



Impacto de la minería de carbón en Colombia: Un análisis de riesgos para la seguridad y salud en el trabajo

Angie Camila Leguizamón Vargas ID 692024

Mónica Liliana Gil Arias ID 977325

Jenifer Marcela Lancheros Niño ID 981085

Diana Mercedes Usme Ardila ID 976993

Monografía presentada como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia en Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el Trabajo

Asesor(a)

José Alberto Figueroa Fernández

M.Sc. Ingeniero Forestal

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría UNIMINUTO Bogotá

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

MAYO-AGOSTO

2024

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios quien nos inspira y da fortaleza para continuar en este proceso que tanto anhelamos para seguir creciendo profesionalmente y como personas.

A nuestra familia, por el apoyo incondicional, por sus afectos emocionales en situaciones de angustia y preocupación, gracias por sus palabras de aliento que nos han permitido llegar hasta aquí y ser parte de una nueva generación de especialistas, ha sido un orgullo y privilegio para cada una de las integrantes de este proyecto ser una hija, hermana y tía de las personas que más nos aman y quieren vernos como los mejores profesionales.

Agradecimientos

Agradecemos a nuestros profesores, Diego Alejandro García Rubio quien nos acompañó en nuestra primera fase del proyecto y al profesor José Alberto Figueroa Fernández quien nos guió en el proceso investigativo, agradecemos por su consagración y compromiso en brindarnos el apoyo en la formación académica con paciencia, dedicación y escucha, por sus consejos como profesionales los cuales recordaremos siempre como futuros profesionales.

Igualmente agradecer especialmente a los compañeros que hicieron parte de esta monografía, Angie Camila Leguizamón Vargas, Mónica Liliana Gil Arias, Jenifer Marcela

Lancheros Niño, Diana Mercedes Usme Ardila por su dedicación, perseverancia y buena fe durante la investigación de nuestro proyecto, por su compromiso que siempre nos motivó a seguir adelante, con nuevas ideas y enfoques durante el aprendizaje.

Además, agradecer a nuestras familias, amigos y colegas por su apoyo emocional e incondicional durante nuestro proceso formativo donde hubieron días de estrés y angustia, por sus palabras de aliento necesarias para no abandonar en ninguna circunstancia nuestro objetivo y prevalecer hasta el final.

Finalmente, agradecer a la Universidad por darnos la oportunidad de ser parte de esta familia Uniminuto y brindarnos las herramientas necesarias para esta investigación que nos proporciona habilidades para el desarrollo de nuestro proyecto con bases fundamentales y de gran apoyo para ponerlas en marcha como grandes profesionales.

Contenido

1. Problema	9
1.1 Descripción del problema	9
1.2 Pregunta de investigación	14
2. Objetivos	14
2.1 Objetivo general	14
2.2 Objetivos específicos	14
3. Justificación	15
4. Marco de referencia	20
4.1 Marco teórico	20
4.2 Marco legal	26
5. Metodología	27
5.1 Enfoque y alcance de la investigación	27
5.2 Descripción de la estrategia de búsqueda	28
5.3 Instrumentos	29
5.4 Procedimientos.	30
5.5 Análisis de información.	31
5.6 Consideraciones éticas	32
6. Cronograma	32
7. Resultados y discusión	34
8. Recomendaciones	43
9. Referencias bibliográficas	46

Lista de Anexos

Lista de figuras

Figura 1 <i>Mortalidad y Emergencias</i>	35
Figura 2 <i>Accidentalidad</i>	36
Figura 3 <i>Departamentos con mayor accidentalidad y fatalidad</i>	37
Figura 4 <i>Afiliación al sistema de riesgos laborales</i>	37
Figura 5 <i>Matriz de metodología de investigación</i>	48
Figura 6 <i>Maquinaria para minería a cielo abierto</i>	49
Figura 7 <i>Departamentos donde se realiza extracción de minería de carbón</i>	51

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Matriz</i>	30
Tabla 2 <i>Cronograma de actividades</i>	32
Tabla 3 <i>Enfermedades</i>	38

Resumen ejecutivo

La minería de carbón ha generado gran impacto en los trabajadores que realizan esta actividad, se ha demostrado con fuentes de investigación que la minería a cielo abierto genera enfermedades respiratorias como la neumoconiosis, asma y cáncer de pulmón, por el alto índice de partículas de sílice en el medio ambiente lo que genero aproximadamente 191 enfermedades respiratorias, también se identifican los accidentes laborales por riesgos ergonómicos a causa de las posturas y manejo de la maquinaria pesada para la extracción de carbón, con un índice aproximado de 128 enfermedades por lumbalgia, hernia discal, manguito rotador entre otros, también se relaciona los accidentes a causa de las explosiones presentadas que deja 131 accidentes laborales que se han prologado a la muerte, teniendo en cuenta que de los riesgos laborales en la minería de carbón, se pudo establecer que ministerio de minas, Fasecolda, ministerio de trabajo entre otros han realizado intervenciones e investigaciones a las empresas que realizan la actividad de minería de carbón entre ellas el Cerrejón y Drummond las cuales han generado un impacto significativo para la mitigación de las enfermedades, riesgos laborales y fatalidades.

Para la investigación se tuvo en cuenta una metodología cuantitativa donde se realizó una búsqueda exhaustiva, durante los últimos 10 años en Colombia, esto establecido en fuentes de información como Google académico, Scielo, artículos investigativos y biblioteca de la Uniminuto.

Dentro de los métodos de investigación se identificaron cifras significativas por el impacto de los riesgos laborales a los que están expuestos los mineros a causa de esta

actividad, obteniendo resultados de enfermedades, accidentes y fatalidades por la extracción de minería de carbón a cielo teniendo en cuenta las dos empresas más grandes de la minería como el Cerrejón que cuenta con más de 5.000 mil trabajadores y Drummond con aproximadamente 4.000 mil, en las cuales se debe trabajar con mayor profundización ante los entes encargados para intervenciones que permitan el cumplimiento de normatividad y control él es SG-SST.

Es importante seguir realizando investigaciones que establezcan el control ante la prevención de los riesgos laborales que mejoren la calidad de vida y condiciones laborales para los trabajadores e identificar los programas de vigilancia epidemiológica teniendo en cuenta que las enfermedades respiratorias pueden afectar por contagio directo sus familias y la población, es importante que se establezca dentro de las investigaciones el cumplimiento de la normatividad y el SG-SST dentro de cada organización donde haya una participación de los trabajadores y lograr mitigar las enfermedades, accidentes y fatalidades a causa de la extracción de minería de carbón en Colombia.

Introducción

En el presente documento se realizará un análisis de la explotación de minería de carbón en Colombia y las condiciones laborales de los trabajadores que pueden generar durante la labor, accidentes y enfermedades laborales bajo una investigación cuantitativa donde se planteara una metodología científica basada en la minería de carbón. En varios

departamentos de Colombia se practica la minería, en los cuales se han explotado diversos minerales y materiales útiles, como el carbón, por generaciones. Con la recopilación de estadísticas, el Ministerio de Trabajo ha hecho importantes esfuerzos para generar y sistematizar la información laboral en Colombia. Año tras año, estas estadísticas registran la prevalencia de enfermedades catalogadas como profesionales, así como la afiliación a la seguridad social de los trabajadores que las empresas deben hacer. Según esas cifras, la relación de muertes por accidentalidad laboral para el 2014 en el país fue de 6.09 fatalidades por cada 100.000 trabajadores dentro de la actividad de extracción de la minería de carbón a cielo abierto. (Ministerio de la Protección Social, 2015).

Los accidentes laborales y las afectaciones de salud en los trabajadores de la minería de carbón son preocupantes debido a la tasa de muertes que ocurren cada año y que, a pesar de la normativa expedida para la minería a cielo abierto, (Decreto 539, 2022). Es evidente que, a pesar de la normativa existente, los accidentes más frecuentes son los causados por derrumbes, incendios, presencia de gases, químicos y explosiones, además del desarrollo de diversas patologías, se sostiene que los trabajadores de las minas de carbón tienen riesgos físicos como la intolerancia al ruido, los traumas exposición a gases químicos como el polvo de carbón, el sílice y el asbesto generadores de enfermedades laborales como neumoconiosis, asma y cáncer de pulmón a largo plazo, los factores biológicos por la exposición del polen en minería de cielo abierto y los riesgos biomecánicos que se presentan a causa de trabajo con maquinaria pesada para la extracción del carbón ha sido causante de enfermedades como lumbalgias, hernias y en algunos casos amputación de extremidades, no dejando de lado los factores psicosociales a los que se

exponen los trabajadores por la carga laboral, estrés, malos hábitos alimenticios y su calidad de vida laboral causada por el desarrollar enfermedades pulmonares, lesiones, heridas e incluso la muerte. (Ortiz Coy & Sanchez Gutierrez , 2011).

La minería de carbón fue tomando gran importancia no solo en Colombia sino en México a lo largo de la historia se relaciona la minera como ilegal, debido a los altos índices de accidentes, enfermedades y mortalidades a causa de la misma se empieza a establecer la normatividad que pueda mitigar y hacer partícipe a empresarios a elaborar el SG-SST y fomentar la minería legal, a partir de la constitución política en 1991 se empieza a realizar un control ante la minera de a cielo abierto, durante los últimos 30 años se han realizado investigaciones mediante leyes, decretos y resoluciones para mejorar la calidad de vida de trabajadores y mejora continua para las organizaciones que realizan la actividad de la minería de carbón, el ministerio de minas bajo la (Resolucion 40209, 2022) realiza una actualización de la política nacional de seguridad minera debido al alto índice de accidentes y mortalidades durante la extracción de la minería y pretende bajo esta actualización plantear acciones y dar líneas que propendan por el mejoramiento de seguridad en el sector que es esencial para el desarrollo del país.

1. Problema

1.1 Descripción del problema

Los daños irreversibles que causa al ser humano el carbón, desde su extracción, transporte y exportación, hasta su quema o combustión, incluyen enfermedades respiratorias, cáncer, trastornos neurológicos y daño cerebral.

La degradación de la calidad del aire es uno de los efectos principales de la minería de carbón; libera al aire una variedad de contaminantes y toxinas, como el mercurio, el dióxido de azufre, el bióxido de carbono, los metales pesados, los óxidos de nitrógeno y las partículas; esto viola el derecho a la salud, a la vida y a un ambiente sano, lo que provoca altas tasas de mortalidad.

Los efectos negativos de la extracción de carbón incluyen la neumoconiosis (pulmón negro), que disminuye significativamente las expectativas de vida de los trabajadores de las minas y de las comunidades cercanas, con un impacto principal en la población infantil.

La silicosis otra enfermedad pulmonar que impide la oxigenación esta llega al límite de incapacitar o ser mortal es causada por respirar partículas de sílice cristalina estas quedan atrapadas en los pulmones, para tratar de disolver estas partículas el sistema inmunitario envía células llamadas macrófagos la función de estos es eliminar organismos dañinos al no lograr el objetivo estas pueden morir y causar cicatrización e inflamación (nódulos fibróticos) en los pulmones.

El cáncer de pulmón es una de las enfermedades más graves relacionadas con la exposición a sustancias tóxicas en entornos de la minería. La exposición prolongada a

polvo mineral, sílice, asbesto y otros carcinógenos presentes en el aire puede aumentar significativamente el riesgo de desarrollar este tipo de cáncer.

Los trastornos musculoesqueléticos (TME) son afecciones que afectan los músculos, huesos, articulaciones, tendones y ligamentos, y son comunes en trabajos físicos y manuales, como los que se realizan en la minería. Estos trastornos pueden ser causados por una combinación de factores ergonómicos, físicos y organizacionales.

Las emisiones contaminantes de las centrales de carbón son las principales responsables de formar partículas microscópicas (PM10 y PM2,5) capaces de penetrar en el sistema respiratorio y sanguíneo, aumentando las tasas de enfermedades graves como el cáncer de pulmón e incluso de muertes prematuras, (Lara, 2020).

El carbón, además de liberar toxinas y partículas, contiene elementos cancerígenos como el arsénico, el níquel, el cadmio y el zinc, según una revisión de algunas investigaciones epidemiológicas en minería. Estudios demostraron que la alta mortalidad de cáncer de pulmón en la región minera de carbón de los Apalaches puede ser resultado de la exposición de la población a contaminantes asociados con la minería del carbón, (Hendrix, 2008).

La hipertensión, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, la enfermedad renal, la enfermedad cardiopulmonar y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica están relacionadas con los altos niveles de extracción y producción minera. Los mineros tienen una mayor ocurrencia de otras formas de cáncer –colon, leucemia y riñón–,

padecimientos crónicos de enfermedades cardíacas y renales, hipertensión y depresión, (Padilla, 2016).

Además de los daños irreparables al ecosistema, se pueden mostrar los efectos perjudiciales de la extracción de carbón en la salud humana. El aire se contamina debido a la emisión de partículas tóxicas y gases de invernadero; los drenajes ácidos contaminan el agua; los metales que han estado disueltos en el agua contribuyen a esta contaminación; Los drenajes que evitan las minas y las partículas contaminan el suelo. También hay alteraciones en el paisaje por el hundimiento de los terrenos; se producen cambios urbanísticos por medio de las construcciones mineras y el traslado de poblaciones nativas; hay cambios en la vegetación y en la producción agrícola; asimismo, se genera una gran acumulación de residuos derivados de la producción y acumulación de escombros, (Salamanca, 2013)

La minería a cielo abierto es un método de extracción de minerales que se realiza desde la superficie del terreno, a diferencia de la minería subterránea, que implica la explotación de recursos en el subsuelo. Algunas de las características de esta extracción, utiliza grandes excavadoras y camiones para remover capas de tierra y roca, implica la remoción de materiales no deseados (sobrecarga) para acceder al mineral deseado, lo que puede generar grandes cantidades de residuos que cubren el mineral, los riesgos asociados. Implica la remoción de materiales no deseados (sobrecarga) para acceder al mineral deseado, lo que puede generar grandes cantidades de residuos, la minería a

cielo abierto puede generar tensiones con las comunidades locales, especialmente en términos de derechos sobre tierras, uso del agua y beneficios económicos.

El contexto colombiano en relación con la minería es complejo y está marcado por diversos factores socioeconómicos, ambientales y de salud. La minería, como actividad económica, juega un papel importante en el desarrollo del país, pero también ha generado significativos impactos negativos, especialmente en las comunidades que se encuentran cerca de las zonas de extracción. En muchas zonas mineras, el acceso a servicios de salud se ve comprometido debido a la migración de la población hacia áreas cercanas a las minas y la priorización de la actividad minera sobre las necesidades de salud comunitarias. La presencia de grupos armados ilegales ha influido en la minería, donde la explotación ilegal de recursos y la violencia asociada afectan tanto a las comunidades como al medio ambiente. Esto dificulta la regulación y el control de la actividad minera.

El ciclo de vida del carbón abarca varias etapas, desde la extracción hasta la combustión y la gestión de residuos, en la etapa de la extracción la eliminación de la vegetación puede aumentar la erosión, afectando la topografía y el ciclo del agua., Los trabajadores mineros pueden estar expuestos a polvo de carbón y otros contaminantes tóxicos, en la etapa del transporte los vehículos de transporte pueden generar emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos, en la etapa de almacenamiento la humedad puede causar la formación de lixiviados tóxicos que contaminan el entorno. En la etapa de combustión los riesgos son La combustión de carbón también libera otros

contaminantes tóxicos, como óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x) y partículas en suspensión, que afectan la calidad del aire y la salud pública., La contaminación del aire generada por la combustión de carbón se asocia con una mayor incidencia de enfermedades respiratorias y cardiovasculares.

1.2 Pregunta de investigación

¿Cuáles son los principales peligros que generan un mayor factor de riesgos en el trabajo, asociados a la explotación de carbón en Colombia, y qué estrategias de gestión y mitigación se pueden implementar para proteger a los trabajadores y mejorar sus condiciones laborales?

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Evaluar el impacto de la explotación de la minería de carbón en la seguridad y salud en el trabajo en Colombia, a través de un análisis documental en los últimos 10 años.

2.2 Objetivos específicos

- Clasificar investigaciones relevantes sobre la minería de carbón en Colombia, con especial énfasis en los aspectos relacionados con la seguridad y salud en el trabajo.

- Definir las causas y consecuencias de enfermedades, accidentes y fatalidades laborales en la explotación de la minería de carbón en Colombia.
- Evaluar los riesgos específicos para la seguridad y salud en el trabajo asociados a las diferentes etapas de la minería de carbón, desde la extracción hasta el procesamiento y transporte.

3. Justificación

El propósito de este proyecto de investigación es comprender la explotación y extracción de la minería de carbón en Colombia. Es importante considerar que la política de extracción de los recursos naturales no renovables de propiedad del Estado, debido a los múltiples e inevitables efectos que la minería tiene en los ámbitos ambiental, social, económico y cultural, Para abordar este macrosistema desde la perspectiva de un sistema complejo, la gran cantidad de minería ilegal que se ha venido generando en muchas regiones colombianas no puede mantenerse al margen de la disputa nacional y menos seguir desplegándose mediante la aprobación y traducción de normas sectoriales parciales, inconsistentes y opuestas. (Ley 685, 2001, pág. 31)

Para los procesos de la minería de carbón se realiza una a aprobación del Código de Minas, (Ley 685, 2001)“se mantiene en el país la tradición de presentar balances de la minería, respectivamente positivos, referidos únicamente a las cifras ordinarias de inversión extranjera, los impuestos, las regalías, las exportaciones e incluso la generación de empleo.

El sector privado tiene la responsabilidad de estudiar y establecer las reservas mineras, ya que su explotación está vinculada a la única coherencia de los beneficios de las compañías privadas sin considerar adecuadamente la rentabilidad pública económica, social y ambiental. El Código de Minas, sin embargo, establece que la minería es una actividad de interés social y de utilidad pública. (p.35).

En relación con la seguridad alimentaria, la autonomía territorial y la salud de los trabajadores y la comunidad, es posible establecer que las 15 toneladas de desechos mineros por cada tonelada de carbón extraída, que pretenden dejar los megaproyectos mineros a cielo abierto, deben ser evaluadas mediante métodos de contaminación de aguas, aire y suelos, Esto se debe a la contaminación con químicos tóxicos como los sulfatos, los metales pesados y los metaloides, como el arsénico, el plomo y el cromo, entre otros. La explotación del carbón puede hacer que elementos como el cobalto, el cobre, el cromo, el manganeso, el níquel y el plomo se vuelvan móviles, lo cual requiere una evaluación completa del impacto ambiental. (p.39,139).

La participación del (Decreto 2820, 2010 Art 15) establece que la intervención de las comunidades consiste en que se informe “a las comunidades el alcance del proyecto, con énfasis en los impactos y las medidas de manejo propuestas y valorar e incorporar en el Estudio de Impacto Ambiental, cuando se consideren pertinentes, los aportes recibidos durante este proceso” y a que se dé acatamiento al proceso de consulta previa con comunidades indígenas y negras tradicionales.

Las delimitaciones de la extracción y explotación del carbón pueden ser hasta de siglos, los materiales utilizados para la cimentación varían mucho según su delimitación cronológica; dependiendo de su ubicación en los Andes o en las llanuras del Cesar y La Guajira dentro de nuestra zona sociodemográfica colombiana, las edades oscilan entre 60 y 50 millones de años: Los depósitos aluviales antiguos del Tunjuelo o del río Frío en Tabio (Cundinamarca), cuya edad es de un millón de años, o materiales de arrastre muy recientes con edades menores a 1000 años (1×10^3 años), o incluso depósitos activos como los lechos de los ríos en el Piedemonte Llanero, cuya edad es de 100 a 10 millones de años, en cuanto al carbón, el proyecto del Cerrejón tiene previsto finalizar para el año 2034, lo que significa una duración total de 53 años. Por otro lado, el proyecto de Drummond La Loma-Pribbenow tiene una fecha de terminación, según la información del catastro minero colombiano., (Luis Jorge Garay Salamanca, 2014, págs. 122,132).

Por qué se investigó este problema, la investigación sobre la minería en Colombia teniendo en cuenta las problemáticas que representan para el país en cuanto a la contaminación que genera a causa de sus componentes de extracción, así mismo las problemáticas de las funciones realizadas por los trabajadores que representan riesgos para su salud y su vida, muchos de estos procesos de minería no cumplen con un proceso legal bajo los entes locales.

Se puntearon unos objetivos con el fin de dar a conocer la problemática sobre la minería en Colombia dar a conocer y mejorar las condiciones para la población, el medio ambiente y los trabajadores de la extracción minera de carbón.

En esta investigación no hay dato exacto de quienes ganan en cuanto a la extracción de minería ya que esta ha venido siendo durante muchas décadas también ilegal, se realizan investigaciones de la misma donde se puede definir que los principales beneficios de esta actividad son los entes encargados de la distribución de carbón que puede beneficiar a la poblaciones y empresas legales que produzcan trabajo a los campesinos.

Se dio a conocer qué gana cada uno con este proyecto teniendo en cuenta que hay poco conocimiento de los recursos naturales que pueden estar siendo afectados por la minería, adquirir conocimientos de los procesos de demanda que puede generar la extracción de carbón para el país y la población trabajadora que para algunos entes no es importante pero que se tiene que dar a conocer la importancia de esta labor ya que genera riesgos naturales y de la vida humana.

Las Instituciones sectores económicos pueden obtener ganancias que se generan bien sean para los entes o empresas encargadas de la minería, no solo a nivel nacional sino internacional dando a conocer la importancia de la minería en Colombia, cabe aclarar que la comunidad, no obtienen muchos beneficios porque la extracción de minería no genera empleos dignos, tampoco brindan una seguridad en cuanto a su vida por la contaminación de la misma generando riesgo de contaminación para la misma comunidad.

Se dio a conocer qué ganan los estudiantes en calidad de investigadores los conocimientos de la extracción y explotación de minería que son también usados en productos del hogares, pero no se tiene una información clara de su origen, los riesgos de

contaminación que el carbón produce para la humanidad generadora de enfermedades a largo y corto plazo para las personas que trabajan en la extracción de la minería y que también afecta la humanidad por la contaminación que se genera pero que se desconoce.

Para la especialización y demás es una ganancia obtener información y conocimientos para poder intervenir en los procesos de explotación de la minería de carbón, por el alto índice de contaminación de los recursos naturales, generar conciencia a los trabajadores y las comunidades la importancia de hacer intervenciones desde los procesos del SGSST para disminuir los factores que afectan la salud y la vida humana.

Las operaciones mineras a menudo requieren grandes extensiones de tierra, lo que puede llevar al desplazamiento de comunidades locales. Las personas que son desalojadas suelen ser aquellas que ya enfrentan condiciones de vulnerabilidad, y la pérdida de sus hogares y tierras agrícolas les limita el acceso a recursos y medios de vida.

La minería de carbón conlleva un alto riesgo de contaminación del aire, agua y suelo. Las comunidades cercanas a las minas, a menudo de bajos ingresos y minoritarias, son las más afectadas por enfermedades respiratorias, problemas de salud relacionados con la contaminación del agua y reducción de la calidad de vida. Esto perpetúa un ciclo de pobreza y enfermedad.

Las empresas mineras a menudo operan en un entorno donde los derechos de las comunidades locales no son respetados. Existen frecuentes violaciones de derechos humanos, incluyendo la represión de la protesta social, que afectan desproporcionadamente a las comunidades más vulnerables. Esto crea un clima de miedo y opresión que dificulta cualquier intento de organización para la defensa de sus derechos. Las comunidades afectadas a menudo carecen de voz en las decisiones que impactan sus vidas. Las políticas

de minería son frecuentemente dictadas por intereses económicos o políticos, sin consultar a quienes realmente se ven perjudicados por estas decisiones. Esto profundiza la exclusión y la falta de justicia social.

4. Marco de referencia

4.1 Marco teórico

Se han creado diversas opciones para la exploración y explotación de los recursos naturales de Colombia debido a su gran diversidad minera y abundancia, como, por ejemplo:

Minería a cielo abierto entendidas como ciertas actividades y operaciones desarrolladas en superficie. Debido a los materiales químicos y tóxicos que se emplean en su ejecución, esta actividad industrial es perjudicial para el medio ambiente y provoca enfermedades respiratorias y gastrointestinales. Además, cuando los yacimientos aparecen en superficie, es muy rentable. Las técnicas de explotación incluyen la extracción en seco, la explotación por vía húmeda, la minería submarina de profundidad y las explotaciones ubicadas en la plataforma continental. La medida de explotación, que resulta en el agotamiento del mineral, ha sido determinada como insostenible. (ANTIOQUIA, 2007, pág. 21)

Minería a granel: Este es un método de minería que implica extraer una gran cantidad de material de alta ley. Cualquier método mecanizado de minería a gran escala que requiera una reducción del personal y la eliminación de miles de toneladas al día. (pág. 21)

Minería subterránea: Cuando la extracción a cielo abierto no es factible por razones sociales, económicas o ambientales, se llevan a cabo actividades y operaciones desarrolladas bajo tierra que incluyen la extracción y el transporte de materias primas depositadas debajo de la tierra. Para este tipo de minería se emplean galerías, túneles, pozos y chimeneas. Las minas de montaña son las que están por encima, mientras que las que están por debajo del nivel del fondo del valle requieren la excavación de pozos. Su profundidad de extracción oscila entre unos pocos metros y más de 4 mil kilómetros, y se lleva a cabo en áreas remotas de las ciudades, en el fondo oceánico y en las montañas. (pág. 21)

Minería subterránea a nivel: Las minas se emplean con frecuencia desde una chimenea de acceso y se establecen niveles a intervalos regulares, con una separación de 50 metros o más. También se pueden utilizar rampas de acceso que conectan varios niveles. (pág. 21)

Minería subterránea de trabajo antiguo: Trabajo minero antiguo que ha sido abandonado, donde su sección ha colapsado e incluso se ha sellado su acceso. Para los trabajos activos, los trabajos antiguos son una amenaza, especialmente si están llenos de agua y su ubicación es incierta. (pág. 21)

Minería aluvial: Las operaciones y actividades mineras llevadas a cabo en las orillas o en los cauces de los ríos, con la particularidad de que los minerales se encuentran

disueltos junto con la arena y la grava. En este tipo de explotación, el mineral se libera de su roca circundante o encajadora por el mismo proceso natural que produce su concentración. Además de facilitar la recuperación con maquinaria sencilla y el proceso de explotación. Para la extracción de materiales y minerales en terrazas aluviales, también se utilizan métodos de minería aluvial. (pág. 21)

Minería de subsistencia: Minería creada por individuos naturales que emplean su fuerza laboral para extraer algún mineral con métodos rudimentarios y que, en compañía de algún familiar o de otras personas, obtienen ingresos para su subsistencia. La explotación de pequeña minería de aluvión, también conocida como barequeo, y la extracción ocasionalmente de arcillas y materiales de construcción se denominan de esta manera. La posibilidad de ganar mucho dinero, conocida como la “fiebre de oro”, es uno de los principales atractivos que impulsan a las personas a entrar en este sector. En esta minería se emplean técnicas sencillas que exigen un mayor esfuerzo físico de los trabajadores, lo que reduce su productividad debido al hecho de que su eficacia es baja. (pág. 21)

Minería formal: Se compone de diferentes unidades de explotación que son operadas por compañías legalmente establecidas. Los gobiernos prefieren este tipo de minería porque ofrece todas las oportunidades de formalizar la actividad, realizan un gran esfuerzo y reciben todos los beneficios para certificarlos, lo que les permite obtener su título minero. (pág. 21)

Minería informal: Se compone de pequeñas y medianas unidades de explotación de propiedad individual, que no llevan registros contables. A pesar de que estos procedimientos incluyen todas las características y procedimientos de la minería ilegal, los que los realizan han tomado conciencia y han iniciado un nuevo camino hacia la legalidad. Además, su actividad se lleva a cabo en áreas autorizadas para la extracción y la exploración.

Minería legal: Según el Código de Minas, el derecho a explorar y explotar el suelo y el subsuelo mineros de propiedad nacional se otorga mediante un título minero, un acto administrativo escrito. El título minero deberá estar inscrito en el Registro Minero Nacional.

Según la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (2009), esta actividad ha evolucionado y se ha modernizado para adaptarse a los desafíos que han surgido para obtener diversos materiales, como combustibles, minerales industriales, metales y materiales de construcción. En el año 2011, Colombia produciría aproximadamente 90 millones de toneladas de carbón según las proyecciones, lo que la convierte en el quinto país productor del mundo después de Indonesia, Australia, Rusia y Sudáfrica.

Es fundamental considerar que Colombia produce carbón térmico y metalúrgico. El carbón térmico es un combustible; se quema para generar vapor de agua, que se utiliza después para generar electricidad.

Desde el año 2012, este tipo de carbón ha sido exportado en su mayor parte y ha representado más del 90% de la producción del país. Para el consumo interno de Colombia, los departamentos del interior del país suministran el 8% de la producción. Colombia, por otro lado, produce carbón metalúrgico, que se utiliza principalmente como reductor químico en ciertos procesos industriales. (pág. 21)

El acero se fabrica a partir del carbón metalúrgico. La mayor parte del carbón metalúrgico en Colombia es exportado o transformado en coque y luego exportado. El valor del carbón está directamente relacionado con sus diversas características, en particular con sus propiedades térmicas. El carbón colombiano es considerado de alta calidad debido a esta característica, ya que el mineral explotado en La Guajira y Cesar tiene valores que oscilan entre la 6.600 y 7.100 cal/kg.

Debido a las transformaciones que se producen en los territorios donde se produce, la minería y otras fases del proceso del carbón tienen grandes efectos ambientales. Por lo tanto, la región minera ha sido clasificada como área fuente de contaminación debido a la emisión de partículas a la atmósfera que, en varias partes, superan los niveles permitidos por las normas. El daño al medio ambiente que genera la extracción de carbón, se da principalmente por la conversión provisional de grandes zonas de suelo, lo cual conlleva a la erosión del suelo, la contaminación por ruido y polución del agua, así como impactos en la biodiversidad. (Lisbey Tatiana Acevedo, Sandra Milena Carrillo, 2016), De igual forma la atmosfera, también se ve afectada por la combustión del carbón, la cual origina residuos que pasan al ambiente como los óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono,

partículas de hidrocarburos, y vapor de agua, los cuales es necesario que sean absorbidos por la naturaleza, para no generarle impactos ambientales.

En Cerrejón, una de las minas de carbón más grandes del mundo, la extracción de carbón térmico en La Guajira cumple con las normas relacionadas con la seguridad, la salud, el medio ambiente y el respeto a los derechos humanos. El propósito es disminuir el impacto en la población y el medio ambiente y proporcionar al mercado global la calidad que los clientes requieren, se llevan a cabo varios procesos fundamentales, como:

- ✓ Exploración y extracción: Se descubren y extraen grandes cantidades de carbón térmico de la superficie terrestre. Para acceder a los depósitos de carbón, las capas de roca y tierra se eliminan.
- ✓ Trituración y Lavado: Antes de ser transportado, el carbón extraído se tritura y lava para eliminar impurezas y mejorar su calidad.
- ✓ Transporte: Un sistema ferroviario automatizado transporta el carbón desde la mina hasta Puerto Bolívar. Este recorrido dura alrededor de cuatro horas.
- ✓ Embarque y Exportación: El carbón se transporta y exporta a mercados globales desde Puerto Bolívar.

Debido a los efectos sociales y ambientales que ha tenido, los grupos ambientalistas y las comunidades locales han criticado la explotación de la mina de Cerrejón. Las personas que residen cerca del yacimiento sufren diversas afecciones, como tos seca, ardor en los ojos, visión borrosa y dolores de cabeza, debido a la actividad minera que se lleva a cabo

las 24 horas del día durante toda la semana y al uso de máquinas pesadas y explosivos. En las casas, las explosiones causan temblores y liberan partículas de carbón al aire, al agua y al suelo.

Además de desviar y utilizar una gran cantidad de arroyos y afluentes, la empresa contamina los recursos acuíferos al arrojar agua contaminada con productos químicos y metales pesados.

4.2 Marco legal

Leyes:

- ✓ Ley 2250 de 2022 (julio 11) congreso de la república de Colombia. No. 52.092 del diario oficial, 11 de julio de 2022. «por medio del cual se establece un marco jurídico especial en materia de legalización y formalización minera, así como para su financiamiento, comercialización y se establece una normatividad especial en materia ambiental».
- ✓ Ley 685 de 2001 (agosto 15) congreso de la república de Colombia. diario oficial no. 44.545, de 8 de septiembre de 2001. «por la cual se expide el código de minas y se dictan otras disposiciones».

Resoluciones:

- ✓ Resolución 40209 del 10 junio del 2022 “por medio de la cual se actualiza la política nacional de seguridad minera”. El viceministro encargado de las funciones del empleo del ministro de minas y energía es el viceministro de energía.
- ✓ Resolución no. 723 del 23 noviembre 2021 “por medio de la cual se adoptan las tablas de retención documental trd de la agencia nacional de minería”. el vicepresidente administrativo y financiero de la agencia nacional de minería – anm.
- ✓ Resolución no. 34 del 18 enero 2021 “por medio de la cual adopta el manual específico de funciones y competencias laborales para los empleos de la planta de personal de la agencia nacional de minería”. el vicepresidente administrativo y financiero (e) de la agencia nacional de minería.
- ✓ Resolución 422 de 8 de junio 2016 “Por el medio en la cual se establece el procedimiento para la terminación de la aprobación del subcontrato de formalización minera”

5. Metodología

5.1 Enfoque y alcance de la investigación

Para el desarrollo de esta monografía, se ha seleccionado una metodología con enfoque cuantitativo, De acuerdo con (Hernández, 2010) El método cuantitativo se basa en la medición numérica y el análisis estadístico, se utiliza para probar teorías y establecer patrones de comportamiento. La investigación es de tipo explicativo. El abordaje de las razones por las cuales se produce un fenómeno o hecho específico es su objetivo, Según (Sampieri, 2010) “Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos,

fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables” (p. 84). La investigación tiene como objetivo los trabajadores de la minería de carbón en Colombia, así como el sistema de gestión de la salud y la seguridad en el lugar de trabajo, en los departamentos de la Guajira, Boyacá, Antioquia, y Cundinamarca, donde se llevan a cabo actividades de minería a cielo abierto y en las compañías autorizadas para extraer el carbón.

La bibliografía se basa en información documental, fundamentada a través de instrumentos existentes y una selección apropiada de material para estudio, esto permite una investigación, recopilación, interpretación para plantear nuevos documentos (Muguira, 2023); por ello se realizó una revisión en información suministrada de la Federación de Aseguradores Colombianos Fasecolda y ministerio de minas con el fin de poder identificar la problemática del sistema de gestión de seguridad y salud de los trabajadores en la minería de carbón en Colombia, (Ruedas, 2014).

5.2 Descripción de la estrategia de búsqueda

La presente monografía se basa en un proceso de recolección de información del tema relacionado con la explotación de minería de carbón y riesgos laborales en Colombia; para este propósito se utilizó varias fuentes de búsqueda de la base de datos de la biblioteca de la universidad UNIMINUTO, donde se incluyó documentos científicos de artículos y revistas de los años 2011-2024. Entre las bases de datos disponibles se utilizaron:

Scopus:

mining AND Coal AND Colombia, AND occupational OR risks AND respiratory OR diseases. [Biblioteca UNIMINUTO](#)

ScienceDirect:

minería de carbón y riesgos laborales. [Biblioteca UNIMINUTO](#)

Dialnet plus:

minería de carbón en Colombia. [Biblioteca UNIMINUTO](#)

Los criterios de selección considerados para este estudio fueron temas relacionados con la explotación de minería de carbón y riesgos laborales en Colombia, normatividad de la minería, se analizaron artículos originales, estudios, investigaciones con un período de publicación de 10 años, priorizando aquellos con metodologías rigurosas y resultados confiables.

5.3 Instrumentos

Para llevar a cabo esta investigación se hace uso de un instrumento específico de documentación a través de instrumentos confiables basado en artículos, revistas y desde la biblioteca de la universidad UNIMINUTO basada en revisión literaria en Scopus 2024, ScienceDirect, Dialnet plus y cifras estadísticas de las bases de ministerio de minas y Fasesolda, que permite la recolección y clasificación de información relevante sobre la minería de carbón en Colombia, la seguridad salud de los trabajadores identificando la

problemática dentro de la matriz de información, para en análisis de artículos y revistas buscando dar cumplimiento a cada uno de los objetivos planteados inicialmente.

Se utiliza una técnica de clasificación documental para obtener y registrar organizadamente en la matriz metodológica de investigación tomando como ejemplo a (Suing, 2011), basado en artículos de datos confiables para su descripción y análisis durante el proyecto con técnicas de recolección como:

- ✓ Revisión de documentos: leyes, reglamentos, informes técnicos, estudios científicos.
- ✓ Análisis de datos estadísticos: accidentes laborales, enfermedades ocupacionales, indicadores de salud.

Tabla 1

Matriz

Titulo	Instrumentos art, revistas ley, etc.	Base de datos	Autor	Año	Metodologia cuantitativa, cualitativa, transversal etc.	Objetivos	Palabras claves	Área Temática	Fuente
--------	--	---------------------	-------	-----	---	-----------	--------------------	------------------	--------

5.4 Procedimientos.

1. Hacer lecturas preliminares de distintas bases de datos de fuentes confiables sobre la minería de carbón en Colombia.

2. Leer artículos, libros, revistas, extraer notas claras, breves e importantes de la minería de carbón en Colombia se realizará filtración de cada artículo para obtener un resumen analítico.
3. Ingresar a páginas de revistas empresariales donde nos podamos basar en las problemáticas y consecuencias de la minería de carbón.
4. Hacer resumen de cada documento extrayendo la información más importante que nos lleve al cumplimiento de los objetivos.
5. Ensamblar la ecuación de búsqueda.
6. Se organizarán y analizarán los datos recolectados utilizando técnicas cuantitativas.
7. Se identificarán patrones, tendencias y relaciones entre los diferentes tipos de datos.
8. Se elaborarán tablas, gráficos y otros recursos visuales para presentar los resultados.

5.5 Análisis de información.

Para el análisis de la información es necesario realizar recolección del tipo de información necesaria de bases confiables y fuentes de información que permitan analizar la población objetiva al igual que realizar una lectura detallada de los artículos, revistas y fuentes de búsqueda limitada de los últimos 10 años recopilando información de autores que identifiquen la problemática de la minería de carbón en Colombia y poder dar cumplimiento a los objetivos específicos.

Para una información necesaria se realiza un estudio Cuantitativo aplicado a una metodología investigativa basada en revisiones literarias para extraer ideas, percepciones e identificar las variables potencialmente importantes donde podamos identificar los factores

positivos y negativos en la investigación, se realizará una matriz de información en base de Excel donde se incluirá información investigativa.

5.6 Consideraciones éticas

Para continuar con la proyección propuesta por la dirección de investigación de UNIMINUTO la extracción de carbón en Colombia y la seguridad y salud en los trabajadores, se utilizan diversas bases investigativas previamente realizadas, las cuales nos permiten ampliar el conocimiento sobre el tema mencionado anteriormente. Esto genera bases que faciliten procesos a los profesionales que se integren a la comunidad académica en el ámbito de la seguridad y salud en el trabajo.

El respeto de la propiedad intelectual es importante para los registros y publicaciones científicas, por lo que se considerarán todos los permisos que se soliciten, teniendo en cuenta que se encontrarán en las páginas de donde se ha descargado el material.

Se deberá presentar por escrito la solicitud de permiso del autor, se esperará un tiempo para recibir la respuesta y, por último, se realizará la citación o referencia adecuada de la bibliografía consultada en el documento principal.

6. Cronograma

Tabla 2

Cronograma de actividades

#	ACTIVIDAD	TIEMPO (MESES)		PRODUCTO
		DESDE	HASTA	
FASE 1				
1	Conformación equipo de trabajo	01/04/2024	03/04/2024	Equipo de trabajo
1,1	Ante Proyecto	03/04/2024	06/04/2024	Aprobación del tema
1,2	Justificación	06/04/2024	07/04/2024	Elaboración justificación
FASE 2				
2	Objetivos	07/04/2024	08/04/2024	Documento de avances
2,1	Objetivo general	09/04/2024	10/04/2024	Documento de avances
2,2	Objetivos específicos	11/04/2024	13/04/2024	Documento de avances
FASE 3				
3	Marco referencia	08/04/2024	08/04/2024	Documento avances
3,1	Marco teórico	08/04/2024	09/04/2024	Documentos avances
3,2	Marco legal	08/04/2024	09/04/2024	Documentos avances
FASE 4				
4	Metodología	09/04/2024	15/04/2024	Documento Investigación
4,1	Enfoque	09/04/2024	15/04/2024	profunda Descripción
4,2	Alcance	09/04/2024	15/04/2024	estrategia de búsqueda
FASE 5				
5	Diseño metodológico	16/04/2024	20/04/2024	Documentos de avances

5,1	Instrumentos	16/04/2024	20/04/2024	Investigaciones portal web
5,2	procedimientos	16/04/2024	20/04/2024	Lecturas artículos, revistas
FASE 6				
6	Análisis de información	22/04/2024	01/05/2024	Análisis estadístico
6,1	Consideraciones éticas	22/04/2024	01/05/2024	Éticas definidas
6,2	Referencias	22/04/2024	01/05/2024	Fuentes incluidas
Fase 7				
7.1	Instrumentos de recolección de información	07/05/2024	21/05/2024	Recolección de información
7.2	Presentación de resultados y discusión	12/06/2024	25/06/2024	Análisis de búsqueda
7.3	Presentación de conclusiones y recomendaciones	26/06/2024	09/07/2024	Documento avances
7.4	Socialización proyecto de investigación	27/07/2024	10/08/2024	Revisión de proyecto

NOTA. Fuente: El autor.

Comentado [JF1]: Revisar formato APA

7. Resultados y discusión

Para obtener datos y estadísticas sobre la problemática de la minería en Colombia, se extraen y recopilan datos de fuentes consultadas sobre el impacto de la minería de carbón a los trabajadores, en cuanto a accidentalidad y enfermedades. Según los datos estadísticos del ministerio de minas y energía, durante los últimos 10 años la minería de carbón ha tenido un impacto en cuanto a los factores de riesgo químico debido al alto índice

de enfermedades pulmonares, en los años 2010 y 2011 se registraron altas cifras de siniestralidad en la minería con 173 fatalidades en el 2010 y 127 en el 2011.

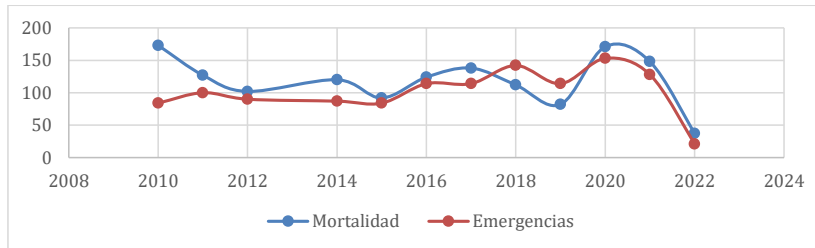
La Política Nacional de Seguridad Minera fue creada y aprobada por el ministerio mediante la Resolución 18-1467 con el objetivo de que en el año 2024 no se registren muertes en minería y que los accidentes disminuyan en un 10% cada año en comparación a años anteriores, se debe establecer y dar cumplimiento al SG-SST para lograr disminuir los altos índices de accidentes, enfermedades y mortalidad en los trabajadores de minería de carbón a cielo abierto.

El sistema de vigilancia epidemiológica debe realizar intervenciones a las organizaciones y entes encargados de la minería para poder establecer control por el alto índice de enfermedades respiratorias que han sido generadoras de cáncer de pulmón llamado pulmón negro, durante la investigación se espera que para el 2024 los trabajadores tengan las condiciones laborales adecuadas para mitigar las muertes por minería.

Durante los últimos 30 años, la minería ha tomado un rumbo de pasar a minería legal esto dado a las investigaciones e intervenciones realizadas por los entes territoriales, ministerio de minas, Fasecolda etc. Con fin de realizar intervenciones en las empresas dando a conocer a los macro y micro empresarios la importancia del cumplimiento legal del SG-SST y el SVE dentro de las organizaciones, esto teniendo en cuenta el alto índice de enfermedades que se presentan en dos de las organizaciones más grandes de minería a cielo abierto como el Cerrejón y Drummond las cuales tienen mayor índice de accidentes, enfermedades y mortalidad sin dejar a un lado los departamentos que realizan esta actividad de minería siendo la guajira y Boyacá, los que más preocupan a los entes encargados de intervenir y controlar la minería en Colombia.

Figura 1

Mortalidad y Emergencias

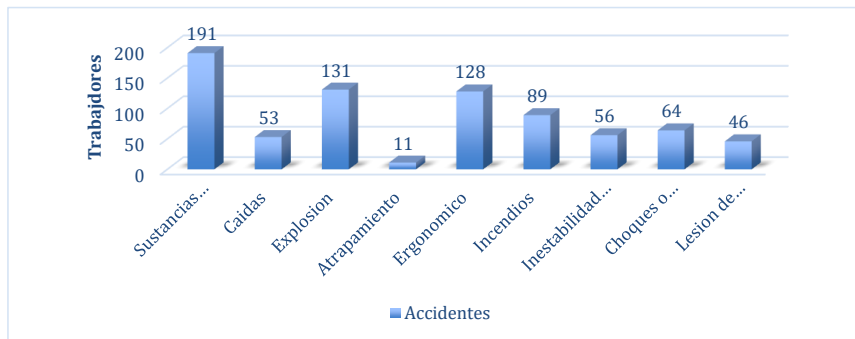


NOTA. Fuente: El autor.

Según la figura 1, el año 2020 registró la mayor accidentalidad y siniestralidad, con 153 emergencias y 171 muertes. Entre el 2011 y el 2022, se han producido 1.322 accidentes y 1.516 fallecimientos.

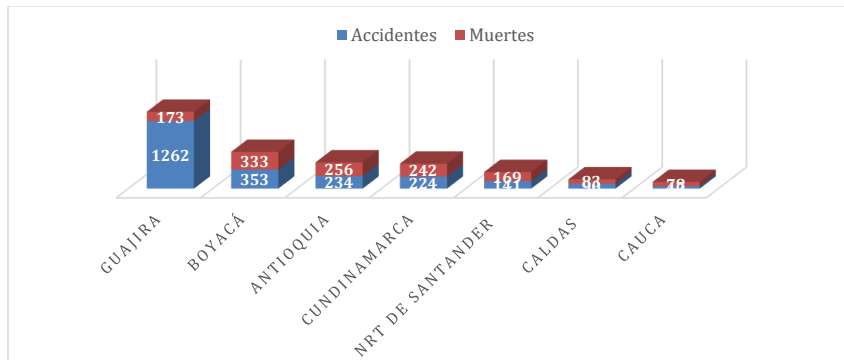
Figura 2

Accidentalidad



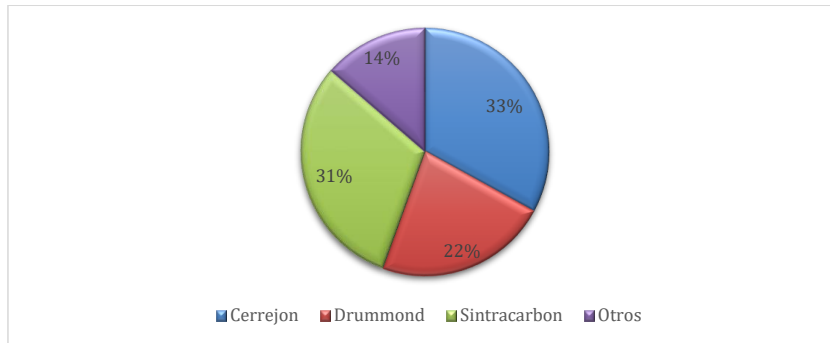
NOTA. Fuente: El autor.

Las cifras obtenidas de los accidentes en la minería de carbón a cielo abierto dentro del territorio nacional, se relacionan con la atmosfera contaminada por (químicos sílice), las explosiones y el riesgo ergonómico por el manejo de maquinaria pesada para la extracción del carbón.

Figura 3*Departamentos con mayor accidentalidad y fatalidad**NOTA.* Fuente: El autor.

Los tres departamentos (Guajira, Boyacá, Antioquia y Cundinamarca) con mayor accidentalidad y siniestralidad entre el año 2011 y 2022 se muestran en la figura 3. Con 1262 accidentes y 173 muertes, Guajira tiene la mayor accidentalidad y mortalidad, mientras que Boyacá sigue con 353 (29,1 %) y 333 (25,5 %) muertes. En Antioquia se registran 234 (19,3 %) accidentes y 256 muertes (19,6 %). Finalmente, Cundinamarca se encuentra con 242 muertes (18,5 %) y 224 (18,4 %) accidentes. (Ministerio del Trabajo, 2022).

Figura 4*Afiliación al sistema de riesgos laborales*



NOTA. Fuente: El autor.

Dentro de la figura 4 podemos identificar que la empresa con mayor afiliación sistema de riesgos laborales en minería de carbón es el cerrejón con 5.884 (33%), Sintra carbón con 5.500 (31%) y Drummond con 4.028 (22%) según los datos estadísticos de ministerio de minas y Fasescolda.

Tabla 3

Enfermedades

Enfermedades a causa de la minería de carbón		
	Cerrejón	Drummond
Total, trabajadores afectados	800	300
Neumoconiosis	X	X
Antracosis pulmonar		X
Artrosis	X	X
Sordera	X	X
Osteo-musculares	X	X
Hernia discal	X	X
Lumbalgias	X	X
Túnel carpiano	X	X
Manguito rotador	X	X
Estrés	X	X
Asma	X	X

NOTA. Fuente: El autor.

La tabla anterior permite identificar las enfermedades que se presentan a causa de la minería de carbón en dos de las empresas más grandes de minería a cielo abierto, según cifras estadísticas de grandes empresarios, ministerio de minas y Fasecolda el Cerrejón tiene 800 trabajadores que presentan enfermedades laborales al igual que la empresa Drummond con 300, siendo las dos empresas con más tasa de enfermedades a causa de la minería de carbón por fallas en el SG-SST lo que indica que se deben realizar intervenciones para reducir riesgos de accidentalidad, enfermedad y mortalidad en los trabajadores.

Concluyendo los resultados obtenidos se evidencia que el comportamiento empresarial con respecto al diseño e implementación de políticas en seguridad y salud en el trabajo en la minería de carbón a cielo abierto en Colombia, este estudio muestra que el comportamiento empresarial al respecto no ha tenido avances significativos para prevenir los accidentes y enfermedades laborales en los trabajadores que están expuestos a los riesgos de la minería, una de las particularidades de la minería del carbón a gran escala en Colombia es la edad temprana en la que se vinculan laboralmente en la minería causando con los años enfermedades crónicas que pueden causar la muerte.

Comentado [JF2]: Revisar redacción

Comentado [JF3]: ¿Es conclusión?

8. Conclusiones

La revisión de la última década revela un panorama preocupante sobre el impacto de la minería de carbón a cielo abierto en la seguridad y salud de los trabajadores colombianos. Se identificaron riesgos significativos en todas las etapas del proceso minero, desde la extracción hasta el transporte, incluyendo:

- **Accidentes de trabajo:** Colapsos de túneles, derrumbes, explosiones, caídas de altura y atrapamiento de maquinaria, causados por condiciones precarias de infraestructura, falta de capacitación y medidas de seguridad inadecuadas; para reducir los peligros y prevenir los accidentes en una mina de carbón, es necesario un enfoque completo que incluya: medidas preventivas fundamentales, que se dividan en responsabilidades de empleadores y trabajadores, el cumplimiento de la normativa del sector minero y el uso de tecnología avanzada, con el fin de asegurar protección y un ambiente laboral seguro y saludable para los mineros.
- **Enfermedades ocupacionales:** Enfermedades pulmonares como neumoconiosis (polvo negro) y silicosis, enfermedades cardíacas por exposición prolongada a polvo de carbón y sílice, y trastornos musculoesqueléticos y auditivos debido al esfuerzo físico repetitivo y la exposición a ruido excesivo. Es importante que los trabajadores reciban capacitaciones sobre las medidas de seguridad a seguir en su trabajo diario y sobre el uso adecuado de los equipos de protección personal. Además, se deben establecer protocolos de emergencia en situaciones peligrosas o accidentales. Así como, asegurar a los trabajadores de enfermedades potenciales, la implementación de medidas de protección personal fomenta un ambiente de trabajo saludable y seguro. Esto ayuda a disminuir los costos relacionados con enfermedades y accidentes laborales y aumenta la productividad.
- **Condiciones de trabajo precarias:** Jornadas laborales extensas, ambientes insalubres, falta de acceso a agua potable y saneamiento básico, y exposición a agentes químicos y biológicos, que deterioran la salud física y mental de los trabajadores. Para mejorar las condiciones de trabajo, obtener un contrato laboral, realizar los

aportes a la seguridad social y acceder a planes, programas, capacitaciones y talleres para asegurar la seguridad y salud en el trabajo, es fundamental fomentar la asociación de los trabajadores con la ayuda de las autoridades locales, desde la perspectiva de trabajo decente.

✓ Clasificación de Investigaciones

Se analizaron y categorizaron las investigaciones recopiladas según su enfoque metodológico, tipo de estudio, población objetivo y temáticas abordadas. Se elaboraron matrices de clasificación registrando características de cada investigación, incluyendo autor, título, año de publicación, metodología, población de estudio, variables analizadas y principales hallazgos. Predominan estudios cuantitativos descriptivos y transversales, realizados en poblaciones de mineros en diversas regiones de Colombia. La prevalencia de riesgos laborales, las condiciones de salud de los trabajadores y la relación entre exposición a riesgos y enfermedades ocupacionales son los temas más estudiados.

✓ Causas y Consecuencias

Se descubrieron las principales causas y efectos de la explotación de la minería de carbón en la salud y la seguridad laboral en Colombia. Se analizaron los resultados de las investigaciones recopiladas, identificando patrones recurrentes y triangulando la información con datos de entidades gubernamentales y organizaciones no gubernamentales. Las principales causas de los problemas de seguridad y salud en la minería de carbón en Colombia se asocian a:

- **Laboral:** Altos índices de informalidad, contratación temporal, falta de acceso a la seguridad social y bajos salarios, limitando la prevención y atención en salud.
- **Condiciones de trabajo precarias:** Infraestructura insegura, falta de equipos de protección personal adecuados, ventilación inadecuada y exposición a agentes nocivos.
- **Deficiencias en la gestión del riesgo:** Falta de programas de seguridad y salud en el trabajo, inadecuada evaluación y control de riesgos, capacitación insuficiente y debilidades en la vigilancia de la salud.
- **Factores socioeconómicos:** Niveles educativos bajos, limitado acceso a servicios de salud, condiciones de vivienda precarias y estilos de vida poco saludables.

Las consecuencias de estas problemáticas son graves y multidimensionales, afectando tanto la salud individual de los trabajadores como la salud pública y el desarrollo social del país, incluyendo el incremento en accidentes de trabajo, enfermedades ocupacionales y muertes relacionadas con la actividad minera. Disminución de la capacidad física y mental para el trabajo y las actividades cotidianas, impacto negativo en las relaciones familiares y sociales, y aumento del estrés y la ansiedad. Gastos adicionales en atención médica, pérdida de productividad y afectación del bienestar social.

✓ Evaluación de Riesgos Específicos

Se evaluaron los riesgos específicos para la seguridad y salud en el trabajo asociados a las diferentes etapas de la minería de carbón, desde la extracción hasta el procesamiento y

transporte, por medio de la recopilación de datos importantes y documentos relevantes que vinculan a los trabajadores de la minería de carbón en Colombia, así como el sistema de gestión de la salud y la seguridad en el lugar de trabajo, en los departamentos de la Guajira, Boyacá, Antioquia, y Cundinamarca.

Así mismo, se analizaron las tareas y actividades desarrolladas en cada etapa del proceso minero, identificando los peligros y riesgos asociados a cada una de ellas y se consideraron factores como la exposición a agentes físicos, químicos y biológicos, la ergonomía del trabajo, la carga física y mental, y la organización del trabajo.

Se identificaron riesgos significativos en todas las etapas de la minería de carbón, con particular énfasis en: Colapsos de túneles, derrumbes, explosiones, caídas de altura, atrapamiento de maquinaria, exposición a polvo de carbón y sílice, ruido excesivo, vibraciones y jornadas laborales extensas. Exposición a polvo de carbón y sílice, humos y gases tóxicos, ruido excesivo, vibraciones, riesgo de incendios y explosiones, y contacto con sustancias químicas peligrosas. Riesgo de accidentes de tránsito, exposición a polvo de carbón y sílice, ruido excesivo, vibraciones, jornadas laborales extensas y condiciones de trabajo precarias en los vehículos de transporte.

8. Recomendaciones

Se recomienda a futuros estudiantes que tengan interés en el tema que continúen estudiando el fenómeno de la seguridad y salud en el trabajo de la minería de carbón a cielo abierto, ya que dentro de un proyecto enriquecedor como el presentado en este documento

siempre se busca una mejora continua, las estrategias destinadas a prevenir, disminuir y mitigar el impacto de las enfermedades y los accidentes laborales, con especial atención a los que causan secuelas en los trabajadores, deben fortalecerse desde las instancias gubernamentales.

Por lo tanto, las compañías deben proporcionar a los trabajadores un tipo de capacitación y/o instrucción donde puedan conocer los efectos en la salud, las prácticas de trabajo seguras y el equipo de protección adecuado; los trabajadores deberán incrementar sus acciones de cuidado apoyando las actividades que ejecute el empleador para disminuir significativamente los riesgos.

En cuanto a la accidentalidad laboral, es crucial enfocarse en el tipo de riesgo mecánico que puede surgir en toda actividad que involucre el uso de herramientas manuales (motorizadas o no), maquinaria (fresadoras, lijadoras, tornos, taladros, prensas), manipulación de vehículos y el uso de dispositivos de elevación (grúas, puentes grúa); esto buscando la implementación de un sistema de control y vigilancia que vele por el buen uso de los implementos de trabajo.

A partir de los hallazgos de esta investigación, se formulan las siguientes recomendaciones para mitigar el impacto de la minería de carbón a cielo abierto en la seguridad y salud en el trabajo en Colombia:

- Implementar y hacer cumplir regulaciones más estrictas en materia de seguridad y salud en el trabajo en la minería de carbón, con énfasis en la prevención de riesgos, la protección de la salud de los trabajadores y la promoción de condiciones de trabajo dignas.

- Implementar programas de seguridad y salud en el trabajo integrales y efectivos en todas las empresas mineras, que incluyan la identificación, evaluación y control de riesgos, la capacitación de los trabajadores, la vigilancia de la salud y la participación activa de los trabajadores y sus representantes.
- Combatir la informalidad laboral, garantizar el acceso a la seguridad social para todos los trabajadores, promover salarios justos y condiciones de trabajo dignas, y fortalecer la organización y representación sindical de los trabajadores.
- Invertir en la mejora de la infraestructura de las minas, la provisión de equipos de protección personal adecuados, la implementación de medidas de control ambiental para reducir la exposición a agentes nocivos, y la adecuación de las jornadas laborales y los turnos de trabajo.
- Implementar programas de vigilancia de la salud periódicos y completos para todos los trabajadores mineros, que incluyan exámenes médicos, evaluaciones de riesgos individuales y seguimiento de la salud a largo plazo.
- Apoyar investigaciones sobre los riesgos específicos para la seguridad y salud en el trabajo en la minería de carbón, y desarrollar programas de educación y capacitación para trabajadores, empleadores, inspectores de trabajo y otros actores relevantes.

La implementación de estas recomendaciones requiere un compromiso conjunto por parte del gobierno, las empresas mineras, los trabajadores y la sociedad civil en general.

Solo a través de un esfuerzo colectivo y sostenido será posible garantizar el trabajo decente y la protección de la salud de los trabajadores en la minería de carbón en Colombia.

9. Referencias bibliográficas

- Ander-Egg, Ezequiel Valle. (2013). *Universidad inca garcilazo de la vega*. Recuperado el 31 de 05 de 2024, de <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/590>
- ANTIOQUIA, I. U. (2007). *LA MINERIA EN COLOMBIA Y SU TRANSFORMACION A LA LEGALIDAD*. (D. E. GRAJALES, Editor) Recuperado el 31 de 05 de 2024, de <https://dspace.tdea.edu.co/bitstream/handle/tda/184/LA%20%20MINERIA%20EN%20%20COLOMBIA%20%20Y%20%20SU%20%20TRANSFORMACION%20%20A%20%20LA%20%20LEGALIDAD.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2009). *Guía para la explotación, mitigación y recuperación de canteras un compromiso con la comunidad y el medio ambiente* (Vol. I). Colombia. Recuperado el 31 de 05 de 2024, de <https://sie.car.gov.co/items/b6194e8e-db84-4f34-9978-9fa43bc9bea9>
- Decreto 2820. (2010 Art 15). Colombia. Recuperado el 31 de 05 de 2024, de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=45524>
- Decreto 539. (2022). *Por el cual se expide el Reglamento de Higiene y Seguridad en las Labores Mineras a Cielo Abierlo*. Colombia: MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Recuperado el 08 de 2024, de https://www.anm.gov.co/sites/default/files/decreto_539_del_8_de_abril_de_2022.pdf
- Gallo, O., & Pico, C. (2017). *LA SALUD LABORAL EN EL SECTOR MINERO*. Medellín: Escuela Nacional Sindical. Recuperado el 06 de 2024, de <file:///C:/Users/autorizaciones/Downloads/SST.ALC.Colombia.Gallo.pdf>
- Hendrix. (2008). Impactos en la salud y el ambiente por la extracción y el uso del carbón. *Ecologica*. Recuperado el 31 de 05 de 2024, de <https://ecologica.jornada.com.mx/2021/02/12/impactos-en-la-salud-y-el-ambiente-por-la-extraccion-y-el-uso-del-carbon-5026.html>
- Hernández, F. y. (2010). *Metodología cuantitativa*. Obtenido de https://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/eal/metodologia_cuantitativa.html

- Lara, A. R. (2020). *Neumoconiosis de los trabajadores del carbón*. University of Colorado. Recuperado el 31 de 05 de 2024, de <https://www.msmanuals.com/es-co/professional/trastornos-pulmonares/enfermedades-pulmonares-medioambientales/neumoconiosis-de-los-trabajadores-del-carb%C3%B3n>
- Ley 685. (2001). *DISPOSICIONES GENERALES*. Congreso de Colombia, COLOMBIA. Recuperado el 31 de 05 de 2024, de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=9202>
- Lisbey Tatiana Acevedo, Sandra Milena Carrillo. (2016). *La responsabilidad del Estado colombiano ante el daño ambiental generado por la explotación legal de carbón*. (U. Libre, Ed.) Recuperado el 31 de 05 de 2024, de <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/9678#:~:text=El%20da%C3%B1o%20al%20medio%20ambiente,como%20impactos%20en%20la%20biodiversidad>.
- Luis Jorge Garay Salamanca. (2014). *Minería en Colombia* (Vol. III). (c. g. nación, Ed.) Colombia. Recuperado el 31 de 05 de 2024, de https://redjusticiaambientalcolombia.files.wordpress.com/2014/08/libro-mineria_vol-iii_serie
- Ministerio de la Protección Social. (2015). Política Nacional de Prestación. Recuperado el 06 de 2024, de <https://www.minsalud.gov.co/Ministerio/Documents/Politica%20Nacional%20de%20Prestaci%C3%B3n%20de%20Servicios%20de%20Salud.pdf>
- Ministerio de minas , E. (2022). *Resolucion 40209*. Obtenido de <https://www.andi.com.co/Uploads/Resolucio%CC%81n-40209-de-2022.pdf>
- Muguirra, A. (2023). *Questionpro* . Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/tipos-de-investigacion-de-mercados/>
- Ortiz Coy , W. A., & Sanchez Gutierrez , L. (2011). *Caracterización Socio-Ambiental y Afectación en la Salud de los trabajadores de Minas de Carbón Artesanal e Ilegal En Colombia*. Recuperado el 2024, de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/26345/MD0587.pdf?sequence=1>
- Padilla, A. S. (2016). *Impactos en la salud y el ambiente por la extracción y el uso del carbón*. (I. C. México, Editor) Recuperado el 31 de 05 de 2024, de

<https://ecologica.jornada.com.mx/2021/02/12/impactos-en-la-salud-y-el-ambiente-por-la-extraccion-y-el-uso-del-carbon-5026.html>

Resolucion 40209. (2022). Por medio de la cual se actualiza la Política Nacional de Seguridad Minera. Colombia: MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA.

Recuperado el 2024, de <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Resolucion/30044784>

Ruedas, G. (2014). *La minería de carbón a gran escala en Colombia*. Bogotá: Friedrich-Ebert-Stiftung. Recuperado el 06 de 2024, de <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/kolumbien/11067.pdf>

Salamanca, L. J. (2013). *Minería en Colombia* (Vol. II). Colombia. Recuperado el 31 de 05 de 2024, de <https://justiciaambientalcolombia.org/wp-content/uploads/2014/01/mineria-en-colombia-contraloria-vol-ii.pdf>

Sampieri, R. H. (2010). *Metodología de la investigación* (5 ed.). Mexico. Recuperado el 31 de 05 de 2024, de <https://www.smujerescoahuila.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>

Suing, A. (2011). *Un ejemplo de matriz de metodología de investigación*. Obtenido de Academia: https://www.academia.edu/74745185/Un_ejemplo_de_matriz_de_metodolog%C3%ADa_de_investigaci%C3%B3n

ANEXOS

Figura 5


Matriz de metodología de investigación

A	B	C	D	E	F	G	H	I
TÍTULO	INSTRUMENTOS DE DATOS	ESTADO	AUTORES	AÑO	LINEA TECNOLÓGICA	OBJETIVOS	ALABRAS CLAVE	FUENTE
1. Evaluación del estado del medio ambiente de las minas de carbón en Colombia, con énfasis en el estudio de la contaminación del agua por el uso de agua en el proceso de explotación y en el uso de agua en el proceso de explotación y en el uso de agua en el proceso de explotación.	Artículo	Escopus	León, J. P., Pérez, L., Quintero, G., Montoya, J.	2011	Minería a cielo abierto	Establecer el estado actual del medio ambiente de las minas de carbón en Colombia, con énfasis en el estudio de la contaminación del agua por el uso de agua en el proceso de explotación y en el uso de agua en el proceso de explotación.	Minería de carbón; Estado de ambiente; Contaminación; Fuentes de contaminación; Minería a cielo abierto.	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924646011000116
2. La explotación de PNN en Colombia es una actividad que genera impactos ambientales y sociales. El presente artículo busca identificar los impactos ambientales y sociales de la explotación de PNN en Colombia, con énfasis en el estudio de la contaminación del agua por el uso de agua en el proceso de explotación y en el uso de agua en el proceso de explotación.	Artículo	Escopus	Quintero, G., Pérez, L., Quintero, G., Montoya, J.	2010	Estudio transversal	Establecer el estado actual del medio ambiente de las minas de carbón en Colombia, con énfasis en el estudio de la contaminación del agua por el uso de agua en el proceso de explotación y en el uso de agua en el proceso de explotación.	Minería de carbón; Minería a cielo abierto; Impactos ambientales; Minería a cielo abierto.	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924646010000116
3. El estudio de la contaminación del agua por el uso de agua en el proceso de explotación y en el uso de agua en el proceso de explotación.	Artículo	Escopus	Pérez, L., Quintero, G., Montoya, J.	2010	Estudio transversal	Establecer el estado actual del medio ambiente de las minas de carbón en Colombia, con énfasis en el estudio de la contaminación del agua por el uso de agua en el proceso de explotación y en el uso de agua en el proceso de explotación.	Minería de carbón; Minería a cielo abierto; Impactos ambientales; Minería a cielo abierto.	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924646010000116
4. El estudio de la contaminación del agua por el uso de agua en el proceso de explotación y en el uso de agua en el proceso de explotación.	Artículo	Escopus	Pérez, L., Quintero, G., Montoya, J.	2010	Estudio transversal	Establecer el estado actual del medio ambiente de las minas de carbón en Colombia, con énfasis en el estudio de la contaminación del agua por el uso de agua en el proceso de explotación y en el uso de agua en el proceso de explotación.	Minería de carbón; Minería a cielo abierto; Impactos ambientales; Minería a cielo abierto.	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924646010000116
5. El estudio de la contaminación del agua por el uso de agua en el proceso de explotación y en el uso de agua en el proceso de explotación.	Artículo	Escopus	Pérez, L., Quintero, G., Montoya, J.	2010	Estudio transversal	Establecer el estado actual del medio ambiente de las minas de carbón en Colombia, con énfasis en el estudio de la contaminación del agua por el uso de agua en el proceso de explotación y en el uso de agua en el proceso de explotación.	Minería de carbón; Minería a cielo abierto; Impactos ambientales; Minería a cielo abierto.	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924646010000116
6. El estudio de la contaminación del agua por el uso de agua en el proceso de explotación y en el uso de agua en el proceso de explotación.	Artículo	Escopus	Pérez, L., Quintero, G., Montoya, J.	2010	Estudio transversal	Establecer el estado actual del medio ambiente de las minas de carbón en Colombia, con énfasis en el estudio de la contaminación del agua por el uso de agua en el proceso de explotación y en el uso de agua en el proceso de explotación.	Minería de carbón; Minería a cielo abierto; Impactos ambientales; Minería a cielo abierto.	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924646010000116
7. El estudio de la contaminación del agua por el uso de agua en el proceso de explotación y en el uso de agua en el proceso de explotación.	Artículo	Escopus	Pérez, L., Quintero, G., Montoya, J.	2010	Estudio transversal	Establecer el estado actual del medio ambiente de las minas de carbón en Colombia, con énfasis en el estudio de la contaminación del agua por el uso de agua en el proceso de explotación y en el uso de agua en el proceso de explotación.	Minería de carbón; Minería a cielo abierto; Impactos ambientales; Minería a cielo abierto.	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924646010000116
8. El estudio de la contaminación del agua por el uso de agua en el proceso de explotación y en el uso de agua en el proceso de explotación.	Artículo	Escopus	Pérez, L., Quintero, G., Montoya, J.	2010	Estudio transversal	Establecer el estado actual del medio ambiente de las minas de carbón en Colombia, con énfasis en el estudio de la contaminación del agua por el uso de agua en el proceso de explotación y en el uso de agua en el proceso de explotación.	Minería de carbón; Minería a cielo abierto; Impactos ambientales; Minería a cielo abierto.	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924646010000116

NOTA. Fuente: propia de autor.

Figura 6

Maquinaria para minería a cielo abierto

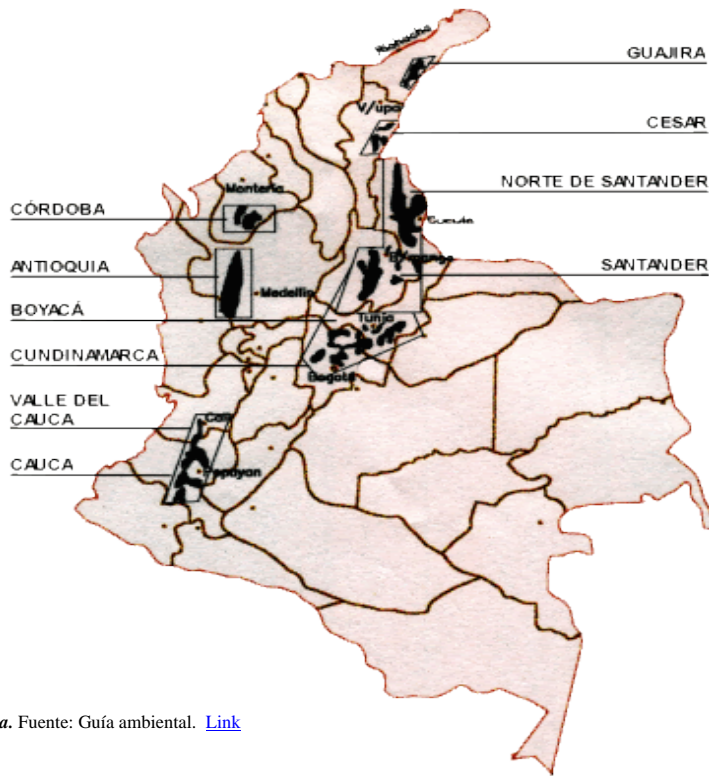
Maquinaria utilizada para minería de carbón a cielo abierto.		
DRAGALINA	Es especialmente adecuado en la extracción de canteras, yacimientos, terrenos pantanosos, materiales sueltos, para la formación de grandes canales y para la descubierta de minas y canteras de cierta importancia.	Víctor Yepes Piqueras. link 

PALA EXCAVADORA	El operador de la excavadora usa la excavadora y la cuchilla para nivelar el suelo, mover rocas y escombros a otros lugares del sitio y sacar la tierra.	Company García 2023 link
CAMION	Camión de carga de carbón en la multinacional Drummond su minería de carbón a cielo abierto.	Wikipedia Link
ROTAPALA	La Bagger 288 es una monstruosa máquina minera fabricada en Alemania, la cual es considerada excavadora gigante de minería a cielo abierto.	Raúl Álvarez 2017 Link
BULLDOZER	El bulldozer posee una serie de funciones cruciales en el ciclo del sector minero, desde la nivelación del suelo y limpieza de sobrecarga hasta la carga de minerales y residuos para su eliminación.	<i>Thoroughtec- españa.</i> Link
MOTOTRAILLA	son máquinas utilizadas para la excavación, carga, transporte, descarga y nivelación de materiales de consistencia media, tales como tierras, arena, arcilla, rocas disgregadas, zahorras, etc.	Víctor Yepes Piqueras 2008 Link



Figura 7

Departamentos donde se realiza extracción de minería de carbón.



Nota. Fuente: Guía ambiental. [Link](#)

Anexo normativo: Margo legal

- ✓ Ley 57 de 1987 (diciembre 24) congreso de la república de Colombia. “por la cual se reviste al presidente de la república de facultades extraordinarias para expedir el código de minas, para ajustar y adecuar a sus preceptos algunas funciones del ministerio de minas y energía y de sus organismos adscritos o vinculados, para dictar normas de carácter tributario, cambiario y otras disposiciones, de conformidad con el numeral 12 del artículo 76 de la constitución nacional.”
- ✓ Decreto 381 del 16 de febrero de 2012 “por el cual se modifica la estructura del ministerio de minas y energía.” el presidente de la república de Colombia, en ejercicio de sus facultades constitucionales y legales, en especial las que le confieren el numeral 16 del artículo 189 de la constitución política y el artículo 54 de la ley 489 de 1998.
- ✓ Decreto 70 de 2001 (enero 17) derogado por el artículo 21 del decreto 381 de 2012. modificado por el artículo 7 del decreto 4130 de 2011. “por el cual se modifica la estructura del ministerio de minas y energía” el presidente de la república de Colombia, en ejercicio de la facultad otorgada por el numeral 16, artículo 189, de la constitución política y con sujeción a los principios y reglas consagrados en el artículo 54 de la ley 489 de 1998.
- ✓ Decreto 1141 de 1999 (junio 29) derogado por el artículo 22 del decreto 70 de 2001, modificado en lo pertinente por el artículo 6 del decreto 2152 de 1999. “por el cual se reestructura el ministerio de minas y energía.” el presidente de la república de Colombia, en ejercicio de la facultad permanente de que trata el artículo 189,

numeral 16, de la constitución política, y con sujeción a los principios y reglas consagradas en el artículo 54 de la ley 489 de 1998.

- ✓ Decreto 2659 de 1988 (diciembre 28) “por el cual se modifica parcialmente la actual estructura del ministerio de minas y energía.” El presidente de la república de Colombia, utilizando sus poderes legales y constitucionales, especialmente los que le han sido otorgados por la ley 57 de 1987, ha hecho uso de sus facultades.
- ✓ Decreto 349 de 1986 (enero 31) “por el cual se reglamenta el fondo rotatorio del ministerio de minas y energía”. El presidente de la república de Colombia, utilizando las facultades que le otorga el artículo 120 o el ordinal 3 de la constitución nacional, ha hecho uso de las facultades que le otorgan.