	12
LA MAROMA 2.4		12,9	8	8	13,5	16	12	6	7,5	7,5	12	12
LA MAROMA 2.5		12,9	8	8	13,5	16	12	6	7,5	7,5	12	12
LA MAROMA 2.6		12,9	8	8	13,5	16	12	6	7,5	7,5	12	12
CÓDIGOS	D	D24	D14	D63	D33	D99	D99	D99	D99	D99	D52	D99
	F	F15	F13	F44	F62	F99	F99	F99	F99	F99	F45	F99

MINA 1	12,9	8	8	13,5		12	6	7,5	7,5	12	12
MINA 2	12,9	8	8	13,5	16	12	6	7,5	7,5	12	12
MINA 3	12,9	8	8	13,5		12	6	7,5	7,5	12	12
LA FLORIDA	12,9	8	8	13,5	16	12	6	7,5	7,5	12	12
LA ANTIGUA 1	12,9	8	8	13,5	16	12	6	7,5	7,5	12	12
LA ANTIGUA 2	12,9	8	8	13,5	16	12	6	7,5	7,5	12	12
DANUBIO 1	12,9	8	8	13,5	16	12	6	7,5	7,5	12	12
DANUBIO 2	12,9	8	8	13,5	16	12	6	7,5	7,5	12	12
DANUBIO 3	12,9	8	8	13,5	16	12	6	7,5	7,5	12	12
Escala de Valoración Grado de Peligrosidad (GP)	No. veces x total en minas										
GP ≤ 5 (Muy Bajo)	0										
5 < GP ≤ 10 (Bajo)	149										
10 < GP ≤ 15 (Moderado)	150										
15 < GP ≤ 20 (Alto)	22										
20 < GP (Muy Alto)	0										

Fuente: Guía de Observación PYMES (2011).

5.3.6 Valoración porcentual de las desviaciones evitables y no evitables en términos absolutos

El sexto proceso de análisis tuvo que ver con la valoración de las desviaciones que con mayor frecuencia afectan la minería de la región; para ello, se tabularon y totalizaron las frecuencias (número de veces que se presenta) en términos de valores absolutos de las desviaciones presentadas en las treinta minas objeto de estudio (Tabla 20).

Tabla 20. Distribución porcentual de las desviaciones evitables y no evitables en valores absolutos de la minería en la vereda Morcá

CÓDIGO	DESVIACIONES			
	EVITABLE		NO EVITABLE	
	FRECUENCIA	PORCENTAJE	FRECUENCIA	PORCENTAJE
D11	30,0	2,5	0,0	0,0
D12	24,0	2,0	0,0	0,0
D14	83,0	6,9	29,0	8,9
D19	120,0	10,0	0,0	0,0
D21	30,0	2,5	0,0	0,0
D22	89,0	7,4	0,0	0,0
D24	30,0	2,5	30,0	9,2
D33	0,0	0,0	30,0	9,2
D42	59,0	4,9	0,0	0,0
D52	0,0	0,0	30,0	9,2
D63	0,0	0,0	30,0	9,2
D99	685,0	56,8	176,0	54,2
NA	55,0	4,6	0,0	0,0
TOTAL	1.205,0	100,0	325,0	100,0

Fuente: Guía de Observación PYMES (2011).

Este proceso permitió concluir que la desviación D99 (otra desviación no codificada en esta clasificación) se presenta en todas las minas, puesto que tuvo una frecuencia en valores absolutos de 685 y en términos reales porcentuales del 56,9 %. Le siguen la D19 (otra desviación conocida del grupo 10, pero no citada anteriormente), con un total de 120 en valores absolutos y en términos reales porcentuales un 10 %; la D22 relacionada con estado líquido (fuga, derramamiento, salpicadura y aspersion) con una frecuencia en valores absolutos de 89 y en términos porcentuales alcanzó un valor del 7,4 %: la Desviación D14 con 83 casos y un 6,9 % en términos porcentuales, y la D42, que tiene que ver con pérdida total o parcial del control de un medio de transporte o del equipo de

carga con motor o sin motor con 59 veces en términos de valor absoluto que corresponde a un 4,9 %. Este último se presenta por la utilización de carros adaptados como malacates (malacarros), los cuales no cumplen con los requerimientos mínimos para mover vagonetas con su respectiva carga tanto de mineral de carbón o estériles resultantes de la explotación (Gráfica 8).

Gráfica 8. Frecuencias porcentuales de las desviaciones evitables



Fuente: Guía de Observación PYMES (2011).

En lo pertinente a las desviaciones no evitables, las más representativas fueron: la D99 (otra desviación no codificada en esta clasificación) con un porcentaje del 54,2 %, seguida de la D33 (deslizamiento, hundimiento y caída de materiales de un nivel superior), la D52 (caída de una persona al mismo nivel, resbalón o tropezón con caída) y la D63, referente a quedar atrapado, ser arrastrado por algún elemento o por su impulso, con un 9,2 % respectivamente (Gráfica 9).

Gráfica 9. Frecuencias porcentuales de las desviaciones no evitables.



Fuente: Guía de Observación PYMES (2011).

5.3.7 Formas de contacto presentes en el sector minero de Morcá

En séptimo lugar se clasificaron las distintas formas de contacto que se presentan en el sector minero de Morcá. Al respecto se estableció que existen básicamente 17 asociadas a las desviaciones presentadas en el estudio. De acuerdo con la Tabla 21, se clasificaron por grupo general, encontrándose que el de mayor participación es el de CHOQUE O GOLPE CONTRA OBJETO EN MOVIMIENTO O COLISIÓN CON OBJETO, con un 29,41 % representado en cinco formas específicas; en segundo lugar aparece el grupo de CONTACTO DIRECTO CON CORRIENTE ELÉCTRICA, FUEGO, TEMPERATURAS O SUSTANCIAS PELIGROSAS, con un 23,52 %, representado en cuatro formas específicas; en tercer término se encuentra QUEDAR ATRAPADO, RESULTAR APLASTADO, SUFRIR UNA AMPUTACION, con un 17,64 %, representado en tres formas; en cuarto puesto se encuentran AHOGARSE O QUEDAR SEPULTADO y la denominada SOBRE ESFUERZO FÍSICO, TRAUMA PSÍQUICO O EXPOSICIÓN A RADIACIONES, RUIDO, con un 11,76 % respectivamente, manifestados en dos formas de contacto respectivamente; en el último puesto se encuentra CONTACTO CON UN AGENTE MATERIAL CORTANTE, con un 5,88 %, representado en una forma de contacto.

Tabla 21. Formas de contacto más común que se presentan en la minería de la vereda Morcá

FORMAS DE CONTACTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Contacto con corriente eléctrica, fuego, temperaturas o sustancias peligrosas (sin especificar)	F12	Contacto directo con la electricidad, recepción de una descarga eléctrica en el cuerpo.
	F13	Contacto con llamas directas u objetos o entornos con una temperatura elevada o en llamas.
	F15	Contacto con sustancias peligrosas por la nariz, la boca o por inhalación
	F19	Otro contacto o tipo de lesión conocido del grupo 10 pero no citado anteriormente
Ahogarse, quedar sepultado o quedar envuelto (sin especificar)	F22	Quedar sepultado bajo un sólido.
	F23	Quedar envuelto o rodeado de gases o de partículas en suspensión.
Choque o golpe contra un objeto en movimiento o colisión con un objeto (sin especificar)	F41	Choque o golpe contra un objeto proyectado.
	F42	Choque o golpe contra un objeto que cae.
	F43	Choque o golpe contra un objeto en balanceo.
	F44	Choque o golpe contra un objeto, vehículos incluidos, en movimiento.
	F45	Colisión con un objeto, vehículos incluidos, o colisión con una persona (la víctima está en movimiento).
Contacto con un agente material cortante, punzante, duro, rugoso (sin especificar)	F52	Contacto con un agente material punzante (clavo o herramienta afilada).
Quedar atrapado, resultar aplastado, sufrir una amputación (sin especificar)	F61	Quedar atrapado o ser aplastado por un objeto.
	F62	Quedar atrapado o resultar aplastado debajo de un objeto.
	F63	Quedar atrapado o aplastado entre objetos.
Sobreesfuerzo físico, trauma psíquico, exposición	F71	Sobreesfuerzo físico sobre el sistema músculo-esquelético.
	F74	Exposición a radiaciones, ruido, luz o presión.

Fuente: Guía de Observación PYMES (2011).

Continuando con este análisis, la Tabla 22 permite apreciar la frecuencia (número de veces que se presenta la forma de contacto), donde las más representativas se discriminan de la siguiente manera: la F99 (otro contacto o tipo de lesión no codificado en esta clasificación) con un total de 831, seguida de la F19 (otro contacto o tipo de lesión conocido del grupo 10 pero no citado anteriormente) con un valor de 209, para finalizar con la F13 (contacto con llamas directas u objetos o entornos con una temperatura elevada o en llamas) con un valor de 112.

Tabla 22. Formas de contacto de mayor frecuencia

FORMAS DE CONTACTO	
TIPO CONTACTO	FRECUENCIA
F12 (Contacto directo con la electricidad, recepción de una descarga eléctrica en el cuerpo)	54
F13 (Contacto con llamas directas u objetos o entornos con una temperatura elevada o en llamas)	112
F15 (Contacto con sustancias peligrosas por la nariz, la boca o por inhalación)	30
F19 (Otro contacto o tipo de lesión conocido del grupo 10 pero no citado anteriormente)	209
F23 (Quedar envuelto o rodeado de gases o de partículas en suspensión)	30
F42 (Choque o golpe contra un objeto que cae)	30
F44 (Choque o golpe contra un golpe, vehículos incluidos, en movimiento)	60
F45 (Colisión con un objeto, vehículos incluidos o colisión con una persona(la víctima está en movimiento)	59
F62 (Quedar atrapado o resultar aplastado debajo de un objeto)	30
F64 (Amputación, seccionamiento de un miembro, una mano o un dedo)	30
F99 (Otro contacto o tipo de lesión no codificado en esta clasificación)	831
NA (No Aplica)	55

Fuente: Guía de Observación PYMES (2011).

Para finalizar este acápite, en primer lugar es importante indicar que las condiciones de seguridad de los mineros de carbón de Morcá están relacionadas con riesgos, debido a la falta de medidas de señalización, carencia de cultura de seguridad y falta de inversión en mecanismos preventivos de los accidentes, tales como la ubicación de estaciones de primeros auxilios. En segundo lugar, se destaca el elemento relativo a las condiciones de seguridad, conformado por las dimensiones y el estado de las vías (túneles, galerías y tambores), puesto que los respaldos (capas de mineral) que las soportan no son lo suficientemente fuertes.

En tercer lugar, las deficientes medidas en el sostenimiento minero (entibación), llevan a que sólo se tengan puertas sin los respectivos forros que cubran los derrumbes, caídas de mineral o material, puesto que éstos sirven de medida contra presiones generadas por

los espacios realizados a medida que se avanza una vía minera. Otra condición altamente peligrosa a la que se ven enfrentados los mineros, tiene que ver con la manipulación de equipos, máquinas e instalaciones eléctricas inadecuadas, debido a que no cumplen las normas mínimas de seguridad establecidas.

En este estudio se identificaron los diferentes procesos de la minería artesanal de carbón en la vereda Morcá, así como la forma de ejecución de las diferentes labores mineras, desde una perspectiva descriptiva-explicativa. Con base en estos criterios se presentó un análisis detallado de las labores mineras con los principales factores de riesgo evitable y no evitable, con sus respectivas desviaciones y formas de contacto que perturban diariamente a los trabajadores, además la valoración del grado de peligrosidad de los riesgos no evitables que afectan las condiciones de seguridad de los mineros y sus posibles consecuencias para su salud.

6. Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

1. Los factores de riesgo de seguridad de mayor frecuencia corresponden a productos y sustancias con un porcentaje del 55 %, relacionado con labores de: inadecuado trasvase y almacenamiento de sustancias combustibles o inflamables como gasolina y el ACPM, este último, es utilizado en la operación de los malacates o malacarros. El segundo factor lo constituyen las instalaciones eléctricas, las cuales operan sin las normas de seguridad requeridas, adicionalmente, se presentan demasiados empalmes y encintados mal elaborados en su recorrido. El tercer factor lo componen los residuos combustibles como mineral de carbón y los trozos de madera alrededor de las vías, los que representan una dificultad a la salida y entrada de las vagonetas, produciendo en ocasiones su descarrilamiento. El cuarto factor de este grupo lo constituyen las vías de evacuación insuficientes, puesto que en caso de presentarse una emergencia por un derrumbe o explosión, no hay opciones de salida de los trabajadores a superficie. Por último está la falta de señalización tanto en superficie como bajo tierra, hecho que indiscutiblemente genera desinformación en el personal de las minas, pues expone a riesgo la seguridad de los trabajadores.

2. Las instalaciones eléctricas poco profesionales y en mal estado en el interior de las minas, se constituye en una problemática debido a que equipos y aparatos eléctricos son manipulados sin ninguna protección de seguridad, generando en ocasiones quemaduras por contactos directos e indirectos.

3. Los residuos combustibles, entre los cuales encontramos el carbón y la madera, no son recogidos dentro de las medidas generales de orden y aseo, lo cual ocasiona dificultad en el transporte interno de las vagonetas, por causa de los constantes descarrilamientos por acumulación de estos en las vías.

4. La falta de vías de evacuación en el evento de presentarse una emergencia originada por derrumbe o explosión, es un inconveniente enorme para la salida de los trabajadores a superficie, puesto que en la mayoría de las minas sólo hay una vía de entrada como de salida.
5. La mayoría de los accidentes se pueden evitar si existe una señalización adecuada, que sea de fácil entendimiento por parte de los trabajadores, para enfrentar situaciones de riesgo que puedan afectar sus condiciones de seguridad en el trabajo.
6. Dentro de las lesiones de tipo ocupacional más frecuente se encuentran las generadas en las actividades propias de la actividad minera, como golpes, cortaduras, fracturas, atrapamiento, politraumatismo, etc.
7. En relación con la evaluación del grado de peligrosidad de los riesgos no evitables, se logró establecer que las desviaciones más destacadas están relacionadas, en primer lugar, con derrumbes de techos, atrapamientos, subsidencia, hundimientos de piso, caída de mineral de carbón y roca, por falta de un buen sostenimiento producto de las presiones constantes del macizo rocoso por las distintas cavidades que se originan por la apertura de las vías para las labores de desarrollo, preparación y explotación. En segundo lugar se encontró la desviación manifestada con las emisiones de polvo de carbón y material particulado, que en el momento de la extracción del mineral y el arranque de la roca o estéril, puede generar explosiones al entrar en contacto con gases (metano, monóxido de carbono) a través de chispas eléctricas, fricciones entre metales, etc.
8. Del análisis de las causas de accidentalidad en la minería de carbón, se pudo establecer que corresponden al desconocimiento técnico de la seguridad en el trabajo por parte de los empleadores (dueños del proceso), así como la carencia de normas de seguridad para enfrentar situaciones de alto riesgo que pueden ser perjudiciales para la salud y seguridad de los trabajadores. Es importante destacar que la falta de cultura de seguridad de los mineros y los empleadores de las minas no favorece el desarrollo adecuado de normas, reglamentos, estándares laborales, puesto que la seguridad se percibe más como un gasto que como una inversión necesaria y básica para el bienestar laboral.

6.2 Recomendaciones

1. Realizar simulacros que enfrenten a los trabajadores mineros ante situaciones de riesgos inminentes, como parte fundamental de su capacitación para la actuación en circunstancias críticas para la salud y seguridad en los diferentes procesos presentes en las actividades mineras. Dentro de este grupo, se propone llevar acabo capacitaciones más frecuentes en áreas de la seguridad e higiene minera para una mejor prestación de los procesos realizados en las diferentes labores, por medio de entidades gubernamentales como el Sena, Agencia Nacional de Minería (anteriormente Ingeominas), ARL Positiva, entre otras, para las pequeñas empresas mineras del sector.
2. La inversión en tecnología apropiada de acuerdo con la infraestructura de las diferentes minas de la región, permitirá brindar condiciones de seguridad óptimas para reducir la accidentalidad minera. De igual forma es importante que el sector productivo de la minería artesanal del carbón empiece por tener una organización bien estructurada, de tal manera que pueda brindar a sus trabajadores un ambiente de trabajo saludable, acorde con unos lineamientos seguros, teniendo en cuenta aspectos como la legislación minera y sus implicaciones en la salud y seguridad en el trabajo.
3. El mejoramiento en la capacitación técnica es de vital importancia para afrontar situaciones de emergencia y peligro. Para este propósito son necesarias las jornadas de seguridad, brigadas de salud, como también la adquisición y manejo de equipos de medición, rescate y salvamento minero, lo cual mejoraría las condiciones de seguridad en el sector.
4. El cambio de una cultura organizacional en relación con la seguridad por parte de los empresarios y trabajadores mineros es un asunto que merece especial atención. Es urgente la conformación de los respectivos Comités Paritarios de Salud Ocupacional, grupos de salvamento minero, entre otros, a fin de generar un ambiente favorable de salud y seguridad que se vea reflejado en la reducción de índices de morbilidad y accidentalidad en la minería de la vereda Morcá.

Anexos:

ANEXO A. Identificación y Codificación de Los factores de Riesgo presentes en las minas de la vereda Morcá

CODIGO	DEFICIENCIAS Y FACTORES DE RIESGO	DESCRIPCION
LT	LOCALES DE TRABAJO	
LT-M	Materiales y locales de primeros auxilios	
LT-M01	Materiales y locales de primeros auxilios	Los puestos de trabajo no disponen de material de primeros auxilios en caso de accidente o es difícil de acceder a dicho material.
LT-M02	Materiales y locales de primeros auxilios	No se dispone de botiquin portátil.
LT-S	Servicios higienicos y lugares de descanso	
LT-S01	Servicios higienicos y lugares de descanso	No hay una cantidad suficiente de agua potable.
LT-S02	Servicios higienicos y lugares de descanso	Los trabajadores que deben llevar ropa de trabajo no disponen de vestuario.
LT-S03	Servicios higienicos y lugares de descanso	No se disponen de colgadores o armarios para poner la ropa.
LT-S04	Servicios higienicos y lugares de descanso	Hay puestos de trabajo sin acceso a servicios higienicos porque estos son inexistentes o no son adecuados al numero de trabajadores del centro de trabajo o las características del trabajo realizado.
LT-SÑ	Señalización	
LT-SÑ01	Señalización	Falta de señalización de advertencia, prohibición, obligación, salvamento o socorro, o de lucha contra incendios.
LT-SÑ02	Señalización	Concurrencia de señales que afectan a la percepción o la comprensión del mensaje
LT-SÑ03	Señalización	Mantenimiento y limpieza deficientes de los medios o dispositivos de señalización.
ET	EQUIPOS DE TRABAJO	
ET-M	Maquinas, Aparatos e Instalaciones	
ET-M01	Maquinas, Aparatos e Instalaciones	Falta de mantenimiento preventivo de conformidad con unos procedimientos documentados.
ET-M02	Maquinas, Aparatos e Instalaciones	Falta de dispositivos de accionamiento para parada total en condiciones de seguridad.
ET-M03	Maquinas, Aparatos e Instalaciones	Inexistencia de manual de instrucciones del fabricante del equipo de trabajo o, en caso de existir, no comprensible para el usuario.
ET-M04	Maquinas, Aparatos e Instalaciones	Falta de procedimientos documentados para las tareas de limpieza y preparación de los equipos de trabajo.
ET-M05	Maquinas, Aparatos e Instalaciones	resguardos fijos no resistentes a los esfuerzos mecanicos que se deben soportar.
ET-M06	Maquinas, Aparatos e Instalaciones	Inexistencia o no utilización de equipos de protección individual (EPI) necesarios para los trabajos desempeñados.
ET-M07	Maquinas, Aparatos e Instalaciones	inexistencia de instrucciones para la parada o la desconexión del equipo, comprobación de la inexistencia de energías residuales peligrosas y evitación de una puesta en marcha o una conexión accidental durante las operaciones de mantenimiento, ajustes, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo.
ET-M08	Maquinas, Aparatos e Instalaciones	Zona de operación/meccanización accesible directamente con el cuerpo o partes del cuerpo.
ET-M09	Maquinas, Aparatos e Instalaciones	Punto de atrapamiento de una parte móvil o una fija accesible para el cuerpo o partes del cuerpo.

Continuación Identificación y Codificación de los factores de Riesgo presentes en las minas de la vereda Morcá

CODIGO	DEFICIENCIAS Y FACTORES DE RIESGO	DESCRIPCION
EI	ENERGIAS/INSTALACIONES	
EI-01	ENERGIAS/INSTALACIONES	Existencia de elementos en tension accesible por falta de proteccion contra contactos electricos directos.
EI-02	ENERGIAS/INSTALACIONES	Ausencia de sistema de proteccion contra contactos electricos indirectos o sistema de proteccion ineficaz
EI-03	ENERGIAS/INSTALACIONES	Modificaciones inadecuadas en las instalaciones (electricas, neumatica, de gas, etc.) efectuadas por el personal o instaladores no autorizados
EI-04	ENERGIAS/INSTALACIONES	Ausencia del certificado de instalacion y de las instrucciones para el uso y mantenimiento correctos de las instalaciones por parte de la empresa instaladora.
EI-05	ENERGIAS/INSTALACIONES	Revisiones obligatorias por normativa no efectuadas
PS	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	
PS-01	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	La obligatoriedad de utilizar EPI no esta recogida ni documentada en las normas o procedimientos internos de trabajo.
PS-02	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	No hay procedimientos de trabajo por escrito para manipulacion y utilizacion de sustancias peligrosas y/o inflamables
PS-03	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	Los medios y los metodos de trasvase de productos inflamables y/o peligrosos son inseguros
PS-04	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	El almacenamiento de productos o sustancias combustibles solidas no se realiza en las zonas especificas adaptadas.
PS-05	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	Los productos inflamables no se guardan o almacenan en armarios protegidos ni en recintos o depositos apropiados.
PS-06	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	En los puestos de trabajo en los que, a causa del proceso o la limpieza, es preciso utilizar pequeñas cantidades de sustancias peligrosas e inflamables, estas sustancias no se guardan en recipientes seguros, hermeticos, ni con dispositivos antiderramamiento
PS-08	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	Los residuos combustibles producidos en el proceso(recortes, polvo, serrin, etc..) no se retiran como minimo de acuerdo con las cantidades minimas del proceso.
PS-09	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	No hay señalizacion adecuada sobre la prohibicion de fumar ni/o sobre la presencia de elementos productores de llamas, chispas, incandescencias, etc., en las zonas peligrosas.
PS-10	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	No se presenta la prohibicion de fumar en las zonas de almacenamiento o manipulacion de productos combustibles y / o inflamables.
PS-11	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	Presencia de focos de ignicion (instalacion electrica fuera de normas, carretillas con motor de explosion, estufas, estatica, etc.).
PS-12	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	Falta de protocolos por escrito de "permiso de trabajos especiales" para la realizacion de intervenciones de mantenimiento o limpieza con atmosferas inflamables.
PS-13	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	No hay suficientes personas con formacion teorica y practica para utilizar los medios de lucha contra incendios.
PS-14	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	Las características estructurales de la edificacion frente al fuego son adecuadas.
PS-15	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	Los materiales de revestimiento de los recorridos de evacuacion y de las apredes y los techos no son apropiados.
PS-16	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	No hay elementos para la deteccion y la alarma de incendios, o bien la cantidad es insuficiente.
PS-17	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	No hay sistemas de extincion automatica (rociadores de agua o por medio de gases).
PS-18	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	El numero y las características de las salidas existentes son insuficientes.
PS-19	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	Las vias de evacuacion son insuficientes o inadecuadas para garantizar la evacuacion efectiva del personal.
PS-20	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	El dimensionado de las vias de evacuacion no se ha realizado partiendo de la ocupacion teorica.
PS-21	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	Los recorridos de las vias de evacuacion ascendente no son apropiados.
PS-22	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	Los recorridos de evacuacion pasan por zonas de riesgo especial, garajes o aparcamientos.
PS-23	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	La señalizacion de las vias de evacuacion es deficiente.
PS-24	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	No hay establecimiento ni/o se ha implantado un plan de Emergencia y Evacuacion.
PS-25	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	No se han llevado a cabo simulacros de emergencia y Evacuacion.
PS-26	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	Las puertas, los pasos y los pasillos de evacuacion no tienen la anchura suficiente para la salida de las personas que tienen asignadas.
PS-27	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	Los locales y las edificaciones no cumplen con las condiciones de accesibilidad para los bomberos y sus equipos, reglamentariamente establecidas.
PS-28	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	Los locales y las edificaciones incumplen con las condiciones de separacion con respecto a vecinos y zonas o areas forestales o de vegetacion abundante.
PS-29	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	No se han previsto medidas ante riesgos graves e inminentes.

Fuente: Guía de Observación PYMES, 2011

ANEXO B. Distribución porcentual de los riesgos con desviaciones evitables y no evitables en las minas de la vereda Morcá

CÓDIGO	DEFICIENCIAS Y FACTORES DE RIESGO	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA DE LAS DESVIACIONES																		EVITABLE Y NO EVITABLE						
			D11	D12	D14	D19	D21	D22	D24	D33	D42	D52	D63	D99	N/A	REPUESTAS	% EVITABLE	% NO EVITA	% N/A								
LT	LOCALES DE TRABAJO		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	Evita	No evita	% EVITABLE	% NO EVITA	% N/A		
LT-M	Materiales y locales de primeros auxilios	Los puestos de trabajo no disponen de material de primeros auxilios en caso de accidente o es difícil de acceder a dicho material.																				30	0	100%	0%	0%	
LT-M01	Materiales y locales de primeros auxilios	No se dispone de botiquin portatil.																				30	0	100%	0%	0%	
LT-S	Servicios higienicos y lugares de descanso																										
LT-S01	Servicios higienicos y lugares de descanso	No hay una cantidad suficiente de agua potable.																				30	0	100%	0%	0%	
LT-S02	Servicios higienicos y lugares de descanso	Los trabajadores que deben llevar ropa de trabajo no disponen de vestuario.																				30	0	100%	0%	0%	
LT-S03	Servicios higienicos y lugares de descanso	No se disponen de colgadores o armarios para poner la ropa.																				30	0	100%	0%	0%	
LT-S04	Servicios higienicos y lugares de descanso	Hay puestos de trabajo sin acceso a servicios higienicos porque estos son inexistentes o no son adecuados al numero de trabajadores del centro de trabajo o las características del trabajo realizado.																				30	0	100%	0%	0%	
LT-SN	Señalización																										
LT-SN01	Señalización	Falta de señalizacion de advertencia, prohibicion, obligacion, salvamento o socorro, o de lucha contra incendios.																				30	0	100%	0%	0%	
LT-SN02	Señalización	Concurrencia de señales que afectan a la percepcion o la comprension del mensaje																				30	0	100%	0%	0%	
LT-SN03	Señalización	Mantenimiento y limpieza deficientes de los medios o dispositivos de señalizacion.																				30	0	100%	0%	0%	
ET	EQUIPOS DE TRABAJO																										
ET-M	Maquinas, Aparatos e Instalaciones																										
ET-M01	Maquinas, Aparatos e Instalaciones	Falta de mantenimiento preventivo de conformidad con unos procedimientos																				30	0	100%	0%	0%	
ET-M02	Maquinas, Aparatos e Instalaciones	Falta de dispositivos de accionamiento para parada total en condiciones de seguridad.											29									1	29	0	97%	0%	3%
ET-M03	Maquinas, Aparatos e Instalaciones	Inexistencia de manual de instrucciones del fabricante del equipo de trabajo o, en caso de existir, no comprensible para el usuario.																				30	0	100%	0%	0%	
ET-M04	Maquinas, Aparatos e Instalaciones	Falta de procedimientos documentados para las tareas de limpieza y preparacion de los equipos de trabajo.																				30	0	100%	0%	0%	
ET-M05	Maquinas, Aparatos e Instalaciones	Resguardos fijos no resistentes a los esfuerzos mecanicos que se deben soportar.												30								30	0	100%	0%	0%	
ET-M06	Maquinas, Aparatos e Instalaciones	Inexistencia o no utilizacion de equipos de proteccion individual (EPI) necesarios para los trabajos desempeñados.																				30	0	100%	0%	0%	
ET-M07	Maquinas, Aparatos e Instalaciones	Inexistencia de instrucciones para la parada o la desconexion del equipo, comprobacion de la inexistencia de energias residuales peligrosas y evitacion de una puesta en marcha o una conexión accidental durante las operaciones de mantenimiento, ajustes, desbloqueo, revision o reparacion de los equipos de trabajo.																				30	0	100%	0%	0%	
ET-M08	Maquinas, Aparatos e Instalaciones	Zona de operación/mechanizacion accesible directamente con el cuerpo o partes del cuerpo.																				30	0	0%	100%	0%	
ET-M09	Maquinas, Aparatos e Instalaciones	Punto de atrapamiento de una parte movil o una fija accesible para el cuerpo o partes del cuerpo.																				30	0	100%	0%	0%	

Continuación Distribución porcentual de los riesgos con desviaciones evitables y no evitables en las minas de la vereda Morcá

CODIGO	DEFICIENCIAS Y FACTORES DE RIESGO	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA DE LAS DESVIACIONES																		EVITABLE Y NO EVITABLE												
			D11		D12		D14		D19		D21		D22		D24		D33		D42		D52		D63		D99		N/A		REPUESTAS		EVITABLE Y NO EVITABLE		
EI	ENERGIAS/INSTALACIONES		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	Evita	No evita	%EVITABLE	% NO EVITA	% N/A		
EI-01	ENERGIAS/INSTALACIONES	Existencia de elementos en tensión accesible por falta de protección contra contactos			24																					6	24	0	80%	0%	20%		
EI-02	ENERGIAS/INSTALACIONES	Ausencia de sistema de protección contra contactos eléctricos indirectos o sistema de protección ineficaz	30																								30	0	100%	0%	0%		
EI-03	ENERGIAS/INSTALACIONES	Modificaciones inadecuadas en las instalaciones (eléctricas, neumática, de gas, etc.) efectuadas por el personal o instaladores no autorizados						30																			30	0	100%	0%	0%		
EI-04	ENERGIAS/INSTALACIONES	Ausencia del certificado de instalación y de las instrucciones para el uso y mantenimiento correctos de las instalaciones por parte de la empresa instaladora						30																			30	0	100%	0%	0%		
EI-05	ENERGIAS/INSTALACIONES	Revisiones obligatorias por normativa no efectuadas						30																			30	0	100%	0%	0%		
PS	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS																																
PS-01	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	La obligatoriedad de utilizar EPI no esta recogida ni documentada en las normas o procedimientos internos de trabajo						30																				30	0	100%	0%	0%	
PS-02	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	No hay procedimientos de trabajo por escrito para manipulación y utilización de sustancias peligrosas y/o inflamables								30																		30	0	100%	0%	0%	
PS-03	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	Los medios y los metodos de trasvase de productos inflamables y/o peligrosos son									29																1	29	0	97%	0%	3%	
PS-04	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	El almacenamiento de productos o sustancias combustibles solidas no se realiza en las zonas especificas adaptadas							30																			30	0	100%	0%	0%	
PS-05	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	Los productos inflamables no se guardan o almacenan en armarios protegidos ni en recintos o depósitos apropiados				24																					6	24	0	80%	0%	20%	
PS-06	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	En los puestos de trabajo en los que, a causa del proceso o la limpieza, es preciso utilizar pequeñas cantidades de sustancias peligrosas e inflamables, estas sustancias no se guardan en recipientes seguros, herméticos, ni con dispositivos antiderramamiento										30																30	0	100%	0%	0%	
PS-08	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	Los residuos combustibles producidos en el proceso(recortes, polvo, serrin, etc.) no se retiran como mínimo de acuerdo con las cantidades minimas del proceso											30															0	30	0%	100%	0%	
PS-09	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	No hay señalización adecuada sobre la prohibición de fumar ni/o sobre la presencia de elementos productores de llamas, chispas, incandescencias, etc., en las zonas peligrosas																					30					30	0	100%	0%	0%	
PS-10	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	No se presenta la prohibicion de fumar en las zonas de almacenamiento o manipulacion de productos combustibles y / o inflamables																										30	0	100%	0%	0%	
PS-11	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	Presencia de focos de ignición (instalación eléctrica fuera de normas, carterillas con motor de explosión, estufas, estática, etc.)				30																						30	0	100%	0%	0%	
PS-12	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	Falta de protocolos por escrito de "permiso de trabajos especiales" para la realización de intervenciones de mantenimiento o limpieza con atmósferas inflamables																									30	0	0%		100%		
PS-13	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	No hay suficientes personas con formación teórica y practica para utilizar los medios de lucha contra incendios																									25	5	25	0	83%	0%	17%
PS-14	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	Las características estructurales de la edificación frente al fuego no son adecuadas					29																				1	0	29	0%	100%	3%	

Continuación Distribución porcentual de los riesgos con desviaciones evitables y no evitables en las minas de la vereda Morcá.

CÓDIGO	DEFICIENCIAS Y FACTORES DE RIESGO	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA DE LAS DESVIACIONES																				EVITABLE Y NO EVITABLE										
			D11		D12		D14		D19		D21		D22		D24		D33		D42		D52		D63		D99		N/A		REPUESTAS		%EVITABLE	% NO EVITA	% N/A
PS	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	Evita	No evita					
PS-15	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	Los materiales de revestimiento de los recorridos de evacuación y de las paredes y los techos no son apropiados.																									0	30	0%	100%	0%		
PS-16	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	No hay elementos para la detección y la alarma de incendios, o bien la cantidad es insuficiente.																									1	29	0	97%	0%	3%	
PS-17	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	No hay sistemas de extinción automática (rociadores de agua o por medio de gases).																									30	0	100%	0%	0%		
PS-18	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	El número y las características de las salidas existentes son insuficientes.																									26	4	0	26	0%	100%	13%
PS-19	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	Las vías de evacuación son insuficientes o inadecuadas para garantizar la evacuación efectiva del personal.																									30	0	30	0%	100%	0%	
PS-20	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	El dimensionado de las vías de evacuación no se ha realizado partiendo de la ocupación teórica.																									30	0	30	0%	100%	0%	
PS-21	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	Los recorridos de las vías de evacuación ascendente no son apropiados.																									30	0	30	0%	100%	0%	
PS-22	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	Los recorridos de evacuación pasan por zonas de riesgo especial, garajes o aparcamientos.																									30	0	30	0%	100%	0%	
PS-23	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	La señalización de las vías de evacuación es deficiente.																									30	0	30	0%	100%	0%	
PS-24	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	No hay establecimiento ni/o se ha implantado un Plan de Emergencia y evacuación.																									30	0	30	0%	100%	0%	
PS-25	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	No se han llevado a cabo simulacros de emergencia y evacuación.																									30	0	30	0%	100%	0%	
PS-26	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	Las puertas, los pasos y los pasillos de evacuación no tienen la anchura suficiente para la salida de las personas que tienen asignadas.																										0	30	0%	100%	0%	
PS-27	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	Los locales y las edificaciones no cumplen con las condiciones de accesibilidad para los bomberos y sus equipos, reglamentariamente establecidas.																										30	0	30	0%	100%	0%
PS-28	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	Los locales y las edificaciones incumplen con las condiciones de separación con respecto a vecinos y zonas o áreas forestales o de vegetación abundante.																										30	0	30	0%	100%	0%
PS-29	PRODUCTOS/ SUSTANCIAS	No se han previsto medidas ante riesgos graves e inminentes.																										30	0	30	0%	100%	0%
TOTAL DESV			30	0	24	0	83	29	120	0	30	0	89	0	30	30	0	30	59	0	0	30	0	30	685	176	55	1150	325	75%	22%	4%	

Fuente: Guía de Observación PYMES, 2011

ANEXO C. Medidas preventivas de eliminación, control y reducción de los riesgos evitables en las minas de la vereda Morcá

MEDIDAS PREVENTIVAS DE ELIMINACIÓN, CONTROL Y REDUCCIÓN.

NOMBRE DE LA EMPRESA		CCC	NIF/CIF	CCAE
PUESTO DE TRABAJO, PROCESO, EQUIPO, OPERACIÓN		FRENTE DE EXPLOTACIÓN, ZONA DE MALACATE, APERTURA Y MANTENIMIENTO DE VIAS EN LA MINA, CAMPAMENTOS, VIAS DE ACCESO A LA MINA		CÓDIGO
CÓDIGO ESTUDIO	Códigos		RIESGO/DEFICIENCIA	MEDIDAS PREVENTIVAS
	D	F	DESVIACIÓN	
			FORMA DE CONTACTO – TIPO DE LESIÓN	
EI-01	D12	F12	Contacto directo con la electricidad.	Recepción de una descarga eléctrica en el cuerpo. Recubrimiento de cable desnudo, encintado, colocación de cable tipo encauchetado.
EI-02	D11	F12	Contacto indirecto con la electricidad.	Recepción de una descarga eléctrica en el cuerpo. Protección de máquinas, equipos. Colocación de cable tipo encauchetado.
EI-03	D19	F19	Otra desviación conocida del grupo 10 pero no citada.	Otro contacto o tipo de lesión del grupo 10 pero no citado. Colocación adecuada del cable eléctrico, manipulación adecuada de sustancias, combustibles, limpieza continua de derramamientos de combustibles.
EI-04	D19	F19	Otra desviación conocida del grupo 10 pero no citada.	Otro contacto o tipo de lesión del grupo 10 pero no citado. Disponibilidad del certificado de instalación e instrucciones en el campamento de la mina.
EI-05	D19	F19	Otra desviación conocida del grupo 10 pero no citada.	Otro contacto o tipo de lesión del grupo 10 pero no citado. Hacer revisiones constantemente en las instalaciones eléctricas al interior de la mina.
PS-01	D19	F19	Otra desviación conocida del grupo 10 pero no citada.	Otro contacto o tipo de lesión del grupo 10 pero no citado. Exigir el uso de elementos de protección personal en el reglamento de seguridad de la mina.
PS-02	D22	F19	En estado líquido (fuga, derramamientos, salpicadura).	Otro contacto o tipo de lesión del grupo 10 pero no citado. Cierre hermético de recipientes, colocación de productos, combustibles en lugares específicos, manipulación adecuada de productos.

PS-03	D22	F19	En estado líquido (fuga, derramamientos, salpicadura).	Otro contacto o tipo de lesión del grupo 10 pero no citado.	Cierre hermético de recipientes, colocación de productos, combustibles en lugares específicos, manipulación adecuada de productos.
PS-04	D21	F42	En estado sólido (desbordamiento, vuelco).	Choque o golpe contra un objeto que cae.	Ampliación de las vías, colocación de salvavidas cada 50 metros como máximo en vías inclinadas, adecuación mejor de los botaderos.
PS-05	D14	F13	Incendio o fuego	Contacto con llamas directas u objeto o entornos con temperatura elevada.	Colocación de detectores de humo, alarma contra incendios, colocación de extintores multipropósito, ubicación de lugares protegidos.
PS-06	D22	F19	En estado líquido (fuga, derramamientos, salpicaduras).	Otro contacto o tipo de lesión del grupo 10 pero no citada.	Uso adecuado de envase de sustancias inflamables, colocación de estas sustancias en lugares adecuados.
PS-09	D99	F99	Otra desviación no codificada en esta clasificación.	Otro contacto o tipo de lesión no codificado en esta clasificación.	Colocación de señalización en zonas que representen alto riesgo para el personal dentro de la mina.
PS-10	D99	F99	Otra desviación no codificada en esta clasificación.	Otro contacto o tipo de lesión no codificado en esta clasificación.	Colocación de señalización de prohibición de fumar dentro y fuera de la mina.
PS-11	D14	F13	Incendio o fuego	Contacto con llamas directos u objeto o entornos con temperatura elevada.	Mantenimiento preventivo de instalaciones eléctricas defectuosas.
PS-12	D99	F99	Otra desviación no codificada en esta clasificación.	Otro contacto o tipo de lesión no codificada en esta clasificación.	Elaboración de protocolos escritos para trabajos que requieren permisos especiales.
PS-13	D99	F99	Otra desviación no codificada en esta clasificación.	Otro contacto o tipo de lesión no codificado en esta clasificación.	Solicitud de capacitación en cursos de combate y lucha contra incendios por parte de organismos estatales (SENA, Agencia Nacional de Minería, ARL'S, etc.).
LT-M01	D99	F99	Otra desviación no codificada en esta clasifi.	Otro contacto o tipo de lesión no codificada	Colocación de camilla de primeros auxilios, tablillas inmovilizadoras, etc.

LT-M02	D99	F99	Otra desviación no codificada en esta clasif.	Otro contacto o tipo de lesión no codificada	Colocación de un botiquín de primeros auxilios.
LT-S01	D99	F99	Otra desviación no codificada en esta clasif.	Otro contacto o tipo de lesión no codificada	Colocación de tubería suficiente para el uso de agua potable en proximidades a la mina.
LT-S02	D99	F99	Otra desviación no codificada en esta clasif.	Otro contacto o tipo de lesión no codificada	Colocación de vestuarios adecuados en el campamento de la mina.
LT-S03	D99	F99	Otra desviación no codificada en esta clasif.	Otro contacto o tipo de lesión no codificada	Colocación de colgadores o armarios suficientes para los trabajadores.
LT-S04	D99	F99	Otra desviación no codificada en esta clasif.	Otro contacto o tipo de lesión no codificada	Ubicación cercana a la mina de servicios higiénicos para los trabajadores.
LT-SÑ01	D99	F99	Otra desviación no codificada en esta clasif.	Otro contacto o tipo de lesión no codificada	Colocación de todo tipo de señalización referente a advertencia y prohibición.
LT-SÑ02	D99	F99	Otra desviación no codificada en esta clasif.	Otro contacto o tipo de lesión no codificada	Ubicación adecuada de la señalización correspondiente para cada actividad.
LT-SÑ03	D99	F99	Otra desviación no codificada en esta clasif.	Otro contacto o tipo de lesión no codificada	Revisión periódica de la señalización.
ET-M01	D99	F99	Otra desviación no codificada en esta clasificación.	Otro contacto o tipo de lesión no codificada en esta clasificación.	Elaboración de procedimientos documentados para el mantenimiento preventivo de máquinas, equipos, etc.
ET-M02	D42	F45	Pérdida (total o parcial) de control de un medio de transporte.	Colisión con un objeto, vehículos incluidos o colisión con una persona.	Colocación de dispositivos de accionamiento en el transporte de las vagonetas.
ET-M03	D99	F99	Otra desviación no codificada en esta clasif.	Otro contacto o tipo de lesión no codificada	Solicitud al fabricante de los respectivos manuales de instrucciones de máquinas, equipos, etc.
ET-M04	D99	F99	Otra desviación no codificada en esta clasif.	Otro contacto o tipo de lesión no codificada	Elaboración de procedimientos documentados para tareas de limpieza de máquinas, equipos, etc.
ET-M05	D42	F44	Pérdida (total o parcial) de control de un medio de transporte.	Choque o golpe contra un objeto, vehículos incluido en movimiento	Colocación de resguardos fijos resistentes a esfuerzos mecánicos.
ET-M06	D99	F99	Otra desviación no codificada en esta clasificación.	Otro contacto o tipo de lesión no codificada en esta clasificación.	Suministro y uso adecuado en la manipulación de equipos de protección individual.

ET-M07	D99	F99	Otra desviación no codificada en esta clasif.	Otro contacto o tipo de lesión no codificada	Colocación de instrucciones visibles para parada o desconexión de máquinas y equipos.
ET-M09	D63	F64	Ser arrastrado, quedar atrapado por algún elemento o por su impulso.	Amputación, seccionamiento de un miembro, una mano o un dedo.	Colocación de aislamiento de protección (barreras) para el malacate.
PS-16	D14	F13	Incendio o fuego	Contacto con llamas u objetos o entornos con temperatura elevada.	Colocación de alarmas contra incendios, rociadores.
PS-17	D24	F23	En estado pulverulento (emisión de polvo, partículas).	Quedan envuelto o rodeado de gases o de partículas en suspensión.	Colocación de rociadores de agua en el transporte y descargue del mineral de carbón.
PS-23	D99	F99	Otra desviación no codificada en esta clasif.	Otro contacto o tipo de lesión no codificada	Colocación de señalización de evacuación en las respectivas vías consideradas para una emergencia.
PS-24	D99	F99	Otra desviación no codificada en esta clasif.	Otro contacto o tipo de lesión no codificada	Elaboración del respectivo plan de emergencia y evacuación para la mina.
PS-25	D99	F99	Otra desviación no codificada en esta clasif.	Otro contacto o tipo de lesión no codificada	Realización de simulacros de emergencia y evacuación dentro y fuera de la mina.
PS-27	D99	F99	Otra desviación no codificada en esta clasif.	Otro contacto o tipo de lesión no codificada	Mantenimiento y adecuación de las vías de acceso a la mina.
PS-29	D99	F29	Otra desviación no codificada en esta clasif.	Otro contacto o tipo de lesión no codificada	Capacitación, concientización a los trabajadores para afrontar situaciones de alto riesgo en mina.

ANEXO D. Evaluación del grado de peligrosidad de los riesgos no evitables en las minas de la vereda Morcá

EVALUACION DEL GRADO DE PELIGROSIDAD DE LOS RIESGOS NO EVITABLES							
NOMBRE DE LA EMPRESA		CCC	NIF/CIF	CCAE			
PUESTO DE TRABAJO PROCESO, EQUIPO, OPERACIÓN		FRENTE DE EXPLOTACIÓN, ZONA DE MALACATE, APERTURA Y MANTENIMIENTO DE VIAS EN LA MINA, CAMPAMENTOS, VIAS DE ACCESO A LA MINA			CODIGO		
CÓDIGOS		RIESGOS NO EVITABLES		PROBABILIDAD	CONSECUENCIAS	GRADO DE PELIGROSIDAD	VALORACIÓN GRADO PELIGROSIDAD
D	F	DESVIACION	FORMA DE CONTACTO- TIPO DE LESION				
D24	F15	En estado pulverulento (emisión de polvo, partículas).	Contacto con sustancias peligrosas por la nariz, la boca, o inhalación.				
D14	F13	Incendio o fuego	Contacto con llamas directas u objetos o entornos con T° elevadas.				
D63	F44	Ser arrastrado, quedar atrapado por algún elemento o por su impulso.	Choque o golpe contra un objeto, vehículos incluidos en movimiento.				
D33	F62	Deslizamiento, hundimiento caída de una agente material- superior.	Quedar atrapado o ser aplastado por un objeto.				
D99	F99	Otra desviación no codificada en esta clasificación.	Otro contacto o tipo de lesión, no codificado en esta clasificación.				
D99	F99	Otra desviación no codificada en esta clasificación.	Otro contacto o tipo de lesión, no codificado en esta clasificación.				
D99	F99	Otra desviación no codificada en esta clasificación.	Otro contacto o tipo de lesión, no codificado en esta clasificación.				

D99	F99	Otra desviación no codificada en esta clasificación.	Otro contacto o tipo de lesión, no codificado en esta clasificación.				
D99	F99	Otra desviación no codificada en esta clasificación.	Otro contacto o tipo de lesión, no codificado en esta clasificación.				
D52	F45	Caída de una persona la mismo nivel, resbalón lo tropezón con caída.	Colisión con un objeto, vehículos incluidos o colisión con una persona.				
D99	F99	Otra desviación no codificada en esta clasificación.	Otro contacto o tipo de lesión, no codificado en esta clasificación.				

ANEXO E. Valoración del grado de peligrosidad de los riesgos no evitables

VALORACIÓN DEL GRADO DE PELIGROSIDAD DE LOS RIESGOS NO EVITABLES

PROBABILIDAD DE QUE SE PRODUZCA TODA LA SECUENCIA DEL ACCIDENTE	VALOR	SEVERIDAD DE LAS CONSECUENCIAS	VALOR
MUY ALTA – Es muy probable que se produzca inmediatamente	5	MUY ALTA – Puede causar la muerte o gran invalidez	5
ALTA – Es probable que se produzca en un corto período de tiempo	4	ALTA – Puede causar lesiones importantes invalidantes	4
MODERADA – Es probable que se produzca a medio plazo	3	MODERADA – Puede causar lesiones no invalidantes	3
BAJA – Es posible que se llegue a producir	2	BAJA – Puede causar pequeñas lesiones con baja	2
MUY BAJA – Es improbable que se llegue a producir	1	MUY BAJA – Puede causar pequeñas lesiones sin baja	1

GRADO DE PELIGROSIDAD = PROBABILIDAD (P) x CONSECUENCIAS (C)

VALOR (PxC)GRADO DE PELIGROSIDAD DEL RIESGO (GP) PRIORIDAD EN LA ACTUACIÓN		
$GP \leq 5$	MUY BAJO	Es preciso corregirlo
$5 < GP \leq 10$	BAJO	Es preciso corregirlo cuanto antes (< 1 mes)
$10 < GP \leq 15$	MODERADO	Es preciso corregirlo rápidamente (< 1 semana)
$15 < GP \leq 20$	ALTO	Es preciso corregirlo inmediatamente (< 1 día)
$20 < GP$	MUY ALTO	Es preciso paralizar la actividad y los trabajos

La adopción de una escala cuantitativa permite trabajar con valores intermedios y poder definir mejor la valoración del riesgo. De este modo, los valores 1, 2, 3, 4 y 5, tanto de probabilidad como de severidad, permiten valores intermedios (decimales) entre uno y otro. Por ejemplo, en la tabla de severidad se asigna el valor 1 a pequeñas lesiones que no ocasionan baja, aunque el técnico que efectúe la evaluación puede considerar que las consecuencias del riesgo en cuestión no afectarían a las personas pero sí producirían pequeñas pérdidas económicas y, basado en este razonamiento, puede asignarles un valor inferior, como 0,3 o 0,6.

ANEXO F. Listado de minas investigadas

NOMBRE DE LA MINA
LA MAROMA 2.5
LA MAROMA 2.4
LA MAROMA 2.3
LA MAROMA 2.1
MINA 1
MINA 2
LA FLORIDA
DANUBIO 1
DANUBIO 2
DANUBIO 3
LA ANTIGUA 1
LA ANTIGUA 2
LA MAROMA 2.6
LA MAROMA 2.2
CAMPOHERMOSO 1
MINA TOBO 2
MINA 3
ORO NEGRO
EL DIAMANTE 2
EL DIAMANTE
LAS LAJAS
LA FUENTE
MOTUAS 4
MOTUAS 3
MOTUAS 2
MOTUAS 1
LA TURQUESA
PORVENIR 3
CAMPOHERMOSO 2
MINA TOBO 1

Bibliografía

Agencia Nacional de Minería (2013). *Estadísticas de accidentalidad consolidado 2004-2013*. Grupo de Seguridad y Salvamento Minero. Bogotá D.C, Colombia: ANM.

Álvarez, F., Conti, L., Valderrama, F., Moreno, O. & Jiménez, I. (2006). *Salud ocupacional*. Bogotá: Ecoe.

Betancurth, L. (2002). Indicadores de sustentabilidad en la pequeña minería de carbón, caso: departamento de Boyacá – Colombia. En *Indicadores de sustentabilidad para la industria extractiva Mineral*. Rio de Janeiro, Brasil: Roberto Villas Bôas y Christian Beinhoff, Editores.

Camacho, B. (2003). *Metodología de la investigación científica, un camino fácil de recorrer para todos*. Tunja: UPTC.

Centro Minero (2011). *Reducir los accidentes mineros, objetivo del SENA y de entidades del sector*. Recuperado el 5 de marzo de 2011, en <http://centronacionalminero.blogspot.com/>.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2006). *Informe de empleo por actividades*. Bogotá: DANE.

Diario El País. (2011, 27 de enero). *Seguridad minera en Colombia genera debate, tras explosión en Sardinata*, pp. 1.

Estrada, J., Rendón, I. & Valero, S. (1997). Algunos aspectos socioeconómicos, de salud y de riesgo laboral de los mineros del carbón de los municipios de Amagá y

Angelópolis. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública de la Universidad de Antioquia*, 1 (15). Medellín, Colombia.

Fedesarrollo (2011). *Pequeña y mediana minería de carbón del interior del país: alternativa de comercialización y financiación a partir de la conformación de alianzas estratégicas*. Bogotá: Centro de Investigación Económica y Social.

Fedesarrollo (2012). *Impacto socioeconómico de la minería en Colombia*. Centro de Investigación Económica y Social. Recuperado el 13 de junio de 2013, en [http://www.colombiapuntomedio.com/Portals/0/Economia/Impacto-socioecon%C3%B3mico-de-la-miner%C3%ADa-en-Colombia-Informe Impacto de la miner%C3%ADa Final-26-abril.pdf](http://www.colombiapuntomedio.com/Portals/0/Economia/Impacto-socioecon%C3%B3mico-de-la-miner%C3%ADa-en-Colombia-Informe%20Impacto%20de%20la%20miner%C3%ADa%20Final-26-abril.pdf)

Folliot, D. (1998). *Efectos fisiológicos de la electricidad*. *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. Organización Internacional del Trabajo.

Ghosh, A. Bhattacharjee, A. & Chau, N. (2004). Relationships of working conditions and individual characteristics to occupational injuries: a case-control study in coal miners. *Journal of Occupational Health*, (46). Recuperado el 12 de agosto de 2010, de <http://www.jstage.jst.go.jp/article/joh/46/6/470/pdf>.

González, N., Manrique, F. & Ospina, J. (2009). Utilidad de las técnicas de espirometría y oximetría en la predicción de alteración pulmonar en trabajadores de la minería del carbón en Paipa, Boyacá. *Revista de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia*, 2 (57).

Grecco, S., Tomasina, F., Amoroso, M. & Laborde, A. (s.f). *Salud y trabajo*.

Guerrero, J. & Puerto, Y. (2007). Productividad, trabajo y salud: la perspectiva psicosocial. *Revista Colombiana de Psicología, Universidad Nacional de Colombia*, (16), 203-234.

Henao, F. (2006). *Introducción a la salud ocupacional*. (1ª ed.). Bogotá: Ecoe.

- Incer, A., Marín, I., Gutiérrez, A. & Cuadra, S. (2005). Accidentes laborales y actividad minera de pequeña escala, Santo Domingo Chontales, Nicaragua. En *III Conferencia sobre Salud Ocupacional y Ambiental de las Américas "Integrando las Américas frente a los efectos de la globalización"*, llevada a cabo en Alajuela, Costa Rica, 6-9 de febrero de 2005.
- Ingeominas. (2011). *Protocolo para atención de emergencias mineras. Estación de Seguridad y Salvamento Minero de Amagá*. Bogotá D.C, Colombia: Ingeominas.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2000). *Evaluación de las condiciones de trabajo en pequeñas y medianas empresas. Cuestionario Incendios y Explosiones*. Recuperado el 25 de noviembre de 2010, de <http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.1f1a3bc79ab34c578c2e8884060961ca/?vgnnextoid=036063bb61977110VgnVCM100000b80ca8c0RCRD&vgnnextchannel=a90aaf27aa652110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2005). *Cuestionario incendios y explosiones*. Recuperado el 25 de noviembre de 2012, de <http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.1f1a3bc79ab34c578c2e8884060961ca/?vgnnextoid=4b0a1a0b4ec77110VgnVCM100000b80ca8c0RCRD&vgnnextchannel=a90aaf27aa652110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2006). *Manual para la identificación y evaluación de riesgos laborales*. Departamento de Trabajo Dirección General de Relaciones Laborales, Generalitat de Catalunya. Recuperado el 25 de febrero de 2011, de: http://www.gencat.cat/treball/doc/doc_20620985_2.pdf.
- Kisner, S.M. (2000). Work-related fatalities in the United States: 1980-1995 a sixteen year picture. In: *Injury Prevention and Control, Proceedings of 5th International Conference*, Delhi, pp. 779.
- Laurell, A.C. (1978). *Cuadernos Políticos*. Número 17, México, D.F., editorial Era, julio-septiembre de 1978, pp.59-79

- Laurell, A.C. (1993). *Para la investigación sobre la salud de los trabajadores*. Organización Panamericana de la Salud. Serie PALTEX, Salud y Sociedad 2000 No. 3.
- Ley 100 (1993). *Por la cual se establece el sistema de seguridad social integral de Colombia*.
- Losada, M. (2010). *Módulo de evaluación de las condiciones de trabajo*. Posgrado en Salud y Seguridad en el Trabajo. Bogotá: Facultad de Enfermería, Universidad Nacional de Colombia.
- Mamuya, S., Bråtveit, M., Mashalla, Y. & Moen, B. (2007). High prevalence of respiratory symptoms among workers in the development section of a manually operated coal mine in a developing country: A cross sectional study. *BMC Public Health*, 7(17). Recuperado el 19 de enero de 2010, de <http://www.bases.unal.edu.co:2108/ehost/pdf?vid=7&hid=7&sid=423a57f6-7d75-43b4-bd9a-f9e8035cfe70%40sessionmgr11>.
- Mejía, J., Carrizales, L., Rodríguez, V., Jiménez, M. & Díaz, F (1999). Un método para la evaluación de riesgos para salud en zonas mineras. *Revista de Salud Pública de México*, 2 (41), 132-140.
- Méndez y Berrueta, L. (2011). El trabajo minero: accidente, enfermedad y muerte. *El Cotidiano*, (169). Recuperado el 28 de agosto de 2012, de <http://www.redalyc.org/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=32519776008>
- Menguy, C. (1998). *Electricidad estática. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. Organización Internacional del Trabajo.
- Ministerio de la Protección Social. (2006). *Informe Minero*. Recuperado el 23 de febrero de 2011, de <http://www.minproteccionsocial.gov.co/VBeContent/VerImp.asp?ID=15755&IDComp any=3>.

Ministerio de la Protección Social. (2007). *Para disminuir la accidentalidad de la población trabajadora informal del sector minero*. Recuperado el 23 de febrero de 2011, de <http://www.minproteccionsocial.gov.co/VBeContent/VerImp.asp?ID=15755&IDComp-any=3>.

Ministerio de Minas y Energía. (2011). *Sector Minas*. Recuperado el 5 de septiembre de 2012, de http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/UserFiles/File/Memorias/Memorias_2011/04-MINAS.pdf

Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo (2006). (Real decreto 486/1997, de 14 de abril). *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo, BOE nº 97, de 23 de abril*. Recuperado el 10 de octubre de 2012, de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/lugares.pdf>

Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo (2011). (Real decreto 2177/2004I). *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de equipos de trabajo, BOE nº 274*.

Molina, S., Morgan, G & Fernández, D (2011). Transformación cultural en el sector minero: una experiencia positiva. XXXI Congreso Colombiano de Medicina del Trabajo y Salud Ocupacional, celebrado en Cartagena, p.3

National Institute of Occupational Safety and Health. (1994). *Manual of Analytical Methods*. (4 Ed.). EE.UU.

NIOSH. (1994). *Manual of Analytical Methods*. (4th Ed.). EE.UU.

Obregón, P. & Gardella, C. (2010). Crece la siniestralidad ante boom económico en la minería. *Noticias Financieras*. Miami, USA. Recuperado el 27 de marzo de 2011, de: <http://search.proquest.com/doi/743868159?accountid=43790>.

- Organización de las Naciones Unidas (2009). *Sección B: Explotación de minas y canteras. Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIIU)*. ONU.
- Organización Internacional del Trabajo. (1999). *Una mina puede traicionarte en cualquier momento*. Recuperado el 27 de febrero de 2011, de <http://www.ilo.org/public/spanish/bureau/inf/magazine/30/mines.htm>.
- Organización Internacional del Trabajo. (2004). Condiciones de trabajo, seguridad y salud. En Proyecto Relacentro OIT / OIT. (1 ed.). *Manual de buenas prácticas para la promoción del trabajo decente* (pp. 28-60). San José, C.R.: Mar y Mar Arena.
- Organización Internacional del Trabajo. (2006). *Proyecto de repertorio de recomendaciones prácticas sobre seguridad y salud en las minas de carbón subterráneas*. Recuperado el 28 de agosto de 2012, de http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/normativeinstrument/wcms_112412.pdf
- Ospina, J., Manrique, F. & Guio, J. (2010). Salud y trabajo: minería artesanal del carbón en Paipa, Colombia. *En Avances en enfermería*, 1 (28).
- Parra, M. (2003) *Conceptos básicos en salud laboral*. Oficina Internacional del Trabajo.
- Patricia, C. (2009). La industria minera de China es la más mortífera del mundo. *Noticias Financieras*. Miami, USA. Recuperado el 27 de marzo de 2011, de <http://search.proquest.com/doi/466778916?accountid=43790>.
- Pérez, G., Branch, J. & Arango, M. (2009). El sector minero en el nordeste Antioqueño: una mirada a la luz de la teoría de las capacidades y los recursos. *Boletín de Ciencias de la Tierra*, (25). Medellín, Colombia.
- Periódico SENA. (2011). *De la mano del SENA, la pequeña minería en Boyacá se moderniza*.

- Poplin, G., Miller, H., Moore, J., Bofinger, C., Spencer, M., Harris, R. & Burgess, J. (2008). International evaluation of injury rates in coal mining: A comparison of risk and compliance-based regulatory approaches. *Safety Science*, 8 (46). Recuperado el 11 de febrero de 2010, de http://www.bases.unal.edu.co:2053/science?_ob=MImg&_imagekey=B6VF9-4PDK9WP-1-7&_cdi=6005&_user.
- 6.1** Quintela, F., Redondo, R., Arévalo, J., Melchor, N. & Redondo, M. (2005). Carga de una batería y electricidad, dos términos de utilización confusa. *España: Fundación Técnica Industrial*.
- Rodellar, A. (2008). *Seguridad e higiene en el trabajo*. México: Alfa Omega.
- Sánchez, J., Palomino, T., González, J. & Tejeda, J. (2011). *El coordinador de seguridad y salud*. (3 ed.). Madrid: FC.
- Sari, M., Duzgun, H., Karpuz, C. & Selcuk, A. (2004). Accident analysis of two Turkish underground coal mines. *Safety Science*, 8 (42). Recuperado el 11 de febrero de 2011, de: http://www.bases.unal.edu.co:2053/science?_ob=MImg&_imagekey=B6VF9-4BNMM96-1-T&_cdi=6005&_user.
- Seguro Social (1998). Factores de riesgo asociados a la accidentalidad laboral en el departamento de Boyacá: Sectores minero, metalmecánico y petróleo. *Protección Laboral*. ARP.
- Stephens, C. & Ahern, M. (2001). Worker and community health impacts related to Mining operations internationally: a rapid Review of the literature. *Mining, Minerals and Sustainable Development – MMSD*, 25, 9-45.
- Taylor, F. (1911). *The principles of scientific management*. New York: Harper and Brothers.

- Ulloa, J. (2011). *Nuevos protocolos para el diagnóstico de enfermedades profesionales: higiene ocupacional- historia*. Bogotá: Sociedad Colombiana de Medicina del Trabajo.
- Velandia, E. & Muñoz, J. (2004). Factores de riesgo de carga física y diagnóstico de alteración osteomuscular en trabajos de minas de carbón en el valle de Ubaté. *Revista de Ciencias de la Salud*, 1(2). Bogotá, Colombia.
- Yáñez, J., García, I., Pedraza, J. & Laverde, D. (2005). Caracterización de los minerales auríferos de la zona minera de San Pedro Frío (Bolívar, Colombia), para la selección de los procesos de extracción. *Dyna*, 72 (145), 23-35. Medellín, Colombia.
- Zavala, G. & Núñez, R. (2010). Salud Ocupacional: Principios Generales. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras: Trabajo y Salud*, 8(1), 9-23. Tegucigalpa, Honduras.