

**FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DESARROLLO DE NEUMOCONIOSIS
EN TRABAJADORES DE EXPLOTACIÓN DE MINAS DE CARBÓN**

ERIKA LORENA JARAMILLO MELO

MARIA DANIELA BARRERA DUARTE

INSTITUCION UNIVERSITARIA ANTONIO JOSE CAMACHO

FACULTAD DE EDUCACION A DISTANCIA Y VIRTUAL

SALUD OCUPACIONAL

CALI – COLOMBIA

2018

**FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DESARROLLO DE NEUMOCONIOSIS
EN TRABAJADORES DE EXPLOTACION DE MINAS DE CARBÓN**

Monografía para optar al título de Profesional en Salud Ocupacional

TUTOR

MAURICIO GIRALDO DIAZ

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ANTONIO JOSE CAMACHO

FACULTAD DE EDUCACIÓN A DISTANCIA Y VIRTUAL

SALUD OCUPACIONAL

CALI – COLOMBIA

2018

Nota de aceptación: Aprobado por los jurados en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Institución Universitaria Antonio José Camacho para optar al título de Profesional en Seguridad y Salud en el Trabajo.

Firma de Jurado

Firma de Jurado

Santiago de Cali, enero de 2019.

DEDICATORIA

Agradecemos a Dios, por habernos dado la vida, guiado y acompañado en todos los momentos de nuestra carrera profesional, dándonos fuerzas en los momentos de debilidad y llenando nuestras vidas de aprendizajes tan significativos.

RECONOCIMIENTO Y AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer a nuestra familia, por su entrega y apoyo incondicional en todos los momentos de nuestras vidas, inculcando en nosotros los valores necesarios para poder culminar esta valiosa etapa con éxito y satisfacción.

Igualmente, gracias a nuestro Director de Monografía, XXX, por su compromiso y excelente labor como asesor, a nosotras mismas, a la Institución Universitaria Antonio José Camacho, y a todas las personas que de alguna forma fueron partícipes de nuestro proceso de aprendizaje profesional y personal, docentes, compañeros de estudio, colaboradores y amigos, quienes contribuyeron con su apoyo incondicional, a cumplir nuestro sueño de ser profesionales en este maravilloso campo de la Seguridad y Salud en el Trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	10
INTRODUCCIÓN	12
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	14
1.1 PREGUNTA PROBLEMA	16
2. OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVOS GENERAL	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3. JUSTIFICACIÓN	18
4. MARCO DE REFERENCIA	20
4.1 ANTECEDENTES	20
4.2 MARCO TEÓRICO	22
4.3 MARCO CONCEPTUAL	23
4.4 MARCO LEGAL	27
5. DISEÑO METODOLÓGICO	29
5.1 TIPO DE ESTUDIO	29
5.2. MÉTODOS, TÉCNICAS, TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN POR OBJETIVO ESPECÍFICO	29
5.3 CONSIDERACIONES ÉTICAS EN EL TRABAJO	31
6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	32
6.1 RESULTADO PRIMER OBJETIVO ESPECÍFICO	32

6.2 RESULTADO DEL SEGUNDO OBJETIVO ESPECÍFICO	39
6.3 RESULTADO DEL TERCER OBJETIVO ESPECÍFICO	45
7. DISCUSIÓN	53
8. CONCLUSIONES	57
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA	59

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Estimación de la incidencia de enfermedades ocupaciones en Colombia (1985-2000).	16
Tabla 2. Operaciones unitarias de la minería subterránea.	26
Tabla 3. Comportamiento de la antigüedad, tiempo en el cargo y Neumoconiosis	345
Tabla 4. Características sociodemográficas y laborales de los trabajadores expuestos a polvo de carbón que laboraron en minas de socavón en Boyacá 2013.	36
Tabla 5. Condiciones de salud respiratoria y resultados de paraclínicos según rango de edad en los trabajadores expuestos a polvo de carbón que laboran en minas de socavón en Boyacá. Año 2013.	38
Tabla 6. Neumoconiosis Inorgánicas.	41
Tabla 7. Clasificación del carbón por rango.	42

LISTA DE GRAFICOS

	Pág.
Grafico 1. Silicosis y otras neumoconiosis.	34
Grafico 2. Muertes de mineros con neumoconiosis de los mineros de carbón como causa subyacente o contribuyente.	39
Grafico 3. Distribución de la producción de carbón global en 2014, por países principales.	40

RESUMEN

La neumoconiosis de los mineros del carbón (NMC) es el conjunto de enfermedades respiratorias asociadas a la inhalación y acumulación de polvo respirable procedente de las labores de minería de carbón ya sea en minas subterráneas o a cielo abierto durante periodos prolongados especialmente en trabajadores que han laborado bajo tierra durante muchos años, incluso a bajos niveles de exposición siendo el caso de la minería a cielo abierto.

Reconociendo que la actividad minera genera un notable impacto sobre la salud de los trabajadores el objetivo de esta monografía es indagar sobre los diferentes factores de riesgo que intervienen en el desarrollo de esta enfermedad en el sector minero para caracterizar las condiciones de salud respiratoria e identificar los factores de riesgo asociada a su desarrollo, la neumoconiosis está asociada a factores individuales y condiciones laborales específicas, razón por la cual es de vital importancia generar conciencia en torno a la prevención de la enfermedad, mediante la prevención y el diagnóstico precoz de esta, puesto que quienes la padecen se ven altamente perjudicados por el polvo inhalado, debido que una vez llegado a los pulmones, no hay una forma de revertir el daño ocasionado a la salud, sino por el contrario se hace más complejo no solo para el trabajador, ya que se disminuye la posibilidad de gozar de una buena salud y bienestar integral, sino también para sus familiares dado que la aparición de una enfermedad aguda, crónica o terminal en alguno de los miembros de la familia puede representar un serio problema tanto en su funcionamiento como en su composición.

PALABRAS CLAVE: Neumoconiosis del minero de carbón, enfermedad profesional, carbón, factor de riesgo, salud, factores individuales.

ABSTRACT

The Pneumoconiosis of coal miners (NMC) is the set of respiratory diseases and inhalation and dust accumulation. underground for many years, even at low levels of exposure such as the case of open pit mining.

Recognizing that mining activity has a significant impact on the health of workers, the objective of this monograph is to investigate the different risk factors that intervene in the development of this disease in the mining sector to characterize respiratory health conditions and identify risk factors associated with its development, pneumoconiosis is associated with individual factors and specific working conditions, which is why it is vital to raise awareness about the prevention of disease, through the prevention and early diagnosis of this, since that those who suffer it are highly affected by inhaled dust, because once it reaches the lungs, there is no way to reverse the damage caused to health, but on the contrary it becomes more complex not only for the worker, that the possibility of enjoying good health and well-being is diminished, but also for their families This is because the appearance of an acute, chronic or terminal illness in one of the members of the family can represent a serious problem both in its functioning and in its composition.

KEYWORDS: Pneumoconiosis of the coal miner, occupational disease, coal, risk factor, health, individual factors.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el Ministerio de Energía y Minas (2003, p. 108), la minería es una de las actividades más antiguas de la humanidad y consiste en la obtención selectiva de minerales y otros materiales a partir de la corteza terrestre. Casi desde el principio de la Edad de Piedra, hace aproximadamente unos 2,5 millones de años o más, la minería viene siendo la principal fuente de materiales para la fabricación de herramientas.

Entre las principales actividades que conlleva la minería, nos encontramos con la explotación de carbón, el cual viene presentando en los últimos años una dinámica creciente debido a que es considerado un elemento natural sumamente importante e indispensable, si tenemos en cuenta el gran uso y aprovechamiento de este en el sistema energético, productivo y tecnológico, que ha enriquecido de manera considerable a grandes empresas mineras encargadas del aprovisionamiento de toda la infraestructura tecnológica para su explotación y comercialización, así como también ha satisfecho las necesidades básicas de la sociedad.

La actividad minera en general está lejos de ser inocua y tiene considerables riesgos para la salud de los trabajadores. La Organización Internacional del trabajo (OIT), define que los principales riesgos para la salud asociados con la minería son la exposición al polvo, a productos químicos incluyendo el mercurio, ruido y vibración, y a otros factores de riesgo como calor y humedad derivados de una ventilación deficiente; además de los efectos de esfuerzos excesivos, espacios deficientes para laborar y equipo inadecuado. Las enfermedades causadas por exposición a polvo mineral persisten en países desarrollados y en vía de desarrollo a pesar de todas las medidas de prevención instauradas. Esta y otras patologías respiratorias ocupacionales deterioran la salud de los trabajadores y afectan negativamente la productividad de las empresas. (Garrote CF, Malagón JN, Morgan G, Combariza D, Varona, M. 2014; p. 237-247)

No obstante, no podemos dejar de lado la preocupación médica que ha aumentado en miras de los efectos nocivos de la explotación del carbón, puesto que dicha actividad lleva el liderazgo en el desarrollo de enfermedades pulmonares, incrementando el riesgo de infartos y disminución de la capacidad intelectual. Se dice que la minería del carbón puede ser responsable, dependiendo de la sustancia inhalada, de casi todos los tipos de enfermedad

laboral respiratoria. El espectro de estas enfermedades se ha ido modificando a lo largo del tiempo en función del desarrollo del conocimiento médico, de la aplicación de medidas de prevención y de la aparición de nuevas industrias. En la actualidad la neumoconiosis del minero de carbón, ocupa los primeros puestos en las listas de nuevos casos de enfermedad respiratoria profesional.

Esta enfermedad ocupacional es la causa de un número muy importante de incapacidades laborales, tanto temporales como indefinidas. Además del elevado coste económico que supone el tratamiento de esta patología, lo que sin duda es más importante es el deterioro que implican en la calidad de vida de los trabajadores que las padecen y más teniendo en cuenta que las enfermedades respiratorias ocupacionales son prevenibles y evitables. Por consiguiente, esto implicaría determinar y modificar los factores que intervienen en el desarrollo de dicha enfermedad, con el fin de abordar la prevención de la enfermedad basada en la necesaria evidencia científica

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La situación económica mundial a medida que pasa el tiempo va avanzando y tiene como principal característica el cambio, por lo tanto, cualquier organización o entidad social debe enfrentarse a retos a los que está expuesto en el mercado global, y para ello es indispensable contar con personal calificado para lograr alcanzar las metas propuestas siguiendo unos estándares teniendo en cuenta las necesidades de la empresa. Por ello en la actualidad, la explotación del carbón ha cobrado gran importancia, convirtiéndose en una fuente de utilidad para la generación de electricidad a nivel mundial, debido a que muchos países cuentan con reservas, capaces de cumplir con la demanda de energía.

Sin embargo, se ha dejado a un lado las derivaciones y efectos que trae consigo esta actividad, ya que la explotación de este recurso, comprende una serie de acciones que ocasionan relevantes impactos ambientales dado que su proceso altera significativamente el suelo, el subsuelo y los paisajes rurales pero en particular los más afectados son los trabajadores quienes pueden llegar a sufrir consecuencias irreversibles en su estado de salud a causa de la inhalación prolongada de polvo de carbón puesto que frecuentemente los trabajadores deben estar expuestos a ellos desde el inicio de la explotación minera hasta su finalización trayendo consigo una de las enfermedades más presentadas en el sector minero, siendo esta la neumoconiosis.

Dicha enfermedad respiratoria producida por el polvo del carbón, constituye una importante causa de morbilidad y mortalidad, teniendo en cuenta variables como los modos operativos en que se planifican y ejecutan, la duración de exposición al polvo, e incluso la distribución de los turnos de los trabajadores, trayendo consigo efectos complejos e incapacitantes, que, de no ser tratados y controlados a través de un diagnóstico oportuno, puede llegar a ser mortales. Por consiguiente, las actividades asociadas al sector minero son catalogadas de alta peligrosidad y agresividad para quienes la ejecutan, convirtiéndose en una fuente de deterioro constante de la salud y el bienestar integral.

A nivel mundial países como estados unidos, *“reportan que en los años 1990 hasta 1999, la neumoconiosis fue la causa contribuyente o subyacente de más de 30000 muertes. Para el año 2000, según el estudio de carga global de enfermedad respiratoria no maligna debida a*

exposición ocupacional a material particulado, se calcula que la neumoconiosis derivada de la exposición al sílice, asbestos y polvo de carbón ocasiona 30000 muertes y es la NMC la enfermedad que contribuye en este índice con 14000 muertes totales”. (Arango MP, Sánchez P, Ríos AE. 2012; p. 11-12)

“En 2004, de las 6.759 enfermedades de trabajo informadas en el instituto mexicano de trabajo social, 9.7% (662) se debió a casos de neumoconiosis, cifra que se considera baja si tomamos en cuenta que la población expuesta supera los 8000 trabajadores, solo en las industrias de la construcción y fabricación de productos minerales, donde únicamente se califican 69 casos. Es importante resaltar que más de 98% de los casos calificados con neumoconiosis presentó incapacidad permanente, lo que pone en evidencia que el diagnóstico de este padecimiento se realiza en forma tardía, lo que genera alteraciones anatómo-funcionales irreversibles, las cuales se agravan a pesar del retirar de la exposición al trabajador”. (Secretaría de Salud, México. 2002)

El reporte de estimación de incidencia de enfermedades ocupacionales en Colombia, 1985–2000 de 2003, muestra un incremento en la incidencia de enfermedades ocupacionales de 68.063 casos en 1985 hasta 101.645 en 2000, panorama en que la neumoconiosis y enfermedades respiratorias crónicas, reportan incidencias de 762 casos de neumoconiosis, 22,5 por ciento de ellas en el grupo de 15-44 años y 3686 casos de enfermedad respiratoria crónica; en el caso de las mujeres el número es inferior pero también preocupante. (Idrovo Álvaro. Nov, 2003 p. 266-267)

Tabla 1.

Estimación de la incidencia de enfermedades ocupaciones en Colombia (1985-2000).

Enfermedad Ocupacional									
Año	Neumoconiosis	Enfermedad respiratoria crónica	Alteraciones Musculoqueléticas	Cáncer	Trastornos neuropsiquiátricos	Intoxicación or plaguicidas	Otras intoxicaciones	Dermatosis	Hipoacusia por ruido
1985	2 753	15 396	23 667	1 011	2 074	316	791	13 001	9 054
1986	2 827	15 797	24 288	1 039	2 129	327	810	13 345	9 292
1987	2 902	16 229	24 903	1 067	2 185	330	830	13 688	9 541
1988	2 978	16 659	25 510	1 096	2 242	337	850	14 028	9 800
1989	3 055	17 110	26 111	1 127	2 300	344	870	14 370	10 076
1990	3 140	17 605	26 736	1 161	2 362	351	892	14 732	10 385
1991	3 227	18 122	27 368	1 197	2 428	360	914	15 101	10 712
1992	3 319	18 671	28 019	1 235	2 497	368	937	15 485	11 066
1993	3 414	19 243	28 666	1 274	2 567	376	961	15 870	11 440
1994	3 511	19 836	29 307	1 315	2 639	385	986	16 257	11 830
1995	3 614	20 470	29 949	1 362	2 715	393	1 011	16 652	12 250
1996	3 722	21 130	30 618	1 408	2 795	403	1 037	17 061	12 697
1997	3 840	21 849	31 322	1 460	2 880	413	1 066	17 580	13 193
1998	3 961	22 588	32 010	1 514	2 966	423	1 095	17 913	13 708
1999	4 084	23 346	32 696	1 570	3 053	433	1 123	18 339	14 233
2000	4 213	24 134	33 385	1 630	3 143	442	1 153	18 771	14 775

fuelle: Álvaro I. "Estimación de la Incidencia de Enfermedades Ocupacionales en Colombia, 1985 – 2000. 2003". Revista Salud Pública – Colombia. Recuperado por: <http://www.bdigital.unal.edu.co/21884/1/18415-61673-1-PB.pdf>

1.1 PREGUNTA PROBLEMA

¿Cuáles son los factores que intervienen en el desarrollo de neumoconiosis en trabajadores de explotación en minas de carbón?

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GENERAL

Determinar qué factores intervienen en el desarrollo de neumoconiosis en trabajadores de explotación de minas de carbón

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los factores de riesgo a nivel del huésped en el desarrollo de neumoconiosis del minero de carbón
- Determinar los factores de riesgo a nivel del agente en el desarrollo de neumoconiosis del minero de carbón
- Determinar los factores de riesgo a nivel del medio en el desarrollo de neumoconiosis del minero de carbón

3. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se enfoca en analizar los factores que intervienen en el desarrollo de neumoconiosis en trabajadores de explotación de minas de carbón, basado en información de diversas fuentes desde diferentes puntos de vista de la enfermedad de neumoconiosis a los que están expuestos los trabajadores y para poder determinar una relación entre las minas de carbón y los efectos en la salud de los trabajadores, es importante tener como referencia las diferentes fuentes y los factores redactados en cada una de estas investigaciones.

La realización de este documento nace de la necesidad de indagar acerca de las causas que provocan neumoconiosis en los trabajadores de este sector en cada una de sus fases, buscando analizar cuáles son los principales factores que intervienen en esta enfermedad.

Los trabajadores dedicados a esta actividad de acuerdo a las investigaciones son personas de bajos recursos de un núcleo familiar muy extenso razón por la cual sin importar los riesgos a los que están expuestos deciden ser parte de esta actividad dado que la remuneración es muy buena lo que garantiza estabilidad económica en el presente, pero lastimosamente a futuro las personas que trabajan en minas de carbón su estado de salud puede llegar a cambiar por las múltiples enfermedades asociadas la actividad minera y su diversidad está íntimamente relacionada con la forma de extracción y las características de la mina, sumado a la susceptibilidad del trabajador para desarrollar la enfermedad, la exposición el tamaño de las partículas y la concentración o cantidad de sustancia a la que se expone teniendo en cuenta los diferentes factores a sí mismo las enfermedades relacionadas con la exposición a estos agentes puede alterar el estado de salud de los trabajadores tanto como en el presente como a futuro causando enfermedades como bronquitis, silicosis, fibrosis Progresiva o la bien llamada pulmón negro (Neumoconiosis) producidas por carbón en el lugar de trabajo la cual es una enfermedad pulmonar que resulta de la inhalación del polvo del carbón mineral, grafito o carbón artificial durante un período prolongado.

En el campo profesional esta monografía enriquecerá la formación y aprendizaje como Profesional en Seguridad y Salud en el Trabajo, mejorando el conocimiento en cuanto a los factores de riesgo que intervienen en el desarrollo de neumoconiosis del minero de carbón, descubriendo nuevas perspectivas y panoramas en la utilización de métodos de detección

precoz para la Neumoconiosis. Estos aportes ayudarán a las empresas especialmente a aquellas destinadas a la actividad minera, a construir un entorno de trabajo saludable con trabajadores sanos, impactando positivamente la operación y así mismo la productividad de sus actividades.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1 ANTECEDENTES

La minería ha venido siendo, desde la antigüedad, una de las actividades principales para el progreso económico y técnico del hombre. La casi totalidad de los bienes materiales que el hombre utiliza para suplir sus necesidades, provienen de la transformación de productos naturales, donde los recursos mineros ocupan un lugar destacado. Sin embargo, el riesgo está íntimamente asociado a la profesión minera, ya que a diferencia de lo que sucede con otras actividades industriales, en muchos casos no son elegibles ni la localización ni el lugar de trabajo. Las tareas en condiciones de trabajo desfavorables es una de las características de la actividad minera cuya multiplicidad de factores de riesgo presentes son inherentes a la tecnología empleada, al tipo y métodos de trabajo, a su desarrollo y al tipo de explotación y aunque se ha avanzado notablemente en materia de higiene y seguridad en los trabajos mineros, todavía queda mucho trabajo por realizar, debido a que las enfermedades laborales producidas por estas actividades todavía se posicionan en primera instancia como las causantes de muchas muertes en los trabajadores, especialmente las que afectan considerablemente el sistema respiratorio como lo es la neumoconiosis, enfermedad que sigue siendo un problema serio y de continua preocupación debido a la incapacidad y muertes prematuras por la inhalación de polvo.

El término neumoconiosis fue introducido por Zenker en 1867, quien evidenció y determinó los primeros efectos del polvo inhalado por los mineros, y del sin número de enfermedades debido a la acumulación de polvo en los pulmones asociada a una reacción patológica (fibrosa) ante su presencia. Dichos riesgos han sido reportados desde 1864, de acuerdo con el doctor William Farr, quien demostró mayores tasas de mortalidad en los mineros de carbón de Durham y Northumberland (Inglaterra), en comparación con la población general. (Farr W, 1988)

Con respecto a la neumoconiosis del minero de carbón, un estudio prospectivo realizado por Soutar et al (2004), del Instituto de Medicina Ocupacional Británico entre 1953 y 1991, conocido como el estudio de investigación de campo, pretendía determinar qué tanto y qué clase de polvo causaba la neumoconiosis, y establecer qué condiciones ambientales debían

mantenerse en los trabajadores de una mina que no estaban discapacitados. Este estudio incluyó a 25 minas de carbón en las cuales se realizaban exámenes médicos a los trabajadores cada 5 años, mediciones prospectivas de polvos respirables y determinaciones de concentraciones medias (exposición acumulada/tiempo de trabajo). Consideran que los resultados hacen relación a carbón con contenido de carbono del 86,2%. En cuanto a la fibrosis pulmonar masiva encontraron que los factores relacionados positivamente en la exposición al polvo, edad, estatura, presencia de neumoconiosis simple del minero de carbón y la proporción de carbono en carbón. (Ministerio de La Protección Social. Colombia, 2010)

De acuerdo a la OMS (World Health Report), en el año 2012 los factores de riesgo ocupacionales contribuyeron con un 1,5% de los años de vida ajustados en función de la discapacidad (AVAD); además, desde el punto de vista de la mortalidad, a las partículas en suspensión se les atribuye 1,6 de cada 100 muertes, siendo éste el factor de riesgo ocupacional que más aporta al total de muertes. (Vargas B, Roa L. 2016. P, 2-3)

La Fundación Neumológica Colombiana manifiesta que las enfermedades respiratorias ocupacionales son muy frecuentes, ya que el pulmón es el órgano que mayor interacción tiene con agentes ambientales, siendo las más comunes la neumoconiosis por inhalación de polvo orgánico. (Zapata R., 2016)

El ministerio de la protección social, en el año 2007 emitió las Guías de atención integral Basadas en la Evidencia, para la promoción, la prevención, la detección precoz, el tratamiento y la rehabilitación de las tres neumoconiosis (sílice, polvo de carbón y asbestosis), esta guía aporta elementos que contribuyen en los procesos relacionados con la determinación del origen y de pérdida de capacidad laboral. Las recomendaciones pretenden orientar la buena práctica del quehacer de los trabajadores expuestos a estas partículas. Por otra parte, cabe mencionar que el Plan Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo 2013-2021 reglamentado por la resolución 6045 de 2014, en el cual se define enmarcado en el objetivo de promover acciones preventivas encaminadas a la disminución de la siniestralidad laboral, la actualización de las Guías de Atención Integral Basadas en la Evidencia para las diez principales causas de morbilidad profesional. Posterior al desarrollo de dichas guías, con la Resolución número 2844 de 2007 y 1003 de 2008 se adoptan las Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional Basadas en la Evidencia, y en su artículo segundo estableció que las guías serán revisadas y actualizadas como mínimo cada 4 años, dentro de las cuales se

encuentra la guía de neumoconiosis relacionada con factores de riesgo en el trabajo. (Ministerio de Protección Social. 2010 -2013)

4.2 MARCO TEÓRICO

La actividad minera actual se compone de diferentes etapas, que van desde el descubrimiento y la prospección del yacimiento, donde se conoce y define la investigación de base (la extensión, ubicación, valor mineral y el levantamiento geológico minero), proceso que requiere la realización de cálculos estadísticos y matemáticos con el fin de determinar la prefactibilidad del tamaño del área, como también la inversión y los riesgos existentes que puedan presentarse durante la ejecución del proyecto. Posterior a esto, se hace la respectiva exploración del yacimiento con el fin de evaluar la cantidad de mineral existente y determinar el presupuesto necesario para ponerlo en condiciones de comercialización. Seguido de esto se prepara el desarrollo del yacimiento para su explotación, determinando así las obras de infraestructura que deben realizarse para ponerlo en condiciones óptimas, y finalmente se lleva a cabo el proceso de explotación, que consta de la extracción del mineral y el correcto funcionamiento de la mina.

La exposición al polvo de carbón induce a la inflamación alveolar que puede dar origen a enfermedades pulmonares crónicas, como la neumoconiosis del minero (Miller y Maccalman, 2010).

Es una patología causada por la inhalación de polvo de carbón mineral y su acumulación dentro de los pulmones. Clínicamente se presenta en dos categorías: simple y complicada. En la forma simple se encuentran pocos síntomas y son el hallazgo radiológico anormal, junto con el antecedente ocupacional los elementos para el diagnóstico. Deben pasar más de veinte a treinta años para que se haga aparente la lesión pulmonar, ya que éstas progresan muy lentamente. (Martínez C. 2005)

En la forma complicada o fibrosis masiva progresiva se presenta disnea, que es más severa en cuanto más extensa sea la lesión. La fibrosis masiva progresiva, se acompaña de alteraciones graves de la función pulmonar y se relaciona con mortalidad precoz. La mayor

parte de la sintomatología, se debe a los efectos de bronquitis crónica y enfermedad pulmonar obstructiva crónica inducida por polvo de carbón. Los efectos de dicho polvo se suman a los del tabaquismo. (Beltran D, 2014).

Teniendo en cuenta lo anteriormente dicho, se ha descrito que la intensidad con la que se expone al agente irritante y la duración por la cual se expuso son los principales determinantes de la severidad de la enfermedad. Esto en respuesta a que en algunos casos los pacientes tienen periodos latentes más cortos que otros, por sobrepasar un umbral de dosis acumulada que influye directamente en la aparición de la patología para que sea clínicamente evidente.

4.3 MARCO CONCEPTUAL

A continuación de realizar la representación general de toda la información que se utilizó en el proceso de investigación procediendo a dar diferentes definiciones de conceptos:

Accidente de trabajo:

1. Todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte.
2. Es también accidente de trabajo aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador o durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, aun fuera del lugar de trabajo. (Congreso de la Republica, Ley 1562, 2012, art. 3).

Actividad minera: la actividad minera es aquella que consiste en la extracción, explotación y aprovechamiento de minerales de la corteza terrestre, representando una de las actividades con mayor abastecimiento económico, puesto que desde la antigüedad el hombre ha utilizado diferentes elementos y minerales para la realización de herramientas y utensilios que le permitieran suplir las necesidades que día a día venían consigo. Sin embargo, en la actualidad y con la evolución de la tecnología, se han ido mejorando, puliendo e implementando nuevos procesos, técnicas y estudios para la mejora de la exploración, extracción y explotación de minerales. (Wikipedia, 2019)

Neumoconiosis: Se define como “la acumulación de polvo en los pulmones y las reacciones tisulares provocadas por su presencia”. Usualmente se asocia con períodos de latencia

prolongados que pueden ir de meses hasta décadas. Se excluyen por convención de esta definición, entidades tales como cáncer, asma, bronquitis o enfisema. (Ministerio de la Protección Social, 2006).

Carbón: Roca sedimentaria, de color negro a negro pardo, de fácil combustión, que contiene más del 50% en peso y más del 70% en volumen de material carbonoso incluida la humedad inherente. Formada a partir de la compactación y el endurecimiento por calor y presión, de restos de plantas químicamente alteradas y carbonizadas, durante el tiempo geológico. (Wikipedia, 2019)

Código de minas: El presente Código regula las relaciones jurídicas del Estado con los particulares y las de estos entre sí, par causa de los trabajos y obras de la industria minera en sus fases de prospección, exploración, construcción y montaje, explotación, beneficio, transformación, transporte y promoción de los minerales que se encuentren en el suelo o el subsuelo, ya sean de propiedad nacional o de propiedad privada. Se excluyen la exploración y explotación de hidrocarburos líquidos y gaseosos que se regirán por las disposiciones especiales sobre la materia. (Congreso de la Republica., Ley 685, 2001, art. 9)

Condiciones de salud: Es el conjunto de variables objetivas, de orden fisiológico, psicológico y sociocultural, que determinan el perfil socio demográfico y de morbilidad de la población trabajadora. (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud, 2018)

Condiciones de trabajo: Aquellos elementos, agentes o factores que tienen influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores

- a) las características generales de los locales, instalaciones, equipos, productos y demás útiles existentes en el lugar de trabajo;
- b) la naturaleza de los agentes físicos, químicos y biológicos presentes en el ambiente de trabajo, y sus correspondientes intensidades, concentraciones o niveles de presencia;
- c) los procedimientos para la utilización de los agentes citados en el apartado anterior, que influyan en la generación de riesgos para los trabajadores;

(Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud, 2018)

Desarrollo (minería subterránea): Preparación de una propiedad o área minera, susceptible de ser explotada por métodos de minería subterránea, de tal forma que el depósito pueda ser analizado y estimar sus reservas. El desarrollo es una etapa intermedia entre la exploración y la extracción propiamente dicha y comprende las labores mineras encaminadas a crear los accesos y vías internas dentro del depósito con el fin de preparar la extracción y el transporte del mismo. (Wikipedia, 2019)

Empresa minera: Entidad que se dedica a la preparación, desarrollo, explotación de uno o varios minerales, con fines industriales o económicos, o actividades relacionadas en la construcción de obras civiles en labores subterráneas. (QuimiNet.com, 2012).

Enfermedad laboral: Todo estado patológico permanente o temporal que sobrevenga a un trabajador como consecuencia obligada y directa de la clase de trabajo o del medio en que se ha visto obligado a laborar, y que haya sido determinada como Enfermedad Profesional por el Gobierno Nacional. En minería, los riesgos causales de enfermedades profesionales se deben en la mayoría de los casos al manejo inadecuado de los desagües, exposición de material particulado (polvo, gases), pisos planos inclinados y a la falta de buena ventilación. (Congreso de la Republica, Ley 1562, 2012, art. 4).

Excavación: Proceso de remoción de material de suelo o roca de un lugar y transportarlo a otro. La excavación incluye operaciones de profundización, voladura, ruptura, cargue y transporte; en superficie o bajo tierra. 2. Pozo, fosa, hoyo o cualquier corte resultante de una excavación. (Wikipedia, 2019)

Minería a cielo abierto: la minería a cielo abierto o también denominada de superficie se realiza mediante la eliminación de la vegetación y de las capas superiores de roca, para poder llegar a los yacimientos enterrados. (Wikipedia, 2018)

Minería subterránea: La minería subterránea o en ciertas ocasiones denominada minería de subsuelo se realiza mediante la construcción de túneles o galerías, con el objetivo de penetrar la roca para poder llegar a los yacimientos. (BNamericas, 2015)

Tabla 2. Operaciones unitarias de la minería subterránea.

OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN
ARRANQUE	Se utilizan métodos como el barroteo, la perforación y voladura, y las máquinas cortadoras. El barroteo es un método manual en el que un trabajador extrae el carbón con la ayuda de un pico o barreta, con un rendimiento muy bajo y muy costoso. Las perforaciones se realizan a 1m o 1.5 m, distribuidas de acuerdo con un patrón definido y se cargan los explosivos para detonarlos posteriormente con una secuencia predeterminada. De esta manera se arranca el carbón o se afloja para extraerlo con mayor facilidad. El método de máquinas cortadoras no se utiliza en el país por los elevados costos de inversión pero es conveniente cuando se requiere mantener altos volúmenes de producción.
CARGUE	Se efectúa manualmente con palas, o con máquinas cargo-transportadoras como la "Shuttle Car".
SOSTENIMIENTO	Tiene como propósito evitar que las excavaciones se derrumben o se cierren por efecto de las presiones internas del macizo rocoso. Se puede utilizar madera, para el entibamiento, o soportes mecánicos o hidráulicos.
TRANSPORTE	El transporte consiste en la movilización del mineral desde el frente de trabajo hasta la superficie para lo cual se emplean métodos manuales: cubetas empujadas, malacates o métodos más eficientes como pequeños trenes.
DESCARGUE	Una vez el carbón llega a superficie es necesario descargarlo, usualmente en una tolva acondicionada para transferirlo a las volquetas, o vehículos similares, que lo llevarán a su destino.

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible “Operaciones unitarias de la minería subterránea” Colombia, (s.f) Recuperado por: <http://www.minambiente.gov.co/>

Métodos de extracción subterránea del carbón: La selección del método de extracción viene determinada por la geología del depósito carbonífero. La extracción subterránea supone actualmente el 60% de la producción mundial de carbón, aunque en algunos países productores la extracción de superficie es más común. La extracción de superficie representa el 80% de la producción en Australia, mientras que en EEUU se utiliza para obtener el 67% de su producción.

Existen dos métodos principales de extracción subterránea: extracción mediante pilares y la extracción por tajos largos. En la extracción mediante pilares, los depósitos de carbón se extraen cortando una red de “salas” en la veta de carbón y dejando “pilares” de carbón para sujetar el techo de la mina. Estos pilares pueden suponer hasta el 40% del total de carbón de la veta, aunque este carbón puede, en ocasiones, extraerse en una etapa posterior. Esto se consigue mediante lo que se conoce como “trabajo explotado en retirada”, en el que el carbón se extrae de los pilares al retirarse los trabajadores. En ese momento se permite que el techo caiga y se abandona la explotación. La extracción por tajos largos supone la extracción

completa del carbón de una sección de la veta o “cara” utilizando rafadoras-cargadoras mecánicas.

4.4 MARCO LEGAL

Las normas definen los requisitos, especificaciones, directrices o características que se deben utilizar para garantizar que la actividad minera cumpla a cabalidad cada uno de su requerimientos tanto a nivel económico como social y estructural con altos estándares de seguridad minera para la ejecución de actividades subterráneas, con el cual los trabajadores no podrán ejercer esta actividad sin haber establecido normas de vigilancia, inspecciones y controles rigurosos que ayudan a preservar las condiciones de seguridad en los lugares de trabajo, así como a prevenir y minimizar las enfermedades por lo tanto, se enmarca la normatividad relacionada:

Decreto 1335 de 1987: Por el cual se establece el Reglamento de Seguridad en las Labores Mineras Subterráneas

Ley 685 de 2001: Por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones

Decreto 035 de 1994: Por el cual se dictan unas disposiciones en materia de seguridad minera

Ley 9 de 1979: Por la cual se dictan Medidas Sanitarias

Decreto 1832 de 1994: Por el cual se adopta la Tabla de Enfermedades Profesionales

Resolución 2400 de 1979: Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.

Artículo 177. En orden a la protección personal de los trabajadores, los patronos estarán obligados a suministrar a éstos los equipos de protección personal, de acuerdo con la siguiente clasificación

c) Respiradores contra polvos que producen neumoconiosis, tales como la sílice libre, fibra de vidrio, arcilla, arenas, caolines, cemento, asbesto, carbón mineral, caliza, etc. y polvos molestos como el aluminio, la celulosa, harinas, vegetales, madera, plásticos, etc.

Resolución número 1016 de 1989: Por la cual se reglamenta la organización, funcionamiento y forma de los Programas de Salud Ocupacional que deben desarrollar los patronos o empleadores en el país.

Decreto ley 1295 de 1994: Por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales

Ley 1382 de 2010: Por el cual se modifica la Ley 685 de 2001 Código de Minas

Decreto 1072 del 2015: Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo.

Artículo 2.2.4.6.15. Identificación de peligros, evaluación y valoración de los riesgos.

El empleador o contratante debe aplicar una metodología que sea sistemática, que tenga alcance sobre todos los procesos y actividades rutinarias y no rutinarias internas o externas, máquinas y equipos, todos los centros de trabajo y todos los trabajadores independientemente de su forma de contratación y vinculación, que le permita identificar los peligros y evaluar los riesgos en seguridad y salud en el trabajo, con el fin que pueda priorizarlos y establecer los controles necesarios, realizando mediciones ambientales cuando se requiera. Los panoramas de factores de riesgo se entenderán como identificación de peligros, evaluación y valoración de los riesgos.

Artículo 2.2.4.6.23. Gestión de los peligros y riesgos. El empleador o contratante debe adoptar métodos para la identificación, prevención, evaluación, valoración y control de los peligros y riesgos en la empresa. (Decreto 1443 de 2014, art. 23)

Norma Técnica colombiana (NTC) 3701: Guía para la clasificación, registro y estadísticas de accidentes de trabajo (AT) y enfermedad profesional (EP).

Norma Técnica colombiana (NTC) 4116: Metodología para el análisis de tareas.

Norma Técnica colombiana (NTC) 4114: Realización de inspecciones planeadas.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 TIPO DE ESTUDIO

El tipo de estudio es una revisión descriptiva que permitió recopilar y sintetizar artículos de una búsqueda de referencias bibliográficas de investigaciones científicas primarias u originales que permitieron evidenciar los distintos factores de riesgo asociados al desarrollo de neumoconiosis del minero de carbón, para así desde la gestión de la seguridad y salud en el trabajo buscar estrategias que permitan la disminución de dicha enfermedad. Las citas bibliográficas que se consultaron para realizar la presente monografía van desde el año 1997 hasta el año 2019

La metodología a seguir se basa principalmente en la elaboración de una investigación documental, utilizando diversos textos y publicaciones de recursos minerales, abarcando con ello tablas, estadísticas y figuras que ellos proporcionan.

5.2. MÉTODOS, TÉCNICAS, TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN POR OBJETIVO ESPECÍFICO

Para la realización de esta investigación se tomó en cuenta artículos científicos, obtenidos a partir de bases de datos que se mencionan más adelante, las cuales están avaladas por Colciencias y que poseen publicaciones de revistas registradas y que han sido listadas en 32 bases de datos de consulta mundial. Para la búsqueda de estos artículos se utilizó palabras clave como factores que intervienen en la enfermedad de neumoconiosis, exposición de trabajadores de minas de carbón, entre otras que facilitaran su ubicación en:

- Bases de datos electrónicas como: Scielo, Google Académico, Dialnet y Redalyc.
- Búsqueda de libros, proyectos de investigación y revistas científicas.
- Listas de referencias y citas de artículos
- Páginas web oficiales de Colombia y otros países, entre ellas, la Organización Mundial de la Salud, la Organización Internacional del Trabajo, entre otras.

En cuanto al proceso de selección de artículos, se ordenaron por títulos, año y autor, posteriormente se revisó el resumen de cada uno donde se evidenció y se seleccionó rápidamente los artículos que serían efectivos para nuestro tema de interés y que brindarán la información adecuada y necesaria para el desarrollo de este trabajo. Posteriormente, se seleccionó toda la información recopilada para su análisis, con el objetivo de conocer sus antecedentes, sus fundamentos, y sobre todo sus conclusiones y resultados obtenidos, y de esta manera poder relacionar cada estudio encontrado con la presente monografía.

También es necesario recalcar que uno de los métodos utilizados para el desarrollo de nuestra investigación (Monografía) se basó en el modelo y paradigma ***“HISTORIA NATURAL DE LA ENFERMEDAD”*** creado e introducido por Leavell y Clark en el año 1965, quienes en su texto de medicina preventiva consideran a la enfermedad como un proceso que comienza con el estado de salud y termina con los desenlaces que pueden resultar de la evolución de la enfermedad, teniendo en cuenta la interacción y equilibrio de tres elementos indispensables para el inicio de un proceso patológico, los cuales consisten en:

Los criterios de inclusión y exclusión que se tuvo para la selección de los artículos fueron:

Inclusión: Artículos científicos completos pertinentes a la temática tratada en esta investigación, artículos donde se pudiera evidenciar su autor y año de publicación, no se definió un rango de tiempo de publicación, el artículo más antiguo es del año 1997 y los más actuales son del año 2018.

Exclusión: Artículos incompletos, artículos donde no se pudo identificar autores y año de publicación, consideraciones éticas.

5.3 CONSIDERACIONES ETICAS

El desarrollo de la presente investigación se diligenció acorde a la ley 1032 del 2006, Por la cual se modifican los artículos 257, 271, 272 y 306 del Código Penal, donde se respeta los derechos de autor de tal manera que se referenció el nombre y año de su investigación, según la norma APA de citación y en estricto cumplimiento de la normatividad legal vigente.

6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

6.1 RESULTADO PRIMER OBJETIVO ESPECÍFICO

Determinar los factores de riesgo del huésped en el desarrollo de neumoconiosis

La neumoconiosis de los trabajadores del carbón es causada por la inhalación de polvo de carbón y depende de la dosis de partículas inhaladas y retenidas, de la actividad biológica del polvo para inducir una reacción tisular fibrogenética y de la respuesta y sensibilidad individual, al analizar los factores que intervienen en el desarrollo de neumoconiosis, encontramos que existen varios agentes del huésped, que influyen en este resultado siendo estos la edad, sexo, grado de inmunidad, factores genéticos y condiciones de salud específica.

Los resultados obtenidos en el primer objetivo de la investigación siguen el mismo orden en que fueron recogidos y como se presentan en el diseño de la metodología. Específicamente se analiza la información recogida de diferentes fuentes donde se determinó según la investigación que uno de los aspectos importantes para el trabajador minero es el uso de aparatos de protección personal, entre los que se encuentran protectores faciales, máscaras y equipos de respiración especial de protección contra gases y polvo, dependiendo de la actividad que realice. Sin embargo, en el documento de la OIT sobre condiciones de trabajo, seguridad y salud ocupacional en la minería del Perú del 2002, se menciona que pese a la reglamentación de seguridad e higiene minera sobre el uso adecuado, recambio y capacitación del personal con respecto a aparatos de protección personal, los mineros reportaron no contar con los materiales adecuados, debían comprar sus propios implementos antes de ser contratados o que estos se desgastan rápidamente sin ser cambiados, según reportaron algunos trabajadores. (Cáceres B, Mayta P, Pereyra R, Collantes H, Cáceres W., 2015)

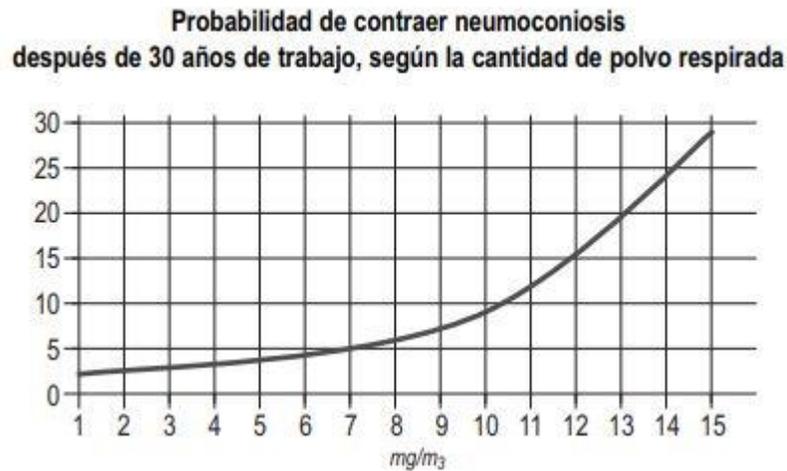
Es importante recalcar que la neumoconiosis es una enfermedad incurable e incapacitante y su forma más severa está asociada con alta morbilidad. Estas características hacen que la regulación y el control de la exposición al polvo de carbón sean indispensables para prevenir el desarrollo de las enfermedades pulmonares (Santo Tomás, 2011). El progreso de esta enfermedad en los mineros se asocia con complicaciones tales como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), hemoptisis, neumotórax, enfermedad pleural, tuberculosis, enfermedad autoinmune, neumonía intersticial crónica y malignidad (cáncer) (Jun et al., 2013).

Por otra parte, se encontró una estrecha asociación entre la neumoconiosis de los trabajadores del carbón y algunas características de artritis reumatoidea. No está claro si la neumoconiosis predispone a los mineros a desarrollar artritis reumatoidea, si la artritis reumatoidea adquiere una forma singular en los pacientes con esta neumoconiosis o si la artritis reumatoidea altera la respuesta de los mineros al polvo del carbón. La aparición de múltiples nódulos redondeados en el pulmón en un tiempo relativamente corto (síndrome de Caplan) representa una respuesta inmune patológica relacionada con la diátesis reumática. Desde el punto de vista histológico, se asemejan a los nódulos reumatoideos, pero tienen una región periférica de inflamación más aguda. Los pacientes con neumoconiosis de los trabajadores del carbón tienen un riesgo ligeramente mayor de tuberculosis activa e infecciones micro bacterianas no tuberculosis. Se informaron asociaciones débiles entre la neumoconiosis de los trabajadores del carbón y la esclerosis sistémica progresiva y el cáncer de estómago. (Newman S., 2019)

En cuanto al número de casos de neumoconiosis asociada a tuberculosis, en 2004 se identificaron cuatro casos, una defunción en la Delegación Coahuila, una en Guanajuato, una en Guerrero y una en Querétaro. En cuanto a las defunciones por esta patología, durante el periodo evaluado únicamente se identificaron cinco fallecimientos por este padecimiento.

Grafico 1.

Silicosis y otras neumoconiosis.



Fuente: Comisión de Salud Pública – Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud “Silicosis y Otras Neumoconiosis. 2019” Madrid. Recuperado por:

<https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/silicosis.pdf>

En 2010 en Colombia se realizó un diagnóstico de la exposición a polvos causantes de enfermedades respiratorias como silicosis, neumoconiosis de los mineros de carbón y asbestosis, donde la participación por parte de los sectores económicos y Administradoras de Riesgos Laborales (ARL) fue limitada; dicho diagnóstico mostró que los porcentajes de trabajadores expuestos a este tipo de polvos, en su orden fueron: 79% a sílice, 27% a carbón y 7% para asbesto. Con respecto a la actividad económica relacionada con empresas dedicadas a la explotación de carboneras, gasificación de carbón in situ y producción de carbón aglomerado, la proporción de exposición fue menor al 5%. A pesar de que se estima que el subregistro puede alcanzar el 30%, las cifras de incapacidades permanentes parciales (IPP), incapacidades temporales (IT) e invalidez obtenidos para el periodo de tiempo comprendido entre los años 1996 – 2009 mostraron que las incapacidades por NMC son las que mayor número de días de IT aporta, teniéndose valores de 3.141 días por Entidad Promotora de Salud (EPS) y 415 días por ARL. Sin embargo, entre 1996 y 2009 apenas se diagnosticaron 291 casos de NMC, 6 casos con de IPP, 3 de pensiones por invalidez, secundaria a NMC, 6 casos por invalidez y 64 muertes. Durante los años 2001 y 2005, las enfermedades del sistema respiratorio hicieron parte de las principales causas de mortalidad

en los trabajadores colombianos. (Garrote CF, Malagón JN, Morgan G, Combariza D, Varona M., 2014)

Un estudio realizado determinó la prevalencia de neumoconiosis a partir del diagnóstico radiológico, describiendo síntomas respiratorios referidos por los trabajadores de las minas subterráneas de carbón en el departamento de Boyacá, donde se encontró que los reportes de la lectura de las radiografías realizadas por un lector categoría B certificado, permitieron establecer que la prevalencia de neumoconiosis en el grupo estudiado fue de 29,74% (69 trabajadores mineros), de los cuales se concluyó que la mediana del tiempo en el cargo fue de 34 meses. El valor mínimo para la antigüedad en minería fue de 10 años, con una mediana de 15 años. Encontrando en este estudio; relación entre el tiempo en el cargo, la antigüedad laboral con el diagnóstico de neumoconiosis. (Tabla 3). (Forero Beltrán DP, Manotas Bolívar R, Varona M, Idrovo A, Torres C, 2014)

Tabla 3.

Comportamiento de la antigüedad, tiempo en el cargo y neumoconiosis.

Variable	No neumoconiosis		Neumoconiosis		Valor p
	Mediana	Mínimo-máximo	Mediana	Mínimo-máximo	
TIEMPO EN EL CARGO EN MESES	71.08	1-372	38.17	1-20	0.0066
ANTIGÜEDAD LABOR AÑOS	20.44	10-45	16.08	10-45	0.0000

Fuente: Forero Beltrán DP, Manotas Bolívar R, Varona M, Idrovo A, Torres C. “síntomas respiratorios y neumoconiosis por polvo de carbón diagnosticada radiológicamente, en los trabajadores de minería subterránea en Boyacá en el año 2014”. Boyacá – Colombia:

Recuperado por:

<http://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/9647/327865252014.pdf?sequence=1>

Las ocupaciones más frecuentes fueron las de piquero (74,7 %), cochero (10,6 %) y malacatero (5,3 %) Con respecto a las condiciones laborales el tipo de labor desempeñada tiene connotaciones diferenciales respecto de los riesgos y exposiciones, el cargo de picador

predominó con el 74,7%. (Garrote CF, Malagón JN, Morgan G, Combariza D, Varona M., 2014)

El 75% de la población tenía una antigüedad en el sector minero menor de 20 años, con un promedio de 17 años, mínimo 10 años y máximo 45 años. Entre los cargos anteriormente mencionados estaban los que pasan la mayoría de la jornada laboral en la profundidad (69,5 %), lo que se asocia con el hecho de que el 70,1 % de los trabajadores describió su lugar de trabajo habitual como cerrado y 16,9 % como parcialmente cerrado. (Jiménez C, Zabala I, Idrovo A., 2015)

Tabla 4.

Características sociodemográficas y laborales de los trabajadores expuestos a polvo de carbón que laboraron en minas de socavón en Boyacá, 2013.

Cargo			
	Picador	127	74,7
	Cocheo	18	10,6
	Malacatero	9	5,3
	Supervisor de tajo	8	4,7
	Otros ^b	8	4,7

Fuente: Garrote CF, Malagón JN, Morgan G, Combariza D, Varona M., Caracterización de las condiciones de salud respiratoria de los trabajadores expuestos a polvo de carbón en minería subterránea en Boyacá, 2013. Revista de la universidad industrial de Santander salud 2014; 46 (3): 237-247. Recuperado por: <http://www.scielo.org.co/pdf/suis/v46n3/v46n3a04.pdf>

Garrote, Wilches, Malagón Rojas, Morgan, Combariza, Varona (2014) en su investigación determinaron que las manifestaciones de la NMC pueden tardar en aparecer al menos diez años o más según la exposición, puesto que se evidencia que en la fase inicial ocurre una excesiva retención pulmonar de polvo que puede asociarse a escasos síntomas, tales como disnea, tos seca o productiva generalmente si existe antecedente de tabaquismo o bronquitis haciendo pasar desapercibido la activación de dicha enfermedad.

Cabe resaltar, que el antecedente de tabaquismo en trabajadores de minas de carbón, no causa efecto alguno en la producción de neumoconiosis, pero si genera reacciones de

hipersensibilidad disminuyendo significativamente la capacidad de aclaramiento de los macrófagos y pueden por lo tanto contribuir al desarrollo de una neumoconiosis. Por lo tanto, la cantidad de polvo cobra importancia cuando se exceden los mecanismos de limpieza, degradando posibilidad de que el sistema respiratorio pueda enfrentar dicha enfermedad de forma oportuna, puesto que la peligrosidad del tabaco para la salud es bastante alta, aunque los fumadores siempre tienden a minimizar los riesgos del tabaco. Si al hábito tabáquico se le añade una actividad laboral que conlleve la exposición a sílice o polvo de carbón las consecuencias pueden ser nefastas para el trabajador. El trabajador debe ser conocedor de los riesgos del tabaco, la esperanza de vida y los costes socioeconómicos de las enfermedades derivadas del tabaco, para llegar a conseguir una erradicación de este hábito tóxico, pero lamentablemente al analizar las condiciones de salud respiratoria de un estudio realizado, se estableció que en cuanto a los antecedentes toxicológicos, el 46,5% tenía antecedente de tabaquismo en algún momento de la vida; durante el tiempo en que se realizó el estudio, dicho hábito persistía en el 34,1% de los fumadores. En promedio, la población tenía antecedente de consumo acumulado de tabaco de 11 años (desv. est. 9,9 años). El trabajador que tenía menor exposición a tabaco era de 1 año, y el de mayor exposición era de 35 años.

La alteración en espirometría tiene una relación lineal estadísticamente significativa entre el tiempo de exposición a polvo de carbón y la cantidad de polvo de carbón respirable y el deterioro de la función pulmonar cuando los datos fueron estratificados en la presencia de neumoconiosis. Los hallazgos espirométricos relacionados con patrón obstructivo y mixto, se encontraron principalmente en los mineros con antigüedad en el sector mayor a 20 años; estos hallazgos se hacen evidentes en otros estudios realizados como neumoconiosis expuestos a polvos inorgánicos. La acelerada disminución del VEF1 (común en patologías obstructivas) experimentadas por algunos mineros del carbón, estuvo asociada con los aumentos en los síntomas respiratorios, enfermedades y la mortalidad cardiovascular. Al ajustar la edad y el tabaquismo, en mineros de carbón, la rápida disminución del VEF1 en un periodo promedio de 11 años tendría el doble de riesgo de morir de enfermedades cardiovasculares o enfermedad respiratoria no maligna y 3,2 veces más riesgo de morir por EPOC. En este estudio se encontró que el 87.5% de los trabajadores con alteración espirométrica dada por obstrucción y el 100% con restricción presentaron sintomatología referente a tos y expectoración, aunque se aclara que no corresponde a una asociación, por lo

menos comprobada en este estudio. (Garrote CF, Malagón JN, Morgan G, Combariza D, Varona M., 2014)

Tabla 5.

Condiciones de salud respiratoria y resultados de paraclínicos según rango de edad en los trabajadores expuestos a polvo de carbón que laboran en minas de socavón en Boyacá. Año 2013.

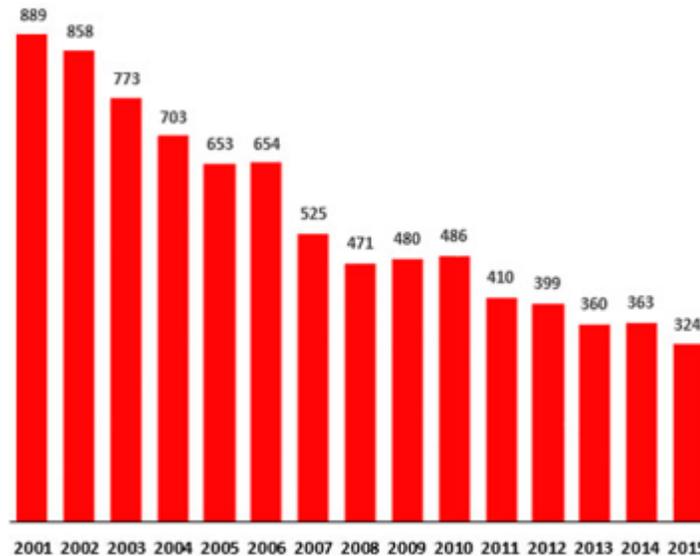
Síntomas respiratorios						
Espito al levantarse durante el invierno	30	7,1	59	61,4	19	59,3
Espito durante el día o noche durante el invierno	28	66,6	61	63,5	19	59,3
Espito la mayoría de los días, al menos 3 meses al año	28	66,6	60	62,5	19	59,3
Tos diurna y nocturna habitual durante el invierno	26	61,9	52	54,1	18	56,2
Despertar por ataque de tos durante el último año	27	64,2	48	50,0	18	56,2
Tos al levantarse durante el invierno	25	59,5	50	52,0	18	56,2
Tos mayoría de los días, al menos 3 meses al año	24	57,1	49	51,0	18	56,2
Fumador por más de un año	19	45,2	37	38,5	16	50,0
Alergia nasal	16	38,0	38	39,5	17	53,1
Sensación de opresión torácica al despertar durante el último año	16	38,0	28	29,1	14	43,7

Fuente: Garrote CF, Malagón JN, Morgan G, Combariza D, Varona M., Caracterización de las condiciones de salud respiratoria de los trabajadores expuestos a polvo de carbón en minería subterránea en Boyacá, 2013. Revista de la universidad industrial de Santander salud 2014; 46 (3): 237-247. Recuperado por: <http://www.scielo.org.co/pdf/suis/v46n3/v46n3a04.pdf>

No obstante, cabe resaltar que el polvo del carbón no es solo una de las principales causas de enfermedades pulmonares, sino que a su vez provoca el deterioro pulmonar, discapacidad permanente y muerte, y aunque puede ser prevenible se estima que dicha enfermedad se fue reduciendo de manera constante hasta finales de 1999, pero que estas reducciones se detuvieron y comenzaron a aumentar su incidencia. Para los mineros con 25 años o más de experiencia que fueron examinados a través del Programa de Vigilancia de la Salud de los Mineros de Carbón de NIOSH, se determinó después del año 2000, la tasa aumentó a más del doble. Además, la enfermedad está apareciendo en mineros más jóvenes y está evolucionando más rápido de sus etapas iniciales (neumoconiosis de los mineros de carbón) a su forma más avanzada (fibrosis masiva progresiva).

Grafico 2.

Muertes de mineros con neumoconiosis de los mineros de carbón como causa subyacente o contribuyente.



Fuente: Angélica G. “Efectos tóxicos asociados con la exposición a contaminantes derivados de la minería de carbón. 2015” Universidad de Cartagena. Cartagena de Indias – Colombia. Recuperado por: <https://oem.bmj.com/content/oemed/36/3/206.full.pdf>

6.2 RESULTADO DEL SEGUNDO OBJETIVO ESPECÍFICO

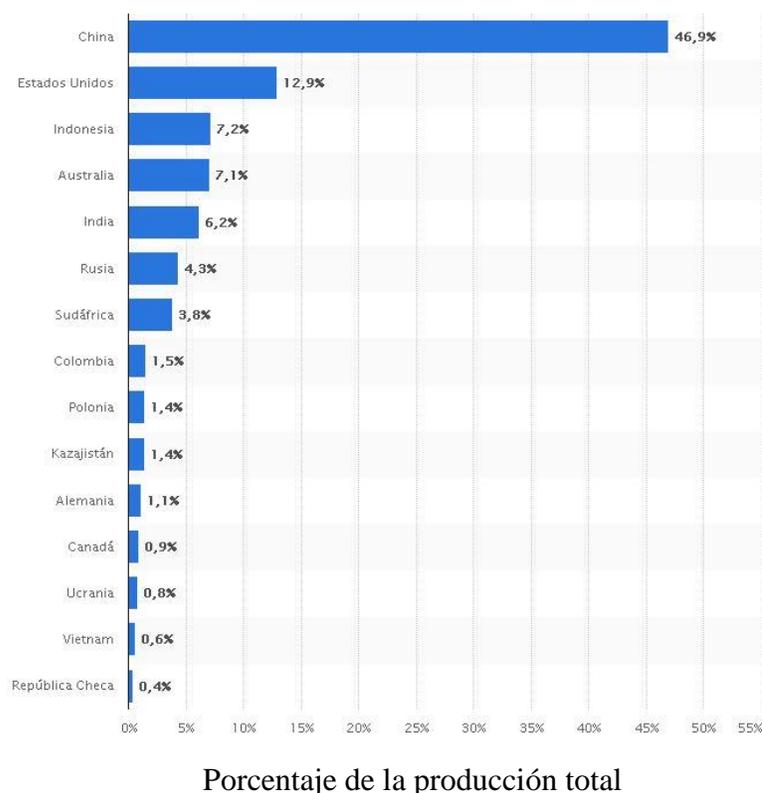
Determinar los factores de riesgo del agente en el desarrollo de neumoconiosis

Los principales países productores de carbón son China, U.S, Indonesia, Australia, India, Rusia, Sudáfrica, Colombia, entre otros, siendo china el mayor productor de este mineral con un 46.9% de la producción mundial, este país asiático es el líder del mercado, seguido de Estados Unidos que cuenta con un 12.9% entre otros países con menor porcentaje pero igual de importantes para el registro de los países con producción de carbón a nivel mundial, Cerca de 8.000 millones de toneladas de carbón se producen al año y se calcula que hay reservas para unos 110 años. (Angélica G, 2015)

De acuerdo a la investigación esta es una lista de países por producción de carbón en el año 2013, basada en el Statistical Review of World Energy 2013 publicado por la compañía inglesa BP en 2014, y clasifica a los países con una producción de carbón de más de 3 millones de toneladas.

Grafico 3.

Distribución de la producción de carbón global en 2014, por países principales.



Fuente: Angélica G. “Efectos tóxicos asociados con la exposición a contaminantes derivados de la minería de carbón. 2015” Universidad de Cartagena. Cartagena de Indias – Colombia. Recuperado por: <https://oem.bmj.com/content/oemed/36/3/206.full.pdf>

El carbón, conocido también como carbón mineral es un combustible sólido constituido por rocas sedimentarias muy ricas en carbono y que es fácilmente identificable por su característico color negro o pardo oscuro. Además de la importante presencia de carbono, este mineral puede contener otros elementos como azufre, oxígeno, nitrógeno o hidrógeno,

de acuerdo a las diferentes fuentes de investigación el carbón se extrae mediante dos métodos:

En minería subterránea, en la que el carbón se encuentra a más de 125 pies y la minería a cielo abierto, que la observamos cuando la veta de carbón se encuentra a menos de 125 pies independientemente del método de extracción que sea utilizado por las diferentes empresas mineras las consecuencias que éstas acarrean en la salud de los trabajadores son significativas siendo el polvo del carbón el principal factor para el desarrollo de la neumoconiosis en los trabajadores dado que este se acumula a lo largo de los túneles o galerías de la mina en techos, paredes y pisos, siendo los sitios de carga y descarga de carbón los de mayor acumulación de este material.

Tabla 6.

Neumoconiosis Inorgánicas.

Patología	Neumoconiosis de los mineros del carbón
Carácter	Maligno
Agente causal	Carbón
VLA-ED	2 mgm ⁻³ (para antracita)
Aparición enfermedad	Tras exposición prolongada
Síntomas	Disminución de la función pulmonar, enfisema
Patologías asociadas	Silicosis
Sectores industriales afectados	Mineros del carbón

Fuente: Asociación de empresas de equipos de protección personal – ASEPAL “Etiología y descripción de las enfermedades respiratorias profesionales” Colombia (s.f), Recuperado por:

https://www.construmatica.com/construpedia/Etiolog%C3%ADa_y_Descripci%C3%B3n_de_las_Enfermedades_Respiratorias_Profesionales

Normalmente el carbón es un combustible: cuando está en partículas muy finas y se pone en contacto con una chispa, se enciende, “La acumulación de este polvo de carbón se puede evitar barriendo periódicamente la mina, sin embargo, esta actividad es poco practicada lo que se convierte en un agravante frente a una eventual explosión” así lo explica la profesora Astrid Blandón del Departamento de Materiales y Minerales y directora de este proyecto.

La relación entre la exposición a los polvos minerales y los efectos que produce sobre la salud dependen de la dosis acumulada, es decir, de la concentración del polvo en el aire y de la duración y frecuencia de la exposición. Así mismo, se sabe que existe un periodo de latencia entre el inicio de la exposición y el comienzo de las manifestaciones clínicas que pueden ser alrededor de los 10 años. Posterior a esto diversos autores han investigado la repercusión del polvo en el organismo humano, analizando la probabilidad de contraer la enfermedad. La única curva obtenida en España que relaciona la masa de polvo respirada y la probabilidad de adquirir una neumoconiosis, se construyó empleando polvos con una cantidad de SiO₂ inferior al 10%. En esta curva existe una primera zona muy «tumbada», en la que el número de casos de silicosis aumenta poco en relación al aumento de la concentración del polvo. Una segunda zona muestra un incremento más importante y en otra tercera zona, la curva adopta una posición casi vertical, indicándonos que 21 pequeños aumentos en la cantidad de polvo, tienen una gran repercusión en la probabilidad de contraer la enfermedad. Es sobre estas dos últimas zonas, a partir de 5-6 mg/m³ de polvo respirable, sobre las que se debe actuar, evitando que los trabajadores estén expuestos a estas cantidades de polvo. (Comisión de Salud Pública Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud, Madrid. 2001)

Es importante recordar que uno de los factores de riesgo a los que ha estado expuesta la humanidad desde tiempos inmemoriales es el material particulado, ya sea por efecto de fenómenos naturales o de la acción antropogénicas. Es así como el material particulado es uno de los contaminantes atmosféricos más sobresalientes a nivel mundial, con la innegable dificultad que existe de poder ser cuantificado, especialmente aquel que se origina por las fuentes naturales, cuya magnitud se estima que puede llegar a ser hasta veinte veces mayor que la de las emisiones antropogénicas.

Según determinó (Nieto Zapata O. 1993) las partículas de tamaño entre 100 µm (polvo grueso) y 0,1 µm (humo condensado recientemente) tienen velocidades entre 25 y 0,000085 centímetros por segundo. Es decir que las partículas de mayor velocidad terminal se depositan temprano en su paso por el tracto respiratorio y las más pequeñas avanzan hasta

alcanzar las regiones más alejadas del mismo, a pesar de que una gran proporción de ellas son exhaladas. Se definen así dos fracciones del material particulado:

- La fracción inhalable: referida a aquella que es capaz de penetrar hasta cualquiera de las áreas del tracto respiratorio y
- La fracción respirable: referida sólo a aquella que es capaz de alcanzar la región alveolar.

Los estudios realizados por la Comisión Internacional de Protección Radiológica demuestran que el tamaño de partícula más grande que entra al tracto respiratorio es de cerca de 100 μm , que las partículas de menos de 10 μm penetran la nasofaringe y que a los sacos alveolares sólo llegan las partículas de menos de 7 μm (Corporación de Investigaciones de Colombia – PROCOLOMBIA, 2004)

La neumoconiosis del minero, es una enfermedad causada por la inhalación y depósito pulmonar del polvillo de carbón, que usualmente contiene pequeñas cantidades de hierro y sílice cristalina (cuarzo) y es caracterizada principalmente por la degeneración fibrosa (fibrosis) originada tras un proceso inflamatorio (Borm et al., 2011). En el año 2013, China reporta una prevalencia de neumoconiosis del 6.02% entre los trabajadores de la industria carbonífera, un alto índice comparado con países desarrollados como el Reino Unido y Estados Unidos que registran datos del 1% y 3.2% respectivamente (Mo et al., 2013).

Se proponen a las especies reactivas de oxígeno (ROS) como las directamente implicadas en el desarrollo de la neumoconiosis, carcinogénesis y demás patologías pulmonares, causadas por la exposición a polvo de carbón (Vallyathan et al., 1998). La pirita (FeS_2) es el principal componente del polvo de carbón que se encuentra directamente relacionado con la capacidad de generación de ROS. Este mineral, específicamente el átomo de hierro, forma espontáneamente peróxido de hidrógeno y radical hidroxilo en medio acuoso, a través de las reacciones de Haber-Weiss y Fenton. Son diversos los efectos y blancos de estas ROS, por ejemplo, alteraciones en el material genético celular tras oxidar biomoléculas como adenina y guanina, que son transformadas en los aductos 8-oxoadenina, 2-hidroxiadenina y 8-hidroxi guanina (Cohn et al., 2006a; Cohn et al., 2006b; Cohn et al., 2010).

Garrote CF, Malagón JN, Morgan G, Combariza D, Varona M., (2013), hablan en su artículo científico sobre la fisiopatología de la NMC, y como de acuerdo al tipo de carbón se pueden considerar que aquellos que tienen mayor contenido de material volátil tienen un efecto más perjudicial, así como el mayor contenido de radicales libres el cual otorga la propiedad de combustión, característica directamente proporcional con el riesgo de NMC. El carbón antracítico (el cual representa cerca del 47% de las reservas mundiales de carbón) tiene un menor contenido de material particulado y cenizas, comparado con el carbón subbituminoso y lignito. En Sur y Centroamérica el 55% del carbón es antracita y bituminoso y en Colombia el 94.3% del carbón corresponde a antracita y bituminoso. Estos últimos, tienen un alto contenido de hierro, sulfuros e incluso piritita. Tradicionalmente se ha asociado la generación de neumoconiosis con la presencia de cuarzo en el carbón; sin embargo, otros autores proponen que el desarrollo de la patología está relacionado con la presencia de acero y piritita 7,8. Por otro lado, se piensa que el carbón que contiene calcita puede reducir la oxidación de piritita y sus sulfuros, haciendo menos tóxica la inhalación del polvo de carbón.

Por otra parte, Guerrero A. (2015), habla sobre cómo el desarrollo de esta patología (Neumoconiosis), depende fundamentalmente del tipo de carbón, considerando el tipo antracita el de mayor citotoxicidad y patogenicidad.

Tabla 7.

Clasificación del carbón por rango.

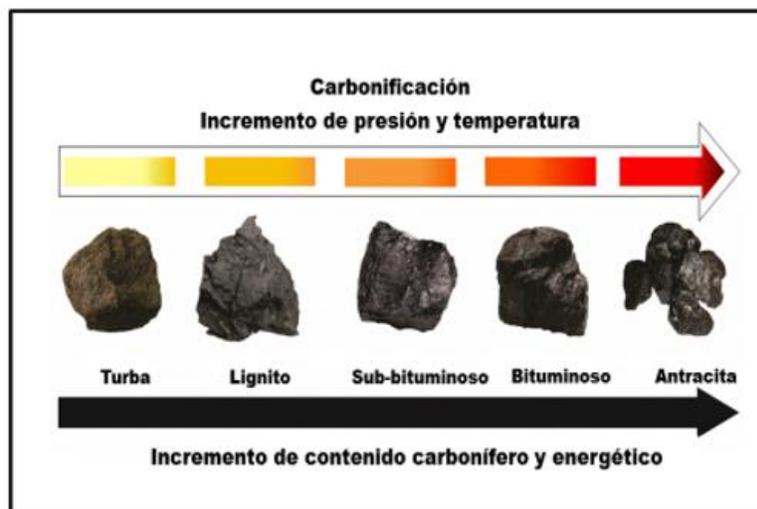
TIPO	Carbono fijo (%)	Poder Calorífico (Kcal/Kg)
Antracita	86 -98	>7.780
Bituminoso	45 - 86	5.800 - 7.780
Sub-Bituminoso	35 - 45	4.300 - 7.780
Lignito y Turba	25 - 35	2.200 - 4.300

Fuente: Angélica G. “Efectos tóxicos asociados con la exposición a contaminantes derivados de la minería de carbón. 2015” Universidad de Cartagena. Cartagena de Indias – Colombia. Recuperado por: <https://oem.bmj.com/content/oemed/36/3/206.full.pdf>

Así, la antracita tiene un mayor “rango” que el carbón bituminoso (hulla) debido a poseer un mayor contenido en sílice, lo que provoca un mayor aumento de los radicales libres y, consecuentemente, una mayor inflamación pulmonar. Dicho en otras palabras, el carbón de alto rango (la antracita) necesita muchas menos partículas de polvo para ser más dañino -esa es la razón por la que el límite del polvo de antracita es de 0.4 mg/m³, en contraste con el 0.9 mg/m³ del polvo de carbón bituminoso (hulla).

Figura 1.

Proceso de carbonificación. Se representan los tipos de carbón y su formación secuencial.



Fuente: Angélica G. “Efectos tóxicos asociados con la exposición a contaminantes derivados de la minería de carbón. 2015” Universidad de Cartagena. Cartagena de Indias – Colombia. Recuperado por: <https://oem.bmj.com/content/oemed/36/3/206.full.pdf>

Siguiendo la línea de este proceso, un estudio realizado por Bennett y Cols, quienes pudieron ratificar por medio de la observación, que los mineros que trabajaban en carbones de rango alto tenían mayor prevalencia de neumoconiosis (21%), pero una menor exposición al polvo (3,1mg/m³), mientras que los mineros que trabajaban con carbones de rango bajo, tenían una menor prevalencia de neumoconiosis (3,9%) a pesar de su mayor exposición al polvo de carbón (5,5mg/m³).

6.3 RESULTADO DEL TERCER OBJETIVO ESPECÍFICO

Determinar los factores de riesgo del medio ambiente en el desarrollo de neumoconiosis

Los mineros tienen que trabajar en un entorno laboral en constante transformación. Algunos trabajan sin luz natural o ventilación, excavando la tierra, extrayendo material y, al mismo tiempo, tomando medidas para evitar que se produzca una reacción ya sea a corto o largo plazo de las alteraciones que pueden ocasionar en la salud de los trabajadores, los daños que esta actividad genera al medio ambiente por 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. Por su parte, la atmósfera, 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 generar impactos ambientales, los cuales surgen como consecuencia de diversos factores que varían desde si la mina está activa o abandonada, los métodos de extracción utilizados y las condiciones geológicas de su ubicación, sin embargo, en todos los casos tendrá efectos lesivos en organismos vegetales, animales y en seres humanos, ya sea por destrucción del hábitat o por la liberación de contaminantes al ambiente (Keating, 2001). En general, el espectro de impactos medioambientales de la minería carbonífera es presentado en la Figura e incluye accidentes en minas, subsidencia minera (hundimiento y erosión del terreno), cambios en la hidrología de aguas subterráneas, contaminación del agua y generación de drenajes ácidos y salinos, alteraciones visuales en el ecosistema próximo a la mina, acumulación de escombros, contaminación del aire, entre otros (Mamurekli, 2010).

Toda explotación minera genera, contaminación del entorno que rodea al trabajador, dependiendo el grado de la misma se encuentran factores tales como: el tipo de explotación ya sea en minas subterráneas o a cielo abierto, tecnología aplicada e incluso productos químicos empleados para llevar a cabo esta actividad en cualquiera de sus procesos como voladura, transporte o manipulación de este. Por ello es necesario incorporar medidas de

prevención que eliminen los riesgos para la salud de los trabajadores o, como mínimo, se reduzcan las concentraciones de los contaminantes

Los riesgos del medio ambiente varían dependiendo de la forma de actividad minera ya sea a cielo abierto o subterráneo, pero sin duda alguna los riesgos más latentes se pueden encontrar en las minas subterráneas ocasionando dificultades por factores como oscuridad, calor, humedad, calambres, radiaciones, exposición a gases tales como metano, y presión atmosférica.

Los esquemas de ventilación juegan un papel fundamental en la labor minera, debido a que estos no solo cumplen la función de mantener espacios libres de polvo, sino también mantener a los trabajadores libres de exposición alguna.

En los tipos de extracción de este mineral hay diferentes factores de riesgo, la explotación de las minas a cielo abierto de carbón puede realizarse con diferentes técnicas según la topografía, el área de extracción y los factores ambientales. Todos los métodos incluyen la eliminación de la capa de cobertura para poder extraer el carbón. Las operaciones a cielo abierto, aunque suelen ser más seguras que las de las minas subterráneas, presentan algunos riesgos específicos que deben tenerse en cuenta. El principal es el uso de equipos pesados que, además de causar posibles accidentes, suponen una exposición a gases de escape y ruidos y el contacto con combustibles, lubricantes y disolventes. Las condiciones climáticas, como lluvias torrenciales, nieve o hielo, la escasa visibilidad o el calor o el frío excesivos pueden representar un riesgo adicional. Si se utilizan barrenos para romper la roca, hay que tomar precauciones especiales durante el almacenamiento, el manejo y el uso de los explosivos. Las operaciones a cielo abierto requieren inmensas escombreras para almacenar los productos de la capa de cobertura. Se debe proceder a los controles necesarios para evitar fallos en el escombrado y proteger tanto a los trabajadores como a la población en general y el entorno o siendo el caso de las minas subterráneas también pueden aplicarse diferentes técnicas, aunque el común denominador es la perforación de galerías que van desde la superficie al filón de carbón, así como el uso de máquinas y/o explosivos para extraer el carbón. En las operaciones dentro de las minas subterráneas, además de la alta tasa de accidentes (la minería del carbón ocupa en todas las estadísticas uno de los primeros lugares

en cuanto a puestos de trabajo peligrosos), siempre existe la posibilidad de que se produzca un accidente grave con pérdida de vidas humanas. Las dos principales causas de este tipo de catástrofes son los hundimientos por un entibado deficiente de las galerías y las explosiones e incendios debidos a la acumulación de metano y/o de niveles inflamables de polvo de carbón presentes en el aire. Las minas son lugares peligrosos y la mayoría de los trabajos son duros. Los riesgos para los trabajadores van desde catástrofes como hundimientos, explosiones e incendios hasta accidentes, exposición al polvo, ruido, calor, etc. La protección de la salud y la seguridad de los trabajadores es una cuestión fundamental en las minas correctamente gestionadas y, en la mayoría de los países, esta normativa es de obligado cumplimiento.

La exacta naturaleza de los riesgos mineros depende de si la mina es de explotación a cielo abierto o subterráneo como se expresa en el anterior párrafo, y de si se trata de una mina grande o de pequeña escala. Sin embargo, en general los riesgos a que se ven expuestos los trabajadores de las minas pueden resumirse en los siguientes términos.

Riesgos físicos del ambiente de trabajo

- Exposición a temperaturas extremas durante la perforación: En minas poco profundas, la temperatura no presenta grandes inconvenientes, pero superados los 1000 metros de profundidad, debe prestarse especial atención de la temperatura ya que puede causar inconvenientes a la salud de los trabajadores. Es muy común que los trabajos de minería se realicen en condiciones, no sólo de altas temperaturas, sino también de humedad. Estos dos factores climáticos interactúan entre sí dificultando el balance térmico necesario entre la temperatura corporal al momento del trabajo y el medio ambiente laboral. Si la humedad es muy alta, la sensación térmica aumenta notablemente y provoca cansancio y fatiga.
- Ventilación: No sólo es necesaria para regular la humedad y el calor. Es primordial que el sistema de ventilación de galería sea apropiado para lograr una atmósfera respirable al trabajar. Un sistema deficiente no sólo genera un ambiente de trabajo poco confortable, sino que acarrea riesgos más serios. Tanto las operaciones de

perforación como las de voladura generan una enorme cantidad de polvo y gases que pueden permanecer en suspensión durante largos períodos.

- **Presión Barométrica:** Por características propias de la actividad y la ubicación de los yacimientos, muchas veces se desarrollan trabajos de minería a grandes altitudes, lo que genera una exigencia física mayor. Las consecuencias de no tomar las medidas adecuadas provocan una serie de trastornos de distintos tipos de gravedad: hipoxia, mal de montaña agudo y crónico, edema pulmonar, edema cerebral y hasta hemorragias retinianas.

Riesgos Químicos

- **Gases irritantes** Al igual que otros riesgos descritos, los gases están presentes en todos los bloques del proceso. El más común es el óxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Los primeros provienen de los explosivos utilizados en la voladura y, al ser poco solubles en el agua pueden llegar hasta los pulmones donde se disuelven a nivel alveolar. Allí se originan ácidos nitrosos y nítricos, lo que provoca una irritación indolora que puede causar edema pulmonar seguido de muerte. La presencia de anhídrido sulfuroso puede agravar el problema.
- **Gases asfixiantes** Pueden estar presentes por diversos motivos: combustión (anhídrido carbónico); estar en las galerías y formar bolsas de gases (metano). El principal problema de estos gases es que reducen la concentración de oxígeno dificultando la respiración. Si además son químicamente activos (metano y/o acetileno) pueden provocar una explosión. El uso de maquinarias a combustible, especialmente cuando son diésel, genera una clase de humos que son perjudiciales para la salud, ya que contienen cientos de compuestos químicos tales como monóxido de carbono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y sus derivados. Estos humos pueden provocar desde irritaciones, intoxicaciones y asfixia hasta patologías más graves como cáncer de pulmón, cáncer de esófago y neumoconiosis.

Polvos neumoconiógenos: La combinación del silicio y el oxígeno (dos componentes muy comunes) forman óxido de silicio o sílice, que pueden encontrarse en casi todas las rocas. También es frecuente la presencia de silicatos, que son menos activos, pero también presentan riesgos de neumoconiosis, una enfermedad típica de la actividad minera que ocurre como consecuencia de la inhalación de partículas de polvo que quedan alojadas en el pulmón y produce severos problemas respiratorios. En los cuatro bloques del proceso de avance de galería pueden presentarse partículas de polvo que, si no se toman las medidas necesarias, pueden provocar esta enfermedad.

7. DISCUSIÓN

Los resultados encontrados muestran una asociación entre el desarrollo de neumoconiosis en trabajadores del sector minero y la tríada ecológica la cual fue material indispensable para el proceso de investigación dado que este es un modelo que permite evaluar la causalidad y las interacciones de los agentes que propagan una enfermedad la cual se compone de tres partes: agente causal, huésped y el medio ambiente que interactúa entre sí para entender la evolución y etapas de la enfermedad y los cambios que esta puede generar no solo en la salud sino en el bienestar integral de los trabajadores, lo que a su vez deteriora el bienestar y salud del trabajador, teniendo con ello consecuencias negativas, incluso la muerte a largo plazo, esto como producto de ignorar o desconocer el riesgo a una exposición crónica.

Figura 2.

Modelo tradicional de causalidad de las enfermedades transmisibles.



Fuente: Fernando A. “2do Curso de Formación de Vacunadores de la CHLA-EP – Epidemiología”. Recuperado por:

<http://www.chlaep.org.uy/descargas/programainmunizaciones/Epidemiolog%C3%ADa.pdf>

Por consiguiente, en la investigación realizada se determinó que los trabajadores de minería de carbón que padecían neumoconiosis severa tenían alta incidencia de sufrir de otras enfermedades como lo es la tuberculosis, desarrollando esta de 2,8 a 39 veces mayor que en pacientes con controles sanos y esto se debe a que el polvo de carbón modifica la respuesta

inmunitaria de los pulmones, afectando el metabolismo y/o función de los macrófagos pulmonares y, con una exposición frecuente, causa la apoptosis de los macrófagos.

(Galvão E, Winter DH, Seiscento M, Ubiratan PS, Terra M., 2008)

Antiguamente, la actividad minera no solía adoptar planes ni métodos para la salud y seguridad en el trabajo. Incluso actualmente, algunos trabajadores desconocen las ventajas que a futuro estos temas llegaron a tener por lo que esta investigación constata la información reportada en el Censo Minero Colombiano del 2011, donde se determina que el 74,6% (11276) de mineros de carbón habían cursado la primaria. Esta información se debe tener en cuenta en el momento de la formulación de políticas de promoción de la salud en el trabajo y de prevención de neumoconiosis, ya que el material educativo debe ir enfocado primordialmente a este grupo de trabajadores, que desconocen las prácticas preventivas a la hora de exponerse ante un riesgo como este, quedando en un segundo plano, sin ser considerado parte integral de la actividad laboral en el sector minero. ((Ministerio de Minas y Energía. Colombia Minera. Censo Minero Departamental. 2010 – 2011))

Esta enfermedad es crónica y progresiva, cuyo desarrollo se produce en períodos amplios, lo que permite establecer en esta investigación y apoyar el argumento de que la antigüedad en el cargo influye significativamente en la dosis recibida y acumulada en los pulmones, ya que entre más años de trabajo y de exposición más rápido se materializa la enfermedad de manera crónica. Por lo tanto, esta investigación establece que el tiempo de antigüedad mínimo para que la enfermedad se desarrolle en el huésped es de 10 años y como máximo 45 años. Sin embargo es necesario tener en cuenta que se han presentado casos en los que la enfermedad evoluciona rápidamente y esto se debe a los mecanismos de vulnerabilidad de la persona relacionados con la edad de esta, pues no es lo mismo tener un trabajador con un promedio de edad de 20 años a un 45 a 50 años, donde sus órganos no tienen el mismo grado de inmunidad para eliminar una enfermedad que va acabando poco a poco con sus esperanzas de vida y sumado a esto tanto los antecedentes genéticos como los factores de riesgo a los que ha estado expuesto el individuo a lo largo de su vida y trayectoria laboral.

por otro lado, y abarcando un poco el tema del tabaquismo, un estudio realizado por Santo Tomás, “Emphysema And Chronic Obstructive Pulmonary Disease In Coal Miners”,

estableció que el 80% de los mineros estudiados, eran previamente fumadores y concluyó que la neumoconiosis era más común en ellos. Contrario a lo que se encontró en el presente estudio, ya que en el 45,5% de los mineros se evidenciaba el consumo de cigarrillo en algún momento de la vida por más de un año y el 34,1% afirmó que fumaba al momento del estudio. Sin embargo, esta investigación determina que el tabaquismo no interviene en el desarrollo de la neumoconiosis del minero de carbón, pero si la evolución rápida de esta, esto debido a que en la actualidad el tabaco representa una alta peligrosidad para la población puesto que deteriora de forma irreversiblemente el buen estado de los pulmones, motivo por el cual no tiene la misma funcionalidad para añadir una enfermedad de gran complejidad.

A pesar de que la extracción del carbón se considera un actividad altamente contaminante para los recursos naturales del planeta tales como el aire y el agua, es sumamente importante en la actualidad, ya que el carbón es considerado como uno de los minerales con mayor extracción en el mundo, especialmente en países como China, U.S, Indonesia, Australia, India, Rusia, Sudáfrica, Colombia y entre otros, no solo porque provee y satisface el sistema energético y productivo de diversos países sino que a su vez permite ser un importante generador de empleo a nivel mundial.

Todo ambiente de trabajo presenta múltiples factores de riesgo, entre los cuales están aquellos relacionados las propiedades físicas de los cuerpos y que pueden producir efectos nocivos, según la intensidad y tiempo de exposición, en general los riesgos a que se ven expuestos los trabajadores del sector minero de acuerdo a esta investigación sin lugar a duda son a riesgos físicos y químicos siendo estos uno de los principales factores para alterar el estado de salud de los trabajadores a causa de neumoconiosis, estos riesgos se pueden resumir de acuerdo a la investigación en los siguientes términos - temperatura, ruido, iluminación, humedad, ventilación, vibraciones, gases, polvos, líquidos (irritativos, tóxicos, inflamables o explosivos), estos riesgos se pueden manifestar tanto en las minas subterráneas como en las minas a cielo abierto.

En Sur y Centroamérica el 55% del carbón es antracita y bituminoso y en Colombia el 94.3% del carbón corresponde a antracita y bituminoso. Estos últimos, tienen un alto contenido de hierro, sulfuros e incluso pirita. Tradicionalmente se ha asociado la generación de neumoconiosis con la presencia de cuarzo en el carbón; sin embargo, otros autores proponen que el desarrollo de la patología está relacionado con la presencia de acero y pirita. (

(Harrington AD, Tsirka SE, Schoonen MA. Inflammatory stress response in A549 cells as a result of exposure to coal: evidence for the role of pyrite in coal workers' pneumoconiosis pathogenesis. *Chemosphere*. 2013) (McCunney RJ, Morfeld P, Payne S. What comp)

Los resultados expuestos en el presente trabajo determinan que los tipos de carbón asociados a la aparición y progresión de Neumoconiosis del minero de carbón, se deben al tipo antracita y bituminoso, encontrándose que estos tienen una gran cantidad de radicales libres, lo que conlleva a que su toxicidad y patogenicidad incremente el riesgo de desarrollar neumoconiosis de 6 a 10 veces frente a otro tipo de carbón. Además de esto, estudios revelaron que estos dos tipos de carbón representan un gran porcentaje de reservas mundiales en países de Suramérica, Centroamérica e incluso en Colombia las industrias mineras explotan cerca del 94% el carbón antracita y bituminoso.

Actualmente la manera más habitual de diagnosticar la neumoconiosis del minero de carbón es a través de una radiografía de tórax, aunque puede no ser útil en ciertos casos debido a su baja especificidad en el diagnóstico de máculas y nódulos, pudiendo identificar lesiones cancerosas u otro tipo de trastornos como fibrosis, lo que genera que los trabajadores identificados con esta patología manifiesten alteraciones anatómicas y funcionales irreversibles, por lo que es indispensable trabajar en el desarrollo de marcadores predictores de neumoconiosis.

8. CONCLUSIONES

La neumoconiosis de los trabajadores del carbón es causada por la inhalación de polvo de carbón y depende de la dosis de partículas inhaladas y retenidas, de la actividad biológica del polvo para inducir una reacción tisular fibrogenética y de la respuesta y sensibilidad individual, al analizar los factores que intervienen en el desarrollo de neumoconiosis, encontramos que existen varios agentes del huésped, que influyen en este resultado siendo estos la edad, sexo, grado de inmunidad, factores genéticos, consumo de tabaco o cigarrillo y condiciones de salud específica.

Las manifestaciones de la NMC pueden tardar en aparecer al menos diez años o más según la exposición. Inicialmente ocurre una excesiva retención pulmonar de polvo que puede asociarse a escasos síntomas. Sin embargo, la patología puede progresar, manifestándose como una enfermedad predominantemente restrictiva, pero que al comprometer el árbol traqueo-bronquial genera síntomas obstructivos.

Los principales países productores de carbón son China, U.S, Indonesia, Australia, India, Rusia, Sudáfrica, Colombia, entre otros, siendo china el mayor productor de este mineral con un 46.9% de la producción mundial, este país asiático es el líder del mercado, seguido de Estados Unidos que cuenta con un 12.9% entre otros países con menor porcentaje pero igual de importantes para el registro de los países con producción de carbón a nivel mundial, Cerca de 8.000 millones de toneladas de carbón se producen al año y se calcula que hay reservas para unos 110 años.

El uso de elementos de protección personal respiratoria debe ser fundamentales, garantizados y certificados al igual que los programas de vigilancia médica como una historia clínica estandarizada con énfasis en antecedentes ocupacionales, un examen físico enfocado en el sistema respiratorio, radiografía de tórax y espirometría; con seguimiento y evaluación periódica de las condiciones laborales y médicas del trabajador, con el fin de establecer medidas preventivas que permitan disminuir la incidencia de neumoconiosis del minero de carbón

Teniendo en cuenta que dicha investigación se basó en el modelo de la triada ecológica, cabe resaltar que La deficiencia en la prevención primaria y el desconocimiento de los mecanismos

responsables de la inducción y progresión de la enfermedad son factores que explican la persistencia de este problema. Teniendo en cuenta que la neumoconiosis es una patología irreversible, se debe fortalecer su prevención mediante la implementación de medidas de seguridad e higiene.

Es indudable que entre los factores de riesgo al que ha estado expuesta la humanidad desde tiempos inmemoriales es el material particulado del carbón, uno de los contaminantes atmosféricos más sobresalientes en la actualidad a nivel mundial. Es ante esta situación a la que se ven enfrentados miles de colombianos trabajadores en las minas, ausentes de amparo, garantías laborales y de salubridad.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA

- Acosta Bueno D, M, (2016) Impactos ambientales de la minería de carbón y su relación con los problemas de salud de la población del municipio de samacá (Boyacá), según reportes asis 2005-2011
- Aragón T, M, (2012) Neumoconiosis del minero de carbón
- Cuevas A, M, (2014) Colombia no ha contado sus enfermos por carbón
- Garrote W, C, F (2013) Caracterización de las condiciones de salud respiratoria de los trabajadores expuestos a polvo de carbón en minería subterránea en Boyacá
- Barrero O, J, (2008) Uso de los marcadores Biológicos y del TAC en la detección temprana de la Silicosis
- Beltran D, M. R. (2014). Síntomas respiratorios y neumoconiosis por polvo del carbón Diagnosticada Radiologicamente, en los trabajadores de minería subterranea en Boyaca en el año 2014.
- Calderón F, Y, (2007) guía educativo en neumoconiosis. Riesgo respiratorio profesional
- Cañas R, E, (2008) Diagnostico de la calidad del aire en la zona minera del cesar
- Congreso de la Republica (11 de julio de 2012) " Por la cual se modifica el sistema de riesgos laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional" Ley 1562, 2012, art. 4
- Corporación de Investigaciones de Colombia. Guía Ambiental Transporte de Carbón. Medellín. PROCOLOMBIA, 2004
- Correa M, A, (2015) La montaña rota
- Cuervo G, V, (2001) Silicosis y otras Neumoconiosis
- Delgado W, A, (2014) Minería del carbón y efectos en la salud: Una revisión bibliométrica
- Diaz R, (2009) Salud y Seguridad en trabajos de minería
- Dueñas E, (2001) Enfermedades por agentes inorgánicos. Neumoconiosis. Mesotelioma
- Farr W, B. C. (1988). Mortalidad de los mineros: Una selección de los informes y escritos de Wikkiam Farr. En: El desafio de la Epidemiologia. Problemas y lecturas seleccionadas. Parte I, Desarrollo Historico. Organización Panamericana de la Salud. pag. 69.
- Forero B, D, P, (2014) síntomas respiratorios y neumoconiosis por polvo de carbón diagnosticada radiológicamente, en los trabajadores de minería subterránea en Boyacá en el año 2014
- Franco S, A, (2016) Neumoconiosis. Estudio comparativo de su comportamiento en los estados de Coahuila, Guanajuato, Hidalgo y Zacatecas, México

- Galindo C, J, A, Jiménez G, G, (2015) Enfermedades laborales respiratorias directas y calidad de vida en trabajadores atendidos en una institución de salud.
- Gavela R,(2012) Silicosis y neumoconiosis de la mina de carbón
- González M, Abril F, Ospina D, Roa C, Hurtado E (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
- Gonzales C, M, Abril B, J, Condiciones de salud y trabajo en la mina de carbón el saman, municipio de sardinata (norte de santander), julio a septiembre de 2009.
- González N, M, (2017) Plan de desarrollo del subsector carbón
- Guerrero C, A, (2015) Efectos Tóxicos asociados con la exposición a contaminantes derivados de la minería de carbón
- Diagnostico y tratamiento la neumoconiosis por sílice, Mexico, Secretaria de Salud. 2009
- Claudia P. Jiménez-Forero, Ivonne T. Zabala, Álvaro J. Idrovo. Condiciones de trabajo y morbilidad entre mineros del carbón en Guachetá, Cundinamarca: la mirada de los legos. En: Revista Biomédica. Vol. 3; (2015); p. 77-89
- Idrovo J, (2000) Estimación de la Incidencia de Enfermedades Ocupacionales en Colombia, 1985-2000
- Khan F, J, (2015) Coal Worker's Pneumoconiosis
- Lopez R, P, (2008) Neumoconiosis en trabajadores expuestos a polvos inorgánicos
- Marquez V, J, (2011) La enfermedad oculta: una historia de las enfermedades profesionales en Colombia, el caso de la silicosis (1910-1950)
- Mejía U, L, (2014) El carbón. Origen, atributos, extracción y usos actuales en Colombia
- Ministerio de Protección Social Republica de Colombia. Plan Nacional para la prevención de la silicosis, la neumoconiosis de los mineros de carbón y la asbestosis. (2010-2030). Julio de 2011.
- Monsalve O, A. (1997) Factores de riesgo en la explotación minera
- Nieto Z, O, (2008) Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para relacionado con el Trabajo
- Niño N, H Riaño M,J, Forero C, J, F, Villazón R, A, Manrique G, J, J, (2012) Cadena del Carbon
- NIOSH (2007) Consecuencias Para la salud de la sobreexposición al polvo respirable de carbón y sílice
- Oficina internacional del trabajo ginebra (2011) Guía para el uso de la Clasificación Internacional de la OIT de Radiografías de Neumoconiosis
- Oficina internacional del trabajo ginebra (Reunión de expertos sobre seguridad y salud en las minas de carbón) (2016) Proyecto de Repertorio de recomendaciones prácticas sobre seguridad y salud en las minas de carbón subterráneas

- Orduz G, C, (2002) Neumoconiosis en Colombia, Situación en Antioquia
- Pescador V, B, (2016) Dualidad, la locomotora Minera VS el Pulmón negro
- Polo A, B, (2007) Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Neumoconiosis (silicosis, neumoconiosis del minero de carbón y asbestosis)
- Quintana M, P, (2012) Silicosis y neumoconiosis de la mina de carbón
- Rodriguez Y, R, (2010) Boletín estadístico de minas y energía 1990 -2010
- Rodriguez E, A, (2015) Las enfermedades pulmonares Intersticiales difusas en el ámbito laboral
- Salinas L, R, (2008) Neumoconiosis en trabajadores expuestos a polvos inorgánicos
- Seguridad minera (2012) Fuentes de exposición y patogenia de la neumoconiosis
- Tafur S, F, J, (2004) Informe de Enfermedad Profesional en Colombia
- Trujillo H, C, (2017) Análisis del ciclo de vida de la explotación de carbón en la cuenca del Sinifaná, Antioquia
- Tulcán G, M, (2011) Riesgos laborales que tienen los trabajadores del área minera Rocafuerte en la explotación y procesamiento de piedra en la ciudad de Tulcán durante noviembre 2010 a agosto del 2011
- Winter D, H, (2008) Tuberculosis y Silicosis: Epidemiología, diagnóstico y quimioprofilaxis
- Yeregui A, G, (2016) protocolo de Vigilancia de la Salud Específica Silicosis y otras Neumoconiosis
- Zabala I, T, (2015) Condiciones de Trabajo y morbilidad entre mineros de carbón del guaqueta, Cundinamarca: La mirada de los Legos
- Zapata R., P. J. (2016). Carbones colombianos: clasificación y caracterización termoquímica para aplicaciones energéticas. Revista ION. ISSN 2145-8480. . 18 de Junio.

9 ANEXOS

MATRIZ DE ANALISIS DE DOCUMENTOS						
Nº	Tipo de documento (tesis maestria, doctorado, articulo científico, informe de investigacion)	Nombre documento	Autor	año	Objetivo de la investigación	Conclusion
1	Articulo científico	Caracterización de las condiciones de salud respiratoria de los trabajadores expuestos a polvo de carbón en minería subterránea en Boyacá	Carolina Fernanda Garrote Wilches	2013	caracterizar las condiciones de salud respiratorio e identificar los factores de riesgo asociado al desarrollo de neumoconiosis en trabajadores que han laborado expuestos a polvo de carbón en minas de socavón de Boyaca	Los cambios radiológicos sugestivos de neumoconiosis fueron másfrecuentes en trabajadores con antigüedad menor de 20 años. Los hallazgos espirométricos anormales predominaron en el grupo con antigüedad mayor a 20 años
2	Articulo "el espectador"	Colombia no ha contado sus enfermos por carbón	Angélica María Cuevas Guarizco	2014	realizacion de estudios que revelen las implicaciones de la extracción carbonera para la salud podría estar ocultando una grave situación de salud pública en La Guajira y Cesar	En Colombia se han recibido reportes de neumoconiosis en mineros de Boyacá, no existe un índice que revele el porcentaje nacional de la incidencia de esta afección pulmonar.
3	Ministerio de la Protección Social	Plan nacional para la prevención de la silicosis, la neumoconiosis de los mineros de carbón y la asbestosis	Ministerio de la Protección Social	2010	Disminuir la frecuencia hasta lograr la erradicación de la silicosis,neumoconiosis de los mineros del carbón y asbestosis derivadas de lascondiciones de trabajo en Colombia	Establecer recomendaciones clínicas basadas en la mejor evidencia disponible, relacionadas con la prevención primaria, diagnóstico y prevención secundaria de personas con sospecha de neumoconiosis derivada de la exposición a sílice, polvo de carbón y los asbestos, relacionados con el trabajo.
4	Unidad de Planeación Minero Energética	Cadena del Carbon	Nohora Amparo Niño Candil Jairo Riaño Moreno Jorge Fernando Forero Castañeda Richard Ardila Villazón Juan José Manrique Galvis	2012	este documento sigue la línea de publicaciones técnicas especializadas de la entidad y que recopila las estadísticas más importantes de la industria del carbón en Colombia y el mundo.	Esperamos consolidar este documento como una importante fuente de consulta a nivel sectorial, cuya información se encuentra actualizada a nivel internacional hasta diciembre de 2010 y a nivel nacional hasta diciembre de 2011.
5	tesis de especializacion	Minería del carbón y efectos en la salud: Una revisión bibliométrica	William Acosta Delgado	2014	Determinar cuantitativamente el nivel de producción científica en torno a los efectos negativos en la salud, derivados del trabajo en minería de carbón	Los resultados de la investigación, permiten una visión amplia en la evaluación de factores de riesgo en la minería del carbón, para los profesionales de salud ocupacional, encargados de la evaluación y valoración de los riesgos en la minería

MATRIZ DE ANALISIS DE DOCUMENTOS						
Nº	Tipo de documento (tesis maestría, doctorado, artículo científico, informe de investigación)	Nombre documento	Autor	año	Objetivo de la investigación	Conclusion
6	Artículo de investigación	Informe de Enfermedad Profesional en Colombia	Francisco jose tafur sacipa	2004	Fortalecer la consolidación de la información de enfermedad profesional en el país, de tal manera que sea un insumo para la definición de políticas.	Este informe desea mostrar el impacto social y económico que causan las enfermedades profesionales, y cómo el subdiagnóstico y subregistro impiden conocer la magnitud de dicha situación. Ese impacto se traduce en pérdida de productividad, en pérdida de años de vida saludable, en disminución de la calidad de vida laboral y en pérdida de oportunidades para la prevención de daños a la salud de los trabajadores
7	Artículo de Investigación Científica o Tecnológica	Enfermedades laborales respiratorias directas y calidad de vida en trabajadores atendidos en una institución de salud. Cali 2015	José ángel Galindo Chauca, Guillermo Jiménez Guerrero	2015	Establecer la relación entre las enfermedades laborales directas y calidad de vida en trabajadores atendidos en una institución Prestadora de Salud de Cali en 2015	Se encontraron diferencias estadísticamente significativas al comparar los diferentes tipos de enfermedad y las ocupaciones laborales
8	Artículo de Investigación	Utilidad de las técnicas de espirometría y oximetría en la predicción de alteración pulmonar en trabajadores de la minería del carbón en paipa-Boyaca	González-Jiménez N Manrique-Abril F Ospina-Díaz J Roa Cubaque M Hurtado-Villamil E	2009	Evaluar la utilidad de las técnicas de espirometría y oximetría para determinar la prevalencia de disfuncionalidad respiratoria en trabajadores de minas de carbón de Paipa Boyacá y establecer posibles factores asociados, como edad y tiempo de exposición, para proponer medidas preventivas de salud ocupacional.	Se encuentra una alta prevalencia de alteración funcional respiratoria en el grupo estudiado, expresada como patrones de tipo obstructivo, restrictivo y mixto; la prevalencia de hipoxemia, aunque menor, también es elevada. Estas alteraciones se correlacionan con las prevalencias reportadas de disnea, tos y expectoración
9	tesis de especialización	Condiciones de salud y trabajo en la mina de carbón el saman, municipio de sardinata (norte de santander), julio a septiembre de 2009	maribel Gonzales Caceres jennifer abril bolaños	2010	Determinar las condiciones de salud y de trabajo en la mina El Samán (Sardinata, Norte de Santander) mediante la aplicación del instrumento utilizado en la I Encuesta Nacional de Condiciones de Salud y Trabajo en el Sistema General de Riesgos Profesionales	La neumoconiosis de los mineros del carbón (NMC) es la enfermedad más frecuentemente asociada con la minería del carbón. No es una enfermedad de desarrollo rápido, y suele tardar al menos diez años en manifestarse, a menudo mucho más cuando las exposiciones son bajas.

MATRIZ DE ANALISIS DE DOCUMENTOS						
Nº	Tipo de documento (tesis maestría, doctorado, artículo científico, informe de investigación)	Nombre documento	Autor	año	Objetivo de la investigación	Conclusion
10	Protocolo de vigilancia sanitaria específica	Silicosis y otras Neumoconiosis	Victor José Cuervo González José Luis Eguidazu Pujades Artemio González Fernández Asunción Guzmán Fernández José Ramón Hevia Fernández Isabel Isidro Montes Cristina Martínez González Aida Quero Martínez Gumersindo Rego Fernández Valentín Rodríguez Suárez	2001	prevención de la enfermedad y promoción de la salud de las y los trabajadores. Efectivamente, ya establecido en la Ley General de Sanidad	la exposición acumulada a polvo de las minas de carbón produce alteración de la función ventilatoria pulmonar independientemente del tabaco y de la presencia de neumoconiosis. El efecto podría ser aditivo al del tabaco y en ocasiones clínicamente importante.
11	Artículo de investigación	síntomas respiratorios y neumoconiosis por polvo de carbón diagnosticada radiológicamente, en los trabajadores de minería subterránea en Boyacá en el año 2014	Diana Paola Forero Beltrán, Rosalbina Manotas Bolívar, Marcela Varona, , Álvaro J. Idrovo, Carlos H. Torres R.	2014	Determinar la prevalencia de neumoconiosis a partir del diagnóstico radiológico y describir síntomas respiratorios referidos por los trabajadores de las minas subterráneas de carbón en el departamento de Boyacá.	La prevalencia para neumoconiosis en el presente estudio se estableció en el 29,74%. Los síntomas respiratorios y el hábito de fumar referidos por los trabajadores de las minas incluidas en el estudio en Boyacá, mostraron un comportamiento de independencia respecto al diagnóstico de neumoconiosis, mientras que el tiempo en el cargo y la antigüedad en la labor minera sugieren una relación dependiente con la patología.
12	Artículo de investigación (revista)	Neumoconiosis. Estudio comparativo de su comportamiento en los estados de Coahuila, Guanajuato, Hidalgo y Zacatecas, México	Sergio Adalberto Franco Chávez, Mario Salazar Páramo, José Figueroa Campos, María Olivia Peña Ortiz Rosalia Buenrostro Arceo	2016	analizar los trabajadores expuesto a un ambiente contaminado con polvos inorgánicos corre el riesgo de adquirir neumoconiosis, lo que dependerá de las características de dicho medio, de las del agente (polvo) y de la resistencia individual.	La neumoconiosis según la ocupación a nivel nacional en lo referente a muestra investigación, en el año 2011 se dio el mayor número de casos, 792 (774 hombres y 18 mujeres). En el mismo año según la ocupación, en los mineros y canteros (grupos ocupacionales vulnerables) se dieron 234 casos (231 en hombres y 3 en mujeres), y en otros se tuvieron 352 (342 hombres y 10 mujeres

MATRIZ DE ANALISIS DE DOCUMENTOS						
Nº	Tipo de documento (tesis maestría, doctorado, artículo científico, informe de investigación)	Nombre documento	Autor	año	Objetivo de la investigación	Conclusion
13	Tesis de grado	Uso de los marcadores Biológicos y del TAC en la detección temprana de la Silicosis	Barrero Osonio Jose Sol Mauro	2008	Determinar cuáles son los marcadores biológicos utilizados y cuáles son los resultados de la utilización del TAC comparados con el uso de la Radiografía de tórax empleando la técnica de la OIT en la detección temprana de silicosis	Aunque actualmente en Colombia no se han realizado estudios e investigaciones sobre la detección temprana de la silicosis por medio de los biomarcadores, se considera que puede ser a futuro una alternativa que se pudiera aplicar, para lograr la detección precoz de la misma en estadios tempranos donde se pueda intervenir a tiempo y controlar la exposición al polvo de sílice
14	Artículo (seguridad minera)	Fuentes de exposición y patogenia de la neumoconiosis	seguridad minera	2012	realizar una revisión de los antecedentes etimológicos del término y la evolución que ha tenido a través del tiempo la neumoconiosis	Existen una variedad de ocupaciones asociadas al riesgo de desarrollar neumoconiosis, que están relacionadas a una serie de factores propios del trabajo y del trabajador
15	artículo de investigación	protocolo de Vigilancia de la Salud Especifica Silicosis y otras Neumoconiosis	Aitor Guisasa Yeregui.	2016	Analizar la mortalidad específica por causa en una cohorte de casi 18.000 hombres de 10 minas de carbón británicas, que fue incluida en el programa "Pneumoconiosis	La EPOC se muestra claramente relacionada tanto con la exposición acumulada a polvo como a cuarzo, siendo la relación más fuerte en relación con la exposición a polvo respirable, de forma independiente al contenido de cuarzo que el mismo presenta.
16	(Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social)	Neumoconiosis en trabajadores expuestos a polvos inorganicos	Pablo López-Rojas, Ricardo Nava-Larraguivel, Santiago Salinas-Tovar, Rafael Santos-Celis, Irma Araceli Marín-Cotoñieto, María Martha Méndez	2008	analizar la frecuencia y gravedad de las neumoconiosis en trabajadores afiliados al Instituto Mexicano del Seguro Social. Material y métodos: estudio transversal, observacional y comparativo en el que se analizó el periodo 1994 a 2004.	se calificaron 7811 enfermedades de trabajo, de las cuales 662 fueron neumoconiosis, esto en parte se debe a que la evolución natural del padecimiento es lenta: posterior a los cinco años de exposición se presentan manifestaciones clínicas, y cuando el nivel de exposición es bajo pueden tardar un periodo mayor

MATRIZ DE ANALISIS DE DOCUMENTOS						
Nº	Tipo de documento (tesis maestría, doctorado, artículo científico, informe de investigación)	Nombre documento	Autor	año	Objetivo de la investigación	Conclusion
17	artículo de investigación	Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Neumoconiosis (silicosis,neumoconiosis del minero de carbón y asbestosis)	Bertha Eugenia Polo Alvarado	2007	Emitir recomendaciones basadas en la evidencia para el manejo integral (promoción, prevención, detección precoz, tratamiento y rehabilitación) de tres formas de NEUMOCONIOSIS (silicosis,neumoconiosis del minero de carbón y asbestosis) asociadas con la exposición laboral a sílice, carbón y asbestos respectivamente.	En la evaluación del riesgo para la salud derivado de la exposición a la sílice, el polvo de carbón y los asbestos, se recomienda tener en cuenta las propiedades físicas y químicas de los agentes y la interacción de las mismas con el organismo, así como las condiciones del ambiente de trabajo (espacios abiertos o cerrados), sistemas de control instalados (ventilación industrial, humectación), concentración de las partículas en el aire respirable, forma y tamaño de las partículas, porcentaje de formas geométricas de la sílice en el caso de polvos minerales y de carbón y duración de la exposición.
18	tesis de grado	Riesgos laborales que tienen los trabajadores del área minera Rocafuerte en la explotación y procesamiento de piedra en la ciudad de Tulcán durante noviembre 2010 a agosto del 2011.	Tulcán Guacales Maritza Tatiana Tutillo Rodríguez Cristina Yolanda	2011	Determinar los riesgos laborales que tienen los trabajadores del Área Minera Rocafuerte en la explotación y procesamiento de piedra en la Ciudad de Tulcán durante Noviembre 2010 a Agosto 2011.	Los fundamentos básicos sobre Riesgos Laborales que se proporcionan en la guía técnica educativa sobre riesgos generales y específicos que puedan presentarse en su entorno de trabajo, constituyan un documento de apoyo para prevenir las enfermedades
19	artículo de investigación (revista)	Dualidad, la locomotora Minera VS el Pulmón negro	Beatriz Pescador Vargas Laura Alejandra Roa Culma	2010	identificar diferentes factores de riesgo en el ambiente de trabajo para el desarrollo de neumoconiosis, entre los que se incluyen las condiciones del entorno ya sean espacios abiertos o cerrados.	Pese a que la extracción de carbón genera un crecimiento acelerado del producto en las regiones mineras, se suelen presentar graves retrasos en la generación de condiciones de bienestar en la población, restringiendo notablemente el desarrollo humano local; paradójicamente se observan los altos niveles de pobreza, en medio de una actividad que genera enormes riquezas

MATRIZ DE ANALISIS DE DOCUMENTOS						
Nº	Tipo de documento (tesis maestría, doctorado, artículo científico, informe de investigación)	Nombre documento	Autor	año	Objetivo de la investigación	Conclusion
20	tesis de especialización	Impactos ambientales de la minería de carbón y su relación con los problemas de salud de la población del municipio de samacá (Boyacá), según reportes asis 2005-2011	Diana Maria Acosta Bueno	2016	Identificar los efectos en la salud relacionados con los impactos ambientales de la actividad minera de carbón en el municipio de Samacá (Boyacá) según reportes de Análisis de Situación de Salud (ASIS) del Ministerio de salud y la Protección Social.	El deterioro ambiental producto de la industria minera del carbón es inevitable, por lo que la revisión de los datos en la salud humana y su repercusión a largo plazo, logran de alguna manera dar evidencia de los impactos ambientales que se generan y que afectan a los humanos viéndolos en términos de forma de vida, que también es afectada por este tipo de actividad
21	artículo de investigación	Salud y Seguridad en trabajos de minería	Marcelo Raúl Díaz	2009	brindar a los trabajadores la formación necesaria que les permita defender su salud y seguridad y los induzca a mantener una participación activa en el mejoramiento de las condiciones de trabajo y la prevención de riesgos laborales.	Toda explotación minera subterránea debiera contar, con planos y croquis actualizados y memorias técnicas para ser consultados en caso de emergencia
22	Ministerio de trabajo	Guías de Atención Integral en Seguridad y Salud en el Trabajo	ministerio de trabajo	2010	Establecer recomendaciones clínicas basadas en la mejor evidencia disponible, relacionadas con la prevención primaria, diagnóstico y prevención secundaria de personas con sospecha de neumoconiosis derivada de la exposición a sílice, polvo de carbón y los asbestos, relacionados con el trabajo.	Considerando que las enfermedades originadas en el pulmón y particularmente la neumoconiosis relacionada con el trabajo genera un gran impacto en la carga de enfermedad, surge la necesidad de actualizar y generar recomendaciones basadas en la mejor evidencia disponible que orienten a los profesionales de la salud a la prevención, diagnóstico temprano y tratamiento de las neumoconiosis.
23	manual de buenas practicas	Manual de buenas practicas	Ing. Mauricio marci Lic. Jorge triaca C.P.N. Gustavo dario moron Dr. Pedro mariezcurena	2016	Disponer de una guía de buenas prácticas para la prevención de riesgos del trabajo, protección y promoción de la salud, orientada a todos los actores sociales del mundo del trabajo	El presente Manual de Buenas Prácticas está enfocado en los procesos de minería subterránea o de socavón. Por sus características geográficas
24	artículo informativo	Neumoconiosis de los trabajadores del carbón	Lee S. Newman	2014	identificar la neumoconiosis de los mineros del carbón (pulmón negro) como una enfermedad pulmonar causada por depósitos de polvo de carbón en los pulmones	La prevención es fundamental ya que no hay cura para la neumoconiosis de los mineros del carbón. La enfermedad se puede prevenir suprimiendo el polvo de carbón en el lugar de trabajo

MATRIZ DE ANALISIS DE DOCUMENTOS						
Nº	Tipo de documento (tesis maestría, doctorado, artículo científico, informe de investigación)	Nombre documento	Autor	año	Objetivo de la investigación	Conclusion
25	ministerio de proteccion social	Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para relacionado con el Trabajo	Oscar Nieto Zapata. Jorge Humberto Mejía Alfaro,	2008	Emitir recomendaciones basadas en la evidencia para el manejo integral (promoción, prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación) del cáncer de Pulmón de origen ocupacional	El alcance de la metodología de evaluación de los riesgos originados por exposición a sustancias químicas tiene por objeto obtener información suficiente y necesaria para tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas
26	libro	guía educativo en neumoconiosis. Riesgo respiratorio profesional	Yuli Calderón F.	2007	Este libro guía es de fácil entendimiento con un lenguaje claro y simple, que puede resolver inquietudes no sólo de los estudiantes de diferentes profesiones que se encuentran en la Especialización de Salud Ocupacional, sino que se convierte en una herramienta para el pregrado de Medicina y Enfermería y para la población en general en la promoción y prevención.	para diferentes tipos de profesionales, e incluso, para los mismos empleadores y trabajadores, teniendo en cuenta que todo tipo de circunstancia que rodee un acto laboral puede verse involucrada en alteraciones de la salud, sin contar las consecuencias que se puedan generar a partir de una enfermedad o accidente laboral de tipo socio-económico en el mismo trabajador, la empresa y la sociedad
27	libro	funcion respiratoria en mineria de carbon de samanca -boyaca	Nubia Mercedes González Jiménez, Myriam Rocío Wilches Wilches, Mabel Patricia Franky Rojas, Guiomar Haydee Rubiano Díaz	2017	El libro de investigación, presenta la condición funcional respiratoria de población minera de carbón en el municipio de Samacá Boyacá, analizando variables de tipo sociodemográfico, antecedentes toxico alérgicos, sintomatología respiratoria, patrones espirométricos con grados de severidad y niveles de saturación arterial (SpO ₂), que evidencian patrones de anomalía espirométrica, acompañada de antecedentes toxico alérgico por humo de leña y cigarrillo, visualizando a futuro una problemática relevante en términos de salud pública para este municipio.	Se expone el planteamiento de implementación de un programa de intervención integral para la salud respiratoria en esta población, que mitigue el riesgo laboral respiratorio derivado de esta actividad económica del municipio.

MATRIZ DE ANALISIS DE DOCUMENTOS						
Nº	Tipo de documento (tesis maestría, doctorado, artículo científico, informe de investigación)	Nombre documento	Autor	año	Objetivo de la investigación	Conclusion
28	libro	La montaña rota	Mguel alvarez correa	2015	La minería juega un papel de relevancia en el sector productivo colombiano. El Gobierno nacional promueve la actividad minera en Colombia dando cuenta de su importancia para la economía del país. Las implicancias negativas y los beneficios han polarizado la opinión pública dónde cada bando justifica y promueve sus convicciones. En esta obra se analiza la relación entre progreso, bienestar y minería y la protección de los páramos.	Las implicancias negativas y los beneficios han polarizado la opinión pública dónde cada bando justifica y promueve sus convicciones. En esta obra se analiza la relación entre progreso, bienestar y minería y la protección de los páramos.
29	libro	Plan de desarrollo del subsector carbón	Nubia Mercedes González Jiménez, Myriam Rocío Wilches Wilches, Mábel Patricia Franky Rojas, Guomar Haydee Rubiano Díaz	2017	El libro de investigación, presenta la condición funcional respiratoria de población minera de carbón en el municipio de Samacá Boyacá, analizando variables de tipo sociodemográfico, antecedentes toxico alérgicos, sintomatología respiratoria, patrones espirométricos con grados de severidad y niveles de saturación arterial (SpO2), que evidencian patrones de anomalía espirométrica, acompañada de antecedentes toxico alérgico por humo de leña y cigarrillo, visualizando a futuro una problemática relevante en términos de salud pública para este municipio	Esta nueva versión es resultado, tanto de la dinámica de planeación que se viene fomentando en la empresa, como de la propia dinámica del sector, de su entorno y de la concertación con las entidades públicas y privadas del sector minero-energético del nivel regional y nacional.
30	libro	El carbón. Origen, atributos, extracción y usos actuales en Colombia	Luis Jorge Mejía Umaña	2014		El desarrollo de un libro sobre el carbón y su utilización es una tarea compleja, pues implica concebir este mineral como un producto de la naturaleza que posee características variables, diversas propiedades, múltiples usos y que ha sido objeto de gran cantidad de estudios e investigaciones

MATRIZ DE ANALISIS DE DOCUMENTOS

Nº	Tipo de documento (tesis maestría, doctorado, artículo científico, informe de investigación)	Nombre documento	Autor	año	Objetivo de la investigación	Conclusion
31	libro	factores de riesgo en la explotación minera	Oscar A. Monsalve	1997	Brindar al estudiante una información y un conocimiento teórico- práctico que lo capacite para ayudar a salvaguardar la vida humana y la protección de la salud del personal en un medio difícil en el que se está expuesto a numerosos riesgos y peligros, generados por actividades y labores propias de las explotaciones mineras, a cielo abierto y subterráneas.	objeto de gran cantidad de estudios e investigaciones. Así, el hecho de que sea un combustible fósil lleva a recapitular las condiciones ambientales y geológicas que lo formaron en el remoto pasado, de manera tal que podemos aprovecharlo en el presente.
32	Artículo investigativo	Análisis del ciclo de vida de la explotación de carbón en la cuenca del Sinifaná, Antioquia	Harold Cardona Trujillo Uriel Fabián Carmona García	2017	el objetivo de esta investigación es mostrar los escenarios de extracción de carbón adecuados, en cuanto a aspectos ambientales y económicos, para generar propuestas que propicien a una extracción más limpia del recurso.	Si bien el término sostenible no puede ser usado en una actividad encargada de la extracción de un recurso natural no renovable, sí es posible referirse a «prácticas de producción más limpia». El presente estudio muestra las diferentes alternativas para lograr la disminución - hasta un 70 % de los ICV generados en la extracción artesanal del carbón
33	Presentación Electrónica Educativa	Silicosis y neumoconiosis de la mina de carbón	P. Quintana Martínez R. Gavela Ramón Y. Lopez Suarez	2012	Revisar las diferentes formas de presentación de la patología asociada a la inhalación de polvo que contiene dióxido de sílice (silicosis) y carbón (neumoconiosis de la mina del carbón).	Se trata de entidades cuyo diagnóstico exige una historia de exposición significativa al agente y un patrón radiológico compatible, por radiología simple y fundamentalmente por TCAR, que permite valorar con mayor precisión la alteración y progresión de la enfermedad, así como su posible malignización.
34	monografía	Diagnóstico de la calidad del aire en la zona minera del cesar	Eduardo Enrique Cañas Ramos	2008	Elaborar un diagnóstico de la calidad del aire en la zona minera del centro del departamento del Cesar, que permita conocer la situación ambiental del componente aire, causada por las emisiones de material particulado de las minas de carbón	La explotación del carbón genera considerables emisiones de material particulado que afectan a las personas que se encuentran al interior de los frentes de explotación, a las comunidades que habitan en el área de influencia de las minas carboníferas y a la fauna y flora de los ecosistemas intervenidos por las prácticas mineras.

MATRIZ DE ANALISIS DE DOCUMENTOS

Nº	Tipo de documento (tesis maestría, doctorado, artículo científico, informe de investigación)	Nombre documento	Autor	año	Objetivo de la investigación	Conclusion
35	tesis	Neumoconiosis del minero de carbon	Monica Patricia Aragon Tobon Patricia Sanches Alzate Alvaro Efrain Rios Guerrero	2012	Identificar mediante una revisión sistemática el estado del arte sobre la neumoconiosis del minero de carbón (NMC) con el fin de consolidarla en un texto que sirva como herramienta a los médicos especialistas en salud ocupacional para la prevención y diagnóstico oportuno de esta enfermedad.	La principal exposición a polvo de carbón ocurre en la minería de socavón o al interior de tierra durante los procesos de extracción y procesamiento. Con frecuencia las vetas de carbón están imbricadas en rocas silíceas, y los mineros encargados de perforar las galerías de explotación se exponen a este polvo.
36	Presentación Electrónica Educativa	Silicosis y neumoconiosis de la mina de carbón	P. Quintana Martínez R. Gavela Ramón Lopez Suarez	2012	Revisar las diferentes formas de presentación de la patología asociada a la inhalación de polvo que contiene dióxido de sílice (silicosis) y carbón (neumoconiosis de la mina del carbón).	Las neumoconiosis son el conjunto de enfermedades ocasionadas por la inhalación crónica de aerosoles de minerales, que se depositan en el pulmón y asocian una reacción tisular patológica permanente.
37	artículo investigativo	Neumoconiosis de los trabajadores del carbón	Lee S. Newman	2014	a neumoconiosis de los trabajadores del carbón es causada por la inhalación de polvo de carbón. El depósito de polvo produce macrófagos cargados de polvo alrededor de bronquiolos (máculas de carbón), en ocasiones causan enfisema bronquiolar focal. En general no causa síntomas, pero puede progresar a la fibrosis masiva progresiva con reducción de la función pulmonar. El diagnóstico se basa en los antecedentes y los hallazgos en la radiografía de tórax. El tratamiento suele ser sintomático.	La neumoconiosis de los mineros del carbón es una enfermedad pulmonar de origen ambiental desarrollada como consecuencia de la inhalación de polvo de carbón o grafito durante mucho tiempo de exposición

MATRIZ DE ANALISIS DE DOCUMENTOS

Nº	Tipo de documento (tesis maestría, doctorado, artículo científico, informe de investigación)	Nombre documento	Autor	año	Objetivo de la investigación	Conclusion
38	artículo investigativo	Enfermedades por agentes inorgánicos. Neumoconiosis. Mesotelioma	A.M. Escribano Dueñas J.M. Vaquero Barrios	2001	Durante la extracción del mineral, en su procesado y elaboración, se genera un polvo inorgánico que, al inhalarse, produce diferentes entidades patológicas (neumoconiosis), que se denominan y comportan de un modo característico según la sustancia causante	El riesgo de contraer la enfermedad se relaciona con las características del polvo inhalado, del tiempo de exposición y factores individuales. La exposición y el depósito de polvo de carbón y sílice en los alveolos, activa los mecanismos que conducen a un aumento de la fibrogénesis, de forma similar a la silicosis
39	guía internacional	Guía para el uso de la Clasificación Internacional de la OIT de Radiografías de Neumoconiosis	Oficina internacional del trabajo ginebra	2011	El objetivo de la Clasificación es codificar las anomalías radiográficas de las neumoconiosis de una forma sencilla y reproducible. La Clasificación no define entidades anatomopatológicas ni tiene en cuenta la capacidad de trabajo. Ella no implica definiciones legales de neumoconiosis con fines de compensación, ni establece o presupone un nivel a partir del cual ésta sea pagadera	En el contexto de la lucha continua para proteger la salud de los trabajadores expuestos a polvos en suspensión en el lugar de trabajo, la OIT se ha esforzado durante años por fomentar una mejor comprensión de los problemas relacionados con la neumoconiosis. La Guía para el uso de la Clasificación Internacional de la OIT de Radiografías de Neumoconiosis es la última versión de esta reconocida publicación que ha sido diseñada para normalizar los métodos de clasificación y facilitar las comparaciones internacionales de las estadísticas sobre la neumoconiosis y de los informes de investigación.
40	artículo investigativo	Proyecto de Repertorio de recomendaciones prácticas sobre seguridad y salud en las minas de carbón subterráneas	Oficina internacional del trabajo ginebra (Reunión de expertos sobre seguridad y salud en las minas de carbón)	2016	proteger a los trabajadores empleados en las minas subterráneas de carbón frente a los peligros potenciales en el lugar de trabajo, y a prevenir y reducir las lesiones, enfermedades, dolencias e incidentes relacionados con el trabajo	La minería subterránea del carbón ha sido históricamente una de las actividades de más alto riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores. Afortunadamente, gracias a las nuevas tecnologías, las grandes inversiones de capitales, la formación continua e intensiva y los cambios de actitud respecto a la seguridad y la salud de los que trabajan con el carbón, se han conseguido y se siguen consiguiendo importantes mejoras en la seguridad y la salud en la minería del carbón.

MATRIZ DE ANALISIS DE DOCUMENTOS

Nº	Tipo de documento (tesis maestría, doctorado, artículo científico, informe de investigación)	Nombre documento	Autor	año	Objetivo de la investigación	Conclusion
41	artículo investigativo	Estimación de la Incidencia de Enfermedades Ocupacionales en Colombia, 1985-2000	Alvaro Javier Idrovo	2000	En Colombia no se conoce la ocurrencia de enfermedades relacionadas con el trabajo. El objetivo de este estudio es estimar la incidencia de la enfermedad ocupacional en Colombia en el periodo comprendido entre 1985 y 2000.	Las enfermedades ocupacionales tienen una ocurrencia importante en Colombia, cuyas cifras reales pueden estar cerca de los descritos en este trabajo. Si bien no se tiene un alto grado de precisión, los datos aquí presentados pueden dar una idea de la problemática de la morbilidad ocupacional en Colombia.
42	Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social	Neumoconiosis en trabajadores expuestos a polvos inorgánicos	López-Rojas P, Nava Larraguivel R, Salinas Tovar S, Santos	2008	analizar la frecuencia y gravedad de las neumoconiosis en trabajadores afiliados al Instituto Mexicano del Seguro Social.	los casos de neumoconiosis han disminuido, sin embargo, el diagnóstico es tardío, lo que ocasiona que casi la totalidad de estos trabajadores tenga secuelas irreversibles.
43	Unidad de Planeación Minero Energética	Boletín estadístico de minas y energía 1990 -2010	Ricardo Rodríguez Yee Director General	2010	Uno de los principales objetivos de la UPME, es el de contribuir en la consolidación y difusión de la información del sector minero energético colombiano.	
44	Artículo científico	Coal Worker's Pneumoconiosis	Farhan J Khan	2015	La neumoconiosis del trabajador del carbón (CWP) se puede definir como la acumulación de polvo de carbón en los pulmones y la reacción del tejido ante su presencia	La enfermedad se divide en 2 categorías: neumoconiosis simple del trabajador del carbón (SCWP) y neumoconiosis del trabajador del carbón complicado
45	Revisión Bibliográfica	Las enfermedades pulmonares Intersticiales difusas en el ámbito laboral	Enrique Arce Rodríguez Adrian Castro Madrigal Monica Penon Portmann Benjamin Ramirez Cisneros Irene Vargas Soto	2015	El pulmón es un órgano que está continuamente expuesto al ambiente y lesiones ambientales son comunes a través de la vida. Aproximadamente once mil litros de aire se mueven a través el sistema respiratorio cada día, este aire contiene polvo, humo, microorganismos, toxinas y contaminantes. Componentes ambientales en el aire han sido implicados como un factor importante en la etiología y patogenia de enfermedades respiratorias	Las EPID son enfermedades en las que se debe hacer énfasis en términos de tomar medidas y precauciones. Es hoy en día de las principales enfermedades adquiridas en industrias laborales y posee un amplio espectro de entidades clínicas cuyo deterioro en la función pulmonar se da de manera más o menos rápida dependiendo de diversos factores mencionados previamente. Actualmente su fisiopatología, incidencia e historia natural precisa de mayor investigación.

MATRIZ DE ANALISIS DE DOCUMENTOS

Nº	Tipo de documento (tesis maestría, doctorado, artículo científico, informe de investigación)	Nombre documento	Autor	año	Objetivo de la investigación	Conclusion
46	Artículo Científico	Consecuencias Para la salud de la sobreexposición al polvo respirable de carbón y silice	NIOSH	2018	La inhalación del polvo de minas de carbón puede bloquear la entrada y salida de aire de los pulmones y causar enfermedades relacionadas con las vías respiratorias, tales como enfermedad pulmonar obstructiva crónica (epoc), bronquitis crónica, enfisema y enfermedad de las vías respiratorias relacionadas con el polvo mineral.	Según datos recientes de NIOSH, las tasas de esta enfermedad se fueron reduciendo de manera constante hasta fines de 1999, pero que estas reducciones se detuvieron y comenzó a aumentar su incidencia. Para los mineros con 25 años o más de experiencia que fueron examinados a través del Programa de Vigilancia de la Salud de los Mineros de Carbón (CWHSP, por sus siglas en inglés) de NIOSH después del año 2000, la tasa ha aumentado a más del doble.
47	Tesis Doctoral	Efectos Toxicos asociados con la exposición a contaminantes derivados de la minería de carbón	Angelica Lisbeth Guerrero C.	2015	El carbón no es la excepción, más aún cuando es la segunda fuente de energía fósil en el mundo, al emplearse principalmente para la generación de energía eléctrica, producción de acero, manufactura de cemento y fabricación de papel (Alpern Boris and Lemos de Sousa M.J., 2002) Sin embargo, también es el combustible más contaminante en todas las etapas de su proceso productivo	De acuerdo con lo revisado antes, existe una constelación de efectos ambientales asociados a la industria minera carbonífera, que finalmente trascienden en el estado de salud de las personas y su calidad de vida. Existe evidencia de los efectos a la salud de la minería de carbón en trabajadores e individuos de poblaciones cercanas a las minas. Incluso, paradójicamente han sido observadas desventajas socio-económicas en las poblaciones aledañas a la explotación del mineral
48	Artículo científico	Emphysema and Airflow Obstruction in Non-Smoking Coal Miners with Pneumoconiosis	Department of Pulmonary Medicine, Bulent Ecevit University, School of Medicine, Zonguldak, Turkey	2016	La evidencia acumulada muestra que el deterioro funcional en sujetos con neumoconiosis de los trabajadores del carbón (CWP) se debe principalmente a enfisema y obstrucción del flujo de aire, en lugar de a mecanismos restrictivos subyacentes. Sin embargo, fumar cigarrillos ha sido un gran factor de confusión. El objetivo de este estudio fue evaluar si la exposición al polvo de carbón se asoció con enfisema y / o obstrucción del flujo de aire en la ausencia de antecedentes de tabaquismo.	Nuestros resultados respaldan la observación de que la exposición al polvo de carbón se asocia con enfisema y obstrucción del flujo de aire, independientemente del estado de fumador.

MATRIZ DE ANALISIS DE DOCUMENTOS

Nº	Tipo de documento (tesis maestría, doctorado, artículo científico, informe de investigación)	Nombre documento	Autor	año	Objetivo de la investigación	Conclusion
48	Artículo científico	Emphysema and Airflow Obstruction in Non-Smoking Coal Miners with Pneumoconiosis	Department of Pulmonary Medicine, Bulent Ecevit University, School of Medicine, Zonguldak, Turkey	2016	La evidencia acumulada muestra que el deterioro funcional en sujetos con neumoconiosis de los trabajadores del carbón (CWP) se debe principalmente a enfisema y obstrucción del flujo de aire, en lugar de a mecanismos restrictivos subyacentes. Sin embargo, fumar cigarrillos ha sido un gran factor de confusión. El objetivo de este estudio fue evaluar si la exposición al polvo de carbón se asoció con enfisema y / o obstrucción del flujo de aire en la ausencia de antecedentes de tabaquismo.	Nuestros resultados respaldan la observación de que la exposición al polvo de carbón se asocia con enfisema y obstrucción del flujo de aire, independientemente del estado de fumador.
49	Artículo científico	Condiciones de Trabajo y morbilidad entre mineros de carbón del guaqueta, Cundinamarca: La mirada de los Legos	Claudia P. Jimenez Forero Ivonne T. Zabala Alvaro J. Idrovo	2015	Determinar la asociación entre las condiciones de trabajo y la morbilidad percibidas por los trabajadores de minas de carbón en Guachetá, Cundinamarca.	Los riesgos más reconocidos fueron los relacionados con los trastornos osteomusculares, por ser más cercanos en el tiempo con respecto al trabajo realizado ("descuento temporal"). Se proponen acciones basadas en la identificación de rasgos psicológicos, para mejorar la percepción del riesgo entre los mineros del carbón
50	Artículo científico	Tuberculosis y Silicosis: Epidemiología, diagnóstico y quimioprofilaxis	Carlos Eduardo Galvao Daniel Hugo Winter Marcia Seiscento Uribatan de Paula Santos Mario Terra Filho	2008	La silicosis es una enfermedad pulmonar fibrosa causada por la inhalación y deposición de partículas de sílice cristalina, lo que resulta en una respuesta pulmonar. Es la más prevalente de las neumoconiosis. Los entornos que presentan el mayor riesgo laboral incluyen los siguientes: extracción y procesamiento de piedra; extracción de oro y piedras preciosas; perforación de pozos; chorro de arena producción de cerámica y vidrio; y fundición de hierro.	La silicosis es una enfermedad prevalente para la cual actualmente no existe un tratamiento específico. Su gestión debe centrarse en eliminar a los trabajadores de la fuente de exposición y prevenir el empeoramiento, por ejemplo, garantizando la vacunación contra la influenza y los neumococos. La principal de las posibles complicaciones es la tuberculosis, para la cual los pacientes con silicosis tienen un riesgo hasta 40 veces mayor que la población general.

