

Caracterización de agentes de riesgos químicos que intervienen en la actividad minera
informal del municipio de San Roque en el año 2020

Lina del Carmen Madrigal Toro

Luisa Fernanda Parra Londoño

Valentina Figueroa Vargas

Docente:

Andrés Felipe Montoya Giraldo

Programa de Administración en Salud Ocupacional

Corporación universitaria minuto de Dios

Facultad de ciencias de la salud

Bello-Antioquia

2021-1

Caracterización de agentes de riesgo químico que intervienen en la actividad minera informal
del municipio de San Roque en el año 2020

Tema: Agentes de riesgo

Subtema: Prevención en el sector minero

Sub línea de investigación: promoción, prevención, cultura y educación en seguridad y salud
en el trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	5
1. Palabras claves	7
2. Planteamiento del problema	8
2.1. Descripción del problema	8
2.2. Pregunta de investigación	9
2.3. Objetivos	10
2.3.1. Objetivo general	10
2.3.2. Objetivos específicos	10
3. Justificación	10
4. Marco referencial	14
4.1. Antecedentes	14
4.1.1. Nacional	14
4.1.2. Internacional	16
4.2. Marco legal	19
4.3. Marco teórico	20
4.3.1. Peligros de los procesos mineros	20
4.3.2. Peligros del procesamiento de minerales	22

4.3.3.	Peligros de minerales y contaminantes en los minerales.	23
4.3.4.	Peligros de otras actividades	25
4.3.5.	la minería en la sociedad	28
5.	Metodología	28
5.1.	Enfoques	29
5.2.	Tipo de investigación	31
5.3.	Población y muestra	31
5.4.	Técnicas de recolección de la información	32
6.	Hallazgos	34
7.	Conclusiones	49
	Referencias	51

Resumen

El presente trabajo muestra la caracterización de los agentes químicos que intervienen en la actividad minera informal del municipio de san roque en el año 2020, los químicos con los cuales tienen contacto los mineros informales y que afectan día a día no solo su salud mental y física sino también tienen grandes aportes negativos en el medio ambiente.

La exposición laboral de las sustancias químicas está basada en que los colaboradores pueden sufrir efectos perjudiciales por el contacto con estos, a lo que pueden tener un daño para su salud, se debe de tener en contexto que los agentes químicos integran dos variables: la concentración o nivel de presencia del contaminante en el medio y el tiempo o duración de la propia exposición.

Recordando los químicos utilizados por estos mineros que son: el plomo, el hipoclorito de sodio, el zinc, la gasolina, el aceite de motor, la cal, el peróxido de hidrogeno, el mercurio, el cianuro, el bórax, la sal de nitro, la soda caustica, dióxido de carbono (pique), esto tiene efectos sobre la salud humana, ya que entra el organizamos y generan daños a corto o largo plazo. Los efectos a corto plazo se pueden denominar como toxicidad aguda produciendo vómitos, náuseas, dolores de cabeza, vértigos, quemaduras, etc. Los efectos a largo plazo se pueden denominar como toxicidad crónica, a lo que estos conllevan a efectos directos con el sistema nervioso, las reacciones alérgicas, efectos cancerígenos, alteraciones genéticas, etc.

Lo que buscamos lograr con este proyecto es minimizar los riesgos existentes por la actividad minera informal del municipio de san Roque, no solo en los mineros informales sino también en el medio ambiente, queremos incentivar a los colaboradores con el uso de elementos de protección personal y el autocuidado que puedan prestar para su salud, el beneficio de la

población y el medio ambiente, por esta razón estudiamos el terreno y los químicos con los cuales tenían interacción los colaboradores para así ser evaluados, e hicimos una encuesta virtual la cual nos ayudó a recolectar la información suficiente así tomar las medidas necesarias para minimizar el riesgo.

Abstrac

This work shows the characterization of the chemical agents that intervene in the informal mining activity of the municipality of San Roque in the year 2020, the chemicals with which the informal miners have contact and who control day by day not only their mental and physical health but they also have great negative contributions to the environment.

Occupational exposure of chemical substances is based on the fact that employees can suffer harmful effects from contact with them, which may harm their health, it must be taken in context that chemical agents integrate two variables: concentration o level of presence of the pollutant in the environment and the time or duration of the exposure itself.

Remembering the chemicals used by these miners which are: lead, sodium hypochlorite, zinc, gasoline, motor oil, lime, hydrogen peroxide, mercury, cyanide, borax, nitro salt , caustic soda, carbon dioxide (pique), this has effects on human health, since it enters the organism and generally damages in the short or long term. The short-term effects can be termed as acute toxicity producing vomiting, nausea, headaches, dizziness, burns, etc. , allergic reactions, carcinogenic effects, genetic alterations, etc.

What we seek to achieve with this project is to minimize the existing risks due to the informal mining activity of the municipality of San Roque, not only in informal miners but also in the environment, we want to encourage employees with the use of personal protection elements and the self-care that it can provide for their health, the benefit of the population and the

environment, for this reason we studied the terrain and the chemicals with which the collaborators interacted in order to be evaluated, and we did a virtual survey which helped us sufficient information to take the necessary measures to minimize the risk.

1. Palabras claves

Agentes químicos: chemical agents

Riesgos: risks

Autocuidado: self care

Peligros: dangers

Mineros informales: informal miners

Minería informal: informal mining

Toxicidad: toxicity

Sociedad: society

Trabajo: job

Contaminantes: pollutants

Procesos: processes

Nocivos: harmful

Tóxicos: toxic

2. Planteamiento del problema

2.1. Descripción del problema

La minería aurífera a pequeña escala, es una actividad económica desarrollada a nivel mundial y nacional, que se percibe aparentemente entre trabajadores como una labor que genera cuantiosos ingresos y estabilidad laboral, así mismo es considerada como una actividad de alto riesgo en la cual los mineros están expuestos a peligros (Maria Mesa, 2016). En la mayoría de los pequeños asentamientos de minería aurífera artesanal, además de la amalgamación con mercurio se emplea la lixiviación con cianuro, para la obtención de oro puro, los impactos ambientales producto de las liberaciones involuntarias de las soluciones de cianuro, o de derrames a fuentes de agua durante su transporte, si constituyen una amenaza para la salud pública, en función de la utilización de dichas aguas para consumo humano; independiente de la escala, el empleo de cianuro en minería aurífera efectivamente constituye un riesgo latente (Marcelo Bravo, 2016). Además estudios realizados en Antioquia Colombia a grupos de mineros, expuestos al polvo de sílice por la polución del polvo de la roca en el interior de las minas, asociaron a la tuberculosis pulmonar como enfermedad ocupacional por la facilidad de migrar por la sílice en el estroma pulmonar (Oscar Gallo, 1910-1960). Varios estudios muestran el efecto en la salud humana por la actividad minera

a pequeña escala llamada artesanal debido al uso inadecuado de sustancias químicas tóxicas que ingresan al cuerpo humano, así como los conocimientos, actitudes y prácticas de los mineros y la población en general, que no prestan atención a los peligros que están expuestos y no usan medidas de bioseguridad para ejecutar este trabajo peligroso (Hofner, 2000).

La minería es una operación peligrosa y consiste en un riesgo ambiental, de salud y de seguridad considerable para los mineros. Las condiciones inseguras en las minas conducen a una serie de accidentes y causan pérdidas y lesiones a vidas humanas, daños a la propiedad, interrupción en la producción, etc. Pero los peligros no pueden ser completamente borrados y, por lo tanto, es necesario definir y tener en cuenta un nivel de riesgo de accidente posible para presentarse de manera cuantitativa o cualitativa.

La zona de investigación en este caso es el corregimiento de Providencia, perteneciente al municipio de San Roque, ubicado en la parte noreste de Antioquia-Colombia y es famosa por su industria minera tradicional, el lugar pertenece a la jurisdicción de la Región Autónoma Negra y la Región Autónoma de la Cuenca del Río, que es una entidad ambiental responsable de gestionar el medio ambiente y los recursos naturales renovables de acuerdo con las políticas y esforzarse por lograr el desarrollo sostenible (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible).

La minería practicada en la región es la de veta y la de aluvión, en donde el dragado de cauces, genera alteraciones importantes en la calidad del agua, al involucrar grandes concentraciones de mercurio y cianuro, no solo contamina agua y suelos sino que generan patologías graves en la población involucrada (Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres CMGRD, 2017).

2.2.Pregunta de investigación

A partir de la descripción del problema, se presenta el siguiente interrogante a investigar:

¿Cuáles son los agentes de riesgo químico que intervienen en la actividad minera informal del municipio de San Roque en el año 2020?

2.3.Objetivos

2.3.1. Objetivo general

Caracterizar los agentes de riesgo químico que intervienen en la actividad minera informal del municipio de San Roque en el año 2020

2.3.2. Objetivos específicos

Identificar los agentes de riesgo químico presentes en las actividades del sector minero en socavón a nivel local

Describir las condiciones de trabajo en las que se encuentran los mineros de explotación aurífera en socavón del municipio de San Roque

Proponer estrategias para la disminución de la exposición de riesgo químico de las personas que ejercen su trabajo en la actividad minera informal del municipio de San Roque

3. Justificación

Para que cualquier industria tenga éxito, debe cumplir no sólo los requisitos de producción, sino también mantener los más altos estándares de seguridad para todos los interesados. La industria tiene que identificar los peligros, evaluar los riesgos asociados y llevar los riesgos a un nivel

tolerable de forma continua. La minería es una operación peligrosa tiene un riesgo considerable para la seguridad de los mineros. Las condiciones y prácticas inseguras en las minas conducen a una serie de accidentes y causan pérdidas y lesiones a vidas humanas, dañan la propiedad, interrumpen la producción, etc. La evaluación del riesgo es un método sistemático de identificación y análisis de los peligros asociados a una actividad y el establecimiento de un nivel de riesgo para cada peligro. Los peligros no pueden eliminarse por completo y, por lo tanto, es necesario definir y estimar un nivel de riesgo de accidente que pueda presentarse de manera cuantitativa o cualitativa (fundacion para la prevencion de riesgos laborales, 2015).

Debido a los peligros existentes de la minería como actividad, la complejidad de la maquinaria, el equipo minero, los sistemas, procedimientos y métodos asociados, no es posible ser naturalmente seguro. Independientemente de lo bien que se diseñe la maquinaria o los métodos, siempre habrá potencial para accidentes graves. No es posible que una agencia externa garantice la seguridad de una organización como una empresa minera ni de la maquinaria o métodos que utiliza. La responsabilidad principal de la seguridad de cualquier mina en particular y la forma en que se opera recae en la gestión de esa mina. Es ampliamente aceptado dentro de las industrias en general que las diversas técnicas de evaluación de riesgos contribuyen en gran medida a mejoras en la seguridad de operaciones y equipos complejos. En muchas industrias existe un requisito legislativo para que se realice una evaluación del riesgo de todos los equipos, maquinaria y operaciones peligrosos teniendo en cuenta los procedimientos utilizados para la operación, el mantenimiento, la supervisión y la gestión. (La minería sin control, 2015)

La identificación de riesgos y el análisis de riesgos implican la identificación de eventos indeseables que conducen a un peligro, el análisis del mecanismo de peligro por el cual podría ocurrir este evento indeseable y, por lo general, la estimación de la extensión, magnitud y

probabilidad de efectos nocivos. (Lema, 2003)

En el corregimiento de providencia lo que se quiere lograr con este trabajo es caracterizar detalladamente cuales son los riesgos químicos que están expuestos los mineros y a partir de esto revisar los puestos de trabajo de estos colaboradores, realizando un análisis de cómo se encuentran estos mineros así poder mostrar por medio de fotografías las condiciones de seguridad y salud en la que esta expuestos y después tomar medidas de mejoramiento y prevención para estos.

Hay que mencionar, además, que, a nivel metodológico, el presente trabajo se justifica, puesto que, permitirá caracterizar, revisar y analizar como forma de recolectar la información, para posterior a ello, sistematizar y observar, y finalmente generar conclusiones y recomendaciones, marcando pautas que servirán de ayuda a futuros investigadores, cuyas líneas de trabajo se relacionan con esta temática, el sector y en relación con la Seguridad y Salud en el Trabajo.

En relación con lo social, el presente trabajo de grado, se justifica, con la gran la filosofía social de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, con sus políticas institucionales (política autorregulación, política de calidad, política para la ampliación de cobertura y extensión de programas en los distintos niveles de formación y metodología de UNIMINUTO, Política de internacionalización, Políticas institucionales para la incorporación y manejo de las tecnologías de información y comunicación (TIC) en los procesos de enseñanza-aprendizaje, Política editorial, Políticas de manejo de recursos para el desarrollo de las funciones sustantivas, Políticas para la gestión académico-administrativas (presupuesto) y aportes a los sectores más vulnerables, poniendo a disposición todos los aportes que se puedan construir desde el sector académico, permitiendo que la investigación de respuesta a los miles de problemas que se presentan en los sectores informales y, que, desde la Universidad se pueden dar aportes significativos para dar solución. Posibilitando, mejorar los sectores que lo necesitan en materia de la Seguridad y Salud

en el Trabajo. Reduciendo las brechas que existe en el sector informal frente a los sectores regulados por la norma colombiana.

Finalmente, el presente trabajo se justifica, en la obligación y la responsabilidad que tiene el sector educativo en dar respuesta a las problemáticas presentes en los diferentes contextos, poner a disposición el conocimiento para generar más conocimiento y permitir el acceso a este, para brindar mejor calidad de vida en las personas, en este caso trabajadores informales que desconocen la relación que tienen su actividad laboral con la Seguridad y Salud en el Trabajo.

¿Por qué es importante analizar la caracterización de agentes de riesgo químico que intervienen en la actividad minera informal del municipio de San Roque en el año 2020? Porque mientras se conozcan las características de los agentes químicos de riesgo involucrados en la actividad minera aurífera en el sumidero informal del municipio de San Roque en 2020, se podrán implementar planes de prevención y mitigación. Con la implementación de planes de prevención, se espera una reducción de los accidentes laborales o enfermedades laborales asociadas a riesgos químicos.

4. Marco referencial

A continuación, se señalan los principales estudios revisados tanto a nivel nacional como internacional sobre seguridad y salud minera. En ellos se observa una serie de ejemplos en los que como elemento común la falta de conocimiento sobre enfermedades ocupacionales y el nivel de riesgo a que están expuestos los trabajadores dentro de la mina.

4.1. Antecedentes

4.1.1. Nacional

En el ámbito nacional existen varias publicaciones y estudios que se han realizado en varios sectores, tanto departamentales como por sectores.

Marín, esta periodista en su artículo sobre calidad de vida indica: “Que representa el sector más vulnerable y menos atendido de todos los problemas que genera la minería informal y la minería ilegal en esta parte del país. En lo que a la selva se refiere, la niñez y adolescencia de sus innumerables pueblos afectados por la pobreza y el abandono debe ser parte de las políticas públicas que la nueva administración que asume las riendas del país tiene como prioridad” (2016). A su vez, a los altos niveles de contaminación por mercurio a los que están expuestos desde el nacimiento y que deterioran su salud desde temprana edad se suman las precarias condiciones de vivienda, las dificultades de acceso a la educación, la deserción escolar, la explotación laboral y el riesgo constante de ser víctimas de trata y explotación sexual, sin dejar de lado la violencia intrafamiliar.

En el valle del cauca la mina que está ubicada en el retiro utiliza múltiples químicos como el mercurio, cianuro y plomo estableciendo así un gran impacto por descarga de sedimentos,

sepultamiento, contaminación de los suelos, y lixiviación de mercurio y otras sustancias contaminantes, que afectarían directamente a la cuenca del Río Guabas (Caracterización Mineralógica y Química de los depósitos de relaves (Colas de Proceso) en los sectores Auríferos de Cueva Loca (Buga) y El Retiro (Ginebra - Guacarí), Departamento del Valle del Cauca, 2008), en este sentido los riesgos químicos no solo son perjudiciales para la población obrera, sino también para el medio ambiente y las personas que viven alrededor de estas minas, haciendo inminente enfermedades respiratorias, alergias, Cáncer, intoxicaciones.

El mercurio es un metal pesado que en la naturaleza se encuentra como sulfuro de mercurio o cinabrio (HgS) con la propiedad de ser inalterable ante los agentes atmosféricos y microbianos (García Herruzo, 2010), en la minería aurífera el mercurio es utilizado como un método para separar y extraer el oro del sustrato, éste se adhiere al oro, formando una amalgama que facilita su separación de la roca, arena u otro material. Luego se calienta la amalgama para que se evapore el mercurio y quede el oro. La emisión y liberación de mercurio a la atmósfera, agua y suelo en las áreas mineras del país se atribuye al proceso de amalgamación y purificación del oro (Sinopsis nacional de la minería aurífera artesanal y de pequeña escala. , 2012), Cuando el mercurio es liberado al medio ambiente, ya sea de forma natural o antropogénica, “circula por el aire, el agua, los sedimentos, el suelo y la biota en diferentes formas” (García Herruzo, 2010).

Marín, esta periodista en su artículo sobre calidad de vida indica: “Que representa el sector más vulnerable y menos atendido de todos los problemas que genera la minería informal y la minería ilegal en esta parte del país. En lo que a la selva se refiere, la niñez y adolescencia de sus innumerables pueblos afectados por la pobreza y el abandono debe ser parte de las políticas públicas que la nueva administración que asume las riendas del país tiene como prioridad(García Herruzo, 2010) A su vez, a los altos niveles de contaminación por mercurio a los que están

expuestos desde el nacimiento y que deterioran su salud desde temprana edad se suman las precarias condiciones de vivienda, las dificultades de acceso a la educación, la deserción escolar, la explotación laboral y el riesgo constante de ser víctimas de trata y explotación sexual, sin dejar de lado la violencia intrafamiliar.

4.1.2. Internacional

Con la declaración del estado de emergencia emitida por el Poder Ejecutivo en 11 distritos de la Amazonía peruana, se ha vuelto a evidenciar el peligro permanente en el que sobreviven miles de familias en esta región del país, amenazada por la contaminación por mercurio. Exigen atención urgente. La contaminación por mercurio está causando estragos no solo en los bosques amazónicos, con la deforestación de miles de hectáreas de especies; también está desviando los cursos de los ríos y poniendo en grave peligro los ecosistemas y la vida silvestre existentes. Pero, si todo esto parece bastante preocupante y es parte de una realidad de la que nos enteramos periódicamente por las noticias, la situación es más dramática para los niños y adolescentes que se encuentran en medio de esta batalla interna por el oro.

De igual manera, según un artículo publicado por Benavides: Cómo enfrentar la minería ilegal e informal, Benavides (2016) señaló que el Perú es un país minero con un gran potencial geológico. Por su parte, nuestros minerales tienen una gran demanda en mercados internacionales como Europa, Asia y Estados Unidos. Sin embargo, parte de la producción proviene de actividades mineras informales e ilegales, que se han expandido por todo el país. Según un informe de la Asociación Nacional de Minería, Petróleo y Energía (SNMPE), en lo que va del año, la minería

ilegal en Perú puede generar alrededor de \$ 1 mil millones en ingresos cada año. Además, estos productos no pagan impuestos ni regalías, y no generan ganancias en las áreas en las que operan. De igual forma, es bien sabido que en estas actividades participaron más de 100.000 peruanos, principalmente en las zonas de Madre de Dios, Piura, Puno, Arequipa y Nazca. Si bien el estado ha tomado ciertas medidas para promover la regularización y erradicar las actividades ilegales, estos esfuerzos no son suficientes. Como se mencionó anteriormente, primero se debe comprender la diferencia entre informal e ilegal.

La minería ilegal ocurre en áreas donde las operaciones están prohibidas, como 14 áreas protegidas, ríos y lagunas. Por otro lado, una mina informal es una mina que no tiene licencia, pero la mina que trabaja en un área donde se permite la minería es la misma y, por lo tanto, puede utilizar los procedimientos formales que determina la ley. Desde una perspectiva holística, el estado debe mantener una cooperación clara y coherente con todos los actores relevantes, incluidos los gobiernos regionales y locales. De esta forma, tendrá una mayor presencia y alcance en las áreas donde se ubican estas actividades al margen de la ley. Asimismo, las acciones que se tomen deben ser firmes y claras en el marco de la seguridad jurídica y, por supuesto, de la seguridad y salud ocupacional.

Es importante generar expectativas de crecimiento para incentivar la formalización de los pequeños y artesanales mineros con el fin de brindar fuentes de financiamiento y asesoría en temas de gestión ambiental responsable, así como otras facilidades. Son herramientas necesarias para que la formalización sea sinónimo de progreso y crecimiento. Deben adoptarse mecanismos de mercado, como el control de las materias primas químicas y el petróleo utilizado en dicha minería. El gran desafío que enfrenta el nuevo gobierno es desempeñar el papel de facilitador, promover la formalización y ejercer sus poderes para reprimir las actividades ilegales. Cabe recordar que la

formalización puede generar confianza en el mercado, lo que significa obtener apoyo legal, consolidar el camino hacia el desarrollo económico y social y mejorar la calidad de vida de las personas.

López Vera (2019), en el artículo titulado Normas ISO y requisitos regulatorios para proveedores mineros. (ISO 45001) dijo que ISO 45001 puede entenderse como una actualización de OHSAS 18001, pero fundamentalmente hablando, es una nueva norma ISO que proporcionará un marco de referencia (SST) para gestionar los mismos riesgos y oportunidades de seguridad y salud ocupacional. La atención se centra en el Objetivo 15, prevenir las lesiones relacionadas con el trabajo y el deterioro de la salud, y lograr un lugar de trabajo seguro y saludable, mejorando así el desempeño de la gestión.

También muestra que, si se toman acciones tempranas para abordar las oportunidades de mejorar el desempeño en seguridad y salud ocupacional, incluidos objetivos, métodos, controles, datos e información, etc., el sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional será más eficaz. Teniendo en cuenta la participación y negociación explícita de los trabajadores (por ejemplo, mediante el apoyo de comités paritarios u otras unidades), esta norma tiene requisitos específicos para las actividades de prevención. Además, también define específicamente los aspectos de la gestión global planificada en SST, aspectos que pueden extenderse a todas las áreas de la organización para especificar mejor la identificación de peligros, la evaluación de riesgos y oportunidades y la determinación de riesgos.

Los requisitos legales y otros requisitos están en el mismo proceso. El funcionamiento de la gestión de seguridad y salud ocupacional también se refleja a través del nivel de control, gestión de cambios, integración de adquisiciones, gestión con proveedores, subcontratistas y cualquier

contrato externo ejecutado por la organización. Además, también debe apoyar las necesidades de formación para lesiones prevención y deterioro Salud laboral. Finalmente, cabe destacar que el plazo para la migración del certificado de certificación de OHSAS 18001 a ISO 45001 es de 3 años después de la publicación de la norma, es decir, hasta marzo de 2021 (Velásquez, 2020)

4.2.Marco legal

La legislación es un tema importante que debe resolverse, porque es la preocupación del país por los pequeños y grandes productores mineros. Las constituciones vigentes de algunos países de América Latina estipulan que los recursos naturales no renovables y el suelo subterráneo son propiedad del Estado (Fundación Foro Nacional, 2013).

En Colombia, existen regulaciones extensas sobre el proceso minero, porque para ser parte de la minería subterránea de oro, se deben complementar los requisitos legales para las exenciones legales, como el Decreto No. 501, según la Ley de Minería de los Estados Unidos de 1995, que estipula que el registro minero debe ser marcado con el nombre de la industria minera, y también se estipula que para ejecutar las obras autorizadas por la licencia minera del contrato de concesión, primero se debe obtener una licencia ambiental.

El cumplimiento de la normativa ambiental es muy autónomo, aunque no es ajeno a otras normativas en el proceso de desarrollo minero, por ejemplo, tenemos el Decreto N ° 1481 de 1996, que regula adecuadamente el comportamiento de obtención de permisos ambientales. Registrar las donaciones en el Registro Nacional de Minería; cuando la minería en Colombia no cumple con los requisitos legales, se denomina minería tradicional, que es la minería por individuos o un grupo de

personas o comunidades que explotan minas de propiedad estatal sin estar inscritas en la minería nacional. El buró ha registrado la propiedad y certifica que el trabajo minero se ha realizado de manera ininterrumpida durante cinco (5) años.

Si bien hemos formulado una amplia gama de normativas vigentes en materia de seguridad y salud en el trabajo para gestionar adecuadamente los riesgos y peligros, como el Decreto N ° 1072 de 2015 y la Resolución N ° 0312 de 2019, la industria minera también ha adoptado Leyes y reglamentos propios. rigen la gestión de los temas de seguridad, como el Decreto N ° 1335 de 1987, que regula las normas de seguridad y salud en los trabajos subterráneos; refiriéndose a la legislación de riesgo químico, el Decreto N ° 1295 de 1994 se encuentra vigente en Colombia.

La ley obliga a todas las empresas o entidades para brindar sistemas de prevención y protección a los trabajadores que utilicen o manipulen productos químicos de cualquier forma durante su trabajo. Utilizado para controlar los riesgos de los productos químicos utilizados en todo el mundo, como su nombre lo indica, es un sistema unificado a nivel mundial.

4.3.Marco teórico

4.3.1. Peligros de los procesos mineros

La minería implica la perforación de rocas, las operaciones de molienda relacionadas y el dragado. Estos procesos generan copiosas cantidades de polvo, que se compone principalmente de sílice cristalina. La exposición al polvo respirable es un factor de riesgo importante para muchas enfermedades respiratorias. La exposición a corto plazo al polvo respirable puede causar irritación del tracto respiratorio superior. Es probable que la exposición acumulada a largo plazo en los trabajadores se convierta en silicosis, silico-tuberculosis, tuberculosis pulmonar (TBP), enfermedad obstructiva de las vías respiratorias y asma ocupacional. Además, se ha encontrado

que el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) con silicosis exagera el TB y otras enfermedades infecciosas, que incluyen neumonía bacteriana, criptococosis, enteritis, bronquitis, infecciones del tracto urinario e infecciones de tejidos blandos. A pesar de los esfuerzos para reducir la exposición a los peligros químicos en las minas, la prevalencia de enfermedades profesionales ha sido persistentemente alta entre los mineros. (Maria Mesa, 2016)

Un estudio de 33 años no mostró ninguna reducción en la proporción de mineros que acudieron a la autopsia con evidencia patológica de silicosis. (Nelson, Girdler-Brown, & Ndlovu, 2010) Además de la silicosis en las minas de oro y platino debido a la exposición a la sílice, existe la neumoconiosis de los trabajadores del carbón (CWP) entre los trabajadores de las minas de carbón y la asbestosis entre los trabajadores y las personas que viven en áreas circundantes a las minas de asbesto. También existe el riesgo de asbestosis, cáncer de pulmón y mesotelioma en las minas de diamantes, ya que el asbesto y los depósitos similares al asbesto existen muy cerca de los depósitos de diamantes. (Nelson, Murray, & Phillips, 2011) Además, también podría haber exposición ocupacional a polvos de la minería industrial de arcilla, piedra caliza, arena, yeso, grava, etc., materiales importantes en la fabricación de cemento. Se ha observado que los polvos de cemento, entre otros efectos, causan daño hematológico indirecto que resulta en recuentos anormales de células sanguíneas, aberraciones cromosómicas menores, disminución del índice mitótico y aumento de la frecuencia de los intercambios de cromátidas hermanas. (Judi, Sáciala, & Kumar, 2002)

La prevalencia de enfermedades profesionales ha sido persistentemente alta entre los mineros. Un estudio sobre la prevalencia de la silicosis entre los trabajadores contratados inmigrantes negros en una mina de oro sudafricana indicó niveles de prevalencia del 18,3 al 19,9%. Se ha determinado

que la prevalencia de CWP es del 7,3%. Al mismo tiempo, se dice que la prevalencia de tuberculosis y VIH entre los mineros es alta. (Corvette, Charalambous, & Fielding, 2003)

4.3.2. Peligros del procesamiento de minerales

Hay muchos peligros que pueden resultar del procesamiento de minerales. Por ejemplo, el método que se usa ampliamente en Colombia para la extracción de oro es el proceso de cianuración que usa cianuro. El proceso implica la disolución del oro del mineral en una solución de cianuro diluido y la extracción del oro en un complejo en presencia de cal y oxígeno. El cianuro es un veneno de acción muy rápida que evita que las células utilicen oxígeno, lo que resulta en hipoxia tisular y cianosis. Esto da como resultado una respiración rápida y profunda seguida de convulsiones, pérdida del conocimiento y asfixia. En Colombia, el cianuro de las soluciones de lixiviación gastadas se descarga en grandes presas de relaves de minas. La filtración se escapa de algunas de las presas de relaves y contamina el suelo y el agua. El modelo de dispersión indica que decenas de miles de personas que residen en áreas adyacentes a presas de relaves dentro de la ciudad de Johannesburgo pueden incluso estar expuestas a concentraciones de cianuro atmosférico por encima de los estándares internacionales. (Phakedi, 2010)

El mercurio (Hg) también se puede utilizar para la extracción de oro. Con la minería de oro artesanal en pequeña escala reportada como una de las fuentes de Hg, Colombia ocupa el segundo lugar en el mundo en términos de emisiones de Hg al medio ambiente. La inhalación, ingestión o absorción dérmica de Hg puede provocar trastornos neurológicos y del comportamiento, temblores, insomnio, alucinaciones, pérdida de memoria, efectos neuromusculares, dolores de cabeza y disfunción cognitiva y motora. En un estudio sobre la exposición al Hg en una comunidad minera de oro, el 50% de las muestras de orina excedieron la pauta entre las personas que no

estuvieron expuestas ocupacionalmente. (Oosthuizen, John, & Somerset, 2010)

4.3.3. Peligros de minerales y contaminantes en los minerales.

La extracción de estos productos básicos es una de las principales fuentes de dispersión de metales en el medio ambiente. Además, el drenaje ácido de las minas de las operaciones mineras y las presas y vertederos de relaves de la mina contiene una variedad de metales tóxicos, algunos de los cuales se encuentran en altas concentraciones en los suelos que rodean las áreas mineras en Colombia. (Oosthuizen, John, & Somerset, 2010)

Existe una serie de peligros asociados con la extracción de minerales en Colombia. Por ejemplo, la extracción de Manganeseo (Mn), una neurotoxina bien establecida, puede causar émbolos pulmonares, bronquitis e impotencia; También se han observado síntomas de toxicidad crónica por Mn en niños que viven en áreas alrededor de minas abiertas de Mn, donde la exposición ambiental al Mn es alta. (Duka, Ilchenko, & Kharytonov, 2011)

La extracción de PGM, rutenio, rodio, paladio, osmio, iridio y platino, implica el procesamiento de mineral de platino y la extracción y refinado del concentrado para separar y purificar el PGM. Los compuestos de platino son bien conocidos por inducir hipersensibilidad, demostrada por el desarrollo de síntomas alérgicos que incluyen erupciones cutáneas y asma grave, así como deformidades esqueléticas graves. La mayor parte de la exposición a las sales de platino ocurre en las últimas etapas del proceso de refinación. Se ha diagnosticado sensibilidad a la sal de platino entre los trabajadores de refinerías de platino en Colombia, pero no hay literatura publicada sobre esta condición en los mineros de platino. También existe el riesgo de exposición ambiental al PGM. (Jude, Sasikala, & Kumar, 2002)

El titanio se extrae como ilmenita, un mineral de óxido de hierro y titanio. La sobreexposición por inhalación de polvo de dióxido de titanio puede provocar opresión y dolor en el pecho, tos y dificultad para respirar. El contacto con la piel o los ojos también puede causar irritación. A pesar de un indicio de genotoxicidad inducida por la radiación en los trabajadores del procesamiento de ilmenita en otros países y del hecho de que los depósitos de arena mineral pesada de los que se extrae la ilmenita en Colombia contienen impurezas de radionúclidos, No parece haber ningún estudio de los peligros de la radiactividad entre los trabajadores que se ocupan de la ilmenita en las minas de Colombia. Es importante monitorear las exposiciones a la radiactividad de estas industrias no nucleares que 'tienen la capacidad de exposición a la radiación de bajo nivel, pero constante', lo que puede poner en peligro tanto la salud de los trabajadores como de las poblaciones que viven en las cercanías de las minas y plantas asociadas. (Righi, Betti, & Bruzzi, 2000)

La cromita, el mineral que contiene cromo (Cr), se extrae en Colombia. La inhalación crónica de Cr (VI) en humanos produce dificultad para respirar, tos, sibilancias, perforaciones y ulceraciones del tabique nasal, bronquitis, disminución de la función pulmonar, neumonía, asma y picor y dolor nasal. Además, el Cr hexavalente es un fuerte agente oxidante que también es potencialmente mutagénico y cancerígeno. Estos efectos se observaron en estudios realizados en países distintos de Colombia, donde en este último, muy pocos estudios investigaron la exposición al Cr en minas colombianas. (Corbett, Charalambous, & Fielding, 2003)

Una proporción considerable de la producción total de vanadio del mundo proviene de la minería en Colombia. El vanadio, un peligro ocupacional bien conocido, causa respiración irregular, diarrea, ataxia, parálisis, disminución de la fertilidad, embrioletalidad, fetotoxicidad y teratogenicidad en ratones y ratas. Al parecer, se han realizado muy pocos estudios sobre los peligros y riesgos de la exposición ocupacional al vanadio en las minas de Colombia. El enfoque

de los estudios se ha centrado en las consecuencias de la exposición ambiental, en particular para el ganado. Se sospechaba que el vanadio había causado la muerte de algunos animales cuando una presa se derrumbó y provocó que el vanadio contaminase el pasto. Sin embargo, una evaluación de riesgos mostró que el consumo de carne y leche de ganado que pastaba en áreas cercanas a una planta de procesamiento de vanadio no representaría ningún riesgo para la salud de los consumidores. No obstante, el vanadio sigue siendo un peligro tanto para el trabajo como para el medio ambiente en Colombia.

Otros metales que se extraen y / o procesan en Colombia incluyen zinc, aluminio, cobre, níquel, plomo, cobalto y hierro. Las toxicidades de estos metales están bien documentadas. Sin embargo, no parece haber registros en la literatura de estudios de exposición a estos metales en minas colombianas. (Jude, Sasikala, & Kumar, 2002)

Por último, el uranio (U), una sustancia radiactiva de toxicidad aguda moderada, se encuentra en el mineral de oro de Colombia en concentraciones de entre 100 y 300 ppm. La extracción de minerales que contienen U a menudo libera y moviliza altas concentraciones del radionúclido en la biosfera. Se sabe que las presas y vertederos de relaves mineros contienen niveles elevados de uranio. También se ha informado de la contaminación de los arroyos debido al uranio lixiviado al suelo y a las masas de agua superficiales. Los estudios llevados a cabo por el Departamento de Asuntos Hídricos y Silvicultura hace algunas décadas mostraron solo unos pocos puntos calientes de fuentes de agua con altos niveles de radiactividad, por lo que es esencial realizar nuevos estudios para investigar esto más a fondo. (Oscar Gallo, 1910-1960)

4.3.4. Peligros de otras actividades

Hay muchos otros peligros derivados de la minería. En particular, los mineros subterráneos

están expuestos a altos niveles de material particulado diésel (DPM) debido al uso de equipos móviles que funcionan con diésel. Además de causar disfunción cardiovascular, irritación de ojos y nariz, dolores de cabeza, náuseas y asma, también causa neuroinflamación y enfermedad neurodegenerativa. (Nelson, Murray, & Phillips, El riesgo de exposición al asbesto en trabajadores de minas de diamantes, 2011) DPM está clasificado como un probable carcinógeno humano del Grupo 2A de la IARC. Informes muy recientes sobre los riesgos mayores que aditivos de la combinación de exposiciones a metales y material particulado han hecho que la comunidad de investigadores reconsidere los riesgos de cáncer y neurotoxicidad utilizando modelos de exposición acumulativa. Han planteado la hipótesis de que el estrés oxidativo y las vías neuroinflamatorias pueden ser comúnmente inducidas por exposiciones no relacionadas y causar los mayores impactos en la salud. (Phakedi, 2010)

Falta de evaluación de riesgos para la salud y los problemas críticos asociados relacionados con el establecimiento de límites de exposición en la industria minera de Colombia. El gobierno sudafricano está comprometido a controlar los peligros de la minería. Sin embargo, hay una serie de cuestiones relacionadas con la gestión de los peligros y riesgos en las minas de Colombia. La salud y la seguridad en las minas de Colombia están reguladas por la Ley 29 de seguridad y salud en las minas de 1996 y las regulaciones de la Ley de seguridad y salud en las minas. La ley y los reglamentos prohíben trabajar en un entorno que contenga concentraciones peligrosas de polvo, humos nocivos y gases nocivos sin un aparato de protección eficaz. La ley y los reglamentos también establecen límites para el polvo de las minas y otros contaminantes del aire. Por ejemplo, el límite de exposición ocupacional (OEL) para el cuarzo respirable se ha establecido en 0,1 mg / m³. Sin embargo, un estudio de prevalencia y exposición-respuesta entre los trabajadores del oro muestra que este valor es insuficientemente protector.¹⁷ El estudio, que mostró una concentración

media de sílice cristalina respirable (cuarzo) de 0,053 mg/m³, demostró una prevalencia de silicosis que afecta al 18,3 al 19,9% de los trabajadores de una mina de oro. Un estudio similar en los Estados Unidos de América que mostró una concentración de exposición a sílice respirable promedio similar de 0.05 mg / m³, indicó una prevalencia de silicosis de menos del 1%. La enorme diferencia en la prevalencia de la silicosis es el resultado de diferencias en la composición de los polvos minerales, ya que se sabe que la sílice cristalina (como el cuarzo) es más tóxica que la sílice amorfa.

Además, la capacidad de la sílice para causar un efecto tóxico puede verse modificada por sustancias en la superficie de las partículas de polvo, algunas de las cuales se originan a partir de otros minerales. También pueden existir factores ambientales y sociales que pueden predisponer a algunos grupos de trabajadores y comunidades al riesgo de silicosis. Por tanto, el riesgo que presenta la sílice puede depender del origen de la sílice y / o de los productos químicos / minerales con los que ha entrado en contacto, y factores ambientales y sociales subyacentes.

Condiciones de trabajo minero

La minería en pequeña escala normalmente se lleva a cabo para la subsistencia y opera con la utilización intensiva de mano de obra y en algunos casos, con máquinas y herramientas simples, portátiles y rudimentarias (GÜIZA, 2013).

La minería informal no cuenta con alta tecnología para llevarse a cabo, ya que con herramientas y maquinaria sencilla y de bajos costos se abren socavones, riegos y plazas de barequeo.

En Colombia gran parte de las áreas que ocupan los pequeños mineros se encuentran sobre puestas a las áreas concesionadas. Se ha estimado que el 90% de las zonas ya se encuentran bajo un contrato de concesión, lo cual limita las posibilidades de una efectiva legalización (GÜIZA,

2013).

Al momento de los mineros empezar proceso de legalización se vuelve en un gran inconveniente, cuando una grande empresa, ya sea multinacional o nacional tiene labores en el mismo terreno con proyectos para ejecutar y contratos legales con el gobierno.

La minería legal (grandes empresas) es la devastación y contaminación ambiental, así como la apropiación territorial, la destrucción cultural y la violencia que imponen sobre las comunidades que habitan los lugares donde se encuentran los minerales que se deciden explorar y explotar (Latina, 2010).

4.3.5. la minería en la sociedad

Según (Jose De Echave, 2009) la actividad de extracción de minerales ha crecido de manera significativa en el mundo, aunque los estados de diferentes países han buscado maneras para reformar este sector se les hace difícil por el aumento de mineros que aparecen a diarios buscando formas de sobrevivir y que lo practican de forma incorrecta en muchas ocasiones afectando la sociedad que esta alrededor de ellos, debido a los elementos químicos que se usan para extraer lo minerales, se afectan directamente los Actores locales, nacionales y extranjeros se enfrentan de manera casi permanente, con esporádicos episodios de violencia abierta. Comunidades campesinas, frentes de defensa y otras colectividades se hallan confrontadas a la presencia de trabajadores, especialistas de relaciones comunitarias, gerentes de operaciones y otros funcionarios de empresas mineras, además de diversos agentes del Estado, desde funcionarios del Gobierno central hasta autoridades locales y regionales, todos ellos imbricados complejamente en procesos que los afectan y ante los que toman posición.

5. Metodología

Según Pérez (2011) durante el período de 1960 a 1970, no se le dio un nombre al diseño híbrido, sino que se propuso una serie de estudios y encuestas en los que se mezclaron métodos cualitativos y cuantitativos en áreas del conocimiento como la criminalística. medicamento. (...) Para complementar al autor, por otro lado, Jick introdujo la terminología básica del diseño híbrido en 1979 adoptando las técnicas y los medios proporcionados por los paradigmas del positivismo y el naturalismo para la recolección de datos, y dio prioridad a la recolección de datos. Desde el punto de vista planteado por Di Silvestre (sf), los datos (...) están en la misma idea, y la complementariedad de metodologías ha penetrado en la comunidad científica. Por lo tanto: (...) Una investigación ahora Se han determinado las estrategias pueden combinar métodos cualitativos y cuantitativos incluso si se encontraban en posiciones opuestas en el pasado. Esta estrategia de investigación se denomina "métodos múltiples", "métodos híbridos" o "triangulación de métodos", independientemente de su nombre, apunta a una combinación de metodologías cualitativas y cuantitativas.

Dado que la investigación tiene variables tanto cuantitativas como cualitativas, la investigación se encuentra en un nivel mixto. Cuando se utiliza este tipo de investigación, se intenta combinar los resultados dados de todas las variables para encontrar la relación e identificar con precisión los resultados; como ejemplo, yo mostrar las siguientes variables:

Los riesgos químicos que enfrentan los mineros, el género y la educación son variables cualitativas; pero también plantea cuestiones como la edad y los ingresos mensuales, lo que significa que plantea una variable cuantitativa.

5.1.Enfoques

El paradigma o enfoque de esta investigación es cualitativo porque no se busca un estudio generalizado sino, observar las distintas realidades de los actores del fenómeno investigado. Con este enfoque cualitativo se buscará recoger los discursos completos de los sujetos, para proceder luego a su interpretación, analizando las relaciones de significado que se producen.

Esta investigación cualitativa investigará las realidades tal y como sucede al interpretar los fenómenos de acuerdo con los significados para las personas implicadas. Esta también producirá datos descriptivos como las propias palabras de las personas, habladas o escritas, y la conducta observable. En la investigación cualitativa, el investigador no descubre, sino construye el conocimiento.

Un enfoque es la perspectiva que tiene el investigador para abordar el tema, ya que de esta manera la investigación podrá encaminarse en la dirección correcta para obtener resultados exitosos según la dirección que se requiera.

Dado que elegimos que nuestro nivel de investigación sea mixto, de la misma manera los enfoques también deben serlo; los enfoques que aplican para el nivel mixto son:

Secuenciales: que parten de la variable cuantitativa, o de la variable cualitativa, pero siempre una primera que la otra.

Triangulación concurrente: significa que las variables se trabajan al mismo tiempo, tanto cualitativo como cuantitativo.

Anidado: es cuando una variable es encapsulada por otra variable, la cualitativa en lo cuantitativo, o lo cuantitativo en lo cualitativo, y se puede acomodar estudiando de lo particular a lo general o de lo general a lo particular (Digitales, 2019)

En este caso particular de investigación, el enfoque que da cabida al nivel de investigación mixto es el de la triangulación concurrente, ya que se deben tener en cuenta una serie de cuestiones

cualitativas y cuantitativas para poder analizar conjuntamente los resultados y realizar una secuencia armonizada de preguntas que deben hacerse en una sola encuesta.

5.2. Tipo de investigación

Descriptivo: Este tipo de estudios también se pueden denominar estudios transversales, de corte, de prevalencia, etc. Independientemente del nombre que se utilice, todos son estudios observacionales, en los que no se interviene ni manipula el factor de estudio, es decir, se observa en condiciones naturales lo que sucede con el fenómeno en estudio.

Este trabajo de investigación de acuerdo a su durabilidad, es transversal ya que se visualiza para realizarse en 12 meses. Según su población, corresponde a la población porque se concentra en la población minera de dos sectores del corregimiento y se estudia, según la función minera (sumidero) y los riesgos químicos a los que están expuestos. De acuerdo a su número de variables, se enfoca en la variable correlacional ya que solo busca una relación en términos de los riesgos químicos asociados a la actividad minera informal desarrollada en el sector. (Riesgos mineros , 2020)

5.3. Población y muestra

La población a estudiar son mineros informales que extraen oro del sumidero en el distrito de Providencia, perteneciente al municipio de San Roque - Antioquia, igualmente son mineros ancestrales asentados en el distrito por lo que han estado viviendo, con ex mineros en la minería de oro.

Según Comunica (2018) en providencia existen 626 mineros asentados en el sector, en los cuales son mineros de sumidero, barequero, chatarrero, inversor, draga, dueño de planta de molienda, comercializadora, compra venta, prestador de servicios, no informar. Dado que este

estudio solo está enfocado en mineros de sumideros, nos basaremos en 30 mineros de sumideros entre hombres y mujeres, para identificar a qué riesgos químicos están expuestos durante el desarrollo de sus actividades mineras. En este caso, trabajaremos con una muestra inferior al 20%, lo que equivale a 30 personas para desarrollar la encuesta e identificar riesgos en las actividades mineras del sector.

5.4. Técnicas de recolección de la información

La información será recolectada de dos formas una través de una encuesta, en la cual se validaran las variables a medir con diferentes tipos de preguntas, estas serán completamente cerradas (selección múltiple) para facilitar la recolección de información en las bases de datos, se tomará en cuenta en la encuesta que algunos Los mineros no tienen sus estudios terminados, por lo que debe ser comprensible para ellos y que se complete en el menor tiempo posible en un plazo máximo de 15 minutos.

La segunda forma es por medio de visualización del medio y evidencia fotográfica de las condiciones de trabajo, se elige de esta manera ya que algunos temas no serán incluidos en la encuesta sino que se tomara la información en el punto específico, dado que todas las minas no presentan las mismas condiciones, se anexaran las más significativas para sustentar algunas recomendaciones, no para alterar los resultados encuestados.

El objetivo es identificar los focos en los que existen mayores riesgos, si manejan el autocuidado y cómo realizan su trabajo diario y que conocen tanto del sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional (Caro, 2021). Los resultados de la encuesta se presentarán en forma de diagrama circular

6. Hallazgos

Químicos utilizados en la población minera informal de San roque

El **mercurio** es el único elemento metálico líquido a temperatura ambiente. Posee brillo parecido a la plata y a 25 °C tiene una densidad de 13.456 g/ml. A 20 °C la presión de vapor es de 0,00212 mm Hg, de tal forma que un recipiente abierto con mercurio metálico y expuesto en un ambiente cerrado, desprende vapor suficiente para saturar la atmósfera y exceder el límite máximo seguro de exposición ocupacional. De este modo, el mercurio inicia su ciclo biogeoquímico pasando a la corteza terrestre y, de esta, al aire, el agua y los suelos, para pasar luego a las plantas y a los animales y, por último, al hombre. Posteriormente, el mercurio y sus compuestos reinician el ciclo en sentido inverso en formas sólida, disuelta, absorbida y gaseosa. Esto último se explica porque este metal posee algunas propiedades únicas que le permiten tener una gran y fácil movilidad en diferentes medios físicos y químicos. El mercurio se usa para separar y extraer el oro de las rocas o piedras en las que se encuentra. El mercurio se adhiere al oro formando una amalgama que facilita su separación de la roca, arena u otro material. Luego se calienta la amalgama para que se evapore el mercurio y quede el oro. La vía de exposición que más debe preocupar a los mineros es la inhalación del vapor de mercurio que se libera durante la quema de las amalgamas que a menudo se realiza en presencia de otras personas o incluso en el hogar. Esta situación de exposición a mercurio elemental, conlleva el riesgo de padecer hidrargirismo o mercurialismo, que cursa con alteraciones funcionales expresadas en déficits orgánicos, neurológicos, cognitivos y psicológicos del individuo (Biomédica, 2012).

El **Anfo** es un explosivo de alta potencia. Consiste en una mezcla de nitrato de

Amonio y un combustible derivado del petróleo (Anco, 2019). Su composición es de 94% nitrato de amonio y 6% combustible. El nitrato de amonio es una sal inorgánica, no explosiva, siendo de aplicación en minería aquella que se fabrica como partículas esféricas o prills porosos, en consecuencia es crítica su capacidad de absorción y retención (Sangay, 2014). El Anfo y la Pólvora son una amenaza para las aguas superficiales o subterráneas, además se debe tener en cuenta que son materiales altamente tóxicos y se ha comprobado que en condiciones de concentración y exposición humana tienen elementos que la ciencia de la bioquímica analítica junto a la biomédica han demostrado que son cancerígenos (Küstner, 2008).

El **cianuro** es uno de los principales compuestos utilizados por la industria química debido a su composición de carbono y nitrógeno, ambos elementos comunes, y a la facilidad con la cual reacciona con otras sustancias. Las sales de cianuro son utilizadas en la metalurgia para galvanización, limpieza de metales y la recuperación del oro del resto de material removido. La inadecuada manipulación o empleo del cianuro lo convierte en un compuesto potencialmente tóxico. El cianuro actúa sobre el sistema respiratorio, impidiendo el uso del oxígeno mediante la inhibición de la acción de las enzimas respiratorias. De otro lado, en la industria minera son numerosos los trabajadores que tienen contacto frecuente con este reactivo no reportándose accidentes fatales o muertes originadas por la intoxicación de este compuesto. La causa principal de muerte por cianuro involucra la ingesta de plantas cianogénicas, cuyos elevados niveles de cianuro provocan una parálisis permanente de las extremidades. Además del hombre, los animales pueden verse afectados por los efectos del cianuro (Rojas, 2013).

El tetra borato de sodio, más conocido como **bórax** o sal de boro, es un cristal de color blanco

con facilidad de disolución en agua, es también un compuesto importante del boro, no provoca cáncer, tampoco es acumulable en el cuerpo ni se absorbe a través de la piel. Además de no dañar la salud humana tampoco es perjudicial para el medio ambiente (Leydi Sanchez, 2019). El bórax promueve el uso de métodos alternativos de extracción de oro para mineros de pequeña escala en Colombia, donde a partir de un estudio se presenta el método, como una técnica adoptada por mineros artesanales de la India y Filipinas en la explotación aurífera (Juanillo, 2017).

El nitro o **sal de piedra** (KN03) es uno de los nitratos más abundantes. En general se presenta en agregados aciculares y capilares, en eflorescencias finamente pulverulentas y en costras granudas. Raramente cristalizados, los cristales artificiales muestran por su forma y ángulos gran semejanza con el aragonito (Amigo, 1970). En la minería se utiliza en el proceso de fundición.

La **soda caustica** o hidróxido de sodio (NaOH), es una sustancia química manufacturada que tiene como consistencia sólida y color blanco cristalino; es incolora, cuenta con buena absorción a la humedad del aire (higroscópica), su solo contacto con el agua genera vapor en cual contiene moléculas de Hidróxido de sodio, puede llegar a ocasionar daños a las vías respiratorias, es usada en las industrias productoras de artículos de limpieza, centros mineros, productores de petróleo, paperas, textileras, embotelladoras.; la soda cáustica se considera un producto muy versátil, ya que se usa en casi todo el sector industrial (Gamero, 2018). En la minería realiza un efecto de oxidación, derivada de la sinergia de peróxido y soda caustica denominada Método Perso en la cinética de desintoxicación de cianuro y precipitación de metales, fue medido para una composición de efluentes de la industria que contienen cianuro a una concentración de 215 mg/l, 173.45 mg/l de cobre y 2.34 mg/l de plata, en un rango de pH de 8 a 9 (Ascuña, 2018).

El **dióxido de carbono** (CO₂) es un gas incoloro, denso y poco reactivo. Forma parte de la composición de la tropósfera (capa de la atmósfera más próxima a la Tierra) actualmente en una proporción de 350 ppm. (Partes por millón). Su ciclo en la naturaleza está vinculado al del oxígeno, el balance del dióxido de carbono es sumamente complejo por las interacciones que existen entre la reserva atmosférica de este gas (Braga). En la minería el dióxido de carbono se encuentra concentrado dentro de los socavones con ausencia de ventilación permanente debido a los residuos de madera y a la falta de circulación del aire.

El **plomo** (Pb) es un metal blando, gris azulado, estable y resistente a la corrosión. Sin embargo, cuando forma parte de tuberías, conexiones o soldaduras, en presencia de agua ligeramente ácida puede contaminar el agua potable, su uso generalizado ha tenido gran impacto en la contaminación ambiental y, en consecuencia, un incremento considerable en su exposición a la población que ha generado graves problemas de salud pública. Entre las principales fuentes de contaminación ambiental destacan la explotación minera. La exposición al plomo puede afectar adversamente a los sistemas nervioso, inmunológico, reproductivo y cardiovascular. La absorción depende de tránsito gastrointestinal, estado nutricional y edad; se produce principalmente por medio de los sistemas respiratorio y gastrointestinal (Cruz, 2015).

El **hipoclorito de sodio** (NaClO), es un compuesto químico altamente tóxico y ampliamente utilizado por sus propiedades desinfectantes. El hipoclorito de sodio es altamente cáustico, con un pH de entre 11 y 12.9, lo que explica el daño severo que produce. Estudios in vitro, han demostrado una extrema citotoxicidad (Rolando Juarez, 2001). El vertimiento de

residuos tóxicos a las aguas es un problema de salud pública de suma importancia; el uso común de soluciones que contienen hipoclorito lo convierte en uno de los principales componentes de las aguas residuales (Pathiratne et al., 2015). En la minería es utilizado para neutralizar las arenas cuando ya están cianuradas para poder evitar la contaminación de los ríos y quebradas y evitar la muerte de animales.

El **Zinc** (Zn) El zinc es blanco, azulado, áspero y conduce la electricidad. Aunque parece frágil, a una temperatura aproximada de entre 100° y 150° C se vuelve maleable, lo que le permite ser versátil y utilizarse en muchos sectores (Mexico minero). Está considerado como un elemento potencialmente tóxico sólo en altas concentraciones, sin embargo el sulfuro de zinc (esfalerita) puede contener concentraciones de cadmio hierro, manganeso y mercurio entre otros. (Raúl Moreno Tovar, Mayo 2012). En la minería se utiliza para separar los precipitados.

La **Cal** es una piedra caliza suave y porosa que generalmente se encuentra como una capa superior cerca de la superficie a través de la región de las Tierras Bajas. La cal se puede producir a partir de una serie de materiales carbonados. Generalmente se produce mediante la quema de piedra caliza, que es fundamentalmente carbonato de calcio (CaCO₃), (Schreiner, 2001). En la minería se utiliza para lavar las arenas.

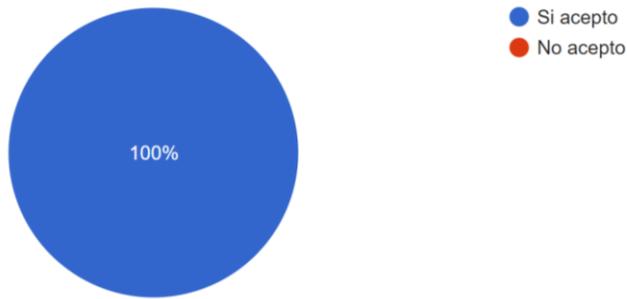
El **peróxido de hidrógeno** (conocido también como agua oxigenada) es un líquido incoloro a temperatura ambiente con sabor amargo. Pequeñas cantidades de peróxido de hidrógeno gaseoso ocurren naturalmente en el aire. El peróxido de hidrógeno es inestable y se descompone rápidamente a oxígeno y agua con liberación de calor. Aunque no es inflamable, es un agente

oxidante potente que puede causar combustión espontánea cuando entra en contacto con materia orgánica. El peróxido de hidrógeno puede ser tóxico si se ingiere, si se inhala o por contacto con la piel o los ojos. Inhalar el producto para uso cotidiano (3%) puede producir irritación de las vías respiratorias, mientras que el contacto con los ojos puede producir leve irritación de los ojos. Inhalar vapores de las soluciones concentradas (más del 10%) puede producir grave irritación pulmonar. En la minería se utiliza para lavar las arenas.

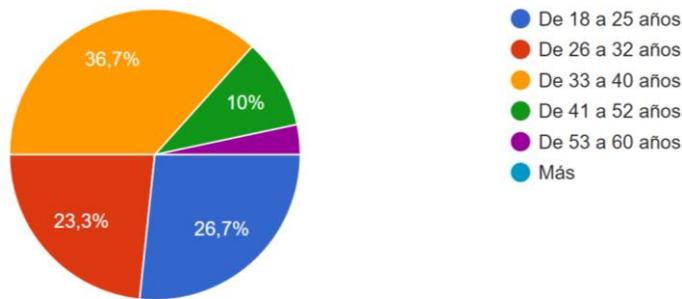
Combustibles, **ACPM, Gasolina y aceites de motor** los combustibles son materiales sólidos, líquidos o gaseosos que liberan energía por medio de la combustión y liberan energía luminosa y energía calorífica. Los combustibles son la fuente de energía que hace funcionar el motor de tu vehículo (Los combustibles). Cuando se incendia la mezcla aire-combustible dentro del cilindro, la fuerza de la explosión es la que impulsa el pistón hacia abajo, movimiento lineal que se transfiere al cigüeñal como un giro a través de la biela, este luego lo pasa a la transmisión (Energies).

Resultados de encuesta

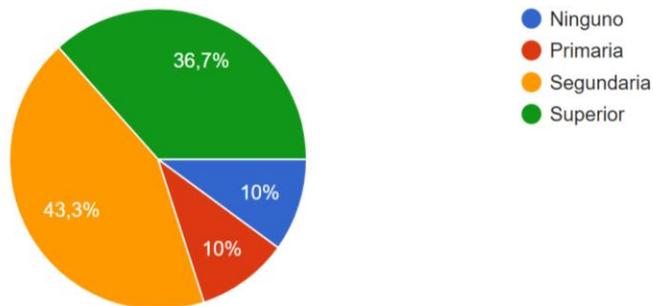
El 100% de las personas autorizan que los datos obtenidos en esta encuesta sean utilizados para fines académicos y de investigación en este proyecto (Caracterización de agentes de riesgos químicos que intervienen en la actividad minera informal del municipio de San Roque en el año 2020) y la información será de forma totalmente anónima.



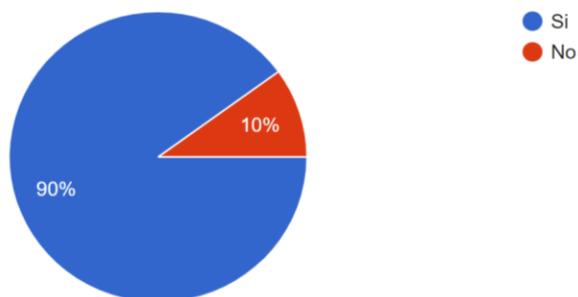
Rangos de edad de los mineros encuestados



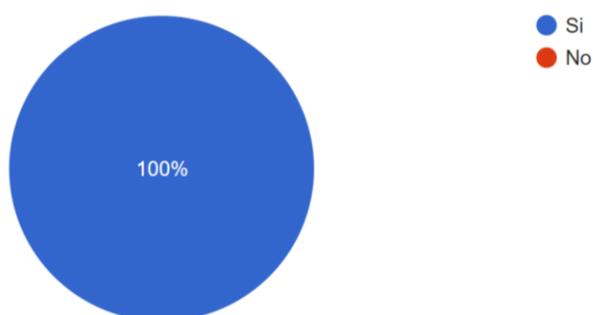
Nivel de estudio de los mineros encuestados



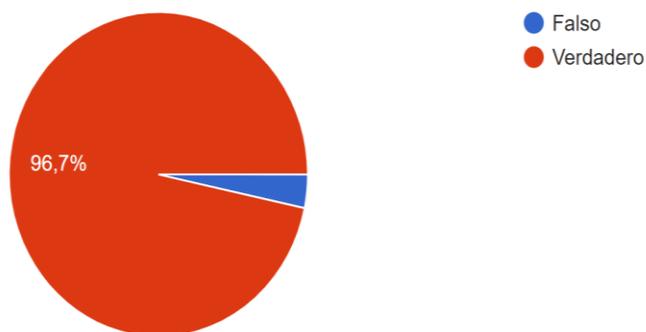
El 90% de los mineros encuestados afirman conocer alguna sustancia química la cual pueda ser peligrosa para la salud en el lugar de trabajo



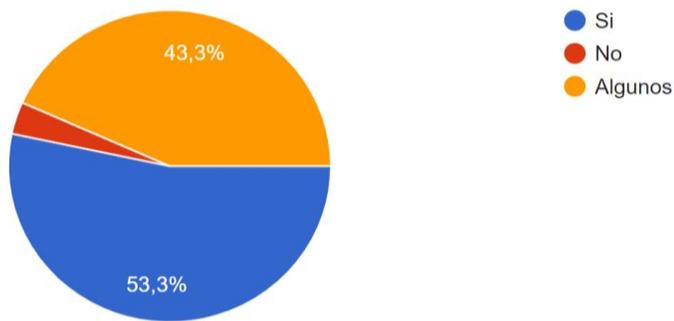
El 100% de los mineros encuestados aseguran saber que es riesgo químico



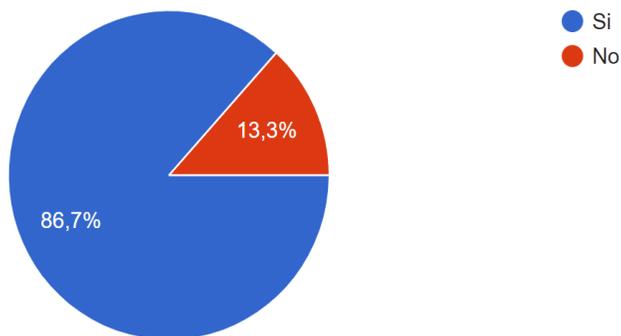
El 97,7% de los mineros en realidad saben que es riesgo químico según la afirmación “Un riesgo químico es la probabilidad de ocurrencia de algún suceso que afecte la salud debido a sustancias irritantes, corrosivos, asfixiantes, o tóxicos”



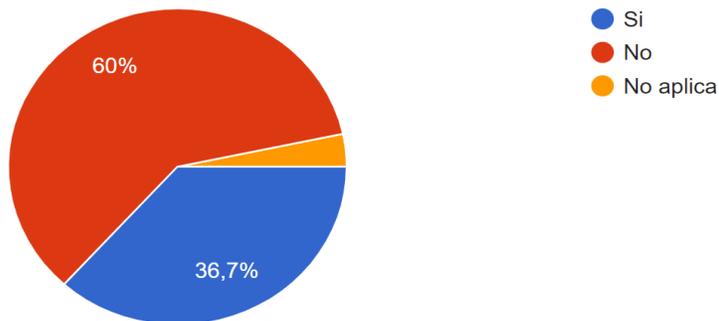
Mineros que conocen el significado de los símbolos que anuncian los riesgos químicos, un porcentaje significativo (43,3) solo conoce algunos, y el 53,3 Si los identifica



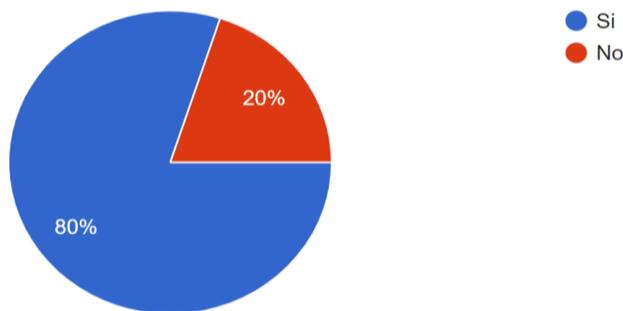
El 86,7 de los mineros encuestados conocen algunas reglas establecidas para utilizar sustancias químicas peligrosas, el 13,3% no conoce ninguna regla



El 36,7% de los mineros encuestados se han realizado exámenes medico ocupacionales para valorar el estado de salud antes de trabajar en la mina, el 60% no se los ha realizado



El 80% de los mineros sabe el manejo adecuado de las sustancias químicas que utiliza en el trabajo pero no las aplican, el 20% no tiene conocimiento del manejo adecuado de las sustancias químicas.



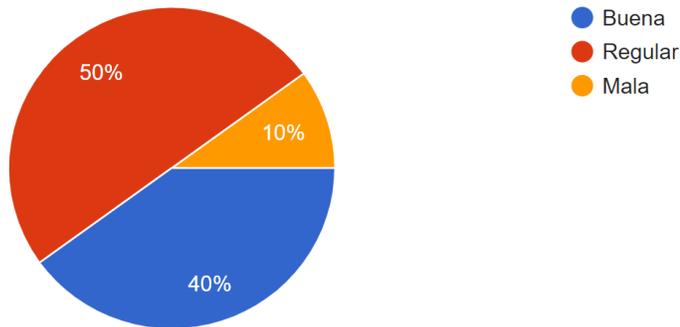
Sustancias químicas a las que están expuestos los mineros.

Resultados más significativos:

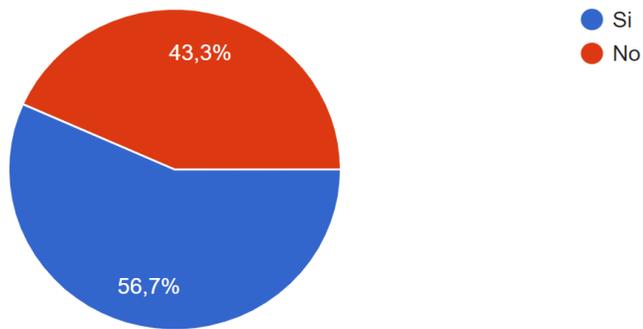
- El 36,7% de los mineros está expuesto al mercurio, siendo la mayor parte de los resultados en este químico
- El 23,3 % de los mineros encuestados están expuestos a todos los químicos
- El 13,3% de los mineros encuestados están expuestos al Anfo



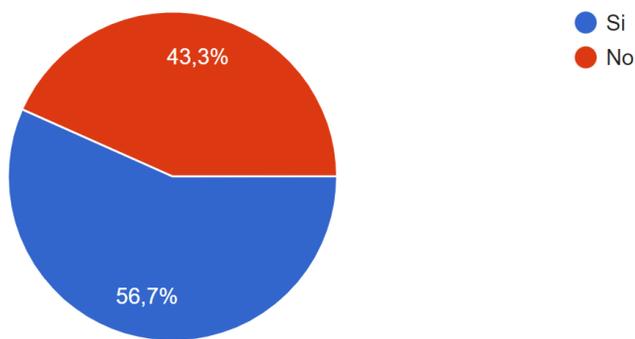
El 50% de los mineros consideran que la manipulación de las sustancias químicas que realizan en la mina son regulares, y el 10% que es mala, y el 40% que es buena



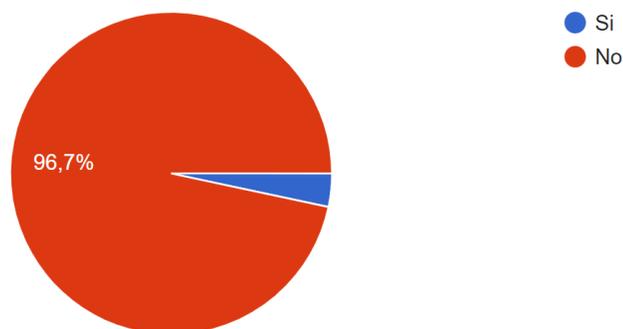
El 43,3% de los mineros no acopian las sustancias en lugares ventilados y con su debida señalización, el 56,7% si los acopian en estos lugares.

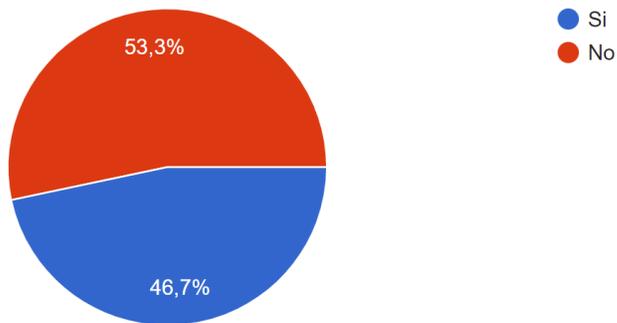


El 43,3% de los mineros encuestados no cuentan con las sustancias químicas rotuladas para ser debidamente identificadas, el 56,7% considera que si los tienen rotulados

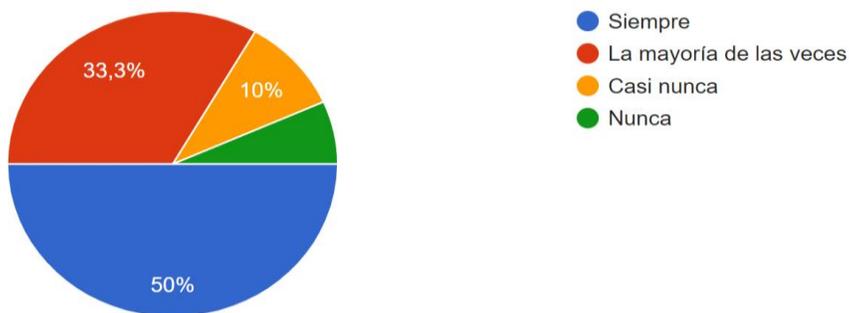


El 96,7% de los mineros no ha sufrido alguna intoxicación u accidente por causa de sustancias químicas, pero el 3,3% conoce a alguna persona que ha sufrido algún accidente

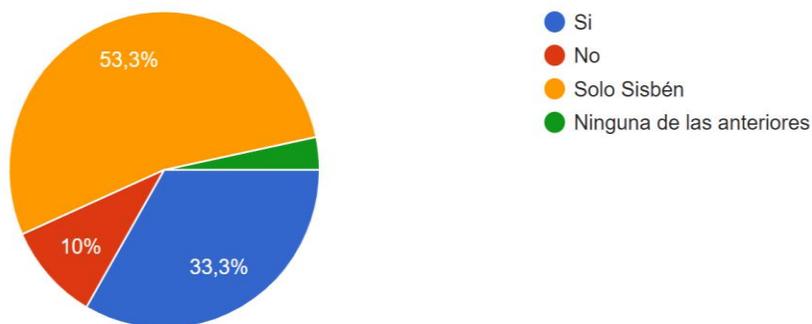




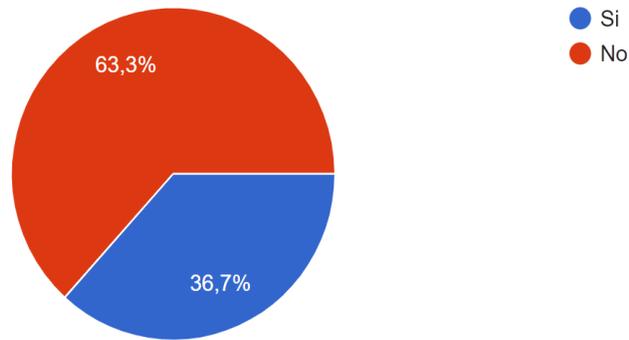
El 50% de los mineros cuenta con ventilación permanente en su puesto de trabajo, el 33,3% cuenta con ventilación la mayoría de las veces, y el 10% casi nunca tiene ventilación.



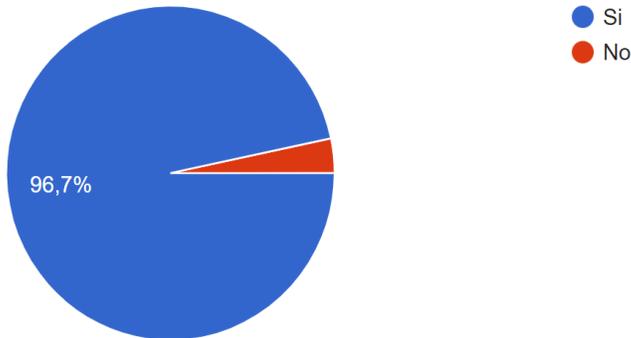
El 33,3% de la población minera se encuentra afiliada al sistema de seguridad social integral (salud, pensión, ARL), pero el 53,3% solo cuentan con sisben



El 63,3% de los mineros no cuentan con un coordinador de seguridad y salud en el trabajo en su mina, el 36,7% de los mineros si cuenta con coordinador de seguridad y salud en el trabajo



El 96,7% de los mineros consideran que deberían saber más de riesgos químicos, solo el 3,3 considera que no debería saber más del tema



Medidas de intervención

Teniendo en cuenta que actualmente en la minería se observó que son utilizadas algunas sustancias químicas útiles en su actividad económica, las cuales algunas por su manipulación constante pueden contraer cáncer al igual que varias enfermedades, se le recomienda al personal minero seguir cada uno de los ítems aquí escritos en forma de recomendaciones con el fin de poder ayudar, mitigar, minimizar, y/o eliminar cualquier tipo de lesión y enfermedad que este les pueda

provocar e incluso en caso más extremos pueden contraer la muerte.

- 1 Se recomienda Realizar los exámenes médicos ocupacionales para la verificación de estado de salud, en caso de gravedad poder actuar a tiempo y que la persona se concientice del riesgo al que se encuentra expuesto, y al tipo de sustancia química.
- 2 Se recomienda incluir un programa de capacitación sobre los riesgos químicos a los que están expuestos los mineros en su área de trabajo con el fin de dar a conocer las consecuencias que se pueden generar una mala manipulación de las sustancias químicas, al tener este conocimiento se puede disminuir las alteraciones que este conlleva
- 3 Utilizar elementos de protección personal como guante de nitrilo, gafas de seguridad, careta antigases y humos, traje contra químicos, careta especial con oxígeno, teniendo en cuenta que estos son medidas básicas para mitigar el riesgo se debe recomendar su uso obligatorio para la disminución de ser afectado por causas del riesgo químico en los mineros.
- 4 Siempre clasificar las sustancias químicas para que de esta manera todos los mineros hablen el mismo idioma, es decir tengan un conocimiento más a fondo de las sustancias químicas que están utilizando al igual que conozcan las consecuencias que puede traer un mal manejo de la misma.
- 5 Conservar las hojas de seguridad de cada sustancia química a utilizar, que estas se encuentren actualizadas y en los puestos de trabajo, esto con el fin de que los mineros sepan actuar brindando un primer auxilio en caso de que ocurra en la mina algún evento derivado del riesgo químico
- 6 Es necesario la implementación de la debida matriz de compatibilidad para de esta manera poder identificar que sustancias no son compatibles entre sí, y por medio de esta puedan

realizar un buen almacenamiento de estas sustancias contribuyendo a la mitigación del riesgo a causa de sustancias químicas

- 7 Es importante rotular y etiquetar todas las sustancias químicas que están manipulando para que de esta manera los minero tengan un conocimiento más cercano y se les facilite información esencial sobre la clasificación de estas sustancias, con el fin de advertir y prevenir enfermedades laborales y accidentes de trabajo en las minas.
- 8 Se recomienda charlas periódicas sobre los peligros y enfermedades de los riesgos químicos para que los mineros se concienticen del riesgo al que se exponen al manipular estos químicos al momento de realizar sus actividades sin ninguna protección, la cual también les puede ayudar a tomar conciencia y generar culturas del autocuidado en estas actividades,

7. Conclusiones

El Programa de análisis de tendencias de lesiones y enfermedades en el lugar de trabajo se esfuerza por identificar conductas poco saludables o condiciones peligrosas mediante el seguimiento de las lesiones y enfermedades relacionadas con el trabajo. Esta información se utiliza para enfocar las actividades de educación sobre salud y seguridad ocupacional para prevenir o reducir las lesiones futuras relacionadas con el trabajo de los empleados y el análisis de tendencias de lesiones y enfermedades en el lugar de trabajo en un tiempo futuro. Incluye lo siguiente:

Agrupación de lesiones y enfermedades por riesgos químicos, parte del cuerpo afectado, evento o exposición, fuente, etc.

Identificar cualquier equipo, material o factores ambientales que puedan estar comúnmente involucrados en incidentes de lesiones o enfermedades en el lugar de trabajo.

Identificar posibles soluciones y sugerir mejoras para reducir o prevenir la probabilidad de futuras lesiones o enfermedades en el lugar de trabajo.

Cualquiera que sea el método de eliminar y / o controlar el peligro que se utilice, es esencial que se lleve a cabo una evaluación de su impacto en el uso del equipo, sustancia, sistema o ambiente para asegurar que el control no contribuya al peligro existente. o introducir un nuevo peligro.

También es esencial que todas las personas involucradas estén informadas sobre los cambios y, cuando sea necesario, se les proporcione la información, instrucción, capacitación y supervisión adecuadas para garantizar que cada trabajador esté a salvo de lesiones y riesgos para la salud. También se recomienda que después de un período de tiempo, el supervisor de área lleve a cabo una revisión del sistema o control para determinar su idoneidad continua.

Referencias

- Anco, K. A. (2019). *Análisis comparativo y evaluación técnica económica de los explosivos Heavy Anfo y Emulsión Fortis Advantage*. Huancayo: Universidad Continental.
- Angela Gamero, M. R. (2018). *Produccion de soda caustica*. Lima: Universidad San Ignacio de Loyola.
- Ascuña, V. B. (2018). *Tratamiento de soluciones de cianuro y precipitación de metales cianicidas por reacción con peróxido de hidrógeno y soda caustica, el método perso; obtención de lodos económicamente útiles*. Bolivia: Revista voliviana de Química.
- Biomédica. (2012). *Contaminación con mercurio por la actividad minera*. Bogotá: Revista Instituto Nacional de Salud.
- Braga, L. (s.f.). *Dióxido de carbono*.
- Caro, L. (2021). *7 técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos*. Lifeder.
- Corbett, E., Charalambous, S., & Fielding, K. (2003). Tasas de incidencia estables de tuberculosis (TB) entre los mineros de oro sudafricanos negativos al virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) durante una década de tuberculosis epidémica asociada al VIH.

Comunica. (2018). *Principales hallazgos Censo minero*. San Roque.

Duka, Y., Ilchenko, S., & Kharytonov, M. (2011). Impacto de las minas abiertas de manganeso en la salud de los niños que habitan en los alrededores. *Emerg Health Threats J*, 1 - 6.

Digitales, U. C.-T. (2019). *Diseños de investigación mixta*. YouTube.

Energies, T. (s.f.). *Tipos de combustibles*.

Fundación para la prevención de riesgos laborales. (2015). *Evaluación de riesgos*.

Fundación foro Nacional por Colombia. (2013). *La normatividad Minería en países de América latina*. Bogotá.

Jude, A., Sasikala, K., & Kumar, R. (2002). Estudios hematológicos y citogenéticos en trabajadores expuestos ocupacionalmente al polvo de cemento. *Int J Hum Genet*, 95 - 99.

Küstner, E. C. (2008). *Aspectos prácticos en la prevención del cáncer oral*. Barcelona.

(2015). *La minería sin control*. Bogota: Imprenta Nacional de Colombia.

Martínez, R. (2019). *Tipos de diseños descriptivos*.

Marcelo Bravo, y. S. (2016). *Actividad minera y su impacto en la salud*. Revista Ciencia UNEMI.

Maria Mesa, M. F. (2016). *Condiciones de trabajo, salud y medidas de control en trabajadores de minería aurífera a pequeña escala, sector San José, vereda La Chuscalita, Anzá-Antioquia*. Anza: biblioteca digital Uda.

Maria Cruz, r. a. (2015). *Efectos tóxicos del plomo*. Mexico: Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas.

Mexico minero. (s.f.). *Zinc*. Mexico.

Nelson, G., Girdler-Brown, B., & Ndlovu, N. (2010). Tres décadas de silicosis: tendencias de la enfermedad en la autopsia de los mineros de oro. *Environment Health Perspect* , 118 (3): 421 - 426.

Nelson, G., Murray, J., & Phillips, J. (2011). El riesgo de exposición al asbesto en trabajadores de minas de diamantes. *Ann Occup Hyg*, 569 - 577.

Lema, I. I. (2003). *La evaluacion de riesgos por sustancia toxicas* . INE.

(s.f.). *Los combustibles*. Junta de Castilla y Leon.

Oscar Gallo, J. M. (1910-1960). *La silicosis o tisis de los mineros en Colombia*. Colombia.

(2020). *Riesgos mineros* .

Oosthuizen, M., John, J., & Somerset, V. (2010). Exposición al mercurio en una comunidad de bajos ingresos en Colombia: artículos originales. *SAMJ* , 366 - 371.

Pathiratne, A., C.K. Hemachandra y N. De Silva. 2015. Efficacy of Allium cepa test system for screening cytotoxicity and genotoxicity of industrial effluents originated from different industrial activities. *Environ. Monit. Assess.* 187(12), 1-12. Doi: /10.1007/s10661-015-4954-z

Pérez, Z. P. (2011). *Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta*. Heredia: Revista Electrónica Ducare.

Phakedi, S. (2010). *Exposición de la población al cianuro de la presa de relaves de oro*. Departamento de Estudios de Geografía, Gestión Ambiental y Energía (ETD). Colombia: Universidad de Johannesburgo.

Raúl Moreno Tovar, J. T. (Mayo 2012). *Influencia de los minerales de los jales en la Bioaccesibilidad de los arsenicos polomo, zinc,y cadmio en el distrito minero Zimapan, Mexico*. México: Área Académica de Ciencias de la Tierra y Materiales.

Righi, S., Betti, M., & Bruzzi, L. (2000). Monitoreo de la radiactividad natural en los lugares de trabajo. *Microchem J* , 119 - 1126.

Anexo

Encuesta

- 1. Autorizo que los datos obtenidos en esta encuesta puedan ser utilizados para fines académicos y de investigación en este proyecto (Caracterización de agentes de riesgos químicos que intervienen en la actividad minera informal del municipio de San Roque en el año 2020) y la información será de forma totalmente anónima.**

____ Si acepto

____ No acepto

- 2. Identifique el rango de su edad**

De 18 a 25 años ____

De 26 a 32 años ____

De 33 a 40 años ____

De 41 a 52 años ____

De 53 a 60 años ____

Más _____

- 3.Cuál es su nivel de estudio**

Ninguno _____

Primaria _____

Secundaria _____

Superior _____

4. **¿Conoce alguna sustancia química la cual pueda ser peligrosa para su salud en su lugar de trabajo?**

Si _____

No _____

5. **¿Sabes que es riesgo químico?**

Si _____

No _____

6. **Un riesgo químico es la probabilidad de ocurrencia de algún suceso que afecte la salud debido a sustancias irritantes, corrosivos, asfixiantes, o tóxicos**

Falso

Verdadero

7. **¿Conoces el significado de estos símbolos que anuncian los riesgos químicos?**



Si ____

No ____

Algunos ____

8. ¿Conoces algunas normas establecidas para utilizar sustancias químicas peligrosas?

Si ____

No ____

9. ¿Te has realizado exámenes medico ocupacionales para valorar tu estado de salud antes de trabajar en la mina?

Si ____

No ____

10. ¿Sabes el manejo adecuado de las sustancias químicas que utilizas en tu trabajo?

Si _____

No _____

11. Identifica a cuáles de estas sustancia químicas estas expuesto en la mina

Mercurio

Anfo

Cianuro

Bórax

Sal de nitro

Soda Caustica

Dióxido de carbono (pique)

Plomo

Hipoclorito de sodio

Zinc

ACPM

Gasolina

Aceite de motor

Cal

Peróxido de hidrogeno

Todas las anteriores

12. ¿Cómo calificarías la manipulación de estas sustancias en los grupos de trabajo en la

mina?

Buena _____

Regular _____

Mala _____

13. ¿El lugar donde se acopian estas sustancias cuenta con ventilación y su debida señalización?

Si _____

No _____

14. ¿Las sustancias químicas se encuentran rotuladas para ser debidamente identificadas?

Si _____

No _____

15. ¿Ha sufrido alguna intoxicación (accidente) por causa de sustancias químicas?

Si _____

No _____

16. ¿Conoces a alguna persona que haya sufrido algún accidente químico?

Si _____

No _____

17. ¿El lugar donde usted desarrolla su trabajo cuenta con ventilación permanente?

_____ Siempre

_____ La mayoría de las veces

_____ Casi nunca

_____ Nunca

18. ¿Actualmente te encuentras afiliado al sistema de seguridad social integral (salud,

pensión, ARL)?

___ **Si**

___ **No**

___ **Solo sisben**

___ **Ninguna de las anteriores**

19. Existe un coordinador de seguridad y salud en el trabajo en su mina

Si ___

No ___

20. ¿Consideras que deberías saber más de riesgos químicos?

Si ___

No ___







