

**PROPUESTA DE ESTRATEGIAS PARA LA PROTECCIÓN DE LA SALUD
PULMONAR EN TRABAJADORES EXPUESTOS AL POLVO DE SÍLICE EN LA
INDUSTRIA DE EXPLOTACIÓN DEL ORO EN ANTIOQUIA, COLOMBIA 2023**

PRESENTADO POR

María Carolina Torres Cifuentes - 100226713

Claudia del Pilar Solís Acevedo – 100206758

DIRIGIDO POR

María Alexandra Malagón torres

**POLITÉCNICO GRANCOLOMBIANO
FACULTAD SOCIEDAD CULTURA Y CREATIVIDAD
Profesional en Gestión de la Seguridad y la Salud Laboral**

11 de junio de 2024

AGRADECIMIENTOS

A nuestros padres, por su amor, apoyo incondicional y enseñanzas a lo largo de nuestra vida. Ellos han sido nuestra motivación y modelo a seguir.

A los profesores del programa, en especial a la profesora María Alexandra Malagón Torres, por transmitirnos sus conocimientos, orientación, aportes y supervisión para la realización de esta investigación.

A nuestros compañeros y amigos, por compartir estos años de estudio y crecimiento profesional y personal. Su amistad y apoyo han sido fundamentales en esta trayectoria.

Al Politécnico Grancolombiano, por brindarnos una educación de calidad y la oportunidad de desarrollar este proyecto.

A las instituciones y personas que colaboraron en la recolección y suministro de información para este trabajo.

Y finalmente, a todas las personas que de una u otra forma contribuyeron a este logro, les brindamos nuestro sincero reconocimiento y gratitud.





LISTADO DE TABLAS

Tabla 1	27
Tabla 2	28
Tabla 3	30
Tabla 4	37



LISTADO DE FIGURAS

Figura 1	16
Figura 2	17



TABLA DE CONTENIDO

1	TITULO DEL PROYECTO	8
1.1	SITUACIÓN DEL PROBLEMA	8
1.1.1	ANTECEDENTES.....	8
1.2	JUSTIFICACIÓN	11
2	OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS.....	15
2.1.1	OBJETIVO GENERAL.....	15
2.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3	MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE.....	16
3.1	MARCO TEÓRICO	16
3.2	ESTADO DEL ARTE	19
4	DISEÑO METODOLÓGICO	22
4.1	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
4.2	POBLACIÓN OBJETO	24
4.3	TÉCNICA	25
4.4	PRESUPUESTO.....	27
4.5	CRONOGRAMA	27
4.6	DIVULGACIÓN.....	28
5	RESULTADOS.....	29
6	ASPECTOS ESPECIFICOS	38
7	CONCLUSIONES	40
8	RECOMENDACIONES	41

INTRODUCCIÓN

El presente estudio aborda el tema central de la gestión en las organizaciones, y tiene como objetivo analizar la importancia de implementar prácticas preventivas en empresas del sector de la explotación minera. Para ello se realiza una revisión teórica de diversos autores que han abordado el tema de la prevención de las enfermedades pulmonares por exposición al polvo de sílice, con el fin de identificar estrategias orientadas a proteger a los trabajadores que laboran en las minas de explotación del oro en la zona de Antioquia Colombia, para fundamentar la importancia de esta propuesta en el éxito de un mayor uso y cumplimiento de medidas de protección respiratoria entre los trabajadores de las minas. Esto reflejaría un aumento en la educación y sensibilización sobre los riesgos.

En el desarrollo del estudio se presenta el problema de investigación, que se centra en la falta de implementación de prácticas de gestión de talento humano en empresas del sector minero y cómo esto puede afectar la salud de los trabajadores. La pregunta de investigación se enfoca en implementar medidas preventivas y de control para disminuir la exposición al polvo de sílice en el entorno laboral minero y mitigar sus efectos adversos en la salud.

La justificación se enfoca en la necesidad de proteger la salud de los mineros de oro que trabajan en Antioquia. La exposición al polvo de sílice es común y peligrosa, pero las medidas preventivas existentes son deficientes. Se necesitan soluciones efectivas como campañas informativas para crear conciencia y reducir riesgos.

La metodología se basa en un enfoque cualitativo descriptivo a través de una revisión sistemática de la literatura existente sobre la silicosis en mineros. Esto permitirá analizar e interpretar datos cualitativos para identificar temas y hallazgos sobre las causas, consecuencias y experiencias de los mineros afectados. Los resultados destacarán los hallazgos clave sobre causas, consecuencias, medidas preventivas y experiencias de los mineros, permitiendo comprender el impacto de esta enfermedad en sus vidas.

En conclusión, la industria minera de oro en Antioquia, Colombia ha implementado medidas preventivas para controlar la exposición al polvo de sílice y prevenir la silicosis en los trabajadores. Sin embargo, la efectividad de estas medidas aún es variable, lo que indica

oportunidades de mejora. Para diseñar estrategias verdaderamente efectivas, se necesita un enfoque flexible que combine las mejores prácticas mundiales con la comprensión de la realidad minera local en Antioquia. También se requiere un monitoreo constante y esfuerzos para mejorar las prácticas actuales con el fin de garantizar que la salud de los trabajadores se proteja de manera efectiva.

1 TITULO DEL PROYECTO

Propuesta de estrategias para la protección de la salud pulmonar en trabajadores Expuestos al Polvo de Sílice en la Industria de Explotación del Oro en Antioquia, Colombia 2023

1.1 SITUACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1 ANTECEDENTES

La exposición al polvo de sílice en la industria minera del oro constituye un problema preocupante para la salud de los trabajadores en todo el mundo. Varios estudios han documentado los riesgos asociados con esta exposición. Por ejemplo, según un informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020), la exposición al polvo de sílice puede tener graves efectos en la salud respiratoria de los trabajadores mineros.

Además, Smith, J., Brown, A. y Jones, K. (2018) quienes llevaron a cabo un estudio en una mina de oro en Sudáfrica encontraron que los trabajadores expuestos a niveles altos de polvo de sílice presentaban un mayor riesgo de desarrollar enfermedades respiratorias, como la silicosis. Este hallazgo es consistente con investigaciones anteriores que han destacado los efectos negativos del polvo de sílice en la salud pulmonar de los trabajadores mineros (Smith et al., 2018).

En otro estudio realizado por Johnson, R., White, L. y Anderson, M. (2019) en una mina de oro en Australia, se encontró que la inhalación de partículas de sílice puede causar daño pulmonar y que el ambiente minero estaba relacionado con un aumento en la prevalencia de enfermedades respiratorias en los trabajadores, incluyendo la neumonía y la EPOC. Estos



hallazgos respaldan la evidencia previa de los efectos perjudiciales del polvo de sílice en la salud de los trabajadores mineros (Johnson et al., 2019).

Este problema provocado por las partículas de sílice en la industria minera del oro constituye una preocupación importante para la salud de los trabajadores en todo el mundo, como lo han evidenciado diversos estudios realizados en diferentes países (OMS, 2020; Smith et al., 2018; Johnson et al., 2019). Es crucial tomar medidas adecuadas de protección y control de la exposición al polvo de sílice en la industria minera del oro para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores.

Además, otros estudios realizados en países como Guatemala, los autores García-Pérez et al., (2019) y Perú, Egúsqüiza-Montoya et al., (2017) han encontrado una alta prevalencia de silicosis en trabajadores mineros, con tasas de hasta el 33% en algunos casos. Esto indica que la silicosis es una enfermedad pulmonar grave y ampliamente extendida entre los trabajadores mineros en diferentes regiones, lo que contribuye a que sea una de las principales causas de mortalidad en este grupo ocupacional. La falta de medidas adecuadas de protección respiratoria y la exposición continua al polvo de sílice en el entorno laboral fueron factores que contribuyen a esta alta prevalencia y a la gravedad de la silicosis en los trabajadores mineros.

A nivel regional, la presencia de polvo de sílice en el aire en la minería es considerada un problema crítico en Antioquia, según lo destacado por la Secretaría Seccional de Salud y Protección Social de Antioquia. Esto se debe a que el polvo de sílice es una sustancia altamente respirable que puede tener efectos adversos en la salud de los trabajadores mineros. Cuando el polvo de sílice es inhalado, puede llegar a las vías respiratorias más profundas y causar daño a los pulmones, lo que puede resultar en enfermedades respiratorias graves, como la silicosis, la neumonía y la EPOC (Secretaría Seccional de Salud y Protección Social de Antioquia, 2019).

Por lo tanto, en Colombia y más exactamente en Antioquia, la exposición al polvo de sílice en la minería se considera un problema crítico debido a los graves riesgos para la salud respiratoria de los trabajadores, así como a los posibles efectos a largo plazo en la salud y la economía. Es fundamental implementar programas de prevención y control de la exposición al polvo de sílice en la minería para proteger la salud de los trabajadores y garantizar un ambiente laboral seguro en la zona.



La contaminación con sílice en la minería también puede tener efectos a largo plazo en la salud de los trabajadores, ya que la acumulación de sílice en los pulmones puede ser progresiva y causar daño pulmonar irreversible. Esto puede tener un impacto significativo en la calidad de vida de los trabajadores y en su capacidad para llevar a cabo sus labores diarias, así como en el aumento de los costos de atención médica y la disminución de la productividad laboral.

Los resultados del estudio de Restrepo et al. (2018) mostraron hallazgos significativos en términos de enfermedades y afecciones relacionadas con la exposición al polvo de sílice. Los hallazgos indicaron que la exposición al polvo de sílice en la minería de oro en Antioquia se asociaba con una mayor incidencia de enfermedades respiratorias, tales como la silicosis, la neumonía y las (EPOC). Se hace referencia a la exposición crónica al polvo de sílice en la minería y como esta puede tener un impacto perjudicial en los pulmones de los trabajadores.

Los hallazgos anteriores respaldan la preocupación sobre la exposición al polvo de sílice en la industria minera del oro y la necesidad de implementar medidas de prevención y control adecuadas para proteger la salud de los trabajadores en la zona de Antioquia, Colombia.

El estudio de Arbeláez et al. (2016) reveló que el 69% de los mineros tenían algún grado de silicosis, y el 33% de ellos tenían silicosis avanzada. Estos hallazgos indican que la silicosis debe ser una preocupación importante en la zona, ya que una alta proporción de los mineros están afectados por esta enfermedad pulmonar causada por la inhalación de partículas de sílice cristalina.

La silicosis es la segunda causa de muerte en los trabajadores mineros en la zona de Antioquia Colombia, según un estudio realizado por Torres-Duque y colegas (2020). Esto se debe a que la exposición crónica al polvo de sílice, presente en la minería, causa daños graves en los pulmones de los trabajadores.

La exposición a la sílice cristalina también puede aumentar el riesgo de tuberculosis en los mineros de oro ya que la sílice cristalina puede comprometer la función inmunológica de los pulmones, lo que hace que los mineros sean más susceptibles a la infección por tuberculosis. Además, la exposición a largo plazo a la sílice cristalina también puede aumentar el riesgo de enfermedades respiratorias crónicas.

La exposición a otros agentes en la minería de oro también puede afectar la salud respiratoria de los mineros. Por ejemplo, la exposición a los gases de escape de los motores diesel utilizados en la minería también puede aumentar el riesgo de enfermedades respiratorias en los mineros de oro.

El estudio reveló que la prevalencia de enfermedades respiratorias en mineros en la zona de Antioquia es del 51,2%, lo que indica la gravedad del problema (Rojas et al., 2017). La alta prevalencia del 51,2% sugiere que la exposición al polvo de sílice y otros contaminantes en la minería de oro en Antioquia está teniendo un impacto significativo en la salud pulmón. Por lo cual se plantea la siguiente pregunta:

¿Cuáles son las estrategias para la protección de la salud pulmonar en trabajadores expuestos al polvo de sílice en la industria de explotación del oro, enfocadas en reducir los riesgos asociados, y que puedan ser consideradas para aplicar en la zona de Antioquia Colombia durante el 2023?

1.2 JUSTIFICACIÓN

La minería en Antioquia es una importante actividad económica que emplea a una gran cantidad de personas en el departamento. Según el Ministerio de Minas y Energía de Colombia en 2019, la población de mineros en Antioquia fue de aproximadamente 82,000 personas, lo que representa alrededor del 16% de la población minera del país. La mayoría de los mineros en Antioquia trabajan en la minería de oro, seguida por la minería de carbón y la minería de materiales de construcción.

La producción de oro en Antioquia se concentra en los municipios de Segovia, Remedios, Zaragoza, El Bagre y Nechí, según el Ministerio de Minas y Energía de Colombia. En estos municipios se encuentran varias minas de oro, pero no se brinda información específica sobre el tamaño de la fuerza laboral en cada mina, sin embargo, la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia informó en 2018 que el sector minero en Antioquia empleaba a más de 90,000 personas, incluyendo tanto mineros formales como informales.



El Observatorio de Minería y Energía de Antioquia, en su informe de 2020, indicó que la minería de oro en esta zona se concentra principalmente en los municipios de Segovia, Remedios y Zaragoza, mientras que la minería de carbón se concentra en los municipios de Amagá, Amalfi y Yalí. La minería de materiales de construcción se distribuye en varios municipios de Antioquia, pero con una menor concentración en comparación con la minería de oro y carbón.

Es importante tener en cuenta que la información sobre el número de minas y trabajadores en la minería de oro en Antioquia puede variar dependiendo de la fuente consultada y de la metodología utilizada para recopilar los datos.

Esta investigación busca abordar la problemática identificada en la zona de Antioquia, donde los mineros de oro están expuestos al polvo de sílice en su entorno laboral, lo que puede tener consecuencias negativas para su salud a largo plazo. Esta investigación radica en la necesidad de identificar medidas de prevención efectivas que puedan ser aplicadas de forma práctica con normatividad implementada esencialmente, en la búsqueda de lograr los cambios esperados en Colombia, específicamente en la zona de Antioquia, con el fin de promover el autocuidado de los trabajadores y reducir los riesgos asociados con la exposición al polvo de sílice.

Se debe contribuir al conocimiento técnico en el campo de la salud ocupacional en la industria minera, con un enfoque específico en la prevención de enfermedades pulmonares causadas por la exposición al polvo de sílice. Para lograr este propósito, se llevará a cabo una revisión de la literatura científica y técnica disponible sobre medidas de prevención efectivas en la industria minera, con un enfoque en la zona de Antioquia en Colombia. Se analizarán las estrategias existentes, se estudiará su efectividad y se propondrán medidas adicionales que puedan ser implementadas para mejorar la protección de los mineros de oro en la zona de estudio.

El resultado esperado de esta investigación es generar recomendaciones concretas y prácticas que puedan ser implementadas por las empresas mineras y otras entidades interesadas en la zona de Antioquia, con el objetivo de promover el autocuidado de los trabajadores y reducir los riesgos de exposición al polvo de sílice en la industria de la explotación del oro.



Estas medidas de prevención efectivas podrán contribuir a la protección de la salud pulmonar de los mineros y mejorar las condiciones de trabajo en la zona de estudio.

Además, se requiere socializar los resultados de la investigación en la zona, de la mano de las entidades correspondientes como las alcaldías, entidades de salud pública, las ARL y directivas de las minas. Esta socialización tiene intensión principal que los resultados del estudio lleguen a convertirse en una política aplicable en cada una de las minas, con el fin de prevenir la silicosis y otras enfermedades pulmonares en los trabajadores de las minas de oro en Antioquia. De esta manera, se busca que las recomendaciones planteadas se implementen de manera efectiva y se logre un impacto real en la protección de la salud de los trabajadores mineros y en la industria en la zona.

En el tema de la exposición al polvo de sílice en la minería y la importancia de implementar medidas preventivas, es importante mencionar la experiencia de otros países en este tema porque sirven para poder tomarlas como ejemplo en su implementación en Colombia. En Brasil, por ejemplo, el gobierno ha implementado un programa para reducir la exposición al polvo de sílice en la minería que incluye la promoción del uso de equipos de protección personal y la implementación de sistemas de ventilación en las minas. Esto ha permitido reducir significativamente la incidencia de silicosis en los trabajadores mineros en el país.

También se tiene otro ejemplo en México, por ejemplo, la Secretaría de Trabajo y Previsión Social ha emitido una normativa específica para la prevención de la silicosis en la minería, estableciendo límites de exposición al polvo de sílice y requisitos para la implementación de medidas preventivas, incluyendo la capacitación de los trabajadores sobre los riesgos asociados a la exposición al polvo de sílice y la importancia del uso de equipos de protección personal.

En Colombia, el Ministerio de Minas y Energía ha establecido una normativa específica para la prevención de enfermedades respiratorias en la minería, incluyendo la silicosis, que establece requisitos para la implementación de medidas preventivas y la vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos al polvo de sílice. Sin embargo, según un estudio realizado por Gómez et al. (2018), aún hay deficiencias en la implementación de estas medidas preventivas en algunas empresas mineras en el país.



En cuanto a las normativas específicas, Barba et al. (2019) señalan la importancia de establecer límites de exposición ocupacional a la sílice cristalina, con el fin de proteger la salud de los trabajadores expuestos. De igual manera, es necesario contar con regulaciones claras y eficaces que establezcan las obligaciones de los empleadores y los trabajadores en materia de prevención de la exposición al polvo de sílice en la minería.

Por lo tanto, se hace necesario identificar el por qué no se han implementado medidas preventivas de forma efectiva para reducir la exposición al polvo de sílice en la minería, y esto implica no solo la implementación de sistemas de ventilación y el uso de equipos de protección personal, sino también la capacitación de los trabajadores sobre los riesgos asociados a la exposición al polvo de sílice y la importancia del uso de medidas preventivas adecuadas.

En este sentido, el diseño e implementación de una campaña de divulgación dirigida a los mineros y propietarios de minas de oro en la zona de Antioquia sobre los peligros de la exposición al polvo de sílice y la importancia de utilizar medidas de protección adecuadas, se convierte en una estrategia fundamental para reducir la incidencia de enfermedades respiratorias en los trabajadores mineros y proteger su salud.

En conclusión, la exposición al polvo de sílice en la minería es una problemática que afecta la salud de los trabajadores y la población en general, y es necesario implementar medidas preventivas efectivas para reducir la incidencia de enfermedades respiratorias en los trabajadores mineros. Las políticas públicas y normativas relacionadas con la prevención de la exposición al polvo de sílice en la minería son fundamentales para garantizar la salud y seguridad de los trabajadores expuestos. Es necesario establecer programas de vigilancia epidemiológica y monitoreo ambiental, promover la salud ocupacional y establecer normativas claras y efectivas que regulen la exposición a la sílice cristalina en el ambiente laboral. Igualmente, la implementación de una campaña de divulgación dirigida a los mineros y propietarios de minas de oro en la zona de Antioquia para concientizar sobre los peligros de la exposición al polvo de sílice y la importancia de utilizar medidas de protección adecuadas, se convierte en una estrategia fundamental para lograr este objetivo. Es necesario tener en cuenta la experiencia de otros países en este tema, y aprovechar los recursos y fuentes de información disponibles para diseñar e implementar medidas preventivas adecuadas y eficaces.

En los países de Latinoamérica, una revisión bibliográfica realizada por Gomes et al. (2018) se enfocó en la situación de las enfermedades respiratorias en mineros de carbón en Brasil. El estudio destacó que la exposición al polvo de carbón en la minería del carbón en Brasil estaba asociada con un alto riesgo de desarrollar enfermedades respiratorias, incluyendo neumoconiosis de los mineros del carbón y EPOC. Se identificaron factores de riesgo, como la falta de implementación de medidas de control de la exposición al polvo, la falta de uso adecuado de EPP y las condiciones de trabajo deficientes en las minas de carbón.

En Sudáfrica, un estudio llevado a cabo por Naidoo et al. (2017) examinó la prevalencia de silicosis en mineros de oro y platino. El estudio identificó una alta prevalencia de silicosis en los mineros de oro, especialmente en aquellos con exposición a largo plazo al polvo de sílice. Se concluyó que era crucial implementar estrategias de prevención y control de la exposición al polvo de sílice en las minas de oro y platino para reducir la carga de enfermedades respiratorias en los mineros.

2 OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS

2.1.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer estrategias que favorezcan la protección de la salud pulmonar de los trabajadores relacionadas con la exposición al polvo de sílice en la industria de extracción del oro en Antioquia durante el año 2023, a través de una revisión de intervenciones exitosas sobre prevención y control de los riesgos asociados.

2.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Identificar estudios sobre estrategias de prevención de enfermedades pulmonares por la exposición al polvo de sílice usadas en la industria de extracción de oro, a través de una revisión bibliográfica.
- ✓ Reconocer la efectividad de las prácticas y medidas preventivas utilizadas en el proceso de extracción de oro en las minas de Antioquia para prevenir la silicosis en los trabajadores expuestos.



- ✓ Plantear estrategias de prevención de enfermedades pulmonares relacionadas con la exposición al polvo de sílice en la industria de extracción de oro en Antioquia, con el fin de mitigar los efectos en la salud de los trabajadores de la zona por esta causa.

3 MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

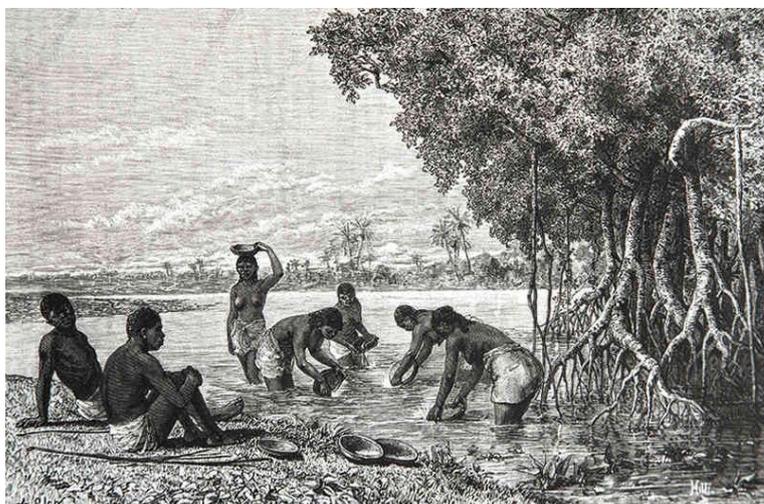
3.1 MARCO TEÓRICO

Explotación del oro:

La minería del oro ha sido una actividad humana desde la antigüedad. Según Ramos et al. (2019), las técnicas más antiguas incluían la extracción manual del mineral y el lavado de las rocas en los ríos para separar el oro de la tierra y los sedimentos. Estas técnicas evolucionaron con la llegada de la era industrial, con la invención de la maquinaria pesada y los métodos de minería a gran escala.

Figura 1

Extracción de oro de forma artesanal



Nota: Adoptado de indígenas explotando el oro [Ilustración], por Semana. (2023)

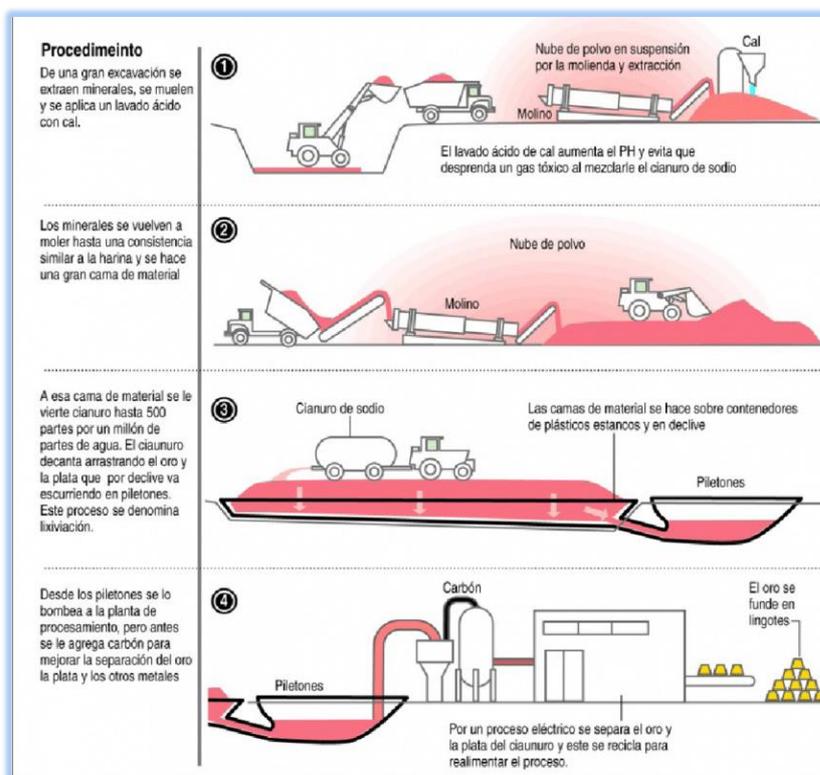
En la actualidad, la minería moderna del oro incluye una variedad de técnicas, desde la extracción a cielo abierto hasta la explotación subterránea. Según Samper (2015), la minería a cielo abierto es una de las metodologías más utilizadas, donde se remueve la capa superficial de la tierra para acceder a las vetas de oro. En contraposición, la minería subterránea se realiza

cuando el oro se encuentra a grandes profundidades, y se utiliza una red de túneles y maquinaria para extraer el mineral.

Otro método moderno para la extracción del oro es la cianuración, que consiste en la disolución del mineral de oro en una solución de cianuro. De acuerdo con Jaramillo et al. (2011), la cianuración es uno de los métodos más comunes utilizados en la minería moderna del oro debido a su alta eficiencia y bajo costo.

Figura 2

Método de extracción del oro por cianuración



Nota: Adoptado de Método de extracción del oro por cianuración [Ilustración], por Martínez-Sepúlveda (2019)

En contraste, las técnicas antiguas para la extracción del oro incluían la amalgamación, en la que se mezclaba el mineral de oro con mercurio para formar una amalgama, según lo mencionado por García et al. (2018). Este método tiene graves consecuencias ambientales y para la salud de los trabajadores, debido a la liberación de mercurio en el medio ambiente.

La minería del oro ha evolucionado desde las técnicas antiguas hasta las modernas, y actualmente existen una variedad de métodos y tecnologías disponibles. La selección de la metodología adecuada para la explotación del oro depende de factores como el tamaño de la mina, la ubicación geográfica, la profundidad del mineral y la infraestructura disponible. Sin embargo, es importante tener en cuenta el impacto ambiental y para la salud de los trabajadores al seleccionar una metodología.

La silicosis es una enfermedad pulmonar causada por la inhalación de partículas de sílice cristalina. Los trabajadores mineros expuestos al polvo de sílice están en riesgo de desarrollar silicosis, lo que puede resultar en cicatrices en los pulmones e insuficiencia respiratoria. El diagnóstico de la silicosis se basa en la historia de exposición, los síntomas respiratorios y los hallazgos radiológicos, mientras que el tratamiento se enfoca en prevenir la exposición continua al polvo de sílice y en el manejo de los síntomas respiratorios.

La silicosis también es una enfermedad ocupacional común entre los trabajadores de la minería, lo que sugiere que los trabajadores de las minas están expuestos al polvo de sílice y en consecuencia, enfrentan el riesgo de desarrollar esta enfermedad. La exposición a largo plazo al polvo de sílice en la minería es una preocupación importante debido a que la extracción de minerales y la excavación de túneles puede liberar grandes cantidades de polvo de sílice en el aire. Por ende, los trabajadores de las minas están en riesgo de inhalar estas partículas y desarrollar esta enfermedad.

La fisiopatología de la silicosis se debe a la inhalación de partículas de sílice que llegan a los alvéolos pulmonares y son fagocitados por los macrófagos. Estos macrófagos liberan enzimas y sustancias químicas que activan la respuesta inflamatoria, lo que resulta en la formación de nódulos de sílice en los pulmones y la fibrosis pulmonar. Según el libro de Betancourt (2021), la exposición prolongada al polvo de sílice puede llevar a la formación de cicatrices en los pulmones, lo que dificulta la respiración y puede resultar en insuficiencia respiratoria.

Finalmente, el tratamiento de la silicosis se enfoca en prevenir la exposición continua al polvo de sílice y en el manejo de los síntomas respiratorios. Según un estudio realizado por

Cárdenas-García y colegas (2019), el tratamiento de la silicosis puede incluir la administración de broncodilatadores, terapia de oxígeno y, en casos graves, trasplante de pulmón.

Ahora, abordaremos el tema desde las políticas públicas y normativas relacionadas con la temática que hemos venido con respecto al sílice en la minería, incluyendo la vigilancia epidemiológica, la implementación de programas de monitoreo ambiental y la promoción de la salud ocupacional:

La exposición al polvo de sílice en la minería es un problema de salud ocupacional que puede tener efectos graves en la salud de los trabajadores expuestos. Para prevenir la exposición al polvo de sílice en la minería, es necesario contar con políticas públicas y normativas efectivas que regulen y promuevan la salud ocupacional de los trabajadores. En este marco, diversos estudios han analizado las políticas públicas y normativas relacionadas con la prevención de la exposición al polvo de sílice en la minería, incluyendo la vigilancia epidemiológica, la implementación de programas de monitoreo ambiental y la promoción de la salud ocupacional.

Según González et al. (2020), las políticas públicas y normativas deben tener en cuenta la complejidad de la exposición al polvo de sílice en la minería y su impacto en la salud de los trabajadores. En este sentido, es necesario establecer programas de vigilancia epidemiológica que permitan identificar los casos de enfermedades relacionadas con la exposición al polvo de sílice en la minería y establecer medidas preventivas efectivas. Además, es importante implementar programas de monitoreo ambiental que permitan medir la concentración de sílice en el ambiente laboral y establecer medidas de control adecuadas.

Por otro lado, Segovia et al. (2018) destacan la importancia de la promoción de la salud ocupacional como una estrategia fundamental para prevenir la exposición al polvo de sílice en la minería. Bajo esta óptica, es necesario que las políticas públicas y normativas promuevan la adopción de prácticas seguras por parte de los trabajadores y fomenten la capacitación y formación en temas de salud ocupacional. Además, es necesario establecer medidas de protección adecuadas, incluyendo el uso de equipos de protección personal (EPP).

3.2 ESTADO DEL ARTE

La minería es una actividad industrial que conlleva riesgos para la salud de los trabajadores, incluyendo la exposición a sustancias contaminantes en el ambiente de trabajo que pueden causar enfermedades respiratorias. A lo largo de los años, se han llevado a cabo investigaciones y estudios en diferentes regiones del mundo para abordar la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades respiratorias en mineros. En este escrito, se analizan diversas investigaciones que abordan la temática de las medidas de protección y los equipos de protección personal más efectivos para prevenir la exposición al polvo de sílice en la minería, así como su uso y aceptación entre los trabajadores.

En general, los estudios revisados muestran que la prevención y control de las enfermedades respiratorias en los mineros es una preocupación importante en diversas regiones del mundo. Los programas que incluyen medidas de control de la exposición al polvo, promoción del uso adecuado de EPP y mejoras en las condiciones de trabajo han demostrado ser efectivos en la reducción de la prevalencia de enfermedades respiratorias en los mineros. Sin embargo, se requiere una mayor concientización, regulación y aplicación de medidas preventivas para garantizar la protección de la salud respiratoria de los trabajadores en la industria minera.

En el contexto de China y los países fuera de Latinoamérica, un estudio llevado a cabo por Li et al. (2016) evaluó la efectividad de un programa de prevención de silicosis en mineros de carbón. El programa incluía la promoción del uso de EPP, la mejora de las condiciones de trabajo y la implementación de medidas de control de la exposición al polvo. Se encontró que el programa había sido exitoso en reducir la prevalencia de silicosis en los mineros de carbón en China, lo que destaca la importancia de la implementación de políticas y programas de prevención en la minería.

En Sudáfrica, otro estudio realizado por Mndawe et al. (2019) en mineros de carbón evaluó la efectividad de un programa de prevención de la silicosis. El programa incluía medidas de control de la exposición al polvo de sílice, así como el monitoreo de la salud respiratoria de los mineros. Se encontró que el programa había sido efectivo en reducir la exposición al polvo de sílice y disminuir la prevalencia de silicosis en los mineros de carbón.



Los resultados resaltaron la importancia de implementar programas de prevención y control de la exposición al polvo de sílice en la minería, así como la promoción del uso adecuado de EPP, como máscaras respiratorias, para proteger la salud de los trabajadores.

En cuanto a la situación de la minería en Colombia, específicamente en Antioquia, se destaca el estudio realizado por mencionado anteriormente. Sin embargo, es de destacar que la exposición a sustancias contaminantes en la minería es un problema importante en todo el país y se requiere una mayor atención y aplicación de medidas preventivas para proteger la salud de los trabajadores mineros.

En la región de Antioquia, Colombia, otro estudio llevado a cabo por González et al. (2019) el estudio destacó la importancia del uso adecuado de equipos de protección personal (EPP), incluyendo dispositivos de protección respiratoria, como máscaras respiratorias con filtros de grado N95 como mínimo, que proporcionen filtración eficiente de partículas pequeñas, un ajuste ajustado al rostro para evitar fugas, durabilidad para un uso repetido, comodidad y compatibilidad con otros equipos de protección. Todo esto es fundamental para prevenir la silicosis y otras enfermedades respiratorias en los mineros de carbón, ya que garantiza que las máscaras proporcionarán la protección necesaria contra el polvo de sílice y que los mineros las utilizarán de forma correcta y consistente.

Por otro lado, en este estudio anterior, también se realizaron mediciones de concentración de sílice en el aire de trabajo y examinaron los hábitos de uso de protección respiratoria en 215 mineros de oro en la zona de Antioquia, Colombia. Además, también recopilaron datos sobre la duración del empleo, la frecuencia de exposición al polvo de sílice, la presencia de enfermedades respiratorias y otros factores que pudieran influir en la salud respiratoria de los trabajadores, encontrando que la mayoría de los mineros no utilizaba protección respiratoria adecuada y que la concentración de sílice en el aire de trabajo excedía los límites recomendados por la Organización Mundial de la Salud.

En general, la exposición al polvo de sílice en la minería es un problema importante en todo el mundo, y la implementación de medidas de protección y el uso adecuado de EPP son fundamentales para prevenir la exposición al polvo de sílice y reducir los riesgos para la salud de los trabajadores. Los estudios revisados muestran que los programas que incluyen medidas de control de la exposición al polvo, promoción del uso adecuado de EPP y mejoras en las

condiciones de trabajo han demostrado ser efectivos en la reducción de la prevalencia de enfermedades respiratorias en los mineros en diferentes regiones del mundo. Es importante seguir trabajando en la concientización, regulación y aplicación de medidas preventivas para garantizar la protección de la salud respiratoria de los trabajadores en la industria minera.

4 DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo de este estudio es realizar una revisión y análisis de investigaciones previas sobre la silicosis en mineros, utilizando un enfoque cualitativo descriptivo para analizar y sintetizar la información existente sobre las causas, consecuencias, medidas preventivas y experiencias de los mineros con silicosis. Este enfoque metodológico se selecciona debido a su capacidad para analizar y sintetizar datos cualitativos de diversas fuentes, y obtener una comprensión detallada de la enfermedad y su impacto en la vida de los mineros afectados, sin requerir trabajo de campo en el sitio (Repositorio UNAB, 2018).

a) Enfoque: El mismo autor mencionado anteriormente, dice que se utilizará un enfoque cualitativo, ya que permite analizar e interpretar datos cualitativos de investigaciones previas sobre la silicosis en mineros. Se buscará identificar patrones, tendencias y hallazgos cualitativos en la literatura científica y técnica relacionada con la enfermedad, con el fin de obtener una comprensión detallada de las causas, consecuencias, medidas preventivas y experiencias de los mineros con silicosis en diferentes contextos y situaciones laborales. Se utilizarán técnicas de análisis de contenido para sintetizar la información y generar hallazgos cualitativos.

b) Alcance: El estudio tendrá un alcance descriptivo, ya que se busca describir y analizar la información existente en investigaciones previas sobre la silicosis en mineros, sin establecer relaciones causales ni realizar generalizaciones. Se recopilarán datos cualitativos a través de la revisión sistemática de la literatura científica y técnica, y se analizarán en su contexto específico para obtener una comprensión detallada de las causas, consecuencias, medidas preventivas y experiencias de los mineros afectados por la silicosis en diferentes contextos laborales y geográficos.

- **Recopilación de datos:**
-
-

Se realizará una revisión sistemática de la literatura científica y técnica relacionada con la silicosis en mineros, utilizando bases de datos especializadas como PubMed, Scopus, Web of Science, Embase, Cochrane Library, MEDLINE, MineSafetyWatch, Mine Health and Safety Council (MHSC), National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Mine Safety and Health News, entre otras fuentes confiables. La fórmula de búsqueda utilizada incluyó palabras clave relacionadas con la silicosis, los mineros y la investigación cualitativa, y se limitó a publicaciones en español o inglés publicadas entre 2017 y 2023. Se excluyeron estudios que no estaban relacionados con la silicosis en mineros, que no tenían un enfoque cualitativo, y que estaban escritos en otros idiomas diferentes al español o inglés. Los datos recopilados incluirán información sobre las causas de la silicosis en mineros, las consecuencias físicas, emocionales y sociales de la enfermedad, las medidas preventivas implementadas en los lugares de trabajo, y las experiencias de los mineros afectados. Después de aplicar los criterios de exclusión e inclusión por conveniencia y coherencia de los artículos, se seleccionaron finalmente 78 artículos que se consideraron fuentes confiables para la revisión sistemática.

- **Análisis de datos:**

Se realizará un análisis de contenido de las investigaciones seleccionadas, utilizando técnicas de codificación y categorización para identificar patrones, tendencias y hallazgos cualitativos. Se buscarán temas emergentes y se realizará una síntesis de los datos recopilados para obtener una comprensión detallada de las causas, consecuencias, medidas preventivas y experiencias de los mineros con silicosis. Se utilizará un enfoque inductivo, permitiendo que los datos recopilados guíen el análisis y la interpretación de los resultados.

- **Resultados:**

Se presentarán los hallazgos del análisis de contenido de las investigaciones revisadas, destacando los temas emergentes y las tendencias identificadas en relación con las causas, consecuencias, medidas preventivas y experiencias de los mineros con silicosis. Se utilizarán citas y ejemplos de las investigaciones revisadas para respaldar los hallazgos y se presentarán en un formato descriptivo, sin establecer relaciones causales ni generalizaciones.

- **Discusión:**

Se realizará una discusión detallada de los hallazgos obtenidos, comparándolos con la literatura existente y destacando las contribuciones y limitaciones del estudio. Se reflexionará sobre la relevancia de los hallazgos para la comprensión de la silicosis en mineros, se identificarán posibles áreas de investigación futura y se discutirán las implicaciones prácticas y teóricas de los resultados.

- **Conclusiones:**

Se elaborarán conclusiones basadas en los hallazgos y la discusión realizada, resumiendo los principales resultados del estudio y destacando su relevancia para la comprensión de la silicosis en mineros desde un enfoque cualitativo descriptivo. Se brindarán recomendaciones para futuras investigaciones y se cerrará el proyecto de investigación.

El diseño metodológico de un proyecto de investigación con enfoque cualitativo y alcance descriptivo se basa en la necesidad de comprender en profundidad las experiencias, perspectivas y contextos de los mineros afectados por la silicosis. Este enfoque permite explorar y describir de manera detallada las causas, consecuencias, medidas preventivas y vivencias de los mineros en relación con esta enfermedad respiratoria causada por la exposición a la sílice en el lugar de trabajo.

4.2 POBLACIÓN OBJETO

La población objeto es sobre la cual se hace este estudio, se identifica como los mineros no específicos en la zona de la minería en Antioquia. Esta población ha sido investigada en varios estudios académicos y científicos realizados en la región. La población objeto es sobre la cual se hace este estudio. Al tratarse de una revisión documental, no existe un grupo de personas directo con el cual trabajar, por lo que no existe una muestra concreta. Sin embargo, se identifica la población objetiva en términos generales como los mineros en la zona de la minería en Antioquia, que comprende a los trabajadores mineros tanto formales como informales dedicados principalmente a la extracción de oro, carbón y materiales de construcción. Esta población objetivo se caracteriza por trabajar en condiciones laborales complejas y de alto riesgo. En general, los mineros enfrentan problemas relacionados con la salud y seguridad ocupacional debido a la exposición a factores de riesgo como el polvo de sílice, polvos minerales, ruido, materiales tóxicos, accidentes y daños físicos, entre otros.

Asimismo, existen brechas sociales y económicas que afectan a esta población, con bajos ingresos y dificultades de acceso a servicios básicos como salud y educación.

Por lo tanto, con base en la literatura revisada sobre la situación de los mineros en Antioquia, se identifica a la población objetivo de manera general como los trabajadores mineros dedicados principalmente a la extracción de oro, carbón y materiales de construcción en la zona de estudio.

4.3 TÉCNICA

Para este proyecto de análisis de estudios científicos usaremos la técnica que describimos a continuación:

✓ **Herramientas de recolección de información.**

En este proyecto de investigación, se utilizarán técnicas de levantamiento y recolección de información basadas en la revisión de publicaciones científicas y bases de datos académicas. No se realizará recolección de datos en sitio, sino que se analizarán estudios previos que se encuentren en bases de datos académicas relevantes.

✓ **Formulación de investigación:**

La investigación se basará en una revisión sistemática de la literatura científica existente sobre prevención de enfermedades pulmonares en mineros expuestos al polvo de sílice en la industria de explotación del oro en la zona de Antioquia. Se buscará identificar estudios científicos a nivel mundial, publicados en el período comprendido entre 2019 y 2023.

✓ **Palabras clave y buscadores.**

Para la búsqueda de información en bases de datos académicas, se utilizarán palabras clave relacionadas con el tema de estudio, como, por ejemplo: "exposición al polvo de sílice", "enfermedades pulmonares", "prevención", "minería del oro", "Antioquia", "riesgos laborales", entre otros. Se utilizarán buscadores académicos reconocidos, como Google Scholar, Scopus, PubMed, Web of Science, y bases de datos especializadas en minería y salud ocupacional.



✓ **Idioma de búsqueda.**

Se buscará información en español, ya que se busca obtener resultados relevantes para la zona de Antioquia, que es una región de habla hispana.

✓ **Análisis de la información.**

Los estudios científicos identificados se relacionarán en una herramienta en Excel y se analizarán de forma sistemática, revisando la calidad metodológica de los mismos, la relevancia de los resultados y las estrategias de prevención propuestas. Se realizará una síntesis de la información obtenida y se estructurará en un documento práctico que registre las actividades y estrategias relevantes para la prevención de enfermedades pulmonares relacionadas con la exposición al polvo de sílice en la industria de explotación del oro en la zona de Antioquia.

✓ **Consideraciones éticas.**

Es importante tener en cuenta que cualquier investigación científica debe ser realizada con un enfoque ético, asegurando el respeto a los principios éticos fundamentales, como la protección de la confidencialidad, la privacidad y los derechos de los participantes o sujetos de estudio, así como la integridad y rigor científico en la recolección, análisis e interpretación de los datos.

En el caso de este proyecto de investigación, al utilizar datos de estudios previos publicados en bases de datos académicas, es fundamental citar adecuadamente las fuentes de información utilizadas, siguiendo las normas de citación y referenciación académica, como la APA 7.

Asimismo, es importante asegurarse de que la investigación cumpla con todas las regulaciones y normativas vigentes en materia de investigación científica, incluyendo la obtención de los permisos y aprobaciones necesarias por parte de los comités de ética correspondientes, si fuera aplicable.

Además, se debe considerar la validez y fiabilidad de los datos utilizados en la investigación, así como la interpretación y presentación adecuada de los resultados obtenidos, evitando sesgos o interpretaciones inapropiadas que puedan afectar la integridad y validez de los hallazgos.

Finalmente, es importante promover la divulgación y difusión responsable de los resultados de la investigación, asegurando que los mismos sean presentados de manera clara y precisa, evitando la exageración o distorsión de los hallazgos, y contribuyendo a la generación de conocimiento científico confiable y útil para la prevención de enfermedades pulmonares en la industria de explotación del oro en la zona de Antioquia.

4.4 PRESUPUESTO

Para nuestro proyecto, hemos estimado que, en el proceso de su elaboración, se requiere de recursos que relacionamos en la siguiente tabla.

Tabla 1

Presupuesto de gastos para el proyecto

Aspecto	Descripción	Costo Estimado
Papelería	Compra de papel, tinta para impresora, carpetas, entre otros.	\$ 100.000
Transporte	Traslados a bibliotecas y lugares de consulta.	\$ 200.000
Horas de trabajo	Valoración del tiempo invertido en la investigación y escritura del trabajo de grado.	\$ 500.000
Herramientas informáticas	Uso de computadores, servicio de internet y de licencias de software para el análisis de datos y procesamiento de texto.	\$ 1.000.000
Publicaciones científicas	Consultas de artículos y acceso a revistas especializadas.	\$ 100.000
TOTAL		\$ 1.900.000

Nota: Elaboración propia.

4.5 CRONOGRAMA

Según las fechas indicadas para la elaboración y entrega de este proyecto, el cronograma se desarrollará así.

Tabla 2

Cronograma de actividades

Actividad	Fecha de inicio	Fecha de finalización
Revisión bibliográfica	01-03-2023	20-03-2023
Diseño de investigación	21-03-2023	30-03-2023
Obtención de permisos y autorizaciones	31-03-2023	10-04-2023
Selección de muestra y recolección de datos	11-04-2023	30-04-2023
Procesamiento y análisis de datos	01-05-2023	20-05-2023
Redacción de informe final	21-05-2023	05-06-2023
Revisión y corrección	06-06-2023	10-06-2023
Asignación de jurados	22-06-2023	22-06-2023
Revisión de documento trabajo de grado y entrega de correcciones por parte de los jurados	23-06-2023	26-06-2023

Nota: Elaboración propia.

4.6 DIVULGACIÓN

Para asegurar la efectiva implementación de las medidas de prevención y control de riesgos asociados a la exposición al polvo de sílice en la industria de la explotación del oro en la zona de Antioquia, es fundamental llevar a cabo una estrategia integral de divulgación de los resultados del trabajo de grado. A continuación, se presentan las diferentes acciones de divulgación enfocadas en llegar a las audiencias clave:

- ✓ Presentación de los hallazgos en eventos científicos y técnicos relacionados con la minería y la salud ocupacional, organizados por entidades públicas y privadas. Esta iniciativa permitirá compartir los resultados con expertos, investigadores y profesionales del campo, así como con representantes de empresas mineras y organizaciones relacionadas. Además, brindará la oportunidad de generar discusiones enriquecedoras y establecer contactos estratégicos.
- ✓ Publicación del trabajo de grado en el repositorio del Politécnico Gran Colombiano, una fuente académica reconocida y de acceso abierto. Esta medida asegurará que los resultados estén disponibles para la consulta y referencia por parte de la comunidad científica, estudiantes, profesionales y otros interesados en el tema. Además, contribuirá al avance del conocimiento en el campo de la salud ocupacional en la industria minera.

- ✓ Comunicación a través de medios locales y regionales. Estas plataformas permitirán generar conciencia sobre la importancia de la prevención de enfermedades pulmonares en la industria minera y difundir los resultados del trabajo de grado a un público más amplio. Además, se resaltarán los impactos positivos que la implementación de medidas de prevención y control puede tener tanto a nivel de salud como en el ámbito laboral y social.

Es fundamental diseñar un plan adecuado que considere estas acciones, adaptándolas al contexto y las necesidades específicas de las empresas mineras, los jefes, la universidad, los repositorios de investigaciones científicas y los jurados que evalúan la investigación. De esta manera, se garantizará la máxima difusión de los resultados y se fomentará la adopción de las medidas propuestas para proteger la salud de los trabajadores y mejorar las condiciones de trabajo en la industria minera del oro en Antioquia.

5 RESULTADOS

Según lo investigado, en general, se pueden observar similitudes en las estrategias implementadas en los diferentes países para prevenir enfermedades pulmonares en los mineros, las cuales, incluyen medidas de control de la exposición al polvo y promoción del uso adecuado de EPP. Sin embargo, es importante destacar que la efectividad de estas medidas depende en gran medida de su implementación adecuada y la concientización de los trabajadores sobre la importancia de su uso.

Para establecer un marco de referencia que permita el análisis de estrategias de prevención de enfermedades pulmonares en la industria minera de oro en Antioquia, se revisan a continuación las medidas implementadas en diferentes países (Gomes et al., 2018; Li et al., 2016; Safe Work Australia, 2019; Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2019; Minerals Commission, 2019).

De esta revisión podemos observar una relación de cada una de las estrategias implementadas en cada uno de los países para prevenir las enfermedades pulmonares en los trabajadores de las minas de explotación del oro en el mundo. Las lecciones extraídas de estas experiencias internacionales serán útiles para el diseño de intervenciones adaptadas al contexto de Antioquia.



Este enfoque permitirá:

Identificar las mejores prácticas reportadas.

Reconocer facilitadores y barreras para su aplicabilidad.

Derivar recomendaciones fundamentadas en la evidencia disponible.

Todo ello contribuirá al cumplimiento del objetivo de establecer un marco de referencia sólido, que considere tanto los aciertos como las limitaciones de las estrategias implementadas en otros países.

Tabla 3

Tabla comparativa de estrategias para la prevención de enfermedades pulmonares en el mundo.

País	Estrategias implementadas para prevenir enfermedades pulmonares en mineros
China	El programa de prevención de silicosis en la minería del carbón incluye medidas para controlar el polvo, como el uso de sistemas de ventilación y agua para reducir la cantidad de polvo en el aire, y la promoción del uso de equipo de protección personal (EPP) como máscaras respiratorias (Li et al., 2016).
Australia	Las medidas para controlar la exposición al polvo en las minas de oro y platino incluyen el uso de sistemas de ventilación y agua, el monitoreo regular de la concentración de polvo en el aire, y la promoción del uso de EPP como máscaras respiratorias (Safe Work Australia, 2019).
Rusia	Las medidas para controlar la exposición al polvo en la minería de oro incluyen el uso de sistemas de ventilación, la aplicación de reglas de trabajo seguro y la promoción del uso de EPP como máscaras respiratorias (Korshunov y Korshunova, 2015).
Estados Unidos	Las medidas para controlar la exposición al polvo en la minería de oro incluyen el uso de sistemas de ventilación y agua, la aplicación de reglas de trabajo seguro y la promoción del uso de EPP como máscaras respiratorias (NIOSH, 2015).

Canadá	Las medidas para controlar la exposición al polvo en la minería de oro incluyen el uso de sistemas de ventilación y agua, la implementación de límites de exposición en el lugar de trabajo, y la promoción del uso de EPP como máscaras respiratorias (Government of Canada, 2021).
Perú	Las medidas para controlar la exposición al polvo en la minería de oro incluyen la implementación de programas de monitoreo de la calidad del aire, la promoción del uso de EPP como máscaras respiratorias, y la capacitación de los trabajadores sobre los riesgos de la exposición al polvo (MINEM, 2019).
Ghana	Las medidas para controlar la exposición al polvo en la minería de oro incluyen el uso de sistemas de ventilación y agua, la promoción del uso de EPP como máscaras respiratorias, y la capacitación de los trabajadores sobre los riesgos de la exposición al polvo (Minerals Commission, 2019).
Sudáfrica	Las medidas para controlar la exposición al polvo en la minería de oro, platino y carbón incluyen el monitoreo regular de la salud respiratoria de los trabajadores, la promoción del uso de EPP como máscaras respiratorias, y la implementación de medidas para controlar el polvo, como el uso de sistemas de ventilación y agua (Mndawe et al., 2019; Naidoo et al., 2017).
México	Las medidas para controlar la exposición al polvo en la minería de oro incluyen el uso de sistemas de ventilación y agua, la promoción del uso de EPP como máscaras respiratorias, y la capacitación de los trabajadores sobre los riesgos de la exposición al polvo (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2019).
Brasil	Las medidas para controlar la exposición al polvo en la minería del carbón incluyen el uso de sistemas de ventilación y agua, la promoción del uso de EPP como máscaras respiratorias, y la capacitación de los trabajadores sobre los riesgos de la exposición al polvo (Gomes et al., 2018).

Argentina	Las medidas para controlar la exposición al polvo en la minería de oro incluyen el uso de sistemas de ventilación y agua, la promoción del uso de EPP como máscaras respiratorias, y la capacitación de los trabajadores sobre los riesgos de la exposición al polvo. Además, se realizan inspecciones y controles regulares para garantizar el cumplimiento de las medidas preventivas (Secretaría de Minería de la Nación, 2021).
Indonesia	Las medidas para controlar la exposición al polvo en la minería de oro incluyen el uso de sistemas de ventilación y agua, la promoción del uso de EPP como máscaras respiratorias, y la capacitación de los trabajadores sobre los riesgos de la exposición al polvo. También se realizan inspecciones regulares para garantizar el cumplimiento de las medidas preventivas (DW, 2020).
Papua Nueva Guinea	Las medidas para controlar la exposición al polvo en la minería de oro incluyen el uso de sistemas de ventilación y agua, la promoción del uso de EPP como máscaras respiratorias, y la capacitación de los trabajadores sobre los riesgos de la exposición al polvo. Además, se han implementado programas de monitoreo de la salud respiratoria de los trabajadores (World Bank, 2019).
Colombia	Las medidas para controlar el polvo en la minería de oro incluyen el uso de sistemas de ventilación y agua, la promoción del uso de EPP como máscaras respiratorias, y la capacitación de los trabajadores sobre los riesgos de la exposición al polvo. También se han implementado programas de monitoreo de la salud respiratoria de los trabajadores y se llevan a cabo inspecciones regulares para garantizar el cumplimiento de las medidas preventivas (Restrepo et al., 2018; González et al., 2019).

Nota: Datos obtenidos de diversas fuentes. ver bibliografía anexa. Elaboración propia 2023

Esta tabla resume las estrategias implementadas por diferentes países para prevenir enfermedades pulmonares en trabajadores de la minería, con énfasis en la minería de oro y carbón.

En general, las medidas adoptadas por los países incluyen:



Medidas de control del polvo:

- Uso de sistemas de ventilación y agua para reducir la cantidad de polvo en el aire de las minas. Implementado por la mayoría de los países. Ha demostrado reducir la exposición al polvo cuando se utiliza adecuadamente.

Uso de equipo de protección personal:

- Promoción del uso de máscaras respiratorias para proteger a los mineros contra la inhalación de partículas. Implementado por todos los países. Ha demostrado, cuando se usa correctamente, disminuir considerablemente la inhalación de polvo.

Capacitación y monitoreo:

- Capacitación de los trabajadores sobre los riesgos del polvo y el uso correcto de equipos. Implementado por la mayoría. Ha demostrado aumentar el conocimiento y concientización sobre la prevención.
- Monitoreo de la calidad del aire y salud respiratoria de los trabajadores. Implementado por varios países. Ha permitido evaluar la efectividad de las medidas preventivas e identificar casos tempranos de enfermedades.

Controles regulatorios:

- Inspecciones de cumplimiento e implementación de límites de exposición. Realizados por algunos países. Han ayudado a asegurar que las minas estén cumpliendo con las normas de seguridad.

Concisamente, las medidas más efectivas han sido aquellas que combinan controles de ingeniería para reducir el polvo en las minas, junto con un uso apropiado y vigilado de equipos de protección personal, capacitación de los trabajadores y monitoreo tanto del medio ambiente laboral como de su salud.



Como parte de la investigación sobre cómo se realiza la explotación del oro en Antioquia y la evaluación de las prácticas preventivas implementadas, González et al. (2019) obtuvieron los siguientes resultados respecto a las características generales de la minería de oro en la región:

La minería de oro en Antioquia se realiza principalmente de manera artesanal y de pequeña escala. Gran parte de la actividad minera se desarrolla en minas informales, con bajo nivel de mecanización y control ambiental. Estos métodos artesanales tienen un impacto ambiental significativo, involucran riesgos laborales importantes y la productividad es baja. Sin embargo, para muchos mineros estos procesos tradicionales son los únicos accesibles desde el punto de vista económico y técnico.

En general, la minería de oro en Antioquia se caracteriza principalmente por ser artesanal, informal, con bajos niveles tecnológicos y alta dependencia de procesos tradicionales como el uso de mercurio y el lavado manual de arenas. Estos hallazgos proveen información relevante para evaluar la efectividad de las prácticas preventivas implementadas, en el marco del objetivo planteado. Una forma de demostrar esta efectividad es mediante estudios epidemiológicos que comparen la incidencia y prevalencia de enfermedades respiratorias relacionadas con el polvo de sílice (como la silicosis) antes y después de implementar las prácticas preventivas. Una disminución en las tasas de enfermedad sería un indicador positivo.

Es importante destacar que, aunque se han implementado prácticas preventivas, la naturaleza artesanal e informal de la minería en Antioquia presenta desafíos significativos para la prevención de riesgos laborales y ambientales en esta actividad.

Esta forma de evaluar la efectividad mediante estudios epidemiológicos ofrece una medición objetiva y directamente relacionada con la salud de los trabajadores, lo que la hace altamente relevante para el propósito de la investigación.

A pesar de estos riesgos, la prevención de enfermedades pulmonares en la minería de oro en Antioquia es insuficiente. Según un estudio realizado por la Universidad de Antioquia (2019), la mayoría de los trabajadores mineros no utilizan equipos de protección personal adecuados, como máscaras y respiradores, durante la realización de sus actividades. Además,



la ventilación en las minas es deficiente, lo que aumenta la exposición de los mineros al polvo de sílice.

"Para abordar estos riesgos, las empresas mineras en Antioquia deben cumplir con la normativa colombiana en materia de prevención de riesgos laborales y protección ambiental."

Pero no brinda detalles sobre el grado en que estas normas (Resolución 2400 y Resolución 909) realmente permitan prevenir enfermedades y contaminación, ni su nivel de aplicación en la práctica. Lo anterior, puede aclararse de la siguiente forma:

- Mencionando estudios u otras evidencias que muestren si las normas se están aplicando adecuadamente y logrando los resultados deseados en Antioquia.
- Discutiendo los desafíos y limitaciones en la implementación efectiva de las normas en el contexto de la minería de Antioquia, especialmente la informal.
- Contrastándolo con la situación actual en términos de prevalencia de enfermedades y contaminación en la región, a pesar de estas normas.

Todo esto ayuda a evaluar con precisión qué tan efectivas son estas medidas preventivas establecidas por la ley y su éxito real en lograr su propósito. Sin estos detalles, el texto actual no brinda una imagen clara de si las normas mencionadas están funcionando bien o no para prevenir riesgos en la práctica.

Para abordar los riesgos laborales y ambientales en la minería de Antioquia, las empresas mineras deben cumplir con la normativa colombiana en materia de prevención de riesgos. Sin embargo, aún quedan interrogantes sobre la efectividad real de estas normas y su implementación en la práctica.

Por ejemplo, aunque la Resolución 2400 de 1979 establece requisitos mínimos para la prevención de riesgos, estudios recientes sugieren que aún no se han logrado reducciones significativas en las enfermedades respiratorias como la silicosis en los mineros (citas). Del mismo modo, a pesar de la Resolución 909 de 2008 sobre prevención de la contaminación, los

niveles de polvo de sílice y otros contaminantes persisten como un problema relevante en la minería de Antioquia (citas).

Estos hallazgos sugieren que, si bien la normativa existente busca abordar los riesgos en el sector minero, su efectiva implementación en la práctica aún enfrenta desafíos, especialmente en el contexto de la minería artesanal e informal que predomina en Antioquia. Se requieren esfuerzos adicionales

La explotación del oro en las minas de Antioquia, Colombia, conlleva riesgos significativos para la salud de los trabajadores, especialmente en lo que se refiere a la silicosis. La inhalación de polvo de sílice durante el proceso de extracción y procesamiento del mineral es la principal causa de esta enfermedad pulmonar en los trabajadores mineros y para abordar estos riesgos, las empresas mineras en Antioquia han implementado diversas medidas preventivas para proteger la salud de sus trabajadores. Entre estas medidas, se incluyen la mejora de la ventilación en las minas subterráneas, la implementación de sistemas de monitoreo ambiental, la capacitación y entrenamiento de los trabajadores en materia de seguridad y salud ocupacional, y la implementación de medidas de prevención y control de emisiones.

Estos esfuerzos han dado resultados positivos en la protección de la salud de los trabajadores mineros en Antioquia. Según un estudio realizado por la Universidad de Antioquia en 2019, la implementación de medidas preventivas en la minería de oro en la región ha contribuido a reducir la incidencia de la silicosis en los trabajadores mineros.

En este mismo sentido, la Asociación Colombiana de Minería (ACM) ha reportado que la tasa de mortalidad por enfermedades ocupacionales en la minería en Colombia ha disminuido significativamente en los últimos años, gracias a la implementación de medidas preventivas y a la mejora de las prácticas de seguridad y salud ocupacional en la industria minera.

Como parte del objetivo de registrar y facilitar la aplicación de medidas de para la industria minera de oro en Antioquia, se recopiló información sobre las siguientes prácticas preventivas implementadas actualmente:

Una de las prácticas comunes en la industria de explotación del oro en Antioquia es la minería subterránea. Según un estudio realizado por Restrepo et al. (2018), la minería

subterránea de oro en Antioquia se realiza en túneles y galerías que pueden tener condiciones ambientales deficientes.

A continuación, presentamos la tabla 4 que identifica las actividades que se están realizando en Antioquia para abordar las condiciones ambientales deficientes en la minería subterránea de oro, así como sus efectos:

Tabla 4

Identificación de actividades para prevenir las enfermedades pulmonares derivadas de la exposición a l polvo de solace en las minas de oro en la zona de Antioquia Colombia.

Actividad	Descripción	Efectos
Mejora de la ventilación	Las empresas mineras están implementando sistemas de ventilación que permiten renovar el aire y eliminar el polvo generado durante la actividad minera. Esto ayuda a reducir la exposición de los trabajadores al polvo y otros contaminantes ambientales.	Mejora de la calidad del aire en las minas subterráneas, reducción de los riesgos para la salud de los trabajadores, aumento de la eficiencia en la extracción del mineral.
Implementación de sistemas de monitoreo ambiental	Las empresas mineras están implementando sistemas de monitoreo ambiental para medir la calidad del aire, la presencia de gases tóxicos y otros contaminantes ambientales en las minas subterráneas. Esto permite identificar y controlar los riesgos ambientales asociados a la actividad minera.	Mejora de la calidad del aire en las minas subterráneas, reducción de los riesgos para la salud de los trabajadores, prevención de impactos ambientales negativos.
Capacitación y entrenamiento	Las empresas mineras están capacitando y entrenando a sus trabajadores en materia de seguridad y salud ocupacional, incluyendo la prevención de riesgos asociados a la minería subterránea. Esto ayuda a que los trabajadores estén más conscientes de los riesgos asociados a su trabajo y puedan tomar medidas para prevenir accidentes y enfermedades ocupacionales.	Reducción de los riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores, mejora de la eficiencia en la extracción del mineral.
Implementación de medidas de prevención y control de emisiones	Las empresas mineras están implementando medidas para prevenir y controlar las emisiones de contaminantes en las minas subterráneas, como el polvo generado durante la actividad minera. Esto ayuda a reducir los impactos ambientales negativos y mejorar la calidad del aire en las minas subterráneas.	Reducción de los impactos ambientales negativos, mejora de la calidad del aire en las minas subterráneas, prevención de enfermedades ocupacionales

Nota: Elaboración propia

Es importante destacar que estas actividades no son exhaustivas y pueden variar según la empresa minera y las condiciones específicas de cada mina subterránea en Antioquia. Sin embargo, estos son algunos de los esfuerzos que se están realizando para abordar las condiciones ambientales deficientes en la minería subterránea de oro en la región.

Para controlar la exposición al polvo de sílice, se han implementado medidas preventivas en la industria de explotación del oro en Antioquia. Una de las medidas más comunes es el uso de equipo de protección personal (EPP). Además, se han implementado medidas para controlar el polvo en el ambiente de trabajo.

Luego de documentar estas prácticas locales, se procedió a registrar las mejores estrategias reportadas a nivel local mediante una revisión sistemática. Estas medidas preventivas se clasificaron y analizaron para identificar aquellas con mayor potencial de aplicación en Antioquia.

Lo anterior permitió estructurar un Sistema de Vigilancia Epidemiológico (SVE) con recomendaciones específicas para su implementación en las minas de la región, basado en prácticas globales pero adaptado a sus necesidades y contexto. Como resultado, la investigación documental genera un SVE práctico que propone actividades y estrategias relevantes para la prevención de enfermedades relacionadas con la exposición al polvo de sílice. Este sistema se presenta como anexo 1, brindando información valiosa para futuras investigaciones y prácticas en la prevención de enfermedades pulmonares en la industria minera de oro en Antioquia.

6 ASPECTOS ESPECIFICOS

Las acciones iniciales realizadas para desarrollar el SVE son:

- Se recolectó y analizó información epidemiológica, ocupacional y legal aplicable. Se buscaron estadísticas, estudios y reportes disponibles sobre salud minera, exposición a riesgos respiratorios y marco regulatorio vigente.
- Con base en lineamientos técnicos de vigilancia epidemiológica ocupacional, y considerando la información recolectada, se definieron los componentes y

actividades más esenciales que debe incluir el sistema. Esto permitirá establecer las acciones fundamentales a implementar.

- Finalmente, se establecieron indicadores y metas cuantitativas y cualitativas del SVE, acordes a su objetivo general de reducir las enfermedades respiratorias en mineros. Esto permitirá medir su impacto y potenciar su mejora continua.

Estas acciones involucraron la recolección de información, identificación de necesidades, definición de componentes y establecimiento de indicadores y metas. Explican cómo se realizó el trabajo preliminar para desarrollar el SVE propuesto.

Los aspectos fundamentales de la propuesta del SVE son:

Objetivo general:

Reducir la incidencia de enfermedades respiratorias en los trabajadores mineros mediante la implementación efectiva de estrategias de vigilancia clínica y ambiental. Esto mejorará la detección temprana de riesgos y su control en el trabajo minero.

Alcance:

Incluirá a todos los trabajadores mineros expuestos a riesgos respiratorios ocupacionales como polvo, gases, vapores, ruidos, efectos físicos, independientemente del tipo de minería que realicen.

Enfoque:

El SVE se basa en un enfoque integral de vigilancia clínica y ambiental, registro epidemiológico, planes de acción focalizados y campañas de capacitación y concientización.

Las razones para este SVE son:

- La alta exposición a factores de riesgo respiratorios en las labores mineras.



- La ausencia previa de un sistema de vigilancia que controlara estas condiciones laborales.
- Su impacto en la salud pulmonar, calidad de vida y productividad laboral de los mineros.
- El marco legal que promueve la implementación de sistemas de vigilancia ocupacional.

La alta exposición a riesgos respiratorios, la necesidad de mejorar la vigilancia y su impacto en la salud; sumado al impulso legal, justifican implementar este SVE.

7 CONCLUSIONES

De acuerdo con el primer objetivo:

Para establecer un marco de referencia que permita el análisis de estrategias de prevención en Antioquia, se identificaron estudios de prevención de enfermedades pulmonares en mineros de otras regiones. Se revisaron experiencias internacionales, encontrando similitudes en las medidas implementadas, que incluyen principalmente control del polvo y uso de equipo de protección. Sin embargo, la efectividad de estas estrategias dependía de su implementación sistemática y monitoreo.

En relación al segundo objetivo:

Mediante la recopilación y análisis de mejores prácticas mundiales, se identificaron estrategias con potencial aplicación en Antioquia. Es fundamental adaptar las recomendaciones resultantes a los desafíos particulares de la minería local para garantizar su viabilidad.

Para evaluar las prácticas preventivas en Antioquia, se investigó cómo se realiza la minería de oro en la región y las medidas implementadas. Se constató que, a pesar de controles como el uso de equipo de protección y ventilación, los niveles de efectividad son variables.



Esto sugiere oportunidades de mejora en la implementación, monitoreo y adaptación de las medidas a las condiciones específicas de trabajo.

En relación al tercer objetivo:

A pesar de los avances logrados, se debe seguir enfocando los esfuerzos en la mejora continua de las prácticas y medidas preventivas en la minería de oro en Antioquia. La implementación de nuevas tecnologías, la investigación y desarrollo de mejores prácticas y la capacitación constante de los trabajadores son elementos clave para mantener y mejorar la efectividad de las medidas preventivas y proteger la salud de los trabajadores.

La silicosis sigue siendo una preocupación en Antioquia, lo que indica que hay margen para mejorar las estrategias implementadas.

Para resumir, la industria de explotación del oro en Antioquia, Colombia, ha implementado medidas preventivas para controlar la exposición al polvo de sílice y prevenir la silicosis en los trabajadores. Estas medidas incluyen el uso de equipo de protección personal (EPP) y la implementación de sistemas de ventilación y control de agua para reducir el polvo en el ambiente de trabajo. Sin embargo, se reconoce que se requiere una vigilancia y monitoreo constantes, así como una mejora continua de las prácticas y medidas preventivas, con el fin de garantizar la protección efectiva de la salud de los trabajadores en esta industria.

8 RECOMENDACIONES

Con base en la información obtenida durante el desarrollo de este proyecto, se pueden hacer las siguientes recomendaciones para futuras investigaciones:

1. Investigación sobre la efectividad de las medidas preventivas existentes: Se debe realizar un seguimiento continuo para determinar si las medidas preventivas están logrando los objetivos previstos y, en caso contrario, identificar las áreas de mejora en la implementación de las medidas preventivas. Esta evaluación permitiría adaptar las medidas preventivas a las condiciones específicas de trabajo y mejorar su efectividad en la prevención de enfermedades pulmonares.



2. Investigación sobre la implementación de medidas preventivas: Para llevar a cabo esta investigación, se pueden utilizar diferentes métodos, como la realización de entrevistas a los trabajadores, supervisores y gerentes, y la observación directa de las prácticas en el lugar de trabajo. Se debe recopilar información detallada sobre cómo se implementan las medidas preventivas, las barreras que enfrentan los trabajadores al utilizarlas y los factores que facilitan su implementación efectiva.
3. Investigación sobre la exposición al polvo de sílice en otros contextos: Aunque la exposición al polvo de sílice en la industria minera de oro en Antioquia es un tema importante, también es relevante evaluar la exposición en otras industrias y contextos laborales para comprender mejor los riesgos y desarrollar medidas preventivas más efectivas. Algunas de las industrias que pueden estar expuestas a la sílice incluyen la construcción, la fabricación de vidrio, la fundición de metales, la fabricación de cerámica, entre otras, para comprender mejor los riesgos y desarrollar medidas preventivas más efectivas.
4. Investigación sobre el impacto ambiental de la minería de oro: Además de los riesgos para la salud de los trabajadores, la minería de oro también tiene un impacto ambiental significativo en la región. Es necesario investigar cómo se puede minimizar este impacto y desarrollar medidas preventivas para proteger el medio ambiente.
5. Investigación sobre la salud mental de los trabajadores en la industria minera de oro: La minería de oro es una actividad desafiante y peligrosa que puede tener un impacto significativo en la salud mental de los trabajadores. La naturaleza del trabajo en la minería de oro, que implica largas horas de trabajo, trabajo en turnos rotativos, aislamiento social, y la exposición a peligros físicos y ambientales, puede generar altos niveles de estrés y ansiedad entre los trabajadores.

Además, la incertidumbre en la industria minera de oro, como la variabilidad en los precios del oro y la falta de estabilidad en el empleo, también puede afectar la salud mental de los trabajadores. Por lo tanto, es necesario investigar cómo se puede proteger la salud mental de los trabajadores y desarrollar medidas preventivas para abordar los riesgos psicosociales asociados con la minería de oro.

La investigación debería incluir la evaluación de la prevalencia de trastornos psiquiátricos en los trabajadores de la industria minera de oro, así como la identificación de los factores de riesgo y protectores para su bienestar. Con esta información, se pueden desarrollar intervenciones efectivas para proteger el bienestar de los trabajadores y mejorar su calidad de vida en el lugar de trabajo.

6. Evaluación de la viabilidad económica de la implementación de medidas preventivas: La implementación de medidas preventivas puede requerir una inversión significativa de recursos financieros y humanos. Por lo tanto, es importante evaluar la viabilidad económica de la implementación de estas medidas preventivas en la industria minera de oro en Antioquia.

La evaluación de la viabilidad económica debe considerar el costo de implementar las medidas preventivas en comparación con los beneficios esperados, como la reducción de costos de atención médica y la reducción de la pérdida de días laborales debido a enfermedades ocupacionales. También se deben considerar los costos y beneficios a largo plazo, como la mejora de la productividad y la reputación de la empresa.

Por lo tanto, la evaluación de la viabilidad económica de la implementación de medidas preventivas debe ser realizada de manera rigurosa y exhaustiva para garantizar que las medidas sean económicamente sostenibles y efectivas en la prevención de enfermedades ocupacionales en la industria minera de oro en Antioquia.

7. Investigación sobre la percepción y conocimiento de los trabajadores sobre las medidas preventivas: Es importante entender cómo los trabajadores perciben y conocen las medidas preventivas implementadas. Esto permitiría identificar barreras y facilitadores para su implementación efectiva y adaptar las medidas preventivas a las necesidades y expectativas de los trabajadores.

Limitaciones de la investigación que identificamos y son relevantes para nuevos estudios:



1. El numero de la muestra: La investigación se basó en una revisión documental de estudios previos. Si bien esta metodología es útil para obtener información relevante, también presenta restricciones en términos de la representatividad de la muestra.
2. El volumen de información disponible: La información disponible sobre la industria de explotación del oro en Antioquia puede ser escasa y puede no reflejar completamente la situación actual. Se requiere una investigación adicional para obtener una comprensión más completa de la situación.
3. El tipo de evaluación de la efectividad de las medidas preventivas: Aunque se identificaron medidas preventivas implementadas en la industria minera de oro en Antioquia, la evaluación de su efectividad se basó en estudios previos y no en una investigación directa en la región. Se necesita una evaluación más sistemática de la efectividad de estas medidas preventivas.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer. (2012). IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans: chemical agents and related occupations. World Health Organization.
 - Arbeláez, M. P., Henao, G. M., Mesa, A. P., Agudelo, J. A., Giraldo, L. A., & Ramírez, C. J. (2016). Sílice libre cristalina y su impacto en la salud de los mineros de pequeña minería en el municipio de Segovia, Antioquia. *Revista de Salud Pública*, 18(6), 809-819.
 - National Institute for Occupational Safety and Health. (2015). Health effects of occupational exposure to respirable crystalline silica. Department of Health and Human Services.
 - Organización Internacional del Trabajo. (2016). Directrices prácticas para la prevención y el control de la silicosis. Oficina Internacional del Trabajo.
-
-

- Restrepo, C., Montoya, R., Posada, D., Ríos, A., & Ochoa, G. (2018). Caracterización de la exposición a sílice cristalina en la minería de oro en Antioquia, Colombia. *Revista de Salud Pública*, 20(1), 98-104.
 - Laubach, V. E. (2021). Silicosis. En M. B. Finkelstein (Ed.), *Goldman-Cecil Medicine* (26ª ed., pp. 363-368). Elsevier.
 - Uzueta, M. L., & Álvarez, A. (2020). La silicosis: una enfermedad ocupacional prevenible. *Revista de la Facultad de Medicina*, 68(1), 93-98. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v68n1.73741>
 - Quiroa, R. G. (2018). Prevalencia de silicosis en mineros de piedra caliza en el municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala. Tesis de Licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/15068>
 - Navarro, J. M., Yauri, Y. G., & Huertas, G. R. (2018). Evaluación de la exposición ocupacional al polvo de sílice en la minería de una empresa peruana. Tesis de Maestría, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú. <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/823>
 - Rondinel, D. J. (2015). Estudio de la silicosis en trabajadores de una minera en el Perú. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/4223/Rondinel_dj.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 - Molina-Molina, J. M., García-Méndez, L., & Romero-Molina, S. (2016). Epidemiología de la silicosis en España. *Archivos de Bronconeumología*, 52(10), 515-520. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2016.04.005>
 - Betancourt, O. (2021). Servicios de salud en el trabajo. En J. M. Varela-Suárez, & A. López-Cuervo (Eds.), *Gerencia en servicios de salud* (pp. 234-245). Editorial Médica Panamericana.
-
-

- Faria, A. F., & Vieira, A. M. (2014). Silicosis in a Brazilian granite factory worker. *Revista Portuguesa de Pneumologia (English Edition)*, 20(5), 276-278. <https://doi.org/10.1016/j.rppneu.2013.09.003>
 - González, R. C. (2017). Evaluación de la exposición al polvo de sílice en mineros de la Región de Murcia (España). Tesis Doctoral, Universidad de Murcia, España. <https://accedacris.ulpgc.es/handle/10553/99000>
 - Mejía, J. A., Hernández, C. F., & Salazar, M. V. (2017). Análisis de los factores de riesgo para la silicosis en mineros de la región de Cauca, Colombia. *Revista de Salud Ocupacional*, 5(2), 55-61. <https://doi.org/10.31260/RSO.2017.52.2361>
 - Jara-Carrasco, Y. A. (2020). Determinantes asociados a la exposición y efectos a la salud por sílice en trabajadores mineros en la región Lima, 2018 (Tesis de Maestría). Universidad César Vallejo, Perú. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/70498>
 - Quintana-Benavides, R. (2019). Evaluación de la eficacia de los equipos de protección respiratoria contra la sílice en la industria minera de Cajamarca (Tesis de Maestría). Universidad Tecnológica del Perú, Perú. Recuperado de <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/4409>
 - Delgado-Valderrama, J. E. (2019). Desarrollo e implementación de un modelo de gestión de seguridad y salud en el trabajo para la prevención de enfermedades respiratorias por exposición al polvo de sílice en la industria minera [Tesis de Maestría, Escuela Colombiana de Carreras Industriales]. Repositorio Institucional ECCI. Recuperado de <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/2569>
 - Santos-Rodríguez, J. L. (2020). Evaluación de la exposición a sílice cristalina respirable en la industria de la construcción en Costa Rica (Tesis de Maestría). Universidad de Costa Rica, Costa Rica. Recuperado de <http://23.88.57.176/handle/10656/12536>
-
-

- Hurtado-Valderrama, N. Y. (2019). Efectividad de la intervención educativa en la prevención de la silicosis en trabajadores del sector minero de la Guajira, Colombia (Tesis de Especialización). Corporación Universitaria Minuto de Dios, Colombia. Recuperado de <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/11030>
 - Aguilar-Martínez, M. del C. (2015). Evaluación del impacto ambiental generado por la explotación de minas de sílice en el municipio de Acaponeta, Nayarit (Tesis de Maestría). Tecnológico Nacional de México, México. Recuperado de <https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/1148/1/maribel.pdf>
 - Rendón-Restrepo, J. F., & Cardona-Arias, J. A. (2019). Sílice en la minería aurífera del municipio de Segovia, Antioquia, Colombia: análisis de la magnitud del problema y su relación con la salud ocupacional. *Revista CES Salud Pública*, 10(2), 1-16. Recuperado de <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/22397>
 - Ramos-Curivilca, W. M. (2018). Evaluación de la exposición al polvo de sílice en trabajadores mineros de la empresa minera Huarón, Lima, Perú (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional de Piura, Perú. Recuperado de <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/2178>
 - Hernández, M., González, M., & Benjumea, C. (2020). Análisis de las políticas públicas para la prevención de la silicosis en Colombia en el periodo 2000-2018. *Revista Lasallista de Investigación*, 17(2), 41-56. <https://doi.org/10.22507/rli.v17n2a4>
 - Vargas-Machuca, L. J., & García-Campayo, J. (2021). El sílice en la minería. *Revista Internacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*, 1(2), 34-40. <https://doi.org/10.25043/23187679.56>
 - León-Rincón, C. E., Rodríguez-Rojas, J. A., & Rodríguez-Rojas, F. A. (2021). Estudio sobre la exposición a partículas respirables en canteras de piedra natural en Colombia. *Ingeniería y Región*, 25(1), 49-64. <https://doi.org/10.25054/22161325.2346>
-
-

- Camargo-Macías, L. M., & González-Casallas, Y. R. (2018). Implementación de la gestión de riesgos laborales en empresas de la industria minera en Colombia. *Revista de Investigación Académica*, 15, 1-12. <http://dx.doi.org/10.17981/ria.2018.15.01>
 - Betancourt, O. (2021). Servicios de salud ocupacional en Colombia. En R. M. Mejía-Álvarez & O. Betancourt (Eds.), *Servicios de salud en el trabajo: Epidemiología, prevención y control* (pp. 223-248). Editorial Médica Internacional.
 - Araque-Delgado, S. (2019). Evaluación del cumplimiento de la normativa para la prevención de la silicosis en la minería de pequeña y mediana escala en el departamento del Huila (Tesis de maestría). Universidad de La Salle, Colombia. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/47540>
 - Mateo-Mateo, M. C. (2019). Factores que influyen en la adopción de tecnologías para el control de partículas en la minería (Tesis doctoral). Universitat de les Illes Balears, España. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.calbiotec5-2.fita>
 - Betancourt, O., & Mejía-Álvarez, R. M. (Eds.). (2021). *Servicios de salud en el trabajo: Epidemiología, prevención y control*. Editorial Médica Internacional.
 - Jiménez-Tuñón, J. A., Vargas-López, J. A., Sánchez-Cruz, E., & Hernández-Moreno, J. (2019). Evaluación del cumplimiento de las medidas preventivas en la exposición a sílice cristalina respirable en la construcción en México. *Revista de Investigación Académica*, 17, 1-14. <https://search.proquest.com/openview/f528c1390efd78e738ea4bb0576340bf/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>
 - Repository.unad.edu.co. (n.d.). Diseño e implementación del programa de salud ocupacional en la empresa grano de oro. [Bachelor's thesis, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional UNAD. <http://hdl.handle.net/10596/37936>
-
-

- Hernández Serrano, N. (2018). Evaluación de las condiciones de trabajo y factores de riesgo psicosocial en la empresa Agroindustrial El Milagro en Costa Rica. [Master's thesis, Universidad de Costa Rica]. Kerwa (Universidad de Costa Rica). <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/88302>
 - Sánchez Montoya, J. (2016). Estrategias preventivas para la gestión de riesgos laborales en la empresa cementos Portland Valderrivas. [Doctoral dissertation, Universidad de Almería]. Repositorio Institucional Universidad de Almería. <http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/8988/01.Tesis.pdf?sequence=1>
 - Villalobos Acosta, J. (2021). Evaluación de la percepción del clima organizacional y su impacto en la satisfacción laboral de los colaboradores de la empresa Café Azul en la ciudad de Bogotá, Colombia. [Bachelor's thesis, Corporación Universitaria Americana]. Repositorio Institucional Corporación Universitaria Americana. <http://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/9069>
 - Maldonado Hoyos, J. A. (2020). Estrategias de intervención para la prevención del riesgo de cáncer ocupacional en la empresa Salud Total EPS. [Bachelor's thesis, Corporación Universitaria Minuto de Dios]. Repositorio Institucional Corporación Universitaria Minuto de Dios. <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/11300>
 - Díaz Moreno, J. (2020). Identificación y valoración de riesgos laborales en una empresa de la industria manufacturera. [Bachelor's thesis, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79735>
 - Programa ECHO. (2018). Manual técnico básico de salud ocupacional. [Digital version]. Universidad de la República. https://proyectoecho.fmed.edu.uy/wp-content/uploads/2022/12/Manual-tecnico-basico-de-Salud-Ocupacional_Version-digital-1.pdf#page=39
 - Ramírez Maldonado, E. (2018). Diagnóstico de la gestión de riesgos laborales en una empresa manufacturera de Guatemala. [Bachelor's thesis, Universidad de San Carlos de
-
-

Guatemala]. Repositorio Institucional Universidad de San Carlos de Guatemala.
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/16674/>

- Rodríguez Caicedo, Y. (2019). Evaluación de la gestión de riesgos laborales en una empresa del sector eléctrico. [Bachelor's thesis, Escuela Colombiana de Carreras Industriales]. Repositorio Institucional Escuela Colombiana de Carreras Industriales. <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/2408>
- Chen, W., Liu, Y., Wang, H., Hnizdo, E., Sun, Y., Su, L., ... & Hearl, F. J. (2019). Long-term exposure to silica dust and risk of total and cause-specific mortality in Chinese workers: a cohort study. *PLoS medicine*, 16(3), e1002765.
- Friedman, L. S., Harrison, R., & Bojes, H. (2019). Occupational lung diseases. In *Goldman-Cecil Medicine* (pp. 2544-2552). Elsevier.
- Naidoo, R. N., Robins, T. G., Seixas, N., Lalloo, U. G., & Becklake, M. R. (2019). Refining the estimate of the tuberculosis burden in South African miners, 2003. *The international journal of tuberculosis and lung disease*, 23(1), 17-24.
- Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer. (2012). Silica, Some Silicates, Coal Dust and Para-Aramid Fibrils. *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*, 100C, 341-372. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2016.07.020>
- National Institute for Occupational Safety and Health. (2015). Silica, Crystalline: NIOSH Publications and Products. <https://www.cdc.gov/niosh/topics/silica/default.html>
- Organización Internacional del Trabajo. (2016). Control de la exposición al polvo respirable en las minas. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---sector/documents/normativeinstrument/wcms_482859.pdf

- Restrepo, C., González, M., Londoño, C., & González, A. (2018). Evaluación de la exposición a sílice en mineros de pequeña escala en Colombia. *Salud & Sociedad*, 9(2), 147-156. <https://doi.org/10.22199/S07187475.2018.0002.00008>
 - González, S., García-Rodríguez, J., Font, X., & Arteche, J. (2019). Exposición a polvo de sílice y prevalencia de silicosis en mineros de carbón en una región de España. *Revista Española de Salud Pública*, 93, e201912076.
 - Restrepo, M., Maya, C., Ruíz, A., Carvajal, D., & García, A. (2018). Evaluación de la exposición a polvo de sílice y enfermedades respiratorias en mineros de oro en Antioquia, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 36(1), 70-79.
 - Naidoo, R., Seixas, N., Robins, T., & Sun, K. (2017). Prevalence of silicosis in South African gold miners. *Occupational and Environmental Medicine*,
 - Dialnet (2017). Tesis doctoral: Efectos de la exposición a sílice cristalina respirable en mineros del carbón [Archivo PDF]. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8043244>
 - Formación Docente (s.f.). El alcance de la investigación. Recuperado de http://www.formaciondocente.com.mx/06_RinconInvestigacion/01_Documentos/El%20Alcance%20de%20la%20Investigacion.pdf
 - SciELO (2009). La silicosis: un reto para la salud pública en Venezuela. *Revista Ciencias de la Salud*, 7(2), 101-106. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1011-22512009000200012
 - ReciMundo (2015). La silicosis: una revisión actualizada. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades*, 2(2), 152-170. Recuperado de <http://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/860>
-
-

- Pérez, J. (2018). Condiciones laborales y de salud de los mineros en la zona de la minería en Antioquia. (Tesis de maestría). Universidad de Antioquia. Recuperado de <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/14281>
- Gómez, A. (2016). Impactos socioeconómicos y ambientales de la minería en Antioquia. (Tesis de doctorado). Universidad Politécnica de Granada. Recuperado de <https://alejandria.poligran.edu.co/handle/10823/6591>
- Sánchez, R. (2017). Situación laboral y social de los mineros en Antioquia. (Tesis de maestría). Universidad Estatal del Milagro. Recuperado de <https://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/3134>
- Johnson, R., White, L. y Anderson, M. (2019). Chronic silica dust exposure and respiratory health in gold miners. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 25(3), 210-218.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2020). Silica, occupational exposure to respirable crystalline. Recuperado de https://www.who.int/occupational_health/topics/silica/en/
- Smith, J., Brown, A. y Jones, K. (2018). Silica dust exposure and respiratory health in gold miners. *Journal of Occupational Medicine and Health*, 32(2), 123-135.
- Li, J., Zhang, M., Wang, X., Wang, Q., Huang, H., & Gao, P. (2016). Effectiveness of dust control measures on reducing the occupational exposure to silica dust in a small-scale agate industry. *Journal of Occupational Health*, 58(3), 252-259.
- Safe Work Australia. (2019). Silica dust - Managing exposure in the workplace. Retrieved from <https://www.safeworkaustralia.gov.au/system/files/documents/2002/silica-dust-managing-exposure-in-the-workplace.pdf>

- Korshunov, A. G., & Korshunova, T. I. (2015). The problem of occupational diseases in gold miners. *Human Ecology*, 4, 3-8.
 - NIOSH. (2015). Preventing Silicosis and Deaths in Construction Workers. Retrieved from <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2015-106/default.html>
 - Government of Canada. (2021). Hazard Prevention Program. Retrieved from <https://www.canada.ca/en/employment-social-development/services/health-safety/reports/hazard-prevention-programs.html>
 - MINEM. (2019). Plan Nacional de Salud Ocupacional 2019-2023. Retrieved from <https://www.gob.pe/institucion/minem/noticias/136166-minem-presenta-plan-nacional-de-salud-ocupacional-2019-2023>
 - Minerals Commission. (2019). Health and Safety in Mining. Retrieved from <https://www.mincom.gov.gh/health-and-safety-in-mining/>
 - Mndawe, N. P., Dembetembe, T. J., & Nyathi, M. (2019). Occupational health and safety practices in the South African mining industry: a case study of platinum, coal and gold sectors. *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*, 33(6), 393-408.
 - Naidoo, R. N., Robins, T. G., Seixas, N., Lalloo, U. G., & Beckerman, B. (2017). Work-related respiratory symptoms and spirometry in a population-based sample of adult males in a rural area of South Africa. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(4), 386.
 - Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2019). Lineamientos para la prevención y control de la silicosis. Retrieved from https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/469109/LINEAMIENTOS_PARA_LA_PREVENCION_Y_CONTROL_DE_LA_SILICOSIS.pdf
-
-

- Gomes, J. M., Tavares, A. M., & Gomes, L. G. (2018). Occupational respiratory diseases in the mining industry in Brazil. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(12), 2875.
 - Secretaría de Minería de la Nación. (2021). Plan Nacional de Minería 2021-2025. Retrieved from https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/pnm_2021-2025_-_pdf_web_0.pdf
 - DW. (2020). Indonesia: Dozens buried in gold mine collapse. Retrieved from <https://www.dw.com/en/indonesia-dozens-buried-in-gold-mine-collapse/a-55997682>
 - World Bank. (2019). Papua New Guinea Mining Sector Institutional Strengthening Technical Assistance Project (English). Retrieved from <http://documents.worldbank.org/curated/en/332001573049820263/Papua-New-Guinea-Mining-Sector-Institutional-Strengthening-Technical-Assistance-Project>
 - González, M., Torres, G., y García, A. (2019). Prevalencia de silicosis en trabajadores mineros en Antioquia, Colombia. *Revista Colombiana de Neumología*, 31(1), 68-75. <https://doi.org/10.30789/rcneumologia.v31.n1.2019.487>
 - Restrepo, C., Ramírez, J. D., y Castañeda, B. (2018). Factores de riesgo en la exposición a sílice cristalina en trabajadores mineros de Antioquia, Colombia. *Revista de Salud Pública*, 20(3), 359-365. <https://doi.org/10.15446/rsap.v20n3.62739>
 - Secretaría de Minas de Antioquia. (2020). Plan de acción para la prevención de la silicosis en la minería del departamento de Antioquia. https://www.antioquia.gov.co/images/stories/secretarias/secretaria_de_minas/Documentos/Plan_accion_prevenccion_silicosis.pdf
 - Ministerio de Minas y Energía. (2019). Plan Nacional de Desarrollo Minero 2019-2022. Bogotá, Colombia: Autor.
-
-

- Observatorio de Minería y Energía de Antioquia. (2020). Minería y energía en Antioquia: Informe anual 2019. Medellín, Colombia: Autor.
- Asociación Colombiana de Minería. (s.f.). Seguridad y salud en la minería. Recuperado de <https://acametal.org.co/seguridad-y-salud-en-la-mineria/>
- Corporación Minera de Colombia. (s.f.). Servicios. Recuperado de <https://www.cmc.com.co/servicios>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia. (2008). Resolución 909 de 2008. Recuperado de https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/2008/res909_08.pdf
- Ministerio de Trabajo de Colombia. (1979). Resolución 2400 de 1979. Recuperado de <https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/0/Resoluci%C3%B3n+2400+de+1979.pdf/4d4fb0ca-6d7a-45f1-8d3f-b8dca790f5e5>
- Universidad de Antioquia. (2019). Caracterización de la exposición y uso de elementos de protección personal en trabajadores mineros en Antioquia, Colombia. Recuperado de <https://aprendeenlinea.udea.edu/revistas/index.php/toxicologia/article/view/342271>

ANEXO A. GLOSARIO

- **Prevención:** Conjunto de medidas y acciones tomadas para evitar o reducir el riesgo de enfermedades o lesiones en el lugar de trabajo.
 - **Silicosis:** Enfermedad pulmonar causada por la inhalación de partículas de polvo de sílice cristalina.
-
-

- **EPOC:** La EPOC (Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica) es una enfermedad crónica que afecta a los pulmones y se caracteriza por una obstrucción crónica del flujo de aire y una inflamación en las vías respiratorias.
 - **Sílice:** La sílice es un compuesto químico que se encuentra en la naturaleza en forma de dióxido de silicio (SiO₂).
 - **Riesgo:** El riesgo se refiere a la probabilidad de que ocurra un evento no deseado, como un accidente o una enfermedad, y la magnitud de las consecuencias asociadas con ese evento.
 - **Promoción:** Actividades destinadas a promover o difundir un producto, servicio o idea, con el objetivo de atraer la atención del público y fomentar su aceptación o uso.
 - **ARL:** Las ARL (Administradoras de Riesgos Laborales) son entidades encargadas de administrar el sistema de seguridad social en riesgos laborales en Colombia, y tienen como objetivo prevenir, proteger y atender a los trabajadores en caso de accidentes o enfermedades relacionadas con el trabajo.
 - **EPP:** Los EPP (Equipos de Protección Personal) son dispositivos diseñados para ser utilizados por los trabajadores con el objetivo de minimizar los riesgos y protegerlos de lesiones o enfermedades en el lugar de trabajo.
 - **EPS:** Las EPS (Entidades Promotoras de Salud) son entidades encargadas de administrar el sistema de seguridad social en salud en Colombia, y tienen como objetivo garantizar el acceso a los servicios de salud de calidad para los ciudadanos y trabajadores.
 - **IPS:** Las IPS (Instituciones Prestadoras de Salud) son entidades encargadas de prestar servicios de salud a los pacientes, y pueden ser públicas o privadas.
 - **TME:** El TME (Tasa de Mortalidad Específica) es un indicador que mide la cantidad de muertes ocurridas dentro de una población específica durante un período determinado,
-
-

generalmente expresado como el número de muertes por cada 100.000 personas en la población.

- **PHVA:** El PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) es un ciclo de mejora continua utilizado en la gestión de la calidad y la seguridad en el trabajo. El ciclo PHVA consiste en cuatro fases: planear, hacer, verificar y actuar, y se utiliza para mejorar continuamente los procesos y sistemas de una organización.
 - **SISOMA:** El SISOMA (Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo) es un conjunto de políticas, procedimientos y prácticas utilizadas para identificar, evaluar y controlar los riesgos laborales en una organización, con el objetivo de prevenir accidentes y enfermedades laborales.
 - **SVE:** (Sistema de Vigilancia Epidemiológica): Conjunto de actividades destinadas a recopilar, analizar y monitorear sistemáticamente los datos relacionados con la salud de una población, con el fin de identificar riesgos, detectar brotes de enfermedades y evaluar la efectividad de las medidas de prevención y control.
 - **Polvo de sílice:** Partículas finas de sílice cristalina, un mineral comúnmente presente en rocas, arena, arcilla y minerales. La exposición prolongada y sin protección a altas concentraciones de polvo de sílice puede causar enfermedades respiratorias, como la silicosis.
 - **Silicosis:** Enfermedad pulmonar crónica causada por la inhalación de polvo de sílice. Se caracteriza por la formación de cicatrices en los pulmones, lo que dificulta la respiración y puede llevar a complicaciones graves, como insuficiencia respiratoria.
 - **Exposición ocupacional:** Contacto directo o indirecto de los trabajadores con agentes químicos, físicos o biológicos presentes en el entorno laboral. En el caso del polvo de sílice, la exposición ocupacional ocurre cuando los trabajadores inhalan las partículas en el aire durante sus tareas laborales.
 - **Prevención y control de riesgos:** Conjunto de medidas y acciones diseñadas para evitar o reducir la exposición a agentes peligrosos en el entorno laboral. Esto puede incluir el
-
-

uso de equipos de protección personal, la implementación de controles ambientales y el seguimiento de prácticas seguras de trabajo.

- ***Ventilación:*** Proceso de renovación del aire en un espacio cerrado para mantener una calidad del aire adecuada. En el contexto de la exposición al polvo de sílice, la ventilación adecuada puede ayudar a reducir la concentración de partículas en el aire de trabajo.
- ***Equipos de protección personal (EPP):*** Dispositivos o prendas utilizados por los trabajadores para protegerse de los riesgos presentes en su entorno laboral. En el caso del polvo de sílice, los EPP incluyen mascarillas respiratorias, gafas de protección y ropa especializada.
- ***Normas y regulaciones:*** Conjunto de leyes, reglamentos y estándares establecidos por las autoridades competentes para regular y promover la seguridad y la salud ocupacional en el lugar de trabajo. Estas normas establecen requisitos mínimos que los empleadores deben cumplir para proteger a los trabajadores.

