



**Casa abierta al tiempo**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
Unidad Xochimilco**

**DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN SALUD DE LOS TRABAJADORES**

**SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO EN UNA EMPRESA MINERA  
DEL ESTADO DE HIDALGO**

**IDÓNEA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS  
QUE PRESENTA**

**MARIA DEL PILAR JANINE VILLASEÑOR TREJO**

**PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRA EN CIENCIAS EN SALUD DE LOS TRABAJADORES**

**DIRECTOR: JESÚS GABRIEL FRANCO ENRÍQUEZ**

**Enero, 2019.**

## **Agradecimientos**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico brindado para realizar mis estudios de maestría.

A la empresa minera estudiada, por otorgarme las facilidades para ingresar a sus instalaciones y brindarme la información necesaria para la realización del presente trabajo de investigación; así como a todo el personal que en ella labora por su amable cooperación y paciencia durante las diversas etapas del estudio.

A la Universidad Autónoma Metropolitana y en especial a su campus Xochimilco por permitirme utilizar sus instalaciones, equipo computacional, equipo audiovisual, recursos bibliográficos y paticipar en eventos de difusión.

A la Maestría en Ciencias en Salud de los trabajadores por integrarme a sus trabajos académicos y a los profesores quienes forman parte de ella, por compartir sus conocimientos y motivarme a observar los problemas actuales en materia para implementar soluciones.

Al Dr. Jesús Gabriel Franco Enríquez, por el apoyo, confianza, conocimiento y motivación otorgada en la realización del presente trabajo y la satisfactoria conclusión de mis estudios de posgrado.

A Patricio por ser una fuente de motivación, energía, curiosidad, ternura y sobre todo de mucha creatividad para finalizar satisfactoriamente mis trabajos y otros menesteres académicos.

A Jair por apoyarme intelectual y afectivamente en cualquier desición para alcanzar los objetivos fijados por el posgrado.

A mi madre Rosa por su tiempo, paciencia y disposición para apoyarme en mis actividades cotidianas durante la realización de mis estudios, trabajos, tareas o visitas a campo. Además de estar al pendiente de mi mundo académico y laboral.

A Santiago y Carmen por su respaldo en todo momento para que mi trabajo en la empresa se llevara a cabo de la mejor manera, por apoyarme en mis requerimientos académicos y siempre estar atentos a cada paso en mis estudios.

## Resumen

La industria minera es uno de los campos de actividad laboral más riesgosos a nivel mundial, tanto por las tareas que se deben llevar a cabo, como por las condiciones y medio ambiente laboral en las que estas se realizan. Por ello, esta investigación tiene como objetivo evaluar las condiciones de salud laboral en una empresa minera dedicada a la extracción de piedra caliza, ubicada en el estado de Hidalgo, mediante el Modelo para la Verificación, Diagnóstico y Vigilancia de la Salud Laboral en las Empresas *PROVERIFICA*, con la finalidad de proponer recomendaciones capaces de coadyuvar al mejoramiento del entorno y las condiciones de trabajo para prevenir daños a la salud de los trabajadores. El empleo de este modelo permitió reunir la información necesaria, por medio de la observación y el análisis documental, para identificar los riesgos y exigencias a los cuales están expuestos los trabajadores que se desempeñan en los procesos de explotación y mantenimiento de vehículos y maquinaria pesada, así como los problemas de seguridad, higiene, medio ambiente, protección civil y servicios de salud existentes en la empresa, donde los principales riesgos detectados son ruido, polvo, temperaturas elevadas, vibraciones y accidentes por equipo, maquinaria o herramientas, los cuales pueden causar a hipoacusia, enfermedades broncopulmonares, estrés térmico, lumbalgias, hernias, traumas, heridas e incluso, aplastamiento. Las exigencias de mayor prevalencia fueron esfuerzo físico intenso, posiciones incómodas, desplazamiento con cargas pesadas, trabajo monótono, ritmo laboral acelerado, falta de comunicación y alta demanda de atención para realizar tareas, cuyas mayores consecuencias a la salud son tensión muscular, estrés, fatiga, depresión, ansiedad y trastornos del sueño. Los resultados de la verificación evidencian la deficiencia prácticamente absoluta de la empresa en materia de salud laboral y la necesidad de atención al marco legal en esta materia, por lo que la serie de recomendaciones contenidas en este estudio tienen el propósito de servir a la reducción o eliminación de los factores causantes de los riesgos y exigencias presentes en el entorno laboral que ponen en peligro la integridad física y mental de los trabajadores.

**Palabras clave:** minería, ambiente de trabajo, administración, salud laboral, riesgos laborales

## **Abstract**

The mining industry is one of the most dangerous fields of work worldwide due to the tasks that it involves as well as to the working conditions and the environment in which they are carried out. Therefore, this research aims to assess the health conditions at a mining company dedicated to the extraction of limestone, located in the state of Hidalgo, through the Model for Verification, Diagnosis and Surveillance of Occupational Health in Companies PROVERIFICA, with the purpose of proposing recommendations that contribute to the improvement of the environment and the working conditions to prevent health damage to the workers. The use of this model allowed to gather the necessary information, through observation and documentary analysis, to identify the risks and exigencies to which the workers are exposed during the work processes of exploitation and maintenance of heavy vehicles and machinery, as well as the safety, hygiene, environment, civil protection and health services problems that prevail in the company, where the main risks detected are noise, dust, high temperatures, vibrations and accidents by equipment, machinery or tools, which can cause hearing loss, bronchopulmonary diseases, thermal stress, low back pain, hernias, traumas, wounds and even, crushing. The exigencies of greater prevalence found by the study are intense physical effort, uncomfortable positions, displacement with heavy loads, monotonous work, high work pace, lack of communication and high demand of attention during tasks, which major consequences on health are muscle tension, stress, fatigue, depression, anxiety and sleep disorders. The results of the evaluation show the company has an almost absolute deficiency in occupational health and the need to pay attention to the legal framework in this matter, therefore the series of recommendations contained in this study are intended to serve the reduction or elimination of the factors that cause the risks and exigencies present in the workplace that endanger the physical and mental integrity of the workers.

**Keywords:** mining, work environment, administration, occupational health, occupational risks

<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>I</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>II</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>III</b>
<b>CONTENIDO</b>	<b>IV</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES</b>	<b>10</b>
<b>1.1 ¿Qué es el trabajo?</b>	<b>10</b>
<b>1.2 La salud laboral como definición elemental</b>	<b>13</b>
<b>1.3 Principales conceptos relacionados con la minería</b>	<b>15</b>
<b>2. LA INDUSTRIA MINERA, SU CONTEXTO</b>	<b>18</b>
<b>2.1 Breve descripción histórica</b>	<b>18</b>
<b>2.2 Situación socioeconómica y laboral</b>	<b>23</b>
<b>3. EL PROCESO DE TRABAJO MINERO</b>	<b>31</b>
<b>3.1 Proceso laboral de las minas a cielo abierto</b>	<b>31</b>
<b>3.2 Riesgos, exigencias y repercusiones en la salud</b>	<b>40</b>
<b>4. LEGISLACIÓN Y NORMATIVIDAD DE LA SALUD LABORAL MINERA</b>	<b>49</b>
<b>4.1 De competencia nacional</b>	<b>49</b>
<b>4.2 Instrumentos internacionales</b>	<b>56</b>
<b>5. EVALUACIÓN DE LA SALUD LABORAL EN LA EMPRESA MINERA</b>	<b>59</b>
<b>5.1 Estudio de la seguridad y salud en el trabajo</b>	<b>59</b>
<b>5.2 Estructura y elementos del modelo de verificación</b>	<b>60</b>
<b>5.3 El curso de la investigación</b>	<b>64</b>

<b>6.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>68</b>
6.1	Cédula de Información General de la Empresa (CIGE)	68
6.2	Diagramas Complejos de Seguridad y salud en el trabajo (DCST)	71
6.3	Cuestionario de Verificación	134
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>141</b>
7.1	Cedula de Información General de la Empresa (CIGE)	141
7.2	Diagramas Complejos de seguridad y salud en el trabajo (DCST)	141
7.3	Cuestionario de Verificación	143
<b>8.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>145</b>
8.1	Cedula de Información General de la Empresa (CIGE)	145
8.2	Diagramas Complejos de Seguridad y salud en el trabajo (DCST)	146
8.3	Cuestionario de Verificación	154
	<b>CONCLUSIONES GENERALES</b>	<b>172</b>

## Introducción

Desde hace más de treinta años, la Organización Internacional del Trabajo (OIT) ha reconocido a la industria minera como una de las áreas de actividad laboral más riesgosas y peligrosas a nivel mundial (OIT, 1998). Anualmente, el sector minero presenta alrededor de 15,000 defunciones causadas por accidentes laborales, cantidad correspondiente al 8% del total de muertes acontecidas en el mundo (OIT, 2014; Groves, Kecojevic, & Komljenovic, 2007).

En 2014, el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH, por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos reportó 43 muertes, de las cuales 15 tuvieron lugar en minas subterráneas y 28 en minas a cielo abierto (NIOSH, 2014). Por su parte, el mismo año, en México, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) registró 9 defunciones de trabajadores dedicados a la minería de carbón mineral, grafito y minerales no metálicos, excepto sal (IMSS, 2014).

La alta tasa de víctimas mortales, accidentes (García-Herrero, Mariscal, García-Rodríguez & Ritzel, 2012; Pillay, 2015), lesiones y enfermedades que se presentan en el sector minero se debe, entre otras causas, a: malas condiciones laborales derivadas de la escasa planeación y exiguo mantenimiento de la infraestructura minera; peligros del medio ambiente y la intemperie (OIT, 2016); exposición a sustancias o materiales provenientes de las minas o canteras (Saleh & Cummings, 2011); y utilización de equipos de protección personal inapropiados (Groves, Kecojevic, & Komljenovic, 2007) o falta de capacitación en su uso.

De acuerdo con un reporte de la Administración de Seguridad y Salud Minera estadounidense (MSHA, por sus siglas en inglés), la mayoría de los accidentes mortales en canteras ocurridos en los EE.UU. durante el periodo de 2010 a 2014, fueron causados por: vehículos para acarreo (26.4%), maquinaria o equipo (22.2%), caídas o resbalones (14.5%) y caída, deslizamiento o rodamiento de rocas o material (13.7%). En un estudio realizado durante el periodo de 1995 a 2004, el análisis de los datos registrados por la MSHA, referidos a lesiones y accidentes provocados por el uso de diversos equipos y herramientas, arrojó como resultado una distribución muy similar a los accidentes mortales reportados por la misma institución en 2014 (Groves, Kecojevic & Komljenovic, 2007).

Entre las causas más comunes de decesos en el sector minero se encuentran aquellas relacionadas con el uso de vehículos de carga en movimiento y provocadas por: pérdida de control, condiciones inadecuadas del suelo, colisiones entre dos vehículos, fallas mecánicas y descarrilamiento (Dindarloo, Pollard & Siami-

Irdemoosa, 2016). Por su parte, las defunciones asociadas a vehículos de acarreo de minerales estacionados se producen por: movimientos inesperados del vehículo o alguna de sus partes (OIT, 1998), así como caídas desde el transporte e impactos de otros vehículos. Es importante señalar que la raíz de estas problemáticas no ha cambiado en los últimos veinte años (Md-Nor, Kecojevic, Komljenovic & Groves, 2008).

Cabe destacar que más de la mitad de los accidentes producidos por camiones de acarreo todoterreno suceden en minas a cielo abierto y que, aproximadamente, el 17% se presenta en las zonas de trituración de los minerales (Dindarloo, Pollard & Siami-Irdemoosa, 2016).

Según las estadísticas del NIOSH, otra de las causas que provoca un número significativo de lesiones, mortales y no mortales, corresponde al uso de herramientas no motorizadas, cuyo tamaño y peso demandan mayor esfuerzo por parte de los usuarios, lo cual incrementa el riesgo de que sufran daños físicos como resultado de caídas y resbalones (Groves, Kecojevic & Komljenovic, 2007).

Por otro lado, dentro de los riesgos laborales de la industria minera también deben considerarse aquellos asociados con explosiones, las cuales pueden provocar diversos accidentes que derivan en diferentes tipos de lesiones causantes de incapacidades temporales, permanentes y decesos (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo [INSHT], 2009).

En las zonas donde tiene lugar la explotación de minerales se producen dos tipos de explosiones: controladas y no controladas. Las primeras, también llamadas voladuras, se utilizan en la minería a cielo abierto para extraer los minerales mediante el uso de explosivos, entre los más comunes, los poliméricos y el nitrato de amonio (OIT, 1998). En este tipo de explosiones se han registrado accidentes causados por cargas de explosivos no activadas al momento de la voladura, las cuales, por falta de organización, no se desactivaron ni retiraron del sitio (He & Song, 2012; Saleh & Cummings, 2011).

Con el fin de prevenir y controlar probables escenarios de riesgo capaces de afectar la seguridad en el lugar de trabajo, se realizó un estudio centrado en explosiones controladas, el cual permitió establecer un modelo de los tiempos de retardo en voladuras y el comportamiento de los materiales arrojados en diversas minas de carbón subterráneas. Además de investigar otros efectos relacionados con la manera en que los minerales salen proyectados durante las explosiones, el estudio propuso una metodología para llevar a cabo las voladuras, (Rakoma, 2013).

Por su parte, las explosiones no controladas, en las que se presenta el mayor número de muertes de trabajadores, pueden producirse tanto a partir de la emisión de gases inflamables o explosivos, como del polvo originado durante la obtención de los minerales, en contacto con una fuente de ignición, la cual puede ser de origen: térmico (encendido de un fósforo o encendedor, empleo de alumbrado no calificado a prueba de explosiones, calor generado por el uso prolongado de motores); eléctrico (chispas causadas por descargas electrostáticas o atmosféricas, como los rayos, en instalaciones eléctricas); mecánico (chispas causadas por fricción o rozamiento de máquinas y herramientas de trabajo, o encendido de motores); y químico (cuando existen sustancias incompatibles, como oxidantes fuertes, (Saleh & Cummings, 2011) o si se presenta en la atmósfera una mezcla de polvo de carbón y humedad idónea para generar una ignición instantánea (INSHT, 2009).

Entre los accidentes más comunes causados por explosiones se encuentran: desestabilización y derrumbes en la mina; colapso de techos o suelos en uno o varios niveles de la estructura; ondas expansivas potentes que provocan altos niveles de ruido y liberan gran cantidad de polvo a la atmósfera; e incendios (INSHT, 2009). Cabe señalar que además de las lesiones, mortales o no mortales, provocadas por estos eventos, la combustión del gas metano produce sustancias tóxicas, como monóxido y bióxido de carbono, causantes de asfixia, desmayos o pérdida de la vida (OIT, 1998; Alvarado, 2015; Peila, 2011).

En este sentido, también es importante destacar que las explosiones producidas por metano y polvo causan el mayor número de decesos en la minería de carbón. Estos incidentes han sucedido de manera recurrente a lo largo de la historia debido a la falta de atención en las áreas de seguridad industrial de las empresas y a la negligencia en la aplicación del sistema regulatorio, por lo que no se adoptan medidas para eliminar este tipo de siniestros (He & Song, 2012; Sapko, Cashdollar & Green, 2007).

Otras consecuencias de las actividades laborales en el sector minero que afectan la salud de los trabajadores (Ma, Li, Xiao, Ding & Chinyanta, 2016) y que causan desde problemas ergonómicos o músculo esqueléticos, derivados del uso de herramientas, maquinaria y vehículos (Kovalchik, 2008), pérdida de audición y padecimientos respiratorios, resultado de las tareas de explotación y transporte de minerales (Donoghue, 2004), hasta enfermedades cancerígenas (Coelho & Teixeira, 2011).

Los problemas ergonómicos o músculo esqueléticos se producen debido a las exigencias laborales propias de las minas, entre ellas, las malas posturas. Un estudio realizado en EE.UU., donde se analizaron 18 actividades, permitió determinar que la postura adoptada por el personal con mayor frecuencia era la

flexión completa al arrodillarse, asociada con el desarrollo de osteoartritis de rodilla, tipo de lesión que podría evitarse mediante el uso de protección destinada a reducir la carga en las rodillas de los trabajadores (Moore, Pollard & Nelson, 2012).

Por otro lado, la pérdida auditiva, resultado de los niveles de ruido producidos por el uso de la máquina de minería continua (MMC), es uno de los problemas de salud recurrentes en los trabajadores de minas subterráneas.

A este respecto, se condujo una investigación en la que, al modificar la máquina mediante controles de ingeniería, se logró disminuir cuatro decibels en los niveles de ruido, los cuales respetaban los límites máximos fijados por la MSHA. La investigación también se propuso llevar a cabo estudios sobre las propiedades y acústica de los materiales empleados durante su realización, así como la implementación de los procedimientos utilizados y otros métodos de control de ruido con el fin de disminuir el riesgo de pérdida auditiva en los mineros de la industria subterránea. Se encontró que la MMC usualmente producía 93 dB(A) y al aplicar el control sonoro, el nivel de ruido disminuyó entre entre 3 y 4 dB(A); lo cual está por debajo del límite permitido de 90dB(A) (Smith, Zimmerman, Kovalchik & Kovalchik, 2011).

En cuanto a las enfermedades del sistema respiratorio más comunes en trabajadores de minas a cielo abierto se encuentran: asma, silicosis, asbestosis, inflamación, fibrosis pulmonar por bauxitas y siderosis; en el caso de la minería de carbón, las enfermedades presentadas frecuentemente son: asma, neumoconiosis, inflamación de vías respiratorias, fibrosis y tejidos necrosos, así como problemas cardiovasculares (Patra, Gautam, & Kumar, 2016).

Entre las actividades que tienen graves impactos en la salud de los obreros mineros se encuentran aquellas que causan cáncer, el cual resulta de la exposición a sustancias radiactivas y mezclas de polvos, gases y vapores presentes en el medio ambiente. Los efectos a largo plazo son particularmente importantes en los mineros que han trabajado en minas de amianto, carbón, uranio, o en mineros que han estado expuestos a mezclas de diversos sílices y polvos de metales (como el cobre, oro y zinc); lo que permite el desarrollo de enfermedades cancerígenas muchos años después de terminada su labor en el sector minero (Coelho & Teixeira, 2011).

Si bien los trabajadores del sector minero están expuestos al riesgo de sufrir accidentes laborales, diversos estudios indican que los problemas de salud originados por las actividades propias de esta industria tienen mayor repercusión en los mineros, que aquellos relacionados con la seguridad en los centros de trabajo.

Las estadísticas muestran un número más alto de muertes por enfermedades laborales, que las sucedidas como consecuencia de algún accidente.

Respecto a esta problemática, estudios hechos por el NIOSH mostraron un incremento en la prevalencia de neumoconiosis en los obreros dedicados a la minería del carbón, incluso en los más jóvenes. Tan solo en los EE.UU., en 2009, los gastos derivados del tratamiento de personal inhabilitado por esta enfermedad alcanzaron los 44.2 billones de dólares. (Saleh & Cummings, 2011).

En Indonesia, entre 2003 y 2010, se llevó a cabo un estudio para determinar la tolerancia a los riesgos presentes mediante el uso de matrices y clasificarlos de acuerdo con su probabilidad de ocurrencia y severidad

Este estudio utilizó la metodología ISO 31000 (es una norma de la *International Organization for Standardization* para la gestión del riesgo, la cual establece principios y directrices para llevarlo a cabo) y consideró cinco ítems para construir la matriz de riesgo, a saber: tipo de compañía, tipo de trabajo, factor de accidente minero, localización del accidente y fuente del accidente. A partir de los resultados, se establecieron recomendaciones relativas a la participación proactiva de los mineros para prevenir, reducir y evitar accidentes en el lugar de trabajo; así como otras referidas a la implementación de una gestión del riesgo y de una etapa de control de peligros, consistente en la realización de investigaciones de este tipo, a modo de estrategia de prevención. (Permania, 2012).

Por su parte, una investigación llevada a cabo en Polonia, en la compañía *Mining Corporation JSC*, la cual explota 16 minas de carbón, se realizó una propuesta para el empleo de métodos estadísticos y matrices de riesgo con el objetivo de jerarquizar peligros como: amenazas naturales, gerenciales y su sinergia; asimismo, sugirió la realización de un análisis comparativo con otras industrias del mismo ramo y la creación de bases para la identificación y evaluación del riesgo operacional (Jonek-Kowalska, 2012).

Ahora bien, las diferentes técnicas para la evaluación de riesgos en la minería también han sido analizadas a través de diversos estudios, cuyos resultados indican que estas poseen lagunas o son ineficientes y, muchas de ellas, complejas. Tal problemática ha motivado el desarrollo de evaluaciones holísticas, robustas y con un enfoque generalizado que, a su vez, resulte eficiente tanto para el tratamiento y análisis de la información, como a fin de estructurar medidas o planes que permitan constituir ambientes laborales seguros (Shikha & Sharad, 2016).

En este sentido, en la India se realizó un estudio sobre las técnicas de evaluación del riesgo adoptadas en la industria de la minería y se analizaron diversos métodos existentes en el sector, nacionales e internacionales, de 1992 a 2013. Los resultados mostraron que los enfoques prevalecientes no son holísticos, sino generalizados y dependientes de la información disponible para llevarlos a cabo, por lo que los resultados obtenidos, provenientes de dichas metodologías, pueden crear un obstáculo en la estructuración de planes eficientes de mitigación capaces, por un lado, de prevenir y atender consecuencias inaceptables, tanto oportuna como efectivamente; y por otro, al mismo tiempo, de permitir el desarrollo de lugares de trabajo seguros y la eliminación prácticamente total de accidentes (Shikha & Sharad, 2016).

En este mismo orden de ideas, se deben considerar las diversas problemáticas asociadas con el estudio integral de la salud laboral:

El primer problema se refiere a que la seguridad y salud en el trabajo es un campo de estudio muy amplio y complejo, lo cual determina que usualmente sea abordado de manera parcial o fragmentaria. El segundo consiste en la carencia de un modelo integrador para estudiar la salud laboral en la empresa. Y el tercero, que en parte deriva del anterior, es el déficit de criterios homogéneos para “medir o cuantificar” la salud laboral en los centros de trabajo (Franco, 2003).

Sumado a lo anterior, las propuestas para el estudio de la seguridad y salud en el trabajo poseen ciertas limitantes, a saber:

1) estudian puntos específicos de la seguridad y salud en el trabajo, por lo que omiten el análisis integral de la problemática de las empresas; 2) los objetivos y metas que proponen están dirigidos para otro tipo de empresas que no son representativas de los centros de trabajo que integran la planta productiva nacional en particular y de América Latina en general; y 3) están construidas a partir del marco legal, cultural, económico, social e histórico del país de origen, lo cual dificulta su aplicación formal y, por ende, su valoración real (Franco, 2003).

Por ello, es de suma relevancia implementar una verificación integral de las condiciones laborales de las empresas que permita conocer:

El estado que guarda la salud de los trabajadores, pero sobre todo, qué se produce, cómo se produce y por qué se produce, cómo se encuentran los equipos, maquinaria, herramientas, locales

e instalaciones, y que la empresa, tiene una relación directa con los riesgos y exigencias a que están sometidos los trabajadores y, en consecuencia, con los problemas de salud que se derivan (Franco, 2003).

Dado lo anterior, se torna necesario el empleo de una metodología que permita: “efectuar la revisión, análisis integral de la seguridad y salud en el trabajo en las entidades productivas; y que se enfoque a cuantificar e incrementar el nivel de eficacia y a promover la mejora de las empresas en materia de salud laboral” (Franco, 2003). El modelo denominado “Verificación, Diagnóstico y Vigilancia de la Salud Laboral en la Empresa” (PROVERIFICA), estructurado con el fin de superar las limitantes antes señaladas, parte de “una visión amplia del problema, por lo tanto, evalúa a las empresas de una manera integral; es decir, estudia la seguridad y salud en el trabajo” (Franco, 2003).

El estudio de la salud laboral en la industria de la minería no escapa a las problemáticas arriba mencionadas, por lo que es necesario llevar a cabo un análisis que permita conocer el sector de manera integral y contar con un panorama más completo y amplio de todos los factores de los que derivan riesgos y exigencias, así como de las causas que generan accidentes, lesiones y enfermedades a los trabajadores, todo ello a fin de proponer recomendaciones capaces de contribuir a la solución de sus problemáticas y a mejorar, en cierto grado, sus condiciones laborales (Pillay, 2015).

Por todo lo anterior, el objetivo general de este estudio consiste en: *verificar seguridad y salud en el trabajo en una empresa minera dedicada a la extracción de caliza ubicada en el estado de Hidalgo mediante el modelo holístico PROVERIFICA, a fin de proponer recomendaciones para mejorar el entorno y las condiciones de trabajo, y prevenir daños a la salud de los trabajadores.*

Además, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Recabar información sobre las instalaciones de la empresa mediante investigación en diversas fuentes bibliográficas para conocer el contexto en el que se sitúa la minería de caliza.
- Obtener la información básica de los trabajadores y la empresa a partir de los datos proporcionados por la compañía para conocer su organización y división del trabajo, así como las variables sociodemográficas que la conforman.
- Recorrer la empresa a fin de conocer la distribución de las instalaciones, áreas o departamentos y procesos productivos, para comprender a profundidad qué se hace, con qué se hace, cómo se hace y

con ello, reconstruir, representar y analizar, de manera integral, los cuatro elementos del proceso laboral mediante Diagramas Complejos de Seguridad y salud en el trabajo (DCST).

- Evaluar la seguridad y salud en el trabajo de la empresa mediante el Cuestionario de Verificación (CV) para conocer su capacidad o fortaleza en la solución de problemáticas en materia de seguridad y salud en el trabajo.
- Revisar que la información recabada esté completa.
- Capturar la información obtenida durante el trabajo de campo, por medio del programa computacional PROVERIFICA, con la finalidad de procesarla y analizarla.
- Establecer resultados, conclusiones y recomendaciones relativas a medidas preventivas y correctivas que contribuyan al mejoramiento de las condiciones y del entorno laboral, así como a la resolución de las problemáticas detectadas en materia de seguridad y salud en el trabajo.

En cuanto a los contenidos, la investigación se encuentra dividida en seis capítulos, los cuales se describen brevemente a continuación.

A fin de permitir al lector adentrarse y obtener una mejor comprensión de las temáticas de estudio, en el Capítulo 1, denominado *Conceptos fundamentales*, se detallan definiciones fundamentales de los ámbitos de las materias de estudio, entre ellas: trabajo, salud laboral y aquellas relativas al sector de la minería.

En el Capítulo 2, llamado *Industria minera: su contexto*, se describe brevemente la historia de la minería, su evolución a través del tiempo y el desempeño del ser humano en la explotación de minerales. Asimismo, se plantea la situación de la industria minera a nivel mundial, nacional y regional desde las perspectivas social, económica y laboral.

El *Proceso de trabajo minero* se aborda en el Capítulo 3, donde se detalla cómo y con qué se llevan a cabo la planeación, extracción y procesamiento de los minerales, tanto en minas subterráneas como en minas a cielo abierto o canteras. Además, se explican, de manera concisa, los riesgos, exigencias y repercusiones a los que se hallan expuestos los trabajadores de la industria minera.

Por su parte, el Capítulo 4, *Legislación y normatividad de la salud laboral minera*, integra los instrumentos legales, internacionales y nacionales, que rigen la salud laboral de las actividades relacionadas con la minería, con énfasis en aquellos vigentes y a partir de los cuales se gestiona e interviene a fin de que se dé cumplimiento al marco normativo y legal en materia laboral.

En el Capítulo 5, *Evaluación de la salud laboral en la empresa minera*, se describen los tipos de estudio empleados en la realización de esta investigación, así como sus características y propósitos correspondientes. Posteriormente, se profundiza en la estructura y elementos que conforman el modelo de verificación PROVERIFICA, utilizado para realizar el estudio de la salud empresarial, así como otros instrumentos o medios empleados con el fin de recolectar, capturar, procesar y analizar la información obtenida en campo. El capítulo finaliza con la exposición del curso de la investigación y las actividades que permitieron obtener los datos y evidencias que la sustentan.

En la sección de *Resultados*, correspondiente al Capítulo 6, se exponen los hallazgos observados durante la visita a la empresa minera, así como la reconstrucción del proceso de trabajo de explotación y mantenimiento de vehículos de carga y maquinaria pesada. Asimismo, se presenta información del centro de trabajo en materia de salud laboral como parte de la verificación.

A partir de los resultados obtenidos mediante la evaluación, se plantean las conclusiones y se propone una serie de recomendaciones y medidas, tanto preventivas como correctivas, cuyo propósito consiste en contribuir a disminuir la ocurrencia de accidentes y enfermedades laborales, de forma que, en primera instancia, los empleados puedan gozar de un entorno y condiciones de trabajo que posibiliten la conservación de su salud laboral; en segunda, que la empresa tenga presente la relevancia de cumplir con la normatividad legal vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo; y en tercera, que sirva para mejorar la salud laboral en otras empresas del sector.

Por último, se presenta el listado de referencias bibliográficas consultadas en la realización de esta investigación, las cuales sustentan la información en ella contenida.

## **1. Conceptos fundamentales**

En este primer capítulo se abordan los conceptos fundamentales referidos a las materias de estudio, desarrollados a partir de las concepciones de diversos autores, con el fin de comenzar a establecer las bases teóricas sobre las que se cimienta esta investigación.

### **1.1 ¿Qué es el trabajo?**

De acuerdo con la Real Academia Española (RAE), trabajo es: 1) ocupación retribuida; 2) cosa que es resultado de la actividad humana; 3) operación de la máquina, pieza, herramienta o utensilio que se emplea para algún fin; 4) esfuerzo humano aplicado a la producción de riqueza, en contraposición a capital; 5) dificultad, impedimento o perjuicio, penalidad, molestia, tormento o suceso infeliz; 6) estrechez, miseria y pobreza o necesidad con que se pasa la vida (RAE, 2016).

Puede decirse que el trabajo es la actividad básica y fundamental del ser humano, la manifestación de su vida. Es un modo biológico-psíquico de vivir por medio del cual logra transformar la naturaleza con el fin de producir bienes (valores de uso) que satisfagan sus necesidades y generen riqueza (extracción de plusvalía) (Laurell & Márquez, 1983; Noriega, 1989). Más aún, a través del trabajo, el ser humano se crea, se produce y se reproduce. Su desarrollo solo es posible en la misma medida en que elabora sus propios instrumentos y transforma los objetos existentes en la naturaleza por medio de su actividad (Marx, 1987).

En la realidad capitalista, el ser humano queda reducido a fuerza de trabajo, mercancía que vende al capital, junto con su cuerpo y el control sobre sí mismo, como medio de subsistencia personal y familiar (Marx, 1975; Noriega, Franco & Martínez, 2001), por lo que toda labor en la que participa no es solo una actividad individual, sino también colectiva (Laurell & Noriega, 1989).

Debido a que el trabajo es el punto de partida del surgimiento y desarrollo de las sociedades, pues sin él no podría existir todo lo necesario para mantener la vida, también es la fuente de la que deriva toda la riqueza social. Por ello, el concepto de trabajo adquiere características históricas y sociales propias de cada sociedad (Laurell & Noriega, 1989).

Por otro lado, el aprovechamiento o consumo de la materia a través de la cual se producen bienes, llamado proceso de consumo, y las actividades realizadas por el ser humano para producirlos constituyen, en conjunto, el denominado *proceso de trabajo*. La relación entre ambos suscita un ciclo vital o reproductivo que genera la necesidad de reiniciar el proceso (Noriega, Franco & Martínez, 2001).

El proceso de trabajo consta de cuatro elementos esenciales: los objetos de trabajo, sus medios, el trabajo mismo y la organización y división del trabajo. La combinación de estos elementos depende de las formas específicas que adopte determinado tipo de proceso laboral y son importantes para la salud, pues además de generar riesgos laborales, determinan el perfil salud-enfermedad de los trabajadores (Noriega, 1989; Noriega, Franco & Martínez, 2001).

Ahora bien, se entiende por *objeto de trabajo* toda materia prima o bruta, con determinadas características físicas, químicas y mecánicas, sobre la cual el ser humano actúa para transformarla en un producto final. La materia prima es aquella producida mediante otro proceso de trabajo; mientras que la materia bruta se obtiene directamente de la naturaleza o no es transformada por la mano del hombre. Cabe señalar que en algunos sectores económicos, el objeto de trabajo es menos tangible, por ejemplo, cuando se ofrece un servicio (Noriega, Franco & Martínez, 2001; Martínez, 1997; Laurell & Noriega, 1989).

Por su parte, los *medios de trabajo* son aquellos elementos que se interponen entre el ser humano y el objeto de trabajo para transformar la materia prima o bruta en producto final, es decir, constituyen el vehículo a través del cual realiza su actividad. Según el tipo de objeto a transformar o del sector donde se incorporen, los medios pueden tener características muy rudimentarias o de alto desarrollo tecnológico. Además de las herramientas, equipos y maquinarias, los medios de trabajo también incluyen el mobiliario y las instalaciones mismas y sus componentes, como: pisos, escaleras, techos o paredes (Martínez, 1997; Noriega, 1989).

El tercer elemento, el *trabajo mismo*, está conformado por los procesos fisiológicos y mentales que permiten la manipulación y transformación de los objetos de trabajo, ya sea de forma manual o automática, con el objetivo de producir valores de uso (Laurell & Márquez, 1983; Noriega, 1989).

Por último, la *organización y división del trabajo* se refiere a la manera en que se relacionan y distribuyen los demás elementos del proceso de trabajo, es decir, cómo se dividen las actividades laborales dentro del centro de trabajo y la inserción del trabajador en ellas, lo cual permite: la especialización de los trabajadores en ámbitos específicos del proceso; regular los ritmos de trabajo impuestos por la maquinaria,

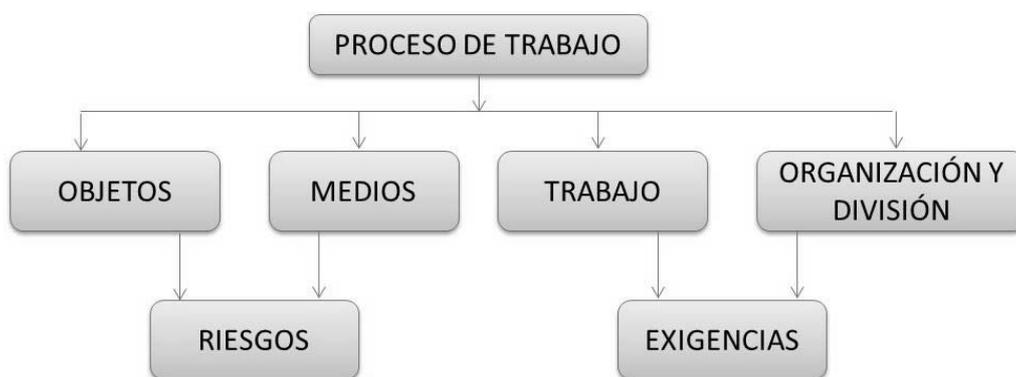
la complejidad, la repetitividad, la creatividad y peligrosidad de la tarea; establecer la duración de la jornada de trabajo; y determinar mecanismos para dar incentivos a los trabajadores, entre otros aspectos (Laurell & Noriega, 1989; Noriega, 1993; Martínez, 1997).

Es importante señalar, que estos elementos del proceso de trabajo no se encuentran presentes en todos los procesos ni espacios laborales, ni tampoco pueden ser entendidos de la misma manera, pues no tienen la misma jerarquía, de entre los cuatro, el más importante es el trabajo mismo (Noriega, 2000).

Asimismo, se debe considerar, por un lado, que de la manera en que se combinen estos elementos dependerán las características tanto de salud como de enfermedad de los trabajadores (Noriega, 2000); y por otro, que de ellos surgen los factores que generan los riesgos, derivados de los objetos y medios de trabajo, y las exigencias laborales, las cuales resultan del trabajo mismo y de la división y organización laboral en la empresa (Martínez, 1997).

La relación que guardan los conceptos antes expuestos se muestra en la figura 1.

**Figura 1.** Relación entre los conceptos más importantes relacionados con el proceso de trabajo.



Fuente: Alvear & Villegas, 1989.

Ahora bien, los riesgos constituyen aspectos independientes a los trabajadores, pues forman parte del proceso laboral, en tanto las exigencias, aunque presentes en el proceso de trabajo, solo se manifiestan en relación directa con el trabajador. Tanto riesgos como exigencias se originan de las características particulares del proceso de trabajo y de la combinación de sus elementos (Noriega, 1989).

En la tabla 1 se presentan los cinco grupos clásicos de riesgos y exigencias (Franco, 2010).

**Tabla 1.** Clasificación de riesgos y exigencias.

Grupo	Riesgos y Exigencias
I. Riesgos derivados de los medios de trabajo.	Temperatura, humedad, ventilación, ruido, vibraciones, radiaciones, iluminación.
II. Riesgos derivados de la transformación de los objetos de trabajo.	Polvos, humos, gases, vapores, líquidos, biológicos.
III. Exigencias laborales derivadas de la actividad del trabajador.	Posiciones incómodas, esfuerzo físico intenso, trabajo sedentario.
IV. Exigencias laborales derivadas de la organización y división del trabajo.	Jornada y ritmo de trabajo, control del proceso, trabajo monótono, repetitivo, minucioso, atención, supervisión estricta, falta de comunicación, desplazamientos.
V. Riesgos que los medios de trabajo representan en sí mismos.	Accidentes debidos a la maquinaria, equipos, herramientas e instalaciones.

Fuente: Franco, 2010, [http://www.proverifica.com/modelo/mod\\_verificaciondcst/](http://www.proverifica.com/modelo/mod_verificaciondcst/)

A este respecto, Noriega (1989) menciona:

Así que según las características que asuma el conjunto de riesgos y exigencias, y la escasez de contenido en el trabajo, producirán lo que se llama el perfil de salud-enfermedad, de un grupo de trabajadores y el conjunto de riesgos y exigencias que producen enfermedad conforman el perfil patológico propio del grupo de trabajadores (p. 10).

## 1.2 La salud laboral como definición elemental

En repetidas ocasiones suele confundirse el concepto de *salud laboral* con el de *medicina laboral*, lo cual provoca su uso inadecuado. Por ello, resulta de suma importancia destacar algunas de las diferencias entre ambas (Noriega, 1993).

En primera instancia, para una mejor comprensión, pueden considerarse tres niveles distintos que abarca la definición de salud: biológico, individual y colectivo. Desde la perspectiva biológica, la salud puede entenderse como el estado de equilibrio interno (homeostasia) de cualquier organismo viviente, es decir, abarca a todos los seres vivos. A nivel individual, puede decirse que se concibe en función de lo que siente

y expresa una persona sobre su propio estado de salud. En contraste, en el ámbito colectivo o grupal la salud refleja las condiciones en las que viven y laboran los grupos humanos que conforman la sociedad, desde esta perspectiva:

...la salud no es ausencia de enfermedad, la salud no es el máximo bienestar físico, mental y social, sino que el término de salud es relativo y podría expresar la posibilidad y la capacidad que un grupo tiene en la sociedad para controlar y dirigir sus procesos vitales como el trabajo y el consumo, es decir, para controlar nosotros mismos, individual y colectivamente, nuestra forma de vivir (Noriega, 1989).

De ahí que, como señala Franco (2003), la seguridad y salud en el trabajo debe ser entendida como:

El área compleja del conocimiento que se encarga del estudio integral del proceso de trabajo y su relación con la salud de los trabajadores, para lo cual utiliza algunas disciplinas como la seguridad, higiene, ecología, protección civil, psicología, ergonomía y medicina del trabajo, entre otras, para cuantificar los fenómenos en estudio; área cuyo fundamento y marco explicativo se ubican en el ámbito económico, político e histórico de los grupos sociales involucrados (p. 116).

Por ello, el campo de la seguridad y salud en el trabajo considera que:

1) los problemas de salud son inherentes a los grupos de trabajadores, ya que propone que un grupo de trabajadores que comparten un mismo espacio laboral y una misma exposición a riesgos nocivos para la salud, son quienes deben ser estudiados; 2) la relación causa-efecto es una pequeña parte de la complejidad que representa el problema de salud de los trabajadores, por lo que propone su estudio integral y no parcial o fragmentario; 3) los problemas de salud se pueden analizar desde una perspectiva amplia, la cual incluye el contexto en el que están involucrados los trabajadores y no sólo las condiciones y medio ambiente laboral; 4) tiene un enfoque preventivo, es decir, sus medidas y acciones se encuentran dirigidas a evitar la ocurrencia de accidentes y enfermedades de trabajo y a mejorar el ámbito laboral, en su más amplia expresión (Franco, 2003).

Por su parte, de acuerdo con la definición de la OIT (1998), la medicina laboral debe comprenderse como:

Aquella que persigue la promoción y el mantenimiento del más alto grado de bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las profesiones; la prevención de la pérdida de salud derivada de las condiciones de trabajo; la protección de los trabajadores en su empleo contra los riesgos derivados de factores adversos para la salud; la colocación y el mantenimiento del trabajador en un ambiente de trabajo adaptado a sus capacidades fisiológicas y psicológicas. En resumen, busca la adaptación del trabajo al hombre y de cada hombre a su trabajo.

Esta definición sugiere que la medicina del trabajo se concentra en la salud de los trabajadores en función de la relación entre su capacidad de trabajo y su productividad. Restringe el trabajo al ambiente laboral y a la producción, donde los accidentes y problemas de salud son intrínsecos a cada persona, sin tomar en cuenta que tienen su origen en los procesos y condiciones de trabajo establecidos por las empresas y que se manifiestan de acuerdo con el tiempo y el espacio en los cuales se desarrollan las actividades laborales.

Entonces, de acuerdo con lo antes expuesto, el concepto de seguridad y salud en el trabajo plantea que los determinantes de los problemas de salud son múltiples y sinérgicos, por lo cual deben analizarse desde un punto de vista amplio e integral que incorpore todos los elementos presentes en el medio ambiente laboral, lo que implica enfocar medidas y acciones, desde una perspectiva preventiva, a fin de evitar, en la medida posible, la ocurrencia de accidentes y enfermedades de trabajo.

Por su parte, la medicina laboral se interesa en la enfermedad, mas no el trabajador, aborda los problemas desde una perspectiva mecanicista, en tanto considera al trabajador como una máquina y a la enfermedad como el motivo de las alteraciones y desajustes que este pueda presentar, es decir, busca la relación causa-efecto a través de un modelo unicausal para intentar solucionar la génesis de la enfermedad (Noriega, 1993; Franco, 2003).

### **1.3 Principales conceptos relacionados con la minería**

El campo de estudio de la presente investigación corresponde a la industria de la minería, por lo que resulta necesario abordar algunos de sus conceptos más importantes, entre ellos, la definición del término “minería” según diversas instituciones internacionales y nacionales.

La OIT es el órgano líder a nivel mundial en materia laboral, es la única agencia tripartita de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), pues reúne a los gobiernos, empleadores y trabajadores de 187 estados miembros, entre ellos México, a fin de establecer las normas del trabajo, formular políticas y elaborar programas que promuevan el trabajo digno tanto de mujeres como de hombre (OIT, 2017a). De ahí la relevancia de su definición de “minería”, la cual dice a letra: “es aquella actividad que tiene como objetivo la búsqueda y extracción de un producto y las operaciones conexas de trituración, molturación, concentración y lavado del mismo”; además, define la palabra “mina” como:

Todo lugar en el que, por medios mecánicos, se remueve el suelo con fines de prospección u obtención de carbón, sustancias que contienen minerales, minerales de aluviones, roca, piedra caliza, turba, arcilla, arena o grava y arena petrolífera y esquistos; designa también la maquinaria, materiales, edificaciones y estructuras de ingeniería civil (como represas para los depósitos de decantación, escombreras y vertederos) utilizados en las operaciones de minería propiamente dicha y en las operaciones subsiguientes de tratamiento sobre el terreno de los productos, o bien para el servicio de estas actividades (OIT, 2017b).

Por su parte, la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA, por sus siglas en inglés) establece en su definición que: “la minería es aquella que incluye la extracción de minerales de origen natural: sólidos (como el carbón y minerales); líquidos (petróleo crudo); y gases (gas natural)”. Este concepto de minería también abarca la explotación de canteras, operaciones en pozos, molienda (trituración, cribado, lavado y flotación) y otro tipo de preparaciones habituales que se realizan en el sitio de las minas o que forma parte de la actividad minera (OSHA, 2017).

Para la Administración sobre Información de Energía (EIA, por sus siglas en inglés) de los EE.UU., institución dedicada a la realización de estudios estadísticos, análisis y difusión de información independiente e imparcial sobre energía, la “minería” es un “subsector perteneciente al sector industrial del consumo de energía que consiste en toda la infraestructura y equipos utilizados para extraer recursos energéticos y minerales” (EIA, 2017).

De acuerdo con la RAE el término “minería” posee cuatro acepciones: 1) arte de laborear las minas; 2) conjunto de los trabajadores que se dedican a la minería; 3) conjunto de los facultativos o expertos en minería; y 4) conjunto de las minas y explotaciones mineras de una nación o comarca (RAE, 2016).

En México, el artículo 27 de la Carta Magna hace alusión a la minería como a aquellas: “obras o trabajos de explotación de minerales y sustancias” (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 1917); mientras que la Ley Minera vigente provee una definición más extensa, la cual señala: “es la exploración, explotación y beneficio de los minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos”, lo que permite excluir a aquellas actividades de exploración y extracción de petróleo y demás hidrocarburos, así como las relacionadas con el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica (Secretaría de Economía [SE], 1992).

Por otro lado, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), máxima autoridad encargada de vigilar el cumplimiento de la legislación en materia laboral en México, de acuerdo a la NOM-023-STPS-2012, provee la siguiente definición del término “minería”: “son aquellas actividades relacionadas con la exploración y explotación de minerales en operaciones subterráneas o a cielo abierto”, y señala que el lugar en donde se llevan a cabo este tipo de tareas se denomina “mina” (STPS, 2012).

Otra definición es provista por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el cual describe la minería como una “actividad económica primaria que se refiere a la exploración, explotación y aprovechamiento de minerales” (Cementos Cruz Azul [CCA], 2016; Holcim, 2016; INEGI, 2016).

Por último, la Cámara Minera de México (CAMIMEX), organización de comercio que representa los intereses de la industria minera nacional y aboga por el crecimiento del sector, especifica varias definiciones, según el tipo de actividad minera, las cuales son: *minería metálica*, definida como aquella “actividad de extracción en la cual se obtienen metales determinados (ejemplos: cobre, oro, plomo, plata, hierro, etc.)”; *minería no metálica*, correspondiente a la “actividad de extracción de recursos minerales, en este caso minerales no metálicos (ejemplo: sal, fluorita, barita, celestita, carbón)”; y *actividad minera no petrolera*, referida a la “minería de minerales metálicos y no metálicos excepto petróleo y gas, así como a los servicios relacionados con la misma” (CAMIMEX, 2017).

## **2. La industria minera, su contexto**

Este capítulo aborda el contexto de la industria minera desde las perspectivas histórica, socioeconómica y laboral. En la primera parte se brinda una breve descripción histórica; en la segunda se abordan diversos temas concernientes a los aspectos socioeconómicos actuales, a nivel nacional y mundial, que posibilitan: la inserción del sector minero dentro del mercado; las cadenas extractivas y productivas; la generación de empleos; la oferta y la demanda de diversos minerales; así como se refieren los países con mayor producción y las zonas mexicanas donde se llevan a cabo actividades de explotación minera.

### **2.1 Breve descripción histórica**

La minería es una de las actividades más antiguas realizadas por el hombre. Debido a la gran relevancia de los minerales y metales en el desarrollo del ser humano, en 1820, Christian Jürgensen Thomsen creó el sistema de las “Tres Edades” con el fin de ordenar las colecciones del museo de Copenhague en función de los materiales utilizados, en diferentes etapas históricas, para la manufactura de artefactos de piedra, bronce y hierro. Con base en esta clasificación, en 1865, John Lubbock dividió la Edad de Piedra en Paleolítico y Neolítico, fundamento de la teoría de las cuatro edades, las cuales comprenden el periodo que se conoce como Prehistoria (Pedersen & Gyldendal, 2016; Sánchez, 1993).

Entre los hallazgos correspondientes al Paleolítico (c. 2.5 millones de años hasta el año 8000 a.e.c.) existen vestigios como herramientas y utensilios con cierto filo, utilizados posiblemente para la caza, formados por núcleos de basalto, cuarzo cristalino o sílice amorfa, procedentes de la cuenca del río Omo, en el sur de Etiopía (2.4 millones de años); y otros encontrados en la Garganta de Olduvai en Tanzania (2 millones de años). Asimismo, se ha descubierto evidencia del surgimiento de la industria lítica (Achelense), que data aproximadamente de 1.5 millones de años, para la elaboración de instrumentos de usos diversos creados de cuarcitas, obsidiana y sílice amorfa (Armengot, Espí & Vázquez, 2006; Paleolítica, 2016).

Por su parte, alrededor de 10 mil años atrás, tuvo lugar el Mesolítico o Edad Media de la Piedra, probablemente iniciada en África y que de forma paulatina se extendió, principalmente, hacia la península Ibérica. Este periodo se caracterizó por el desarrollo de herramientas creadas con sílex, variante del óxido de silicio conocida también como “pedernal”, y destinadas tanto a la pesca como al tallado de madera para la construcción de canoas y arcos (Mesolítico, 2016; Armengot, Espí & Vázquez, 2006).

Tras la culminación del Mesolítico, ocurrida con el desarrollo de la agricultura, principió la Edad de Piedra Nueva o Neolítico, que abarcó, aproximadamente, desde el año 6 mil hasta el 4 mil a.e.c. y se extendió

desde el valle del Nilo, el Mediterráneo oriental y el Levante hasta la meseta iraní y el valle del Indo. En este periodo, además de la invención de la cerámica, se desarrollaron herramientas y objetos de alfarería y piedra pulida utilizados en la agricultura, la ganadería y la producción textil (Neolítico, 2016; Matías, 2005).

Para el cuarto milenio a.e.c. comenzó el surgimiento de la minería, como se conoce actualmente, con la implementación de técnicas de metalurgia del cobre y extracciones continuas de minerales. En Egipto (c. 3000 a.e.c.) empezaron a extraerse turquesa y cobre de yacimientos en el Sinaí y en Timna, así como se dio inicio al desarrollo de los procesos que permitieron forjar el bronce, aleación de cobre y estaño. Por ello, este periodo se denomina, precisamente, Edad de Bronce, cuya duración se extendió hasta alrededor del 1500 a.e.c. Asimismo, en esta etapa histórica tuvo lugar el nacimiento de las primeras civilizaciones y la creación de los primeros sistemas de escritura (Edad de los metales, 2016).

Del otro lado del mundo, entre los metales conocidos y utilizados por las diversas culturas mesoamericanas se encontraban el oro (teocúitlatl), la plata, el cobre (tepuztli), el plomo y el estaño. En la región que comprende México, se cree que la minería dio inicio, con la extracción, principalmente, de oro llevada a cabo por mineros aborígenes de la Sierra de Querétaro y de varios lugres del bajo río Balsas a partir del 300 o 400 a.e.c. y hasta los años 900 de nuestra era (Probert, 1987).

Primordialmente, el oro procedía de los territorios de Guerrero y Oaxaca, donde era extraído de las arenas de los ríos, a través de lavado, o de vetas superficiales. La zona de fundición del metal áureo se ubicaba en las serranías occidentales de Oaxaca; ahí, mixtecos o zapotecas mixtequizados manufacturaban objetos ornamentales y de uso ritual. También se tiene registro de otros centros de extracción de oro, localizados en el área del Atzacotalco azteca y en la región oriental de Oaxaca, en sus límites con el sur de Veracruz (Palacio de Minería, 2018).

Para la extracción de la plata, como mencionó Humboldt, los aztecas se beneficiaban de minas ubicadas en Tlachco (Taxco) y Tzompango (Zumpango). Por su parte, el plomo y el estaño, al parecer, eran utilizados como moneda; mientras que el cobre, extraído de yacimientos en Taxco y Cohuxco (Guerrero y Oaxaca), servía para la manufactura de joyas y hachas para cortar y labrar madera. Para su explotación, llevada a cabo en minería a cielo abierto o en galería cerrada, se empleaba un proceso en el que la roca era sometida a altas temperaturas, para después hacerla estallar con agua fría (Palacio de Minería, 2018).

Minerales como el ocre rojo (óxido férrico) y el ocre amarillo (hidrato férrico) eran usados para crear pinturas y mapas, así como para teñirse el cuerpo y el rostro; mientras que la obsidiana (cuarzo y

feldespatos amorfos), llamada iztli, era utilizada para fabricar espejos, cuchillos, navajas y puntas de flecha (Palacio de Minería, 2018).

Por otro lado, la explotación minera en el México prehispánico sirvió también a la obtención de materiales de construcción como la traquita, el tetzontli (lava escoriosa), el tepélatl y la cal (eneztli) (Palacio de Minería, 2018). Asimismo, se emplearon diversos tipos de rocas para producir representaciones escultóricas, por ejemplo, el monolito de la diosa Coatlicue y el Cuauhxicalli de Tizoc, ambos creados con andesita (Instituto Nacional de Antropología e Historia [INAH], 2016; López & López, 2016), y la Piedra del Sol, elaborada en basalto de olivino (INAH, 2014).

En cuanto a las piedras preciosas, estas se empleaban para adornar objetos rituales y joyería, como pendientes, collares, pulseras, bezotes y narigueras; entre las más valoradas se encontraban la turquesa (teoxihuitl); los jades, jadeíta y nefrita (chalchihuitl), el jade fino (quetzalchalchihuitl), muy verde y transparente; el ópalo (quetzalztepiollotli); y el rubí (tlapalteoxihuitl) (Palacio de Minería, 2018).

Las fuentes documentales primordiales para el conocimiento y estudio de la minería prehispánica están constituidas por los códices, en los que se menciona el comercio de productos metalúrgicos y piedras preciosas, los pagos de tributos, en algunos casos, con placas de oro, así como se destaca la labor de orfebres y trabajadores de metales y piedras preciosas. Entre estos códices se encuentran la Matrícula de Tributos, el Códice Florentino, el Códice Mendocino, el Códice de Azoyú 2, el Códice Tlotzin, el Códice Xólotl y el Lienzo de Jucutácato. Cabe agregar las *Cartas de Relación* de Hernán Cortés y la *Historia verdadera de la Conquista de la Nueva España*, de Bernal Díaz del Castillo, escritos en cuyos contenidos pueden encontrarse descripciones, casi siempre expresadas con gran asombro, de los objetos de oro, plata y cobre que sus autores pudieron admirar en la tierra de los pueblos prehispánicos (Palacio de Minería, 2018).

A este respecto, diversos autores han hecho hincapié en el factor determinante que supuso el descubrimiento de oro, además de especias, en el Nuevo Mundo, en cuyo hallazgo los conquistadores enfocaron gran parte de sus esfuerzos (Palacio de Minería, 2018).

Así, alrededor de 1517, Bernal Díaz del Castillo dio cuenta a la Corona de la orfebrería mexicana e informó sobre la ausencia de minas en la península de Yucatán. Un año después, durante la segunda expedición a las costas mexicanas, los acompañantes de Juan de Grijalva, impulsados por la orden: “adelante, hacia donde se pone el sol hay mucho (oro)”, descubrieron la riqueza de la orfebrería en Tabasco y Veracruz.

Para la tercera expedición (1519), Hernán Cortés, quien se encontraba en Veracruz, recibió el regalo imperial de Moctezuma (ornamentos de oro, piezas y mosaicos de piedras preciosas y adornos de plumas). A partir de ese año, y hasta 1526, tuvo lugar el mayor saqueo de oro del Anáhuac, el cual fue enviado a Europa (Palacio de Minería, 2018).

Una vez iniciada la Época Colonial, los españoles comenzaron a beneficiarse de la plata con el descubrimiento de las minas en Taxco, las cuales, para 1532, daban buenos rendimientos; mientras que al norte del territorio de la Nueva España, en Zacatecas, se incrementaba la posibilidad de producción argentífera (Palacio de Minería, 2018).

El 29 de abril de 1552 fue descubierta la primera veta de plata en el estado de Hidalgo, ubicada dentro de la mina “La Descubridora” en el cerro de la Magdalena; la segunda encontrada fue la veta “La Siciliana”, llamada así en honor de Juan Siciliano, localizada en el cerro de San Cristóbal. Ambas minas fueron registradas por Gregorio Montero, escribano mayor de las minas. El tercer hallazgo importante en la región lo constituyeron las minas de Real del Monte, descubiertas por Alfonso Pérez de Zamora, quien ese mismo año, las registró ante las autoridades (Guzmán, 2012; Servicio Geológico Mexicano [SGM], 2014).

Para 1555, Fray Bartolomé de Medina introdujo el método de amalgamación para la extracción de metales preciosos, un avance importante en la metalurgia, para cuya implementación se establecieron, en el estado de Hidalgo, las haciendas de beneficio San Francisco, San Antonio, San Miguel y Santa María de Regla (SGM, 2014).

La minería colonial en la Nueva España continuó su proceso de desarrollo hasta quedar plenamente establecida a finales del siglo XVI. No obstante, fue hasta el siglo XVIII que la producción de plata y oro se incrementó de forma considerable, superaba ligeramente a la de los demás territorios de América y casi igualaba a la del resto del mundo. La prosperidad alcanzada en ese periodo colocó al virreinato de la Nueva España a la cabeza del mundo hispano ultramarino (Palacio de Minería, 2018).

Con el fin de regular la industria minera, las autoridades virreinales establecieron un organismo regido por normas especiales, cuya célula básica era el Real de Minas, un centro urbano en torno al cual se congregaban varias explotaciones más o menos próximas; a su vez, se conformaron distritos con una diputación de minería, la cual tenía como principales objetivos: la defensa de los intereses de los mineros y la aplicación de las ordenanzas propias de la industria (Palacio de Minería, 2018).

Así, a finales del siglo XVIII existían 37 distritos mineros con otras tantas diputaciones. En 1783, se expidieron ordenanzas generales, las cuales tenían como eje normativo y orgánico tres instituciones: un tribunal, un banco de avío y un colegio, cuyo propósito consistía en resolver los problemas mineros de organización, justicia, crédito y técnica (Palacio de Minería, 2018).

La primera mitad del siglo XIX, como consecuencia de la independencia de México, supuso el inicio de cambios importantes dentro de la industria. En 1823, Thomas Kinder y John Taylor conformaron la Compañía Británica de Real del Monte; posteriormente, el 4 de febrero de 1824, con la asociación del III Conde de Regla, se creó de manera oficial la Compañía de Aventureros de las Minas de Real del Monte, la cual desapareció en 1849 y dio lugar a la Compañía Aviadora de Real del Monte.

Más adelante, en 1891, McArthur y Forrest, inventores del proceso de cianuro, solicitaron al gobierno de México autorización para manejar el beneficio del oro en Hidalgo; y más tarde, en 1894, Bertram Hunt generalizó el proceso para el beneficio de la plata (SGM, 2014).

A principios del siglo XX, en 1906, la empresa *United States Smelting Refining and Mining Company* adquirió todos los derechos de explotación en la capital del estado de Hidalgo. En mayo del mismo año, instaló una planta piloto en Loreto, Pachuca, para llevar a cabo pruebas de cianuración con una capacidad productiva de 10 toneladas al día, producción que al año siguiente se amplió a 300 toneladas diarias. Para 1909, la Compañía Real del Monte y Pachuca ya poseía la hacienda de beneficio por tratamiento con cianuro más grande del mundo (SGM, 2014).

Cabe abrir un paréntesis para destacar que durante 462 años, hasta 2016, el distrito minero Real del Monte y Pachuca había producido alrededor de 230 toneladas de oro y 40 mil toneladas de plata, lo que representaba el 16% de la producción nacional y el 6% a nivel mundial (SGM, 2014).

Por otro lado, en 1909, Douglas H. Gibbs persuadió a la Asociación Portland Cementera Mexicana de la mayor conveniencia de producir cemento en México que de exportarlo, por lo que ese año comenzaron los trabajos de construcción de la fábrica de cemento La Tolteca, en Tula de Allende, los cuales finalizaron en octubre de 1910 (SGM, 2014).

Por su parte, el distrito minero de Zimapán desarrolló la mina de minerales oxidados Lomo de Toro, descubierta por Lorenzo de Labra en 1632 y cuya explotación fue interrumpida de 1810 a 1870, debido al

Movimiento de Independencia, y una vez más, en 1910, durante la Revolución Mexicana. Sin embargo, para 1920, se operaban 18 minas cuya producción era fundida en hornos regionales (SGM, 2014).

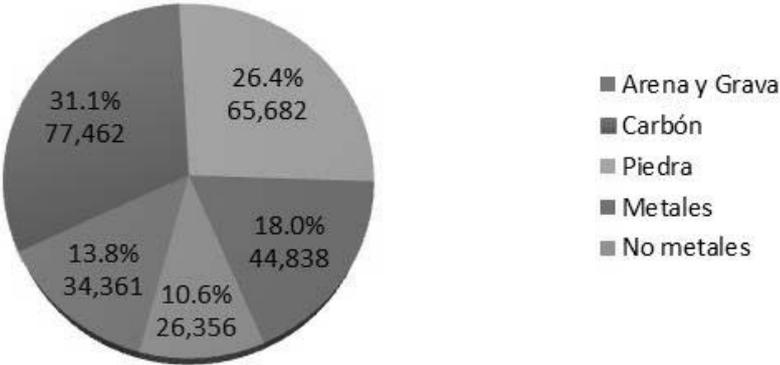
Durante el último periodo mencionado, la Hidalgo Mining and Smelting Company comenzó la explotación en El Monte. En 1945, dado el descubrimiento de nuevos yacimientos de óxidos, se construyó un camino de acceso a la zona de El Carrizal, lo cual ayudó a incrementar la producción de las minas Balcones y Lomo de Toro (SGM, 2014).

También la década de los 40, la Compañía Fresnillo, S. A. comenzó la extracción a pequeña escala de óxidos y sulfuros en el área de El Monte, para lo cual, en 1957, se construyó el camino San Francisco-El Monte, lo que permitió que la producción promedio alcanzará un promedio de 2,500 toneladas mensuales (SGM, 2014).

### 2.2 Situación socioeconómica y laboral

De acuerdo con datos de la OIT, alrededor del 1% de la mano de obra mundial se dedica a actividades relacionadas con la industria minera, lo cual equivale a alrededor de 30 millones de personas, entre las que 10 millones se desempeñan en la producción de carbón y un estimado de 6 millones trabajan en minas de pequeña escala (OIT, 2016). En 2014, tan solo en EE.UU., 248,699 trabajadores laboraban en la minería, 49,183 en minas subterráneas y 199,516 en minas a cielo abierto, distribuidos en cada sector de acuerdo con los datos que se muestran la figura 2 (NIOSH, 2014).

Figura 2. Empleados mineros por sector de producción en EUA, 2014.



Fuente: NIOSH, 2014

En México, el INEGI registró en 2014, a nivel nacional, un total de 166,548 personas dedicadas a la minería, de las cuales, 7,690 en la minería de piedra caliza, mármol y otras piedras, y 13,165 en la minería de arena, grava, tezontle, tepetate, arcillas y otros minerales refractarios. Del número total de trabajadores, 120,844 eran dependientes de una razón social, mientras que el número de no dependientes correspondía a 45,704 (INEGI, 2014a).

Por su parte, en el estado de Hidalgo, específicamente, se registraron 3,562 trabajadores mineros, 984 empleados en la minería de piedra caliza, mármol y otras piedras, y 736 en la minería de arena, grava, tezontle, tepetate, arcillas y otros minerales refractarios; del total, 2,800 dependían de una razón social, mientras que 762 no dependían de ninguna (INEGI, 2014a).

En relación con el tema de las remuneraciones económicas de profesionales y trabajadores de la industria, durante el 2015 se registró un ingreso promedio de 18,094 pesos, mientras que en 2016, fue de 17,280 pesos, es decir, un 54% superior al promedio nacional de 11,213 pesos. Cabe destacar que durante el mismo año, la carrera de minería y extracción se ubicó en el quinto lugar de entre las diez áreas de conocimiento mejor remuneradas y en el segundo, en 2014 (CAMIMEX, 2017).

Ahora bien, en cuanto a la exploración minera, en 2013 el INEGI reportó las siguientes cifras a nivel nacional: 5,106 trabajadores; 348.77 millones de pesos (mdp) en costos de prospección y exploración con inversión nacional y 28.5 mdp con extranjera; 10,997 mdp en ingresos por servicios de exploración; y 425.3 mdp destinados a maquinaria y equipo de exploración (INEGI, 2014a).

Por su parte, en 2014, el número de empresas mineras en México fue de 3,032, de las cuales, 32.6% correspondió a empresas dedicadas a la minería de piedra caliza, mármol y otras piedras, y casi un 38% a la minería de arena, grava, tezontle, tepetate, arcillas y otros minerales refractarios. Durante el mismo periodo, el estado de Hidalgo contó con 125 unidades económicas, 50 y 63, respectivamente, para cada uno de los tipos de minería mencionados (INEGI, 2014a).

Es importante señalar que en 2014, a nivel mundial, la producción total de minerales fue de aproximadamente 17,435 millones de toneladas (mdt), 94 millones más que el año anterior. Asia produjo más de 10,000 mdt, seguida por Norte América con poco menos de 2,590 mdt; Europa produjo alrededor de 1,500 mdt, América Latina 1,152, mientras que Oceanía y África quedaron en penúltima y última posición, respectivamente, con cifras menores (Reichl, Schatz & Zsak, 2016).

Durante el mismo año, la producción minera total de México fue de 2.62 billones de pesos (SGN, 2016). Los estados de la República Mexicana que más aportaron al valor de producción minera fueron: Sonora (18.3%), Zacatecas (15.1%), Durango (6.4%), Jalisco (6.4%), Chihuahua (5.9%) y Guanajuato (5.1%), cuya suma representa el 57.7% del total nacional (SGN, 2016). En este periodo anual, el SGM reportó que, en México, la inversión total privada en el sector minero -metalúrgico fue de 4,947 mdd, distribuidos en los rubros que se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2.** Inversión privada en el sector minero-metalúrgico, 2014.

<b>Concepto</b>	<b>Costo (millones de dólares)</b>
<b>Exploración</b>	513.10
<b>Expansión de proyectos</b>	339.50
<b>Nuevos proyectos</b>	1,360.00
<b>Capacitación y productividad</b>	75.70
<b>Adquisición y reposición de equipo</b>	622.70
<b>Medio ambiente</b>	88.10
<b>Seguridad y salud en el trabajo</b>	70.90
<b>Seguridad patrimonial (privada)</b>	57.50
<b>Desarrollo comunitario</b>	41.90
<b>Energías limpias</b>	18.90
<b>Apoyo a comunidades</b>	39.90
<b>Mantenimiento</b>	444.90
<b>Otros</b>	492.80
<b>Exploración no socios</b>	343.30
<b>Activos no socios</b>	438.10
<b>TOTAL aproximado</b>	<b>4,947</b>

Fuente: CAMIMEX, 2016.

Por otro lado, respecto a la participación de capital extranjero en la minería en México, en 2015, la mayor inversión correspondió a EE.UU. y Canadá (81%), seguida por Asia (10%), Europa (5%), Chile y Perú (1%), y Oceanía (3%) (SGN, 2016).

En tanto, en 2016, la inversión en explotación minera en América Latina fue del 28% del total a nivel mundial, con la mayoría de las inversiones en Chile y Perú, los cuales, sumados, captaron casi 900 mdd y superaron a México, donde estas fueron de 401 mdd, seguidos por Brasil, Argentina y Colombia. Por su parte, Canadá participó con el 14.1%, casi 972 millones de dólares (mdd); Australia captó el 13% del presupuesto global de exploración; y África obtuvo un 13% de la inversión (CAMIMEX, 2017).

En el ámbito internacional, México fue el sexto destino en captación de inversión, con el 5.8% del total. El oro se mantuvo como el principal objetivo en inversiones para la exploración en todo el mundo, en América Latina concentró el 44% de las inversiones, lo equivalente al 26% del presupuesto mundial (CAMIMEX, 2017).

Para 2016, el Producto Interno Bruto (PIB) del sector minero generado por América Latina disminuyó una unidad porcentual, mientras que en 2017 aumentó 1.1%. En el caso de México, en 2016, el PIB nacional fue de 2.3% y tan solo de 1.7% en 2017. Cabe destacar que el país con mayor crecimiento económico durante ambos años fue Perú y el de menor, Venezuela (CAMIMEX, 2017).

El atractivo para invertir en una región se evalúa a través del Índice de Potencial Minero (IPM) determinado por el Fraser Institute, el cual considera el potencial geológico y la situación hipotética bajo la cual se aplican “mejores prácticas”. En 2016, los resultados de este Índice colocaron a Australia Occidental en primer lugar; Manitoba en segundo y Saskatchewan en tercero. En América Latina, Perú se posicionó en el lugar 17, Colombia en el 36, Guyana en el 40 y México en el 49. De acuerdo con el IPM, Canadá es la zona más atractiva para la inversión minera (CAMIMEX, 2017).

Acerca del índice de seguridad para las inversiones en la industria de la minería, en 2016, Finlandia ocupó el primer lugar a nivel mundial; en América Latina, tres provincias argentinas ocuparon el primer lugar regional, mientras que, en el contexto internacional, Chile se posicionó en el lugar 50, Perú en el 76 y México en el 96 (CAMIMEX, 2017).

En el ámbito de la exportación y la importación del sector en México, en 2015, las exportaciones mexicanas alcanzaron un total aproximado de 17 mdd, equivalentes a casi 25,000 mdt; mientras que, en 2016, las importaciones fueron, prácticamente, de más de 8.5 mdd, correspondientes a alrededor de 70,000 mdt. Cabe destacar que, ese mismo año, se anunciaron 55 nuevos proyectos con valor de 130 mdd, de los cuales, 63% destinado a metales preciosos, 14.7% a minerales polimetálicos, 12.8% a minerales de cobre y 6.5% a mineral de hierro (CAMIMEX, 2017).

Por otra parte, en 2016, las diferentes áreas de explotación minero-metalúrgicas de la industria, a nivel mundial y nacional, mostraron los comportamientos económicos que se detallan a continuación.

**Oro.** Su cotización promedio fue de 1,251 dólares por onza, con un valor mínimo diario de 1,077 en enero y máximo de 1,366 en julio. La concentración de la producción entre China, Latinoamérica y África fue del

67%, mientras que los 10 principales productores, entre ellos, Perú y México, aportaron más del 64% en la producción mundial (CAMIMEX, 2017).

En México, tres empresas produjeron el 47% del total de la producción nacional: Fresnillo PLC, Goldcorp y Minera Frisco; en tanto los estados con mayor participación fueron: Sonora (35.8%), Zacatecas (17.8%) y Chihuahua (13.6%). A partir de 2017 y hasta 2020, 12 empresas mineras, entre las que destacan Goldcorp, Fresnillo y Torex Gold, programaron inversiones por 2,486 mdd en proyectos de producción de oro en el país (Mundo minero, 2017).

**Plata.** Su cotización promedio fue de 17.1 dólares por onza, con un valor mínimo, en enero, de 13.6 y máximo de 20.7 en agosto. Latinoamérica fue la mayor productora al contribuir con poco más de la mitad de la producción mundial (55%), seguida de Asia con el 20% (CAMIMEX, 2017).

En América Latina, México ratificó su posición como principal productor de este metal, seguido de Perú y China. La producción nacional fue de casi 174 millones de onzas, cuyos principales productores fueron Fresnillo PLC, Goldcorp e Industrias Peñoles. Por entidad federativa, los mayores productores fueron Zacatecas (40.8%), Durango (14%) y Chihuahua (13.9%) (CAMIMEX, 2017). Para 2017, las empresas mineras mexicanas invirtieron poco más de 4,600 mdd (Morales, 2018).

**Cobre.** Su precio promedio fue de 2.21 dólares por libra. Chile fue el mayor productor a nivel mundial con 5.5 mdt (28%), seguido de Perú y China, mientras que México ocupó la décima posición (CAMIMEX, 2017).

A nivel nacional se produjeron 766,000 toneladas, el estado con mayor participación fue Sonora (85.6%), seguido de Zacatecas (4.9%) y San Luis Potosí (1.5%) (CAMIMEX, 2017).

**Zinc.** Su precio promedio fue de 94.5 centavos de dólar por libra. A nivel mundial, se produjeron 13.2 mdt, 78% producidas por siete países encabezados por China (CAMIMEX, 2017).

En el contexto nacional, la producción fue de 661,000 toneladas, generadas, principalmente, por Zacatecas, Chihuahua y Durango (CAMIMEX, 2017).

**Plomo.** Su precio promedio fue de casi 85 centavos de dólar por libra, mientras que la producción mundial fue de 5.7 mdt. Entre los mayores productores se encontraron China (49.7%), Australia (9.7%), Europa (8.8%), EE.UU. (7.2%), Perú (6.7%) y México (5.0%), que generó 232,000 toneladas, con Zacatecas, Chihuahua y Durango como los mayores productores a nivel nacional (CAMIMEX, 2017).

**Molibdeno.** Su precio promedio fue de 6.6 dólares por libra. A nivel mundial se produjeron 227,000 toneladas de mineral, con China como el mayor productor (39.7% ), seguido de Chile (23%). México se posicionó en el quinto lugar con un 5.4%, equivalente a casi 12,000 toneladas (CAMIMEX, 2017).

**Carbón.** Los mayores productores de carbón fueron China, Estados Unidos, India y Australia.

La producción nacional alcanzó los 8.13 mdt con un valor de alrededor de 4,000 mdp. Las empresas nacionales con mayor participación fueron Minera del Norte, MINSA y Grupo México (CAMIMEX, 2017).

**Coque.** Su producción a nivel nacional fue de 1.37 mdt; el estado de Coahuila fue el mayor productor con casi 97% y el resto lo produjo Michoacán. Las empresas líderes fueron Minera del Norte, MINSA y Grupo México (CAMIMEX, 2017).

**Manganeso y ferroaleaciones.** Su cotización fue de 9.25 dólares por tonelada y se produjeron 15 mdt en el mundo. En México se obtuvieron 497,000 toneladas de magnesio y 218,000 toneladas de ferroaleaciones (CAMIMEX, 2017).

**Acero.** El volumen de producción mundial fue de 1,629 mdt; los tres mayores productores fueron China, Japón e India, mientras que México, cuyo su consumo nacional fue de 29.6 mdt, se posicionó en el treceavo lugar con una producción de casi 19 mdt (CAMIMEX, 2017).

**Fosforita.** La producción mundial de este mineral fue de 6.4 mdt; el mayor productor fue China, seguido por México, que produjo poco más de 655,000 toneladas con un valor de más de 2,000 mdp. Los estados con mayor participación fueron San Luis Potosí y Coahuila (CAMIMEX, 2017).

**Sal.** En el mundo se produjeron, aproximadamente, 255 mdt con China y EE.UU. como principales productores; México se posicionó en el séptimo lugar al alcanzar casi 9 mdt con un valor de más de 3,000 mdp (CAMIMEX, 2017).

**Sulfato de sodio.** La producción mundial fue de 19 mdt y China fue el mayor productor con un volumen superior a 13 mdt (70%), España se posicionó en el segundo lugar y México en el tercero con 750,000 toneladas, equivalentes a 2,000 mdp. El estado de Coahuila fue el mayor productor nacional (CAMIMEX, 2017).

**Yeso.** Su producción mundial fue de 269 mdt, de las cuales China generó 130 mdt como el mayor productor. México ocupó el noveno lugar de producción con más de 5 mdt, correspondientes a 892 mdp.

Los mayores productores en el territorio nacional fueron Baja California Sur, Nuevo León, San Luis Potosí, Coahuila e Hidalgo.

**Caliza.** La producción total en el mundo fue de 350,000 millones de toneladas generadas por China (230,000 mdt), EE.UU. (18,000 mdt), India (16,000 mdt) y Rusia (11,000 mdt). México se situó por debajo de los primeros 25 lugares a nivel mundial (International Lime Association [ILA], 2018).

Los principales estados productores de caliza en México, utilizada principalmente en las industrias de la construcción, fundición, productos químicos, agroquímicos y vidrio, fueron Nuevo León, Quintana Roo, Hidalgo, Puebla, Estado de México y San Luis Potosí (CAMIMEX, 2017).

El territorio mexicano cuenta con grandes extensiones superficiales de caliza, de acuerdo con el INEGI (2013) existen al menos 142 mdt de reservas de este mineral, cuyos estados productores suman 27 (SE, 2013) y se hallan distribuidos, según su volumen de producción, como se muestra en la tabla 3.

**Tabla 3.** Volumen de producción de caliza por región geográfica en México.

Región Geográfica (Estados)	Volumen de Producción (%)
Norte (Coahuila, San Luis Potosí, Nuevo León, Sinaloa y Tamaulipas)	23.3
Sureste (Quintana Roo, Tabasco y Oaxaca)	16.6
Occidente (Aguascalientes, Jalisco, Colima, Michoacán, y Zacatecas)	10.6
Centro (Hidalgo, Puebla, Querétaro, Morelos, Guanajuato y Estado de México)	31.1
Noroeste (Sonora, Chihuahua y Baja California)	7.2
Sur (Campeche, Chiapas, Guerrero, Veracruz y Yucatán)	11.2

Fuente: Coordinación General de Minería. Secretaría de Economía, 2014.

Es importante señalar que de la caliza se obtienen importantes derivados como la cal, el carbonato de calcio y el cemento, entre los principales. Solo en 2013, las exportaciones de cal sumaron 4.5 mdd y las importaciones fueron de 2.1 mdd. En el caso del carbonato de calcio, las exportaciones alcanzaron los 5 mdd, mientras que las importaciones correspondieron a 2.1 mdd. Por su parte, en 2012, la producción nacional del cemento llegó a los 36.2 mdt, de las cuales se exportó el equivalente a 185 mdd y se importó un total de 29.9 mdd (SE, 2014).

De acuerdo con los tratados de libre comercio vigentes, la cal y el cemento se encuentran exentos de impuesto arancelario; sin embargo, el carbonato de calcio está gravado con el 6% de impuesto que se instituyó a partir de 2012 (SE, 2014).

Las oportunidades de inversión en la industria de extracción de cal, carbonato de calcio y cemento son variadas y están basadas en los siguientes aspectos: a) baja densidad económica, b) bajo costo de producción, c) gran disponibilidad en México y d) poseen una amplia gama de usos (SE, 2014).

### 3. El proceso de trabajo minero

En este capítulo se describen y explican todas aquellas actividades o fases productivas relacionadas con la minería a cielo abierto. Además, se exponen los riesgos, exigencias y repercusiones en la salud de los mineros, y algunos estudios relacionados con la salud laboral.

#### 3.1 Proceso laboral de las minas a cielo abierto

La minería a cielo abierto se lleva a cabo en yacimientos cercanos a la superficie o canteras. En las canteras se llevan a cabo diversas etapas que, en conjunto, constituyen un ciclo de la mina. La primera etapa consiste en la eliminación de la capa superficial del suelo; posteriormente, se prepara el terreno mediante el uso de explosivos; se continúa con la eliminación de residuos; después, se extrae el mineral y, finalmente, tiene lugar la rehabilitación, cuyo objetivo es devolver su aspecto original al terreno (OIT, 1998).

Para determinar la implementación de minería a cielo abierto se deben considerar factores como el terreno, la altitud del sitio, la región, la distancia, el clima, la infraestructura carretera, los suministros de electricidad y agua, los requisitos legales y ambientales, la estabilidad de la ladera, la eliminación de la capa de cobertura y el transporte del producto (OIT, 1998).

Una vez que un sitio cuenta con las condiciones óptimas para funcionar como mina a cielo abierto, inician sus etapas y procesos de trabajo, los cuales se describen a continuación.

**Trazado de las minas.** Esta etapa consta de los siguientes procesos: planificación y diseño de la mina; y eliminación de la capa de cobertura de extracción a cielo abierto.

Debido a que el principal objetivo económico de las minas a cielo abierto consiste en extraer una cantidad mínima de material y obtener una máxima recuperación de la inversión mediante el procesamiento del producto mineral más comerciable, la planificación y diseño de la mina es un proceso de suma importancia, pues a través de él se determina la calidad de la veta y, en la misma proporción, su valor (OIT, 1998).

Muchos yacimientos no tienen una disposición uniforme, por lo que antes de elaborar un plan de explotación de la mina es necesario realizar perforaciones exploratorias para perfilar la geología y localización del mineral. La forma del filón definirá el tamaño y diseño de la mina, que se construye con una serie de mantos o antepechos concéntricos divididos por el acceso y las vías de acarreo que descienden desde su borde hasta el fondo en forma de espiral o zigzag. La planeación de la mina incluye disposiciones

sobre el trazado, las infraestructuras, el transporte, los equipos y el ritmo de explotación, todo lo cual repercute en su ciclo vital, mismo que concluye cuando se agota el mineral o una vez que se ha cumplido con el límite económico establecido. En las operaciones de mayor envergadura, la planeación y diseño pueden abarcar superficies de varios kilómetros cuadrados (OIT, 1998).

Por su parte, el proceso de eliminación de la capa de cobertura, es decir, la roca residual formada por el material consolidado y no consolidado, consiste en la remoción de este material para dejar al descubierto el mineral subyacente (OIT, 1998).

Una vez extraída, la capa de cobertura puede utilizarse para la construcción de carreteras, para relaves o como material de relleno. La mayoría de las técnicas de eliminación son cíclicas y solo son interrumpidas por las fases de extracción (perforación, voladura y carga) y transporte (OIT, 1998).

**Métodos de extracción.** Son utilizados con el fin de obtener el mineral para su posterior procesamiento o acarreo. Entre los diversos métodos de extracción que se emplean en la minería de cielo abierto, de acuerdo con el tipo de minerales, se encuentran la extracción en seco de rocas consolidadas, extracción en seco de rocas sueltas y extracción por vía húmeda (OIT, 1998).

La extracción en seco es similar tanto para minerales sueltos como consolidados, con la diferencia de que estos últimos, primero, deben ser arrancados de la roca. Después, al igual que en la explotación de materiales sueltos, los minerales se cargan, transportan y procesan mecánicamente. Generalmente, las minas a cielo abierto que se explotan en seco deben ser desaguadas. Entre los materiales pétreos consolidados que comúnmente se extraen de esta manera se encuentran: los bloques de construcción, diamantes, piedras preciosas, feldespato, yeso, caliza y sus derivados, cobre, hierro, plata, estaño, esquisto bituminoso, hulla y menas de uranio. Por otro lado, entre los minerales de rocas sueltas que se extraen con mayor frecuencia se hallan: lignito, diamantes, oro, caolín, fosfatos, arena, grava, tierras raras, ilmenita, arcilla y casiterita (Energy & Wetlands Research, 1995).

En el caso del método de extracción por vía húmeda, las materias primas sueltas se extraen mecánica o hidráulicamente y se transportan de la misma forma para su procesamiento. La mayoría de estas plantas de extracción se instalan directamente en el agua, por lo que, a menudo, poseen plataformas flotantes en cauces de ríos o en lagos artificiales. Algunos de los minerales que se extraen de esta forma son: diamantes, oro, minerales pesados, casiterita, arena y grava (OIT, 1998).

Los métodos de extracción en la minería a cielo abierto están determinados por la forma del yacimiento, entre ellos se encuentran: cortas, descubiertas, terrazas, contorno, canteras, graveras, hidráulica, lixiviación y especiales o mixtos (OIT, 1998). A continuación se describen brevemente cada uno de ellos.

**Cortas.** Este tipo de explotaciones, cuya vida útil puede superar los 20 años, se realizan de manera tridimensional en yacimientos masivos o con capas inclinadas por medio de banqueo descendente con secciones verticales en forma troncocónica. El uso de este método es tradicional en la minería metálica y, en las últimas décadas, se adaptó para emplearlo también en yacimientos carboníferos (OIT, 1998).

La explotación en cada nivel de la mina, cuya profundidad suele superar los 300 m, se realiza en un banco con uno o varios tajos, entre los cuales debe existir un desfase que permita disponer de plataformas de trabajo mínimas tanto para la operación de equipos de manera segura, como para la obtención de altos rendimientos (OIT, 1998).

El proceso básico de establecimiento de una corta convencional consiste en la apertura de bancos sucesivos para crear un hueco o excavación donde el mineral queda al descubierto mediante la remoción de estéril hacia los vertederos interiores o exteriores, lo cual se lleva a cabo por medio de barrenos en los que se colocan cargas de explosivos para fragmentar las rocas en tamaños que la máquina de carga, ya sea excavadora o pala mecánica, pueda manipular. Posteriormente, las rocas de menor dimensión, resultantes de la voladura o trituradas en la mina para adecuar su tamaño a las necesidades de carga, son colocadas en una unidad de transporte (*dumpers*, vagones de ferrocarril o cintas transportadoras). Una vez terminado este proceso, se ataca el mineral de techo a muro; cabe señalar que estas explotaciones suelen disponer de bancos de estéril de mayor altura que de mineral (OIT, 1998).

Respecto a los sistemas y maquinaria que se emplean en las cortas para arrancar y transportar rocas y mineral, estos se pueden agrupar en: tractores, mototraíllas, retroexcavadoras con volquete o cucharón, dragalina y excavadoras o palas-volquete (OIT, 1998).

Los tractores o *bulldozers* se utilizan para realizar diversas tareas dentro de la mina, como arrancar y empujar hasta el borde del banco el material superficial; además, cuando la voladura no es necesaria, pueden utilizarse con *rippers* o escarificadores para arrancar y extraer las rocas más débiles y superficiales (OIT, 1998).

En el caso de las mototraíllas, estas se emplean en operaciones mineras para metales blandos muy bien fragmentados con una granulometría de hasta 30 x 30 cm; asimismo, se utilizan en el movimiento de la tierra vegetal y en las fases de desmonte con materiales como arenas, lignitos, fosfatos y bauxitas (OIT, 1998).

Por su parte, las retroexcavadoras con volquete se usan para la extracción y limpieza del mineral pues brindan ventajas como: una mejor limpieza del mineral y, por consiguiente, una menor dilución o mezcla del mineral con el estéril, ya que permiten mayor control del cucharón de la máquina en el frente del banco; y una supresión o retraso de la ejecución de la rampa de acceso al último nivel para trabajar en una zona más preparada con presencia de agua (OIT, 1998).

Aunque similar a la operación de las retroexcavadoras, la dragalina posee mayores dimensiones de cuba y longitud de brazo, por lo que es la máquina más apropiada para el sistema americano de transferencia (OIT, 1998).

Finalmente, la excavadora volquete, posee flexibilidad de uso en diversos minerales, así como provee buena selectividad entre mineral y estéril (OIT, 1998).

Ahora bien, en las cortas, la secuencia de ataque o frente de explotación se puede llevar a cabo longitudinal, transversal o diagonalmente. La primera consiste en llevar la operación de arranque en bancos paralelos a la dirección de las capas o de los filones; la transversal comienza en un extremo del banco más alto y avanza a lo largo del rumbo de la formación; mientras que la diagonal o mixta se utiliza para disminuir inconvenientes que surjan de las anteriores (OIT, 1998).

**Descubierta.** Este método de explotación, denominado también sistema americano, es aplicado en yacimientos tumbados u horizontales con recubrimientos inferiores a los 50 m. Consiste en el avance unidireccional de un módulo con un solo banco a partir del que se efectúa el arranque del estéril, el cual se vierte al hueco creado durante las fases anteriores, y el mineral se extrae desde el fondo de la explotación. La maquinaria utilizada depende del volumen de reservas extraíbles, por ejemplo, en las grandes minas se ocupan las dragalinas, mientras que en las pequeñas se emplean tractores de oruga y excavadoras hidráulicas, entre otros. Este sistema, de uso común en la minería de carbón, posee la ventaja de que simultáneamente a la extracción, se lleva a cabo la regeneración y rehabilitación de la superficie agrícola, forestal o ganadera (OIT, 1998).

**Terrazas.** Llamado también sistema alemán, este método se basa en una minería de banqueo con avance unidireccional aplicada en yacimientos relativamente horizontales, de uno o varios niveles mineralizados y con recubrimientos gruesos, que permiten depositar el estéril en el hueco creado, el cual puede alcanzar profundidades significativas cuyas limitaciones dependen de la situación económica de la mina (OIT, 1998).

Los equipos y sistemas mineros ocupados en este método pueden ser de tipo discontinuo, como equipos convencionales de carga y transporte, o continuos, por ejemplo, bandas transportadoras y trituradoras dentro de la propia explotación.

**Por contorno.** Este método de explotación es llevado a cabo en yacimientos de carbón con capas tumbadas de grosor reducido y topografía, frecuentemente, desfavorable. Consiste en la excavación del estéril y del mineral en sentido transversal al afloramiento, para lo cual se deja un talud de banco único y se realiza una progresión longitudinal del afloramiento. Los huecos creados no poseen gran profundidad, por lo que es posible realizar transferencia de estériles para la posterior recuperación de los terrenos. La maquinaria con la que se lleva a cabo este método suele ser de tipo convencional y accionada por medio de motores diesel (OIT, 1998).

**Canteras.** El término es utilizado para referirse a explotaciones de rocas industriales, ornamentales y de materiales de construcción. Este método de extracción, que suele ser de banqueo con uno o varios niveles, es de los más importantes para el abastecimiento de materia bruta con uso final en obras de infraestructura y construcción (OIT, 1998). Cabe señalar que la mina donde se llevó a cabo el presente estudio corresponde a este tipo de explotación.

Las canteras suelen dividirse en dos grupos: 1) el primero, que tiene lugar a grandes altura de banco, busca obtener el material apto para alimentar las plantas de tratamiento y generar productos industriales, destinados a la construcción en forma de áridos, a la fabricación de cementos, etc.; 2) el segundo, dedicado a la explotación de grandes bloques paralelepípedicos que posteriormente son cortados y trabajados. La maquinaria utilizada es especial, ya que con ella se obtienen planos de corte limpios (OIT, 1998).

Asimismo, las canteras pueden subdividirse en cuatro tipos: canteras en terrenos horizontales, canteras en ladera, súper canteras (*superquarries*) y canteras subterráneas.

Canteras en terrenos horizontales. El laboreo en este tipo de canteras inicia en forma de trinchera hasta alcanzar la profundidad del primer nivel, mientras, simultáneamente, se continúa ensanchando el hueco creado; a fin de compensar las distancias de acarreo, la ampliación del hueco en la superficie puede igualarse con su profundidad (OIT, 1998).

Entre los inconvenientes que presenta este tipo de cantera se encuentra el acarreo de materiales a contrapendiente, así como los altos costos que pueden alcanzar los sistemas de drenaje y bombeo para mantener seca la explotación. En contraste, posee ventajas como la instalación de la planta de procesamiento dentro del mismo hueco excavado, lo cual posibilita un menor impacto y una menor ocupación de terrenos; también permite proyectar la pista general de transporte en una posición que no es necesario mover durante mucho tiempo y facilita la instalación de un sistema de cintas transportadoras (OIT, 1998).

Canteras en ladera. Estas canteras son las más numerosas y se caracterizan por un gran número de bancos. Se pueden tener alternativas de excavación según la dirección de los trabajos y son: 1) avance frontal y frente de trabajo de altura creciente: es la más frecuente por la facilidad de apertura de las canteras y a la mínima distancia de transporte inicial hasta la planta de procesamiento, el frente de trabajo está siempre activo y es progresivamente más alto; 2) excavación descendente y abandono del talud final en bancos altos: permite iniciar la restauración de forma adelantada y desde los bancos superiores hasta los de menor cota, requieren una definición previa del talud final y exigen constituir toda la infraestructura vial para acceder a los niveles superiores y obliga a transportar el mineral a una mayor distancia en los primeros años de la cantera; 3) avance lateral y abandono del talud final: se puede llevar a cabo cuando la cantera tienen un desarrollo transversal reducido y con poca profundidad pero con avance lateral amplio, una vez excavado el hueco inicial, permite recuperar taludes finales e ir efectuando rellenos parciales y; 4) excavación troncocónica con pérdida de macizo de protección: los sistemas mineros suelen ser discontinuos ya que, se adaptan mejor a las condiciones cambiantes a lo largo de la vida de las canteras (OIT, 1998).

Canteras en ladera. Estas canteras son las más numerosas y se caracterizan por un gran número de bancos. Según la dirección de laboreo, posibilitan diferentes alternativas de excavación:

- 1) avance frontal y frente de trabajo de altura creciente: es la utilizada con mayor frecuencia por la facilidad de apertura de las canteras y la mínima distancia de transporte inicial hasta la planta de procesamiento; el frente de trabajo está siempre activo y es progresivamente más alto;
- 2) excavación descendente y abandono del talud final en bancos altos: permite iniciar la restauración de forma adelantada y desde los bancos superiores hasta los de menor cota, requiere una definición previa del talud final y exige constituir toda la infraestructura vial para acceder a los niveles superiores, lo cual obliga a transportar el mineral a una mayor distancia durante los primeros años de la cantera;
- 3) avance lateral y abandono del talud final: se puede llevar a cabo cuando la cantera tiene un desarrollo transversal reducido y poca profundidad, pero con avance lateral amplio; una vez excavado el hueco inicial, permite recuperar taludes finales e ir efectuando rellenos parciales;
- 4) excavación troncocónica con pérdida de macizo de protección: los sistemas mineros suelen ser discontinuos, ya que se adaptan mejor a las condiciones cambiantes a lo largo de la vida de la cantera (OIT, 1998).

Súper canteras. Se localizan en yacimientos suficientemente grandes, con materiales de calidad adecuada y entornos de baja calidad para generar menor impacto ambiental. Sus características principales son: ritmos de producción entre 5 y 20 megatoneladas anuales a fin de aprovechar los efectos de las economías de escala en los costos de operación; debe considerarse su proximidad con vías de comunicación terrestres o marítimas; cuentan con grandes inversiones; tienen mayor eficiencia, control de operaciones y rendimiento; utilizan la extracción tipo corta con arranque por perforación, voladura y trituración dentro de la misma mina, procesos que se realizan mediante equipos móviles, semimóviles y bandas transportadoras a través de túneles hasta la planta de procesamiento; sus profundidades proyectadas llegan a superar los 200 m (OIT, 1998).

Canteras subterráneas. Este tipo de explotaciones tienen un alto costo, por lo que solamente se implementan en casos especiales como: escasez de recursos geológicos, crecimiento constante del estéril del yacimiento y restricciones ambientales (OIT, 1998).

Ahora bien, entre las fases que se llevan a cabo dentro de una cantera se encuentran la perforación y voladura, la carga y el acarreo, las cuales se detallan a continuación.

Comúnmente, las operaciones de perforación y voladura se realizan para extraer el mineral y eliminar la capa de cobertura de roca dura. La perforación es elegida en función de la naturaleza del mineral, así como de la velocidad y profundidad de los barrenos para fragmentar un volumen específico de mineral diario; esto se lleva a cabo para hacer agujeros que, posteriormente, son rellenos con explosivos para su detonación. Es importante señalar que los explosivos son el método más habitual para fragmentar roca dura, pues no existe ningún sistema mecánico capaz de igualar la energía de fragmentación de una carga explosiva (OIT, 1998).

En cuanto al equipo de carga empleado en las minas a cielo abierto, este es seleccionado de modo que los camiones puedan llenarse con tres a cinco ciclos o pases de la pala mecánica; no obstante, existen otros factores que determinan el tipo de equipo de carga. Para rocas duras o climas húmedos, son preferibles las palas sobre las orugas; en cambio, para cargar material de poco volumen y fácil extracción, resultan mucho más económicas e indicadas las cargadoras sobre neumáticos, las cuales también se utilizan con frecuencia para cargar, transportar y volcar el mineral en las trituradoras (OIT, 1998).

Por último, el acarreo se lleva a cabo, generalmente, por medio de camiones y se limita al traslado del material de la zona de carga a los puntos de transferencia como la estación de trituración o el sistema de transporte. Existen camiones de hasta 240 toneladas equipados con sistemas informáticos de gestión de cargas y tecnología de posicionamiento por satélite, que permiten el seguimiento y planificación de los vehículos de manera más eficiente y productiva. Dentro de las minas, los camiones pueden desplazarse en vías de una o doble dirección y pueden ser conducidos del lado derecho o izquierdo según el sistema de circulación vehicular del país donde se localice la mina (OIT, 1998).

**Graveras.** Son explotaciones donde se extraen materiales de construcción como arenas y gravas, las cuales se localizan en depósitos de valle y terrazas de ríos. La explotación suele llevarse a cabo en un solo banco, con poca profundidad, por lo general a 20 m; cuando las formaciones se encuentran en niveles altos, se utilizan equipos convencionales como palas cargadoras de ruedas y volquetes (OIT, 1998).

**Minería hidráulica.** Es utilizada para extraer oro y casiterita, entre otros minerales, mediante el método de dragado, el cual implica la inundación previa del terreno para separar los materiales por medio de gravimetría (OIT, 1998).

**Disolución y lixiviación.** La disolución es ocupada, de manera particular, en yacimientos de sales. El procedimiento inicia con la remoción del estéril superficial, para después fragmentar el mineral mediante

voladuras, el cual, a continuación, se disuelve con agua caliente; esta es recuperada como salmuera mediante tuberías y bombas que la trasladan hasta la planta metalúrgica, donde se localizan unos cristalizadores que permiten obtener el producto final. Por otra parte, la lixiviación consiste en la extracción de los metales mediante reacciones químicas o bioquímicas; si la extracción se realiza en el lugar donde se encuentra el mineral, el proceso se denomina lixiviación *in situ*; si el mineral se arranca, transporta y deposita en un lugar adecuado, el método es llamado lixiviación en eras o en pilas. Cuando el mineral es tratado en tanques de agitación después de su molienda, se le conoce como lixiviación dinámica (OIT, 1998).

**Extracciones especiales o mixtas.** Consisten en métodos de explotación que son llevados a cabo mediante la combinación de labores superficiales con labores subterráneas; este es el caso de la minería *auger*, en la cual el material obtenido de la mina subterránea se traslada hacia la superficie para ser procesado (OIT, 1998).

**Procesamiento del mineral.** Dentro de las actividades más relevantes del procesamiento del mineral se encuentran la trituración del material y su separación. La primera consiste en una operación en seco que permite la conminución o reducción progresiva del tamaño de partículas del mineral, con el fin de disminuir el material a una dimensión adecuada y separar el componente valioso del material residual como primer paso hacia su recuperación efectiva. Este proceso suele realizarse en varias fases: primaria, secundaria y terciaria (OIT, 1998).

Durante la fase primaria, los trozos de mineral son reducidos de 1.5 m a 100 – 200 mm por medio de máquinas trituradoras de mandíbulas o giratorias, las cuales aplican una fuerza de fragmentación a las partículas de mayor tamaño que rompe el material por compresión. En la primera, el mineral cae en un espacio en forma de cuña entre una placa fija y otra móvil, donde es comprimido hasta que se rompe. La operación se repite mediante la apertura y cierre de las mandíbulas hasta que el material puede escapar por la abertura del fondo. Por su parte, en la trituradora giratoria, un largo vástago soporta un elemento cónico de acero de gran peso, el cual se mueve de forma excéntrica por medio de un casquillo inferior de cojinete, localizado dentro de la cámara de la trituradora, que realiza la función de fragmentación. El movimiento relativo de los planos de trituración se produce mediante el giro del cono concéntrico contra la cámara externa (OIT, 1998).

Posteriormente, en la fase secundaria de trituración, el tamaño de las partículas se reduce hasta 5-20 mm por medio de trituradoras de conos, de cilindros o de martillos. La trituradora de conos es una máquina giratoria con un vástago más corto que, en vez de suspendido, se halla apoyado sobre un soporte debajo del cabezal; mientras que la trituradora de cilindros consta de dos cilindros horizontales que giran en sentido inverso y arrastran el mineral hacia su estrechamiento para, después de una sola pasada, descargar el producto. Por último, la trituradora de martillos realiza la conminución, precisamente, mediante el impacto a gran velocidad de martillos sujetos a un rotor dentro del espacio de trabajo (OIT, 1998).

Tras la trituración, el producto se separa de acuerdo con su tamaño, ya sea para su tratamiento posterior o según las necesidades de producción. El material demasiado grande se recicla hasta alcanzar una reducción mayor, lo cual puede llevarse a cabo mediante operaciones de cribado o con el uso de clasificadores (OIT, 1998).

Respecto al cribado, este tiene como objetivo separar materiales muy gruesos o conseguir un tamaño uniforme para su tratamiento posterior. Una de las máquinas más utilizadas con estos fines es el trómel, compuesto por una criba cilíndrica inclinada giratoria; asimismo, se emplea el cribón, formado por una serie de pesadas barras paralelas sujetadas por un marco (OIT, 1998).

En cuanto al uso de clasificadores, este permite separar el material grueso del fino mediante el aprovechamiento efectivo de las diferencias de densidad, dimensión y forma de las partículas para separarlas de acuerdo con su velocidad de sedimentación en un fluido, lo cual permite obtener una gran distribución de tamaños (OIT, 1998).

### **3.2 Riesgos, exigencias y repercusiones en la salud**

A pesar del esfuerzo de muchos países, la industria de la minería prevalece como el sector laboral más peligroso en relación con el número total de trabajadores dedicados a esta actividad, quienes deben trabajar en un entorno en constante transformación, donde laboran sin luz natural o ventilación, excavan la tierra o extraen material, al tiempo que toman medidas para evitar que se produzcan reacciones inmediatas en los estratos adyacentes (OIT, 1998).

Aunque en la minería se desempeña solo el 1% de trabajadores a nivel mundial, es en esta industria donde tiene lugar cerca del 8% de los accidentes laborales mortales, es decir, aproximadamente 15,000 al año; asimismo, enfermedades profesionales como neumoconiosis, pérdida de audición y lesiones causadas por

vibraciones afectan a un número significativo de mineros, cuya incapacitación prematura e incluso la muerte son directamente atribuibles al trabajo (OIT, 1998).

Además de los padecimientos y lesiones mencionadas, los riesgos y las exigencias propios del trabajo en el sector minero pueden causar otros daños o afectaciones a la salud de los trabajadores, por lo que es importante conocerlos para proponer acciones que permitan desarrollar medidas preventivas o correctivas a fin de salvaguardar el bienestar laboral de los mineros (OIT, 1998).

En general, las instalaciones mineras presentan numeroso riesgos para los trabajadores de la industria, en ellas tienen lugar, a nivel mundial, los accidentes laborales más graves, entre los que se encuentran, principalmente, los hundimientos de techos; la caída de jaulas (rotura de cable, deslizamiento de la unión, golpe en las poleas); los derrumbes en pozos o zanjas, que pueden sepultar a los mineros; golpes de techo; desprendimientos instantáneos; inundaciones, etc. (OIT, 1998).

En la tabla 4 se muestran los accidentes mortales y no mortales, acontecidos a nivel mundial durante los últimos 15 años, provocados por las malas condiciones y medio ambiente laborales (Castro, 2012).

**Tabla 4.** Accidentes mundiales de los últimos 15 años causados por malas condiciones y medio ambiente laborales.

País	Año	Suceso	Número de Víctimas no mortales (estado)	Número de Víctimas mortales
China	2005	Explosiones e incendios en la mina Chengde	9 (atrapados)	85
China	2005	Explosión de gas en la mina de carbón Sunjiawan	-	214
China	2005	Explosión de gas en la mina de carbón Dongfeng	-	169
China	2005	Inundación en la mina de carbón Zhang	172 (desaparecidas)	-
China	2005	Inundación en la mina de carbón Shangdong	181 (atrapados)	Más de 1,150
Chile	2006	Explosión en la mina de cobre Carola-Agustina	70 (atrapados)	2
EE.UU.	2006	Explosión de gas en la mina de carbón "Darby No. 1"	-	5
EE.UU.	2006	Explosión de gas en la mina Sago	-	12
India	2006	Derrumbe de techo por explosión en la mina de carbón Jharkhand	-	50
Kazajistán	2006	Explosión en la mina de carbón Mittal Lenin	-	41
México	2006	Colapso de túneles por explosión en la mina de carbón Pasta de Conchos	-	65
China	2007	Inundaciones en las minas de carbón en Shandong	-	181
Colombia	2007	Derrumbe en la mina Suárez	-	24
Colombia	2007	Explosión de gas en una mina de carbón en las minas San Roque y La Preciosa	-	32

País	Año	Suceso	Número de Víctimas no mortales (estado)	Número de Víctimas mortales
<b>EE.UU.</b>	2007	Colapso del techo de la mina de carbón Crandall Canyonc	6 (atrapados)	-
<b>Rusia</b>	2007	Explosión por gas en la mina de carbón Siberiana	-	110
<b>Rusia</b>	2007	Explosión por gas en una mina cercana a la ciudad de Novokuznetsk	-	100
<b>Sudáfrica</b>	2007	Conducto de aire roto en la mina Elandsrand	Cientos (atrapados)	-
<b>China</b>	2008	Colapso de un depósito de desechos de la mina Tashan	-	254
<b>China</b>	2008	Explosión en una mina de carbón en Shaanxi	-	9
<b>Bolivia</b>	2009	Inhalación de gases venenosos (CO) de una mina en Cerro Rico	-	7
<b>China</b>	2009	Explosión de gas en una mina de carbón en Hegang	-	104
<b>Colombia</b>	2009	Explosión de gas en la mina de carbón San Fernando	-	8
<b>Chile</b>	2010	Derrumbe en la mina de cobre y oro San José	700 (atrapados)	-
<b>China</b>	2010	Deslizamiento por intensas precipitaciones colapsa una mina en Gansu	-	13
<b>China</b>	2010	Explosión de gas en una mina de carbón en Liaoning	-	4
<b>China</b>	2010	Explosión en mina de carbón en Shaanxi	-	28
<b>China</b>	2010	Incendio en mina de carbón en Hunan	-	214
<b>Colombia</b>	2010	Explosión de gas en una mina de carbón	-	70
<b>Colombia</b>	2010	Explosión en mina de carbón San Fernando	-	73
<b>EE.UU.</b>	2010	Explosión en una mina de carbón en Virginia Occ.	-	29
<b>Nueva Zelanda</b>	2010	Explosión de gas metano en la mina de carbón Pike River	-	29
<b>Sierra Leona</b>	2010	Derrumbe de una zanja en una mina de oro	-	200
<b>Venezuela</b>	2010	Derrumbe en una mina de oro al sureste	-	6
<b>Brasil</b>	2012	Caída de un ascensor en la mina Esmeraldas	-	5
<b>Canadá</b>	2012	Incendio subterráneo de la mina Rocanville	20 (atrapados)	-
<b>Chile</b>	2012	Explosión en la mina de cobre Ignacia	-	2
<b>Chile</b>	2012	Inhalación de monóxido de carbono en mina de cobre en Coquimbo	-	4
<b>China</b>	2012	Explosión de gas en la mina de carbón Dahuang No. 2	17 (atrapados)	5
<b>China</b>	2012	Inundación de mina a mina en la provincia de Jilin	8 (desaparecidos)	4
<b>China</b>	2012	Inundación por explosión en mina de carbón en Guizhou	11 (atrapados)	-
<b>China</b>	2012	Caída de un montacargas en una mina de hierro y oro en Shandong	2 (desaparecidos)	6
<b>México</b>	2012	Intoxicación con monóxido de carbón en mina El Mono	-	2
<b>México</b>	2012	Inundación de la mina de carbón en Saltillo	2 (desaparecidos)	-
<b>México</b>	2012	Derrumbe en la mina La Esmeralda	2 (lesionados)	-
<b>México</b>	2012	Caída de unos pilotes en un pozo de carbón en el mineral de Agujita	-	1
<b>Congo</b>	2012	Deslave y derrumbe en una mina en Mambasa	-	60

Fuente: Castro, 2012.

Si bien el accidente más frecuente en la industria minera es la caída de piedras, los que le siguen en orden de recurrencia están asociados tanto con las instalaciones como con los equipos de trabajo: accidentes con vagones, aplastamientos o aprisionamientos en bandas transportadoras, transporte en los pozos, maniobras (cargas y posiciones forzadas), trabajos con maquinaria (engranajes, barrenos, sierras, muelas, piezas giratorias mal protegidas) e instalaciones de electricidad (mal posicionamiento del sistema de tierras, cables sin protección, trabajos con corriente arriba que no deben ser realizados de esa manera, entre otros) (Vidal, 1966).

Los equipos utilizados en la extracción, explotación y procesamiento de minerales representan riesgos considerables en las diversas actividades que los obreros deben llevar a cabo en las minas a cielo abierto; mientras que en las minas subterránea, el uso de máquinas como la MMC presenta peligros pues puede causar aplastamientos, golpes o caídas, así como incendios debidos a su mal funcionamiento, falta de mantenimiento o mal uso (OIT, 1998).

Uno de los factores que supone un riesgo muy alto para los trabajadores de la industria minera es el uso de explosivos, cuya mala administración o control puede provocar la destrucción de equipos o instalaciones y causar lesiones severas o mortales; además, su utilización aumenta la posibilidad de que ocurran incendios capaces de derivar en quemaduras de diversos grados, intoxicaciones por inhalación de humo o vapores, incapacidades parciales o totales, y muertes. Por ello, se deben tomar precauciones especiales tanto de almacenamiento y manejo como durante su uso (OIT, 1998).

Además de lo anterior, en las minas subterráneas es fundamental considerar la escasa iluminación, por lo que es necesario introducir equipos que permitan a los mineros realizar sus diversas tareas de forma segura para su salud, pues entre los riesgos más importantes relacionados con la falta de iluminación se encuentran: fatiga visual, deslumbramiento y fotofobia asociada, y nistagmo del minero (OIT, 1998).

La fatiga visual engloba diversas formas de malestar visual y se caracteriza por la aparición de diversos síntomas en los trabajadores, entre ellos, inflamación oftálmica, visión defectuosa, intolerancia a la luz y otros síntomas asociados como dolores de cabeza, aturdimiento o sensaciones vertiginosas. En segundo lugar, el deslumbramiento y la fotofobia se presentan cuando el trabajador pasa de zonas con poca iluminación a lugares con iluminación solar sin haber tenido una adaptación visual, lo cual provoca dolores oculares, lagrimeo y contracciones involuntarias de los párpados. Por último, la alteración visual conocida como nistagmo del minero, originada por permanecer durante lapsos prolongados en la oscuridad de la

mina, se manifiesta con un movimiento involuntario e incontrolable de los ojos que puede ser horizontal, vertical, rotatorio, oblicuo o sus combinaciones (OIT, 1998).

Sumado a lo anterior, entre los riesgos derivados de la maquinaria se encuentran los gases generados por los escapes de motores diesel, pues contienen sustancias químicas nocivas, entre ellas, monóxido de carbono, monóxido de nitrógeno, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre, compuestos orgánicos volátiles, aromáticos, nitrogenados, azufrados y hollín. Estos residuos, al ser inhalados, se depositan fácilmente en los pulmones, lo que, a corto plazo, ocasiona dolor de cabeza, náusea, presión en el pecho, resuello al respirar, tos e irritación de ojos, nariz y garganta; mientras que, a largo plazo, puede provocar enfermedades respiratorias como enfisema y asma, así como aumenta la posibilidad de contraer cáncer (OIT, 1998).

Además de ser producido por los motores, el monóxido de carbono se genera también como consecuencia de incendios en las minas, sus efectos en la salud de los mineros pueden producir afectaciones en la sangre, en el sistema cardiovascular y en el sistema nervioso central, lo que da lugar a alteraciones neurológicas y cardíacas (OIT, 1998).

Por otro lado, los riesgos relacionados con los vehículos usados en la minería para el transporte de materiales son causados por condiciones extremas, carreteras peligrosas, sobrecarga o carga incorrecta en el vehículo, prácticas poco seguras de remolque, fatiga del operador y el cruce de animales o personas, especialmente durante la noche, en los caminos y carreteras (OIT, 1998).

En general, la mayoría de los trabajos en las minas son duros, casi todas las tareas relacionadas con la obtención de minerales imponen a los trabajadores un arduo esfuerzo físico que puede incluir el recorrido de trayectos difíciles y el levantamiento de objetos pesados. La manipulación manual de cargas en la minería implica realizar importantes esfuerzos estáticos que pueden originar fatiga física y lesiones instantáneas o a largo plazo, estas últimas como resultado de la acumulación progresiva de pequeños traumatismos cotidianos (Díaz, 2009).

A su vez, las labores en las minas también exponen a los trabajadores a vibraciones cuyas frecuencias dependen del tipo de tareas que realicen. Las vibraciones de baja frecuencia, de 1 a 20 Hz, son generadas por el manejo de diferentes vehículos de transporte u operativos y se transmiten a través de los asientos a

todo el cuerpo, lo cual puede provocar, principalmente, problemas neurológicos y musculoesqueléticos como lumbalgias, lumbociáticas, osteoartritis y hernias discales (OIT, 1998).

Por su parte, las vibraciones de alta frecuencia, producidas con mayor regularidad, son resultado del trabajo con herramientas manuales rotativas, alternativas y percutoras (martillos neumáticos, taladradoras, perforadoras hidráulicas) que transmiten las vibraciones directamente a manos-brazos o pies y provocan, en especial, riesgos osteoarticulares (artrosis del codo, lesiones de muñeca, calambres, temblores, trastornos de sensibilidad, debilidad muscular) y neurovasculares (síndrome de Raynaud, de mano muerta o de dedos blancos, caracterizado por entumecimiento, insensibilidad, blanqueamiento de los dedos, pérdida eventual del control muscular y disminución de la sensibilidad al frío y al calor) (OIT, 1998).

Un elemento más de riesgo en la minería corresponde a altos niveles sonoros, los cuales se hallan presentes en la mayoría de las actividades, pues son generados, principalmente, por el uso de maquinaria, herramientas, voladuras, transporte de material en vehículos y/o bandas transportadoras, perforaciones con barrenos y demás medios de trabajo. Cabe mencionar que de acuerdo con la NOM-011-STPS-2001, los niveles mayores a 90 dB(A) son considerados ruido (STPS, 2002) y entre los riesgos que provocan se encuentran: hipoacusia sensorial permanente, fatiga auditiva, enmascaramiento de la audición, así como daños cardiovasculares (taquicardia, hipertensión, incremento en frecuencia respiratoria) y psicológicos (estrés, trastornos del sueño, irritabilidad, dificultad de concentración, fatiga) (OIT, 1998).

Sumados a los peligros arriba mencionados, los trabajadores de la industria minera también se hallan expuestos a riesgos biológicos, entre los más importantes, virus, bacterias, parásitos y hongos, los cuales pueden ser causantes de diversas enfermedades infecciosas, pues invaden el cuerpo y se multiplican. Algunos virus encontrados frecuentemente entre los mineros son VIH y hepatitis B y E; entre las bacterias se hallan la tuberculosis y el tétanos; los parásitos comunes son la anquilostomiasis y la helmintiasis; y los hongos más recurrentes son los que se presentan a nivel cutáneo, causantes de infecciones como el “pie de atleta” (Díaz, 2009).

Por lo anterior, es de suma importancia considerar que muchos de los minerales existentes no se hallan en forma pura, sino que integran compuestos muy complejos conformados por más de un elemento químico, los cuales pueden ser de naturaleza radiactiva, es decir, que emiten radiaciones ionizantes, las cuales son definidas por la NOM-012-STPS-2012 como aquellas radiaciones electromagnéticas o corpusculares capaces de producir iones, directa o indirectamente, debido a su interacción con la materia (STPS, 2012).

De entre los elementos que emiten este tipo de radiaciones, los más comúnmente encontrados son el radón, el torio y el uranio, de los que, como todo material radiactivo, derivan riesgos por exposición, principalmente, daños al ácido desoxirribonucleico (ADN) que causan diferentes alteraciones en el organismo, como efectos cancerígenos a largo plazo (OIT, 1998).

Asimismo, se deben tomar en cuenta las radiaciones no ionizantes, es decir, ondas electromagnéticas de baja frecuencia sin capacidad para romper enlaces atómicos, como las radiaciones ultravioleta (UV), infrarrojas y el espectro visible. Dadas las características de las labores que se llevan a cabo en las minas a cielo abierto, los mineros pueden estar expuestos a altos índices de rayos ultravioleta, lo cual aumenta el riesgo de padecer problemas cutáneos u oculares, que pueden evolucionar en cáncer (OIT, 2008; Centro de Prevención de Riesgos del Trabajo [CEPRIT], 2013).

Igualmente, es importante apuntar que uno de los contaminantes más comunes en la industria minera es el polvo, el cual la NOM-010-STPS-2014 define como las partículas sólidas en suspensión en el aire, resultado del proceso de disgregación de la materia (STPS, 2014). Las partículas más pequeñas, llamadas “polvo respirable”, pueden llegar a los alvéolos pulmonares, debido a las tareas de extracción de minerales, transporte, purificación, construcción de túneles, etc., corren el riesgo de presentar, con mayor frecuencia, diversas afecciones del sistema respiratorio (Martínez, Quero, Isidro & Rego, 2001).

El principal padecimiento provocado por la inhalación repetida de polvo es la neumoconiosis, aunque también causa enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y bronquitis crónica, las cuales pueden evolucionar en cáncer si las labores involucran minerales cancerígenos. En la mayoría de los casos, las afecciones respiratorias ocasionadas por polvos minerales derivan en condiciones crónicas, causan incapacidad y, de no ser diagnosticadas oportunamente, pueden provocar, incluso, muerte prematura; cabe mencionar que fumar puede agravar estas enfermedades (OIT, 1998).

En este sentido, es relevante destacar que entre los riesgos más frecuentes, que producen enfermedades respiratorias en los mineros, se encuentra la inhalación de polvo de sílice, el cual procede del sílice cristalino libre, cuya forma más común es el cuarzo. Este mineral es el compuesto más abundante en la superficie terrestre y, por lo tanto, su polvo es al que están mayormente expuestos los trabajadores, en especial de canteras y minas a cielo abierto, durante las labores de barrenación, voladuras, circulación de camiones, procesos de trituración y molienda, movimientos de materiales, eliminación de cubierta vegetal y corte de rocas de determinadas dimensiones. Cuando las partículas respirables penetran bronquios y

alvéolos pulmonares producen lesiones en los tejidos, lo que provoca una enfermedad llamada silicosis (OIT, 1998).

También es importante señalar que entre los riesgos más peligrosos y mortíferos se encuentran aquellos relacionados con los polvos de carbón y el altamente deflagrante gas metano, provenientes de las minas subterráneas, los cuales se presentan, principalmente, en la minería de carbón y son los causantes de la gran mayoría de muertes en la industria minera a nivel mundial, pues provocan explosiones o incendios que, a su vez, derivan en derrumbes de infraestructura, intoxicaciones y quemaduras, entre otros (OIT, 1998). Además, el polvo de carbón provoca, particularmente, la enfermedad pulmonar denominada antracosis. Cabe destacar que en la actualidad, a pesar de la mejora en las prácticas de ventilación, prevalece el riesgo de que se produzcan explosiones de gas metano y polvo de carbón.

Otro gas que se encuentra de manera recurrente en las minas de carbón es el sulfuro de hidrógeno, denso y capaz de extenderse al ras del suelo, el cual provoca irritación en el tracto respiratorio y los ojos, su inhalación puede originar edema pulmonar y afectar el sistema nervioso central. La exposición prolongada o a concentraciones altas de este gas produce pérdida del conocimiento e incluso la muerte.

No menos importantes que los anteriores son los riesgos derivados de las condiciones ambientales como temperatura y humedad.

En la minas subterráneas, la temperatura del aire puede ser alta como resultado del denominado grado geotérmico, fenómeno que produce la elevación de la temperatura del terreno en 1° C por cada metro de descenso vertical. Este calentamiento depende tanto de la naturaleza de la roca como de las características particulares de la mina, entre ellas: las condiciones climáticas estacionales, a las cuales los trabajadores están expuestos desde las labores de prospección (OIT, 2008); la compresión adiabática del pozo; el calor del terreno o el generado por las diferentes formas de oxidación de los minerales; la combustión de motores; como resultado del uso de explosivos, lámparas de llama y de la respiración humana; así como las canalizaciones de aire comprimido que circula en los pozos de entrada. Para disminuir la temperatura en este tipo de minas se deben tomar medidas como: el descenso del aire comprimido; el desagüe y la extracción de aire a través de retornos (ventilación); y, en casos muy especiales, el uso de sistemas de refrigeración (Vidal, 1966).

Si bien las operaciones a cielo abierto suelen ser más seguras que las subterráneas, presentan ciertos riesgos específicos que deben tomarse en cuenta (OIT, 2008). Por ejemplo, en las minas a cielo abierto, pueden presentarse altas y bajas temperaturas; las principales fuentes de calor se derivan de la actividad física, la proximidad de máquinas, la temperatura del aire, la humedad y la radiación solar. Por otro lado, el frío en estos sitios está relacionado con las características propias del terreno y su altura, pues la temperatura del aire disminuye en una proporción de  $-1^{\circ}\text{C}$  por cada 100 m de altura.

Entre los riesgos derivados de las altas temperaturas se encuentra el estrés térmico o la sobrecarga fisiológica, la cual se manifiesta, principalmente, con sudoración y vasodilatación periférica, los golpes de calor y los dolores de cabeza. (INSHT, 2012). Por su parte, los riesgos ocasionados por bajas temperaturas son: hipotermia; sobrecarga del sistema cardiovascular, debido al alto consumo de oxígeno para producir energía; disminución de la sensibilidad en diferentes partes del cuerpo; deterioro en la ejecución o capacidad física para realizar tareas manuales; congelación en los dedos de las manos, pies, mejillas, nariz y orejas, entre otras (INSHT, 2006).

Ahora bien, respecto a la humedad, esta puede alcanzar niveles muy altos en las minas subterráneas, las cuales, al ser espacios cerrados, requieren de un sistema de ventilación apropiado a fin de que el aire no se sature de agua, pues si esto sucede, la evaporación del sudor de los trabajadores se detiene y puede provocar sofocación o estrés térmico. Para evitar el aumento de la humedad en estos lugares de trabajo, además de ventilación adecuada, se recomienda el uso de medidores como higrómetros y psicrómetros, entre otros, los cuales permiten detectar condiciones ambientales poco confortables y dañinas para la salud de los trabajadores y que pueden causar accidentes o lesiones (Vidal, 1966).

Por último, entre los riesgos ambientales deben considerarse aquellos relacionados con el entorno natural, es decir, la fauna, la flora u otros elementos que forman parte de los distintos ecosistemas donde se sitúan las minas, ya sean desiertos, pantanos, selvas, terrenos montañosos, glaciares o campos de nieve, en los que los riesgos derivan de la presencia de mosquitos u otros insectos ponzoñosos, reptiles o animales de mayor tamaño que pueden poner en peligro la salud, la integridad física y la vida de los trabajadores (OIT, 1998).

#### **4. Legislación y normatividad de la salud laboral minera**

En este capítulo se abordan los instrumentos legales y normativos que rigen la seguridad y salud en el trabajo de las actividades relacionadas con la minería. En primera instancia, se expone el marco legal nacional en esta materia, posteriormente se hace referencia a algunas normas o estándares que gestionan e intervienen en el apoyo al cumplimiento del marco legal y normativo, y finalmente, se presentan los instrumentos internacionales vigentes a los que México está adscrito.

##### **4.1 De competencia nacional**

Con respecto a la salud laboral en general, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en su artículo 123, título sexto, denominado “del trabajo y de la previsión social”, señala que: “Toda persona tiene derecho al trabajo digno y socialmente útil; al efecto, se promoverán la creación de empleos y la organización social de trabajo, conforme a la ley”.

El apartado A de este mismo artículo establece las regulaciones que deben regir en las relaciones de carácter laboral de “obreros, jornaleros, empleados domésticos, artesanos y de una manera general, todo contrato de trabajo”, es decir, puntualiza los derechos y obligaciones tanto de trabajadores como de patrones.

Más adelante, en la fracción XXXI, señala que la aplicación de las leyes del trabajo son de la competencia exclusiva de las autoridades federales en los asuntos relativos a las ramas industriales y servicios que se especifican en el inciso a), entre las cuales, la minería y la explotación de minerales básicos se hallan enlistados con los números 6 y 7, respectivamente. Por lo tanto, las fracciones relativas a la salud y condiciones laborales concernientes a la materia de estudio de la presente investigación son: I a la V, XII a la XV, XXVII, XXIX y XXX a la XXXI. (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 1917).

Ahora bien, entre las leyes federales concernientes a la industria minera en materia de salud y condiciones laborales se hallan: la Ley Federal del Trabajo, Ley del Seguro Social, Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, Ley sobre Metrología y Normalización, y Ley Minera.

La Ley Federal del Trabajo, en su título tercero: “condiciones de trabajo”, que comprende los artículos del 56 al 131, se refiere a tópicos como la jornada de trabajo, días de descanso, vacaciones, salario y participación de los trabajadores en las utilidades de las empresas; mientras que en el título cuarto se detallan los derechos y obligaciones de los trabajadores y de los patrones. Dentro del título séptimo: “relaciones colectivas de trabajo”, en su capítulo XII bis, “de los trabajadores de minas”, se detallan las

disposiciones relativas a cualquier actividad minera (artículos 343-A al 343-E). Finalmente, el título noveno “riesgos de trabajo” (artículo 472 al 525) describe las enfermedades y accidentes de trabajo, así como las disposiciones relacionadas con los mismos (STPS, 1970).

En relación a la Ley del Seguro Social, en la sección primera de su capítulo tres: “del seguro de riesgos de trabajo”, artículos 41 al 55, se definen los términos “accidentes” y “enfermedades”, así como se establecen las disposiciones relativas a los mismos. Más adelante, en la sección sexta, “de la prevención de riesgos de trabajo”, señala que el IMSS está facultado para proporcionar servicios de carácter preventivo y de todo lo relacionado con la prevención de riesgos laborales (IMSS, 1995).

Otras leyes federales y generales tienen la función de auxiliar al cumplimiento o expedición de los instrumentos legales relativos a las condiciones de trabajo y la salud laboral. Este es el caso de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, la cual en su artículo 40, fracción XI, faculta a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) para estudiar y ordenar medidas de seguridad e higiene industriales a favor de la protección de los trabajadores.

Del mismo modo, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, en sus artículos: 38, fracción II; 40, fracción VII; y del 43 al 47, hace referencia a la competencia de las dependencias para expedir normas oficiales mexicanas relacionadas con sus atribuciones correspondientes, a fin de establecer, entre otros aspectos, las condiciones de salud y de seguridad e higiene que deberán ser observadas en los centros de trabajo; así como describe el proceso de elaboración, modificación y publicación de las mismas (SE, 1992).

Es importante señalar que las normas complementarias a las leyes y reglamentos, expedidos por la STPS, son de observancia obligatoria a nivel nacional, determinan las condiciones mínimas necesarias para la prevención de riesgos de trabajo y se caracterizan por estar orientadas a la atención de factores de riesgo a los que pueden estar expuestos los trabajadores.

Actualmente se encuentran vigentes 41 normas oficiales mexicanas en materia de seguridad y salud en el trabajo, las cuales se hallan agrupadas en cinco categorías: seguridad, salud, organización, específicas y de producto. En la tabla 6 se muestran las normas concernientes a esta investigación.

**Tabla 5.** Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de la STPS.

Tipo	Número	Título de la norma
Seguridad	NOM-001-STPS-2008	Edificios, locales e instalaciones
	NOM-002-STPS-2010	Prevención y protección contra incendios
	NOM-004-STPS-1999	Sistemas y dispositivos de seguridad en maquinaria
	NOM-005-STPS-1998	Manejo, transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas
	NOM-006-STPS-2014	Manejo y almacenamiento de materiales
	NOM-009-STPS-2011	Trabajos en altura
	NOM-020-STPS-2011	Recipientes sujetos a presión y calderas
	NOM-022-STPS-2008	Electricidad estática
	NOM-027-STPS-2008	Soldadura y corte
	NOM-029-STPS-2011	Mantenimiento de instalaciones eléctricas
	NOM-033-STPS-2015	Trabajos en espacios confinados
Salud	NOM-010-STPS-1999	Contaminantes por sustancias químicas
	NOM-010-STPS-2014	Agentes químicos contaminantes del ambiente laboral
	NOM-011-STPS-2001	Ruido
	NOM-012-STPS-2012	Radiaciones ionizantes
	NOM-013-STPS-1993	Radiaciones no ionizantes
	NOM-014-STPS-2000	Presiones ambientales anormales
	NOM-015-STPS-2001	Condiciones térmicas elevadas o abatidas
	NOM-024-STPS-2001	Vibraciones
	NOM-025-STPS-2008	Iluminación
	NOM-017-STPS-2008	Equipo de protección personal
Organización	NOM-018-STPS-2000	Identificación de peligros y riesgos por sustancias químicas
	NOM-019-STPS-2011	Comisiones de seguridad e higiene
	NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad
	NOM-028-STPS-2012	Seguridad en procesos y equipos con sustancias químicas
	NOM-030-STPS-2009	Servicios preventivos de seguridad y salud
	NOM-023-STPS-2012	Trabajos en minas subterráneas y a cielo abierto
Específicas	NOM-031-STPS-2011	Construcción
	NOM-032-STPS-2008	Minas subterráneas de carbón

Fuente: STPS, 2017.

Por su parte, la Ley Minera, al referirse al trabajo, la salud y sus condiciones, establece en su artículo 7 las atribuciones de la Secretaría de Economía, a la cual insta a participar con las dependencias competentes en la elaboración de normas oficiales mexicanas y normas mexicanas relativas a la industria minero-metalúrgica en materia de higiene y seguridad en las minas, y salud ocupacional (fracción IV), (SE, 1992).

Asimismo, en el artículo 27, fracción IV, de su capítulo cuarto, “de las obligaciones que imponen las concesiones y asignaciones mineras y el beneficio de minerales”, señala que los titulares de concesiones mineras están obligados a: “Sujetarse a las disposiciones generales y a las normas oficiales mexicanas aplicables a la industria minero-metalúrgica en materia de seguridad en las minas (...)”; mientras que en el artículo 29 indica que la comprobación de las obras y trabajos, mediante la realización de inversiones, se aceptará indistintamente en varios rubros, entre ellos, “obras y equipos destinados a la seguridad en el trabajo (...)” (fracción XI).

En el mismo orden de ideas, el artículo 34, establece que los titulares de las concesiones mineras deberán designar a un ingeniero, legalmente autorizado, como responsable del cumplimiento de las normas de seguridad en las minas; y el artículo 43 plantea la cancelación de las concesiones y asignaciones mineras cuando: “(...) pongan en peligro la vida o integridad física de los trabajadores o de los miembros de la comunidad” (SE, 1992).

También en el caso particular de la industria minera, existe la NOM-023-STPS-2012, Minas subterráneas y minas a cielo abierto – Condiciones de seguridad y salud en el trabajo, cuyo objetivo consiste en establecer los requisitos mínimos para prevenir los riesgos a los que están expuestos los trabajadores que desarrollan actividades en ambos tipos de minas.

Esta norma rige en todo el territorio nacional y aplica a todos los centros de trabajo donde se desarrollen actividades relacionadas con la exploración y explotación en operaciones mineras subterráneas o a cielo abierto, independientemente del tipo y escala del centro de trabajo. No obstante, quedan exceptuados del cumplimiento de esta norma: a) los centros de trabajo donde se realicen actividades relacionadas con la exploración y explotación para obtener como productos principales: 1) petróleo; 2) gas natural, o 3) sustancias contenidas en suspensión o disolución en aguas subterráneas o inyectadas al subsuelo; b) las minas subterráneas donde se desarrollen actividades relacionadas con la exploración y/o explotación de carbón y de gas asociado a estos yacimientos; y c) las minas donde se desarrollen actividades relacionadas con la exploración y/o explotación de minerales radiactivos.

Asimismo, dicha norma detalla las obligaciones del patrón, las cuales incluyen:

- contar con el análisis de riesgos para la identificación de peligros y el control de riesgos;
- contar con un estudio que garantice que los autorrescatadores permitan a los trabajadores salir hasta la superficie desde el punto más alejado de las minas subterráneas o ser resguardados en un refugio seguro;
- elaborar y dar seguimiento a un programa de revisión y mantenimiento de equipo, maquinaria y vehículos;
- disponer de los procedimientos de seguridad para la realización de actividades de exploración y explotación en idioma español;
- designar como responsable a un ingeniero legalmente autorizado para ejercer;
- observar lo dispuesto por las normas oficiales mexicanas en materia de seguridad y salud en el trabajo, expedidas por la STPS, que resulten aplicables a las instalaciones de superficie de la unidad minera;
- realizar un reconocimiento de las condiciones de seguridad de los frentes de trabajo en las minas subterráneas y de los tajos en las minas a cielo abierto en cada turno de trabajo y llevar registro de los resultados de los reconocimientos;
- contar con un sistema de registro, por cada turno de trabajo, del acceso y salida de los trabajadores de las minas subterráneas;
- contar con las hojas de datos de seguridad de todas las sustancias químicas peligrosas que se utilicen e identificar los depósitos, recipientes y áreas que las contengan;
- consultar, integrar y organizar las comisiones de seguridad e higiene y supervisar su funcionamiento;
- dar aviso a la Secretaría de los accidentes de trabajo que ocurran en el centro de trabajo;
- contar en las áreas de las unidades mineras con la señalización pertinente;
- efectuar las actividades de soldadura y corte conforme a la normatividad vigente;
- contar con los servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo correspondientes;
- efectuar actividades de construcción de edificios, instalaciones o locales de la unidad minera según la normatividad vigente;
- proporcionar a los trabajadores equipo de protección personal (EPP) según corresponda y verificar su uso apropiado;

- consignar por escrito a trabajadores autorizados para llevar a cabo las labores específicas en la mina;
- contar con un programa para la vigilancia de la salud de los trabajadores;
- contar con un plan de atención a emergencias;
- proporcionar a los trabajadores espacios higiénicos para la ingestión de alimentos que cumplan con lo previsto en las normas mexicanas vigentes;
- disponer para los trabajadores de servicios de agua potable y servicios sanitarios;
- proporcionar capacitación sobre seguridad y salud en el trabajo a todos los trabajadores;
- informar a todos los trabajadores de las unidades mineras sobre los riesgos a los que están expuestos;
- llevar a cabo el registro de la información proporcionada a todos los trabajadores;
- dar seguimiento a los avisos de los accidentes, incidentes, condiciones y actos inseguros detectados durante la ejecución de las actividades y realizar la investigación sobre los mismos;
- evaluar las condiciones de las minas después de ocurrido un siniestro;
- prohibir que menores de 18 años y mujeres gestantes o en periodo de lactancia laboren en la mina;
- exhibir a la autoridad del trabajo, cuando esta lo solicite, los documentos que la norma le obligue a elaborar o poseer.

Por su parte, señala la norma, los trabajadores están obligados a:

- cumplir con todos los procedimientos de seguridad para realizar sus actividades;
- revisar antes del comienzo de las actividades que la maquinaria, equipos, herramientas e implementos de trabajo se encuentren en condiciones de seguridad y operación, y reportar al patrón cualquier anomalía detectada;
- recibir, almacenar, transportar, manejar o usar explosivos únicamente cuando cuenten con capacitación específica en la materia y autorización por escrito del patrón;
- utilizar y dar seguimiento al EPP proporcionado por el patrón;
- abstenerse de realizar actividades que puedan tener como consecuencia, directa o indirecta, accidentes personales y/o daños materiales;

- avisar de manera inmediata al patrón y a la comisión de seguridad e higiene de los accidentes, incidentes, condiciones y actos inseguros;
- seguir las instrucciones que el patrón establezca conforme al plan de atención a emergencias y prestar auxilio en caso de emergencia o situación de riesgo;
- someterse a los exámenes médicos requeridos de acuerdo con sus actividades y proporcionar información veraz solicitada por el médico que realice el examen;
- dar aviso al patrón si la mujer se encuentra en periodo de gestación;
- asistir y participar en la capacitación o información sobre seguridad y salud en el trabajo que el patrón proporcione y en las entrevistas que realice la autoridad laboral o unidad de verificación.

Además, en su apartado 7, la norma se refiere al análisis de riesgos para la identificación de peligros y su control, lo cual se debe llevar a cabo mediante una metodología para determinar la magnitud del riesgo y, posteriormente, jerarquizarlo. A su vez, especifica diversas acciones a implementar, así como la documentación y procedimientos relativos a la seguridad e higiene con los que debe cumplir el centro de trabajo.

En su apartado 8, la norma detalla todos los requerimientos para llevar a cabo actividades mineras subterráneas, entre los cuales se contemplan: estudios geotécnicos, geológicos e hidrológicos; excavaciones y fortificaciones; instalaciones; ventilación; prevención y protección contra incendios; explosivos; transporte de trabajadores, transporte de materiales, instalaciones eléctricas, vehículos; e inundaciones y refugios.

Por su parte, los requisitos para realizar actividades mineras a cielo abierto de manera segura se exponen en el apartado 9, los cuales incluyen: estudios geotécnicos, geológicos e hidrológicos; excavaciones, explotación, instalaciones; prevención y protección contra incendios; explosivos; transporte de trabajadores, transporte de materiales, instalaciones eléctricas, maquinaria y equipo e inundaciones.

El apartado 10 está dedicado al EPP indispensable para el personal que labora en las minas, el cual debe ser seleccionado de acuerdo a la NOM-017-STPS-2008, así como define el procedimiento para su uso adecuado y mantenimiento; mientras que en el apartado 11, se precisan las autorizaciones necesarias para realizar actividades mineras y la información mínima que deben contener.

La vigilancia a la salud de los trabajadores se aborda en el apartado 12, donde se especifican los aspectos que debe contener el programa para vigilar la salud del personal ocupacionalmente expuesto, el cual deberá estar firmado por el patrón y avalado por los servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo.

La norma también obliga a la estructuración de un plan de emergencias con características y especificaciones, contenidas en su apartado 13, así como al otorgamiento de capacitación al personal del centro de trabajo, tema que se describe en el apartado 14, y al registro e investigación de accidentes y siniestros, cuyos requisitos se detallan en el apartado 15.

La obligación de contar con unidades de verificación acreditadas y aprobadas para que evalúen el cumplimiento de la NOM-023-STPS-2012 se halla establecida en el apartado 16, donde también se especifican los datos que la evaluación debe contener sobre el patrón y la propia unidad de verificación. Finalmente, en el apartado 17, se desglosa el procedimiento para la evaluación de la conformidad.

## **4.2 Instrumentos internacionales**

La OIT, creada en 1919, comenzó su labor en el ámbito de la minería en 1930 con la celebración de la primera reunión internacional en Johannesburgo, Sudáfrica, enfocada en materia de prevención de la neumoconiosis y realizada tras detectar la necesidad de disponer de lineamientos dirigidos a las actividades de este sector, para el cual se prepararon y publicaron seis repertorios de recomendaciones prácticas, entre los más recientes: *Seguridad e higiene en las minas de carbón* (1986) y *Seguridad y salud en minas a cielo abierto* (1991). Un año después, México se integró a esta organización internacional como uno más de sus Estados miembros.

A partir de 1945, se integró a la OIT la Comisión del Carbón, la cual, de ese año a la fecha, ha celebrado 12 asambleas internacionales, así como, desde 1957, ha organizado reuniones técnicas tripartitas entre Estados, empleadores y trabajadores de minas de carbón.

Las acciones anteriores han permitido exponer y examinar problemas sociales y laborales del sector. Por ejemplo, como resultado de la reunión de la Comisión celebrada en 1988, el informe final señalaba en su conclusión no. 89: “Si bien las neumoconiosis disminuyen en algunos países, continúan constituyendo un grave problema en otros, de esta manera, exigirán esfuerzos constantes para su eliminación.

Las enfermedades originadas por los ruidos y las vibraciones, así como los riesgos toxicológicos debidos al uso más extendido (mayor exposición) de productos químicos y de los disolventes, requerirán la elaboración de medidas orientadas a la prevención y el control de éstas enfermedades y riesgos” (OIT, 1994). Asimismo, expresaba la importancia de notificar la ocurrencia de accidentes y el padecimiento de enfermedades profesionales, en tanto: “una evaluación plena del alcance de los problemas de seguridad y salud en el trabajo en la industria del carbón resulta difícil a causa de la carencia de datos estadísticos completos en gran número de países. Además, la carencia de un sistema normalizado de presentación de informes hace difícil establecer comparaciones entre países” (OIT, 1994).

Cabe señalar que la elaboración de la clasificación internacional de radiografías de neumoconiosis fue una importante aportación para la salud laboral en el sector minero, pues permitió evaluar la capacidad pulmonar y la progresión de la enfermedad, por lo que los Estados miembro han recurrido a este sistema para establecer un diagnóstico temprano, así como para implementar medidas de prevención.

Igualmente, como resultado de las reuniones técnicas, en 1990, la Comisión publicó una lista de casi 100 conclusiones y resoluciones, integradas en el documento denominado *Coal mineworkers charter*, donde también se incluyó información unificada relativa a diversos aspectos de las condiciones sociales y de trabajo propias de las minas de carbón, así como una serie de pautas político-sociales específicas que, si bien no son de observancia obligatoria ante la ley, pueden ser consideradas como un código mínimo de regulaciones sociales e internacionales (OIT, 1994).

Por otro lado, en 1992, se presentó el Programa Internacional para el Mejoramiento de las Condiciones del Medio Ambiente de Trabajo (PIACT, por sus siglas en inglés) en el marco de la *Conferencia sobre salud y seguridad en la industria minera*, celebrada en Hulten, Alemania, organizada por la Federación Internacional de Mineros y con la OIT como uno de los patrocinadores. Además, esta entidad ha colaborado también con el Organismo Internacional de Energía Atómica en lo relacionado a la protección contra las radiaciones y la seguridad en la extracción y molturación de minerales radiactivos (OIT, 1994).

A lo largo de los años, la OIT ha emitido diversos instrumentos que guardan una relación directa o indirecta con la seguridad y la salud en las minas, en la tabla 5 se presentan aquellos que México ha ratificado.

**Tabla 6.** Ratificaciones mexicanas sobre seguridad y salud laboral relacionadas con minería.

<b>Instrumento</b>	<b>Año (número)</b>
<b>Convenio sobre el trabajo subterráneo (mujeres)</b>	1935 (45)
<b>Recomendación sobre la inspección de trabajo (minas y transporte)</b>	1947 (82)
<b>Convenio sobre la edad mínima de trabajo (trabajo subterráneo)</b>	1965 (123)
<b>Recomendación sobre la edad mínima de trabajo (trabajo subterráneo)</b>	1965 (124)
<b>Recomendación sobre el empleo de los menores (trabajo subterráneo)</b>	1965 (125)
<b>Convenio sobre protección de la maquinaria</b>	1963 (119)
<b>Convenio de protección contra las radiaciones</b>	1969 (115)
<b>Recomendación sobre el medio ambiente de trabajo (contaminación del aire, ruido y vibraciones)</b>	1977 (156)
<b>Recomendación sobre la seguridad y salud de los trabajadores</b>	1981 (164)
<b>Convenio sobre los productos químicos</b>	1990 (170)
<b>Recomendación sobre seguridad y salud en las minas</b>	1995 (183)
<b>Convenio sobre las peores formas de trabajo infantil</b>	1999 (182)

Fuente: OIT, 1994.

Entre los convenios estrechamente relacionados con el sector minero que no han sido ratificados por México destacan los siguientes: 1) Convenio sobre el medio ambiente de trabajo (contaminación del aire, ruido y vibraciones (1977 no. 148); 2) Convenio sobre la seguridad y salud de los trabajadores (1981 no. 155); 3) Convenio sobre asbestos (1986 no. 162); 4) Protocolo relativo al convenio (revisado) sobre trabajo nocturno (mujeres) (1990 no. 89); y 5) Convenio sobre seguridad y salud en las minas (1995 no. 176) (OIT, 1994).

## 5. Evaluación de la salud laboral en la empresa minera

En este capítulo se describen los tipos de estudios empleados durante la realización de la presente investigación, las características que los definen y sus propósitos. Consecutivamente, se expone el modelo utilizado para realizar el estudio de la salud empresarial, así como los demás instrumentos o medios para la recolección, captura, procesamiento y análisis de la información obtenida en campo. Finalmente, se detalla el proceso llevado a cabo con el fin de alcanzar el objetivo específico de este estudio.

### 5.1 Estudio de la seguridad y salud en el trabajo

Durante la realización de la presente estudio fue de tipo observacional, transversal y descriptivo, cuyas características particulares se detallan a continuación.

**Observacional.** Tiene como objetivo principal registrar y medir acontecimientos, como su nombre lo indica, a través de la observación y sin intervenir en el curso natural de los mismos (Gordillo, Medina & Pierdant, 2012; Méndez-Ramírez, Namihira-Guerrero, Moreno-Altamirano & Sosa-de Martínez, 1990).

**Transversal.** Se caracteriza por realizarse en un momento determinado (Moya, 1986), de forma única (Manterola & Otzen, 2014) y sin contar con una hipótesis a verificar; así mismo, puede demostrar una relación de causalidad (Fuentelsaz, Icart & Pulpón, 2006, Hernández-Ávila, Garrido-Latorre & López-Moreno, 2000), pues mide la causa y el efecto de manera simultánea (Noriega, 1981, Gordis, 2008). Puede decirse que es como tomar una fotografía de la población materia de estudio en un cierto momento o hacer un corte a través de ella, lo cual permite capturar, al mismo tiempo, las variables que se pretenden estudiar.

**Descriptivo.** Tiene la finalidad de definir las características de la materia de estudio a través de la medición de un grupo de variables que permiten conocer sus problemas y necesidades (Fuentelsaz, Icart & Pulpón, 2006), para los fines de esta investigación, aquellos relativos a la empresa minera. Se concentran en una población única respecto de la cual no existen hipótesis centrales y cuya descripción se deriva del grupo de variables. Cabe señalar que los resultados obtenidos por medio de esta metodología sientan las bases para investigaciones futuras, pues son útiles en las etapas iniciales de nuevos estudios sobre temáticas similares, en este caso específico, de otros fenómenos de salud laboral.

## 5.2 Estructura y elementos del modelo de verificación

A fin de analizar la salud laboral de una empresa minera del estado de Hidalgo, se empleó el modelo denominado Verificación, Diagnóstico y Vigilancia de la Salud Laboral en la Empresa (PROVERIFICA), el cual, basado en la observación directa y la revisión documental, sirve a los objetivos de evaluar y analizar la seguridad y salud en el trabajo en las entidades productivas, con un enfoque dirigido a la cuantificación de la eficacia en materia de seguridad y salud en el trabajo, su incremento y la promoción de mejoras en materia de salud laboral en las empresas (Franco, 2003).

Debido a que el modelo PROVERIFICA tiene como propósito fundamental el coadyuvar en el avance y desarrollo de técnicas y procedimientos para mejorar la salud de los trabajadores, a un bajo costo, lo cual permite su implementación en cualquier centro de trabajo (Almirall, Franco, Hernández, Portuondo, Hurtado & Hernández, 2010) a fin de evaluar la salud laboral de forma integral en tres niveles: legal, administrativo y funcional (Franco, 2003).

Para cumplir con su objetivo, el modelo PROVERIFICA está conformado por tres elementos esenciales: 1) la verificación; 2) el diagnóstico; y 3) la vigilancia, los cuales se describe de manera más amplia a continuación.

1) *Verificación*. Se define como la revisión exhaustiva, cíclica y permanente que se realiza por medio de la observación directa y el examen documental a fin de cuantificar la eficacia de la empresa en materia de seguridad y salud en el trabajo, lo cual se lleva a cabo mediante la aplicación de:

a) **Cédula de Información General de la Empresa (CIGE)**. Integrada por 3 apartados de información: identificación de la empresa, datos del personal y jornada laboral.

En el primer apartado, identificación de la empresa, se recolectan las siguientes variables: nombre o razón social; dirección y código postal; teléfono; división económica; grupo y fracción industrial; clase de riesgo; grado de siniestrabilidad; y la prima que paga al IMSS por concepto del seguro de riesgos de trabajo.

En apartado correspondiente a los datos del personal se recopila la información relacionada con los trabajadores: número o código de identificación; edad; sexo; categoría; ocupación o puesto de trabajo; antigüedad en la empresa; planta, área o departamento donde labora; turno de trabajo;

sindicalizado o no sindicalizado; eventual (temporal) o de planta (base); menor de edad; mujer en gestación o lactancia; y discapacidad.

En el caso de la jornada laboral, se recaba la información relacionada con la duración de: jornada por turno; trabajo por horas; rotación de turnos; guardias; doble turno; horas extra; tarea; destajo; bonos o primas; pausas de trabajo; descanso semanal; y vacaciones.

b) **Diagramas Complejos de Seguridad y salud en el trabajo (DCST)**. Sirven para aplicar una metodología de índole cualitativa mediante las técnicas y procedimientos descriptivos de la etnografía. Su objetivo principal consiste en reproducir la riqueza y complejidad del proceso laboral, a fin de superar las limitaciones impuestas por el estudio de los centros de trabajo desde la perspectiva parcial de las mediciones puntuales. Los DCST se encuentran constituidos por tres elementos:

1) diagramas de flujo de proceso de trabajo: representaciones gráficas y ordenadas de las diferentes fases o etapas del proceso laboral construidas a partir de diagramas de bloques o mediante el uso de la simbología de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME, por sus siglas en inglés);

2) descripción del diagrama de flujo: sintetiza los elementos del proceso de trabajo por medio de las preguntas: ¿qué se hace?, ¿con qué se hace? y ¿cómo se hace?;

3) cuadros resumen de los diagramas complejos: muestran de forma sencilla las relaciones entre el proceso de trabajo y la salud de los trabajadores por medio de seis columnas relacionadas entre sí, las cuales son: fase o etapa de proceso laboral; riesgos y exigencias; probables daños a la salud; número de trabajadores expuestos; medidas preventivas; y propuesta de acciones preventivas. En la tabla 1 se presentan los cinco grupos clásicos de riesgos y exigencias.

c) **Cuestionario de Verificación (CV)**. Instrumento que sirve para captar información, cuantificar el estado actual o grado de avance de las empresas en relación a la seguridad y salud en el trabajo mediante un estimador principal: el Porcentaje de Eficacia (PE). El CV está estructurado en 10 capítulos, los cuales se detalla en la tabla 7 con sus números correspondientes de apartados y preguntas, 53 y 668 en total respectivamente.

**Tabla 7.** Estructura del Cuestionario de Verificación del Modelo PROVERIFICA.

Diagnóstico		Apartados	Preguntas
<b>I.</b>	<b>Evaluación Preliminar de la Empresa</b>	10	95
<b>II.</b>	<b>Intervención de los Niveles Directivos</b>	7	64
<b>III.</b>	<b>Inducción y Capacitación</b>	3	43
<b>IV.</b>	<b>Seguridad e Higiene</b>	5	51
<b>V.</b>	<b>Ecología (Medio Ambiente)</b>	8	63
<b>VI.</b>	<b>Servicios de Salud de los Trabajadores</b>	5	73
<b>VII.</b>	<b>Protección Civil</b>	4	36
<b>VIII.</b>	<b>Suministro de Materiales, Ingeniería y Mantenimiento</b>	3	29
<b>IX.</b>	<b>Inspección y Auditoría</b>	3	24
<b>X.</b>	<b>Marco Legal, Metodologías de Estudio y Programas Preventivos</b>	5	190
Total		<b>53</b>	<b>668</b>

Fuente: Franco, 2000.

Cada pregunta del documento de verificación debe responderse con alguna de las cuatro opciones de respuesta: **SÍ**, **PM** (parcialmente), **NO** y **NA** (no aplica). Si se responde **SÍ**, significa que la empresa cumple con el aspecto evaluado o cuenta con los documentos respectivos que avalan la aserción o la observación directa correspondiente a las características de cada pregunta particular; la respuesta **PM** aplica cuando la empresa no cumple totalmente o de manera satisfactoria con el elemento evaluado; si la empresa no cumple en absoluto con lo evaluado, debe contestarse **NO**; mientras que la opción **NA** debe ocuparse en tres situaciones: 1) cuando el centro de trabajo no tiene la obligación legal de cumplir con el concepto evaluado; 2) dadas las características particulares del establecimiento; y 3) cuando a petición expresa de la empresa se realiza una evaluación parcial de los diferentes contenidos del CV.

El valor simple que tiene cada una de las cuatro opciones de respuesta siempre será igual a 1; por lo que corresponde a la modalidad de valor predeterminado para cada opción de respuesta, los valores asignados son: **SÍ**=2, **PM**=1 y **NO**=0.

Las respuestas del CV y las observaciones realizadas deben registrarse en una hoja estándar, en cuya parte inferior derecha se distinguen seis conceptos y sus respectivas casillas, en las cuales están anotados los resultados correspondientes: a) total esperado; b) total real; c) porcentaje de cada total real; d) índice esperado; e) índice real; y f) porcentaje de eficacia. (Para consultar la memoria de cálculo de ésta metodología V. Franco, 2003).

En este contexto, el valor esperado es la cifra teórica, ideal o deseable que debe alcanzar cualquier empresa estudiada; mientras que el valor real es el que se obtiene como resultado directo del proceso de verificación. Por su parte, el porcentaje de eficacia es la expresión numérica de la capacidad o fortaleza

que tiene la empresa para resolver sus problemas de salud laboral; el valor numérico resultante se sitúa en alguno de los rangos de calificación, cada uno de los cuales se corresponde con una expresión literal del nivel de eficacia de la empresa, a fin de obtener la conversión de índices como se muestra en la tabla 8.

**Tabla 8.** Valores de conversión de índices

<b>Expresión numérica Porcentaje de Eficacia</b>	<b>Expresión literal Nivel de Eficacia</b>
<b>0 a 39</b>	Nulo (N)
<b>40 a 59</b>	Muy Malo (MM)
<b>60 a 79</b>	Malo (M)
<b>80 a 89</b>	Bueno (B)
<b>90 a 100</b>	Muy Bueno (MB)

Fuente: Franco, 2000.

Es importante señalar que el rubro de observaciones, ubicado en la parte inferior de las hojas estándar del CV, se utiliza para hacer una descripción, lo más detallada posible, de todos los problemas, fallas o incumplimientos de la empresa detectados durante el proceso de verificación, los cuales deben especificarse en el siguiente orden: a) numeral para identificar la pregunta; b) ubicación precisa del lugar donde se detectó la falla; c) en qué consiste el problema y; d) ordenamiento legal (ley, reglamento o norma) o referencia (bibliografía nacional o internacional) que puedan servir para consultar y resolver el problema en cuestión. Cabe puntualizar que este apartado es fundamental para estructurar la propuesta de intervención, pues es a partir del conocimiento de las fallas o incumplimientos del centro de trabajo que se inicia el proceso para superar los problemas detectados y vigilar la salud laboral de los trabajadores.

2) *Diagnóstico*. Esta etapa consiste en realizar tres tareas fundamentales: elaboración de resultados, conclusiones y recomendaciones.

Con el fin de presentar los resultados de una manera práctica y sencilla, el modelo PROVERIFICA propone utilizar gráficas de barras y cuadros de resumen (tablas estadísticas).

Las gráficas empleadas de acuerdo con su propósito específico son: barras simples, utilizadas para ilustrar los puntajes correspondientes al total esperado y a los totales reales obtenidos de la verificación; barras apareadas, que sirven para representar las diferencias entre el índice esperado y el índice real de cada capítulo de la verificación; y barra simple que muestra la perspectiva general del porcentaje de eficacia de todos los capítulos evaluados.

Por su parte, los cuadros de resumen permiten ubicar cada uno de los capítulos evaluados de la verificación y las calificaciones exactas obtenidas en cada rubro, donde se consignan los totales esperados, los totales reales y sus respectivos porcentajes, los índices esperados, los índices reales, los porcentajes de eficacia y los niveles de eficacia.

Es importante señalar que las gráficas siempre deben ir acompañadas de sus cuadros de resumen correspondientes, ya que las primeras permiten observar una panorámica general y fácil de interpretar, mientras que los segundos las complementan al mostrar los resultados exactos de los diversos aspectos evaluados en la verificación.

3) *Vigilancia*. Se entiende como la observación periódica, sistemática y permanente de los centros de trabajo. El modelo PROVERIFICA propone: 1) elaborar gráficas de control basadas en la distribución binomial de probabilidades a fin de establecer límites de control y observar el comportamiento de los eventos en estudio a través del tiempo; y 2) aplicar la prueba de bondad de ajuste, fundamentada en el procedimiento de chi cuadrada, el cual consiste en una prueba estadística para conocer la existencia de probables diferencias significativas entre dos verificaciones.

La vigilancia debe llevarse a cabo, por lo menos, una vez al año, aunque, de ser necesario, los periodos pueden reducirse entre cada verificación, por ejemplo, de 1 a 3 meses según sea la demanda del centro de trabajo o de acuerdo con la existencia de algún problema específico.

### **5.3 El curso de la investigación**

De acuerdo con los alcances propuestos, este estudio requirió llevar a cabo, solamente, los procesos de verificación y el diagnóstico de la empresa minera ubicada en el estado de Hidalgo, para lo cual se realizaron las actividades que se detallan a continuación.

En primer lugar, se realizó una junta ejecutiva con el gerente y los jefes de todas las áreas de la empresa con el fin de explicar la problemática relativa a las condiciones y medio ambiente laboral, lo cual se llevó a cabo con el apoyo de diapositivas que sirvieron para exponer, entre otros temas, los costos asociados a la atención de accidentes o lesiones, los gastos derivados de incapacidades parciales o permanentes, de pérdidas materiales, daños a la infraestructura o generados por una disminución de la producción debida al número de horas hombre perdidas en diversos eventos relacionados con las condiciones y el entorno laboral.

Una vez expuesta la evidencia de la problemática, se planteó la realización del estudio para evaluar de manera integral las condiciones laborales y el medio ambiente del centro de trabajo, para lo cual fueron solicitados los permisos necesarios para el levantamiento de información gráfica y documental durante los recorridos presenciales, así como se entregó un cronograma. Asimismo, se firmó una carta compromiso relativa a la entrega del trabajo final con los resultados, recomendaciones y conclusiones derivadas de la investigación.

Para iniciar la etapa de trabajo en campo, se siguió la planeación previamente establecida con la colaboración de los encargados de área, a fin de realizar el primer recorrido de observación de las instalaciones de la empresa en compañía del jefe de seguridad, higiene y medio ambiente. Más tarde, se llevó a cabo un segundo recorrido, esta vez con el objetivo de recolectar toda la información relativa tanto a los procesos de trabajo, para la elaboración de los DCST, como aquella necesaria para el CV.

De este modo, la información obtenida a partir de fuentes primarias, es decir, aquella recopilada de manera directa durante el trabajo de campo, se complementó con la reunida a través de fuentes secundarias, constituida por los datos y la documentación proporcionados por la empresa. Asimismo, se elaboró una bitácora para registrar datos y eventos relevantes para enriquecer o complementar la investigación. Cabe señalar que durante los recorridos se recabó evidencia fotográfica como medida para apoyar y reforzar los resultados obtenidos en la verificación.

En el proceso de levantamiento de información sobre la salud laboral en la empresa minera se ocuparon 10 días hábiles, tras los cuales el total de la información recabada fue cuidadosamente revisada y seleccionada con el fin de mantener un control de calidad, así como se verificó que todos los datos de los instrumentos de recolección estuvieran completos y con sus respectivas observaciones.

La elaboración de los DCST permitió reconstruir y analizar de manera integral los cuatro elementos del proceso laboral, establecer su relación con la salud de los trabajadores y definir acciones pertinentes para solucionar los problemas detectados.

El primer capítulo del CV, evaluación preliminar de la empresa, se respondió mediante la información obtenida durante los recorridos por las distintas áreas o departamentos del centro de trabajo; mientras que la información correspondiente a los demás capítulos se recolectó mediante una revisión documental directa.

Ahora bien, la información obtenida de la CIGE, los DCST y el CV se capturó en el programa computacional PROVERIFICA, dentro del Edificio Central de la Universidad Autónoma de México, Unidad Xochimilco, donde actualmente se desarrolla el programa de Maestría en Ciencias en Salud de los Trabajadores.

El programa PROVERIFICA está compuesto por las siguientes partes: disco compacto, llave de protección, manual del usuario, artículo científico y cuestionario de verificación. Además, el programa computacional consta de los tres instrumentos de recolección de información: a) CIGE; b) DCST; y el CV. El programa fue utilizado para calcular los porcentajes de eficacia, principal indicador de la metodología empleada para esta investigación.

Para iniciar el programa, debe insertarse la llave, la cual permite su ejecución. El ambiente gráfico de dicho programa computacional consta de: 1) una pantalla de inicio con las opciones iniciar o salir; y 2) una pantalla principal que cuenta con los siguientes menús: archivo, verificaciones, codificaciones, capturas, informes y ?, los cuales se describen a continuación.

El menú archivo consta de las siguientes opciones: respaldar la base y salir; mientras que el menú verificaciones contiene: crear empresa y verificaciones; seleccionar empresa y verificación; y eliminar empresa y verificaciones. El menú codificaciones integra las opciones: puesto de trabajo; plantas o divisiones; áreas/departamentos/secciones; turnos de trabajo; grupos de edad; y grupos de antigüedad en la empresa.

Por su parte, el menú capturas contiene: identificación de la empresa, datos del personal, jornada laboral y diagramas complejos de seguridad y salud en el trabajo; en tanto el menú informes se encuentra constituido por las opciones: identificación de la empresa, datos del personal, jornada laboral, diagramas complejos de seguridad y salud en el trabajo, cuestionario de verificación, observaciones del cuestionario de verificación, hojas de resultados y vigilancia. Por último, en el menú ?, se localizan las opciones: acerca del programa, acerca del modelo y los términos de licencia.

Una vez capturada toda la información, los porcentajes de eficacia resultantes en cada capítulo del CV sirvieron para comparar los valores esperados en contraposición a los valores reales obtenidos.

Finalmente, a partir de los resultados obtenidos mediante el CV, se elaboraron las conclusiones y las recomendaciones relativas a las medidas preventivas y correctivas que se proponen con el fin de contribuir

al mejoramiento de las condiciones y del entorno laboral, así como a la resolución de las problemáticas detectadas en materia de seguridad y salud en el trabajo.

## 6. Resultados

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos de la verificación realizada a la empresa minera localizada en el estado de Hidalgo. En primera instancia, se explican brevemente las actividades que se realizan en la empresa; en segundo lugar, se desglosa la información correspondiente a la CIGE; después, se presentan los DCST acompañados de su descripción respectiva; y, finalmente, se exponen los resultados del CV por medio de cuadros de resumen y gráficas de barra.

### 6.1 Cédula de Información General de la Empresa (CIGE)

#### *Identificación de la empresa*

La empresa en estudio se encuentra localizada en el estado de Hidalgo y se dedica a la explotación y transporte de piedra caliza, la cual, como ya se mencionó, es un mineral no metálico compuesto, principalmente, por carbonato de calcio (calcita).

De acuerdo con el artículo 196 del Reglamento de la Ley del Seguro Social en materia de afiliación, clasificación de empresas, recaudación y fiscalización, el centro laboral pertenece a la división económica número 1 (industrias extractivas), al grupo industrial número 11 (extracción y beneficio de carbón mineral, grafito y minerales no metálicos, excepto sal) y a la fracción industrial número 114 (extracción y beneficio de minerales no metálicos en minas a cielo abierto). En correspondencia con esta clasificación, la compañía está catalogada en el grupo V, por lo que es considerada de **riesgo máximo** (IMSS, 2002).

#### *Datos del personal*

En la empresa minera laboran 125 empleados de género masculino con rango de edad de entre 20 y 64 años, y antigüedad laboral que varía de un año hasta poco más de 40 años. El 100% de los trabajadores cuenta con base.

En relación a los datos anteriores, es importante puntualizar que el 28.8% de los trabajadores pertenece al grupo etario de 20 a 35 años, el 46.4% corresponde al grupo de 36 a 50 años y el 24.8% al de 51 a 65 años. Respecto a la antigüedad laboral, 23.2% de los empleados tiene entre 1 y 10 años en la empresa, 28% corresponde a aquellos que cuentan con 20 y 30 años de servicio, 19.2% se han desempeñado durante 40 años y el 1.6%, integrado por dos trabajadores, han laborado por más de 40 años.

En cuanto a los puestos laborales existentes, estos son: responsables de área, auxiliares, perforistas, mecánicos, soldadores, almacenistas, ayudantes generales, así como operadores de vehículos de carga pesada y operadores de maquinaria pesada, los cuales conforman más del 50% del total de trabajadores.

Por su parte, las áreas de trabajo en las que se encuentra dividida la empresa corresponden a: explotación, que incluye producción-calidad, transporte de carga tanto dentro como fuera de carretera, perforación, voladuras, almacén y taller de transporte y maquinaria pesada; taller y almacén automotriz; clínica; administración; y seguridad, higiene y medio ambiente.

Las oficinas administrativas están ubicadas en un edificio exclusivo para realizar actividades contables y gerenciales; mientras que la clínica para atención preventiva y primaria se localiza en otro edificio, donde también se sitúan, en su propio espacio, las oficinas y el almacén del área de seguridad, higiene y medio ambiente, en la cual laboran un responsable y un auxiliar.

Cabe puntualizar que esta investigación se centró en el estudio de los procesos laborales de explotación y mantenimiento de transporte y maquinaria pesada.

#### *Jornada laboral*

La jornada laboral en la empresa es de ocho horas de lunes a viernes y de siete horas los sábados. El horario de la jornada se halla establecido en función del área de desempeño, de modo que los obreros del taller automotriz, almacenes, perforación-explotación, producción-calidad, seguridad, higiene y medio ambiente, y operadores de vehículos de carga pesada y maquinaria pesada trabajan de lunes a viernes de las 6:00 a las 14:00 horas y los sábados de las 6:00 a las 13:00 horas. Por su parte, aquellos que laboran en el taller de diesel-maquinaria pesada tienen un horario de lunes a viernes de las 7:00 a las 15:00 horas y los sábados de las 7:00 a las 14:00 horas.

Asimismo, existe un segundo turno para el personal del taller automotriz, operadores de vehículos de carga y maquinaria pesada, perforistas y producción-calidad, quienes laboran de lunes a viernes de las 13:00 a las 20:00 horas y los sábados hasta las 19:00 horas. Por otro lado, para los trabajadores de seguridad, higiene y medio ambiente, existe un turno mixto que va de las 11:00 a las 19:00 horas de lunes a viernes y hasta las 18:00 horas, los sábados.

Cabe señalar que en sus dos talleres, así como en los almacenes y el área de explotación, la empresa cuenta con rotación semanal de personal, a excepción de sus encargados respectivos.

Durante la jornada de trabajo, los empleados cuentan, únicamente, con media hora de *lunch* o almuerzo, la cual, si bien tiene un horario de entre las 10 y las 11 de la mañana, depende de la saturación de actividades de cada trabajador, por ejemplo, los operadores de maquinaria pesada almuerzan dentro de las unidades, sin parar de maniobrar; en caso de necesitar hacer uso del sanitario detienen las labores, aunque muchas veces deben contenerse para no interrumpir el proceso productivo.

Ahora bien, cuando existe una demanda muy alta de producción y esta exige la activación del departamento completo de explotación o cuando es necesario realizar algún tipo de mantenimiento especial en maquinaria pesada, la empresa abre un tercer turno, que abarca de las 22:00 a las 6:00 horas, con el fin de evitar cualquier tipo de atraso. En este caso, es importante considerar que la jornada laboral es de 8 horas y no de 7, como lo establece la Ley Federal del Trabajo.

Por otro lado, la empresa establece los dobles turnos cuando la demanda productiva o de acarreo de material es alta y el tiempo límite para realizar las labores es muy corto; y cuando el personal no es suficiente para cubrir el segundo turno por incapacidad o vacaciones, por lo que algún trabajador del primer turno debe cubrir la ausencia. Estos turnos son pagados de acuerdo a lo establecido en el artículo 68 de la Ley Federal del Trabajo.

Por otra parte, a fin de cubrir días festivos o llevar a cabo labores adicionales por demanda de piedra caliza (área de explotación), atención de las necesidades productivas (mantenimiento y almacenamiento) y supervisión de dichas actividades (encargados y seguridad, higiene y medio ambiente), se programan guardias cuyos horarios pueden variar en función de las actividades que se realicen en cualquiera de las áreas de la empresa. Las horas de guardia en días festivos, si estos se hallan considerados dentro de las fechas establecidas en el calendario de la Ley Federal del Trabajo, se pagan de acuerdo a su artículo 73, de lo contrario, se pagan con tiempo libre que el trabajador puede ocupar posteriormente.

En cuanto a los días de descanso, los trabajadores gozan de un día a la semana, comúnmente el domingo, aunque si han cubierto guardias, pueden llegar a tomar otro día o recibir el pago correspondiente según lo estipulado en la Ley Federal del Trabajo en sus artículos del 70 al 73.

En el caso de las vacaciones, el área de recursos humanos se encarga de calendarizarlas anualmente. Con el fin de evitar el déficit de personal en ciertas áreas especializadas, y de acuerdo con el artículo 76 de la Ley Federal del Trabajo, los periodos se establecen en función de la antigüedad laboral: a quienes poseen mayor tiempo al servicio de la empresa se les otorgan al inicio del año. Si el empleado desea vacaciones en otro periodo específico, debe solicitarlas con antelación a través de un memorándum para que el personal de recursos humanos verifique la disponibilidad de personal para cubrirlo durante su ausencia.

## **6.2 Diagramas Complejos de Seguridad y salud en el trabajo (DCST)**

Las instalaciones de la empresa minera están integradas por una nave industrial que alberga tanto el taller automotriz como un almacén. A aproximadamente 50 m de este local se encuentra la oficina de seguridad, higiene y medio ambiente, y junto a ella se ubica la clínica que pertenece a la empresa, las cuales se hallan a una distancia de cerca de 300 m de las oficinas administrativas. A poco más de 7 km de estos establecimientos se encuentra la cantera, en cuya superficie se localizan: el taller de maquinaria pesada y su respectivo almacén, las oficinas del taller, el almacén para vehículos de carga, las áreas de perforación y producción-calidad, un estacionamiento para vehículos y maquinaria de carga pesada, un tanque de diesel, una caseta de vigilancia, así como un triturador y una báscula, que pertenecen a una compañía cementera.

Acerca de los procesos de trabajo desarrollados en la empresa, se identifican dos: 1) *explotación*, conformado por las actividades realizadas para la voladura y la obtención y transporte de la piedra caliza, las cuales se llevan a cabo dentro del perímetro de la cantera; 2) *mantenimiento*, cuyas tareas tienen como objetivo principal garantizar el buen funcionamiento de las instalaciones, maquinaria, herramienta y equipo necesario para llevar a cabo tanto los trabajos de explotación como las labores individuales.

Para ambos procesos de trabajo, la información de los resultados obtenidos a partir de los DCST se presenta en el orden siguiente: 1) descripción general de proceso de trabajo; 2) diagrama de flujo de proceso de trabajo; 3) descripción del diagrama de flujo del proceso de trabajo (DFPT); y 4) cuadro de resumen de los DCST.

**Descripción general del proceso de trabajo de explotación.** En este proceso se llevan a cabo diversas tareas para la explotación y transporte de la caliza. Estas actividades inician con el barrenado de roca, la carga de explosivo y la voladura, la cual se realiza por medio de reacciones químicas que provocan una

explosión con el fin de fragmentar el banco de mineral en fracciones menores que puedan ser recogidas, levantadas y transportadas, mediante la maquinaria existente, a una báscula y, después, a la entrada del triturador.

Durante las etapas de este proceso de trabajo se utilizan diversas materias primas, entre ellas: explosivos, detonantes, disolventes orgánicos, lubricantes, aceites, diesel, sustancias de limpieza, detergentes o sustancias para eliminar de las manos hidrocarburos de alta densidad. Por su parte, los instrumentos y maquinaria empleados para realizar las labores son muy heterogéneos, por ejemplo, para el barrenado se utiliza un *track drill* o máquina perforadora de piedra con compresor, mientras que para la carga de explosivos se emplean palas, picos y martillos convencionales, todo depende de la labor que se realice. Los operadores de maquinaria y carga pesada mueven pedales, palancas y otros dispositivos electromecánicos para hacer funcionar sus unidades; los obreros de los talleres utilizan desde equipo para soldar hasta llaves, desarmadores o martillos; y los almacenistas emplean escaleras, carretillas de carga y estantes.

Al final del proceso laboral, los camiones de carga tipo *dumper* vuelcan rocas de caliza, de un diámetro aproximado menor a 50 cm, en la entrada de un triturador de roca. En la figura 3 se muestra el DFPT de la etapa de explotación.

**Figura 3.** Diagrama de flujo del Proceso de Trabajo (DFPT).  
Explotación.  
Empresa minera, 2017.



Empresa minera, 2017.

Fuente: Recorridos de observación, empresa minera, junio 2017.

**Tabla 9. Descripción del DFPT de explotación**  
 Empresa minera, 2017.

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	¿Qué se hace?	¿Con qué se hace?	¿Cómo se hace?
Almacén de explosivos	<p>Consta de dos polvorines. En uno se almacenan los explosivos y en otro los detonantes, que posteriormente son enviados en camionetas a la voladura.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• manualmente</li> <li>• camión y camioneta</li> </ul>	<p>Los trabajadores del primer polvorín cargan los bultos del explosivo granulado, con un peso de 25 kg c/u, y los depositan en un camión de carga con características especiales. En el otro polvorín, cargan los detonantes en un baúl de madera hacia la camioneta. Por día de voladura se utilizan entre 150 y 170 bultos, de 4 a 6 personas se encargan de la tarea, por lo que, en promedio, cada obrero carga 32 bultos en aproximadamente 12 segundos y recorren 10 m con la carga. Dentro del vehículo se encuentra otra persona que apila cada costal de forma manual. Dicha tarea es realizada dos veces a la semana.</p>

(Continúa)

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	¿Qué se hace?	¿Con qué se hace?	¿Cómo se hace?	
Almacén de herramientas	Consta de dos almacenes, uno se localiza en la cantera y el otro dentro del taller automotriz. En ambos se almacenan herramientas e insumos para diversas áreas, en especial para las de mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• manualmente</li> </ul>	Los almacenistas proveen todo tipo de equipo e insumos para las unidades de carga y maquinaria pesada; asimismo, surten herramienta diversa de acuerdo a las necesidades de cada departamento, otorgan el uniforme de trabajo y, en algunos casos, determinado EPP.	 
Barrenado	En los bancos de caliza se hacen agujeros de profundidad variable de acuerdo a una plantilla previamente diseñada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• manualmente</li> <li>• <i>track drill</i> compresor</li> </ul>	<p>El personal hace barrenos, con una máquina llamada <i>track drill</i>, en bancos de caliza determinados, para lo cual se diseña una plantilla de acuerdo a las características del terreno a explotar, donde 2 personas la marcan con cinta métrica y pintura en aerosol. Los barrenos tienen un diámetro aproximado de 6 pulgadas y una profundidad variable de entre 15 y 16 m.</p> <p>Tres obreros perforan hasta 10 barrenos diarios por turno. Una plantilla tiene entre 25 y 30 barrenos, por lo que una configuración típica se termina en 3 turnos. En ocasiones, dos cuadrillas trabajan al mismo tiempo en diferentes bancos y esto depende de la producción mensual requerida; en el primer turno, casi siempre, laboran ambas cuadrillas.</p>	 

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	¿Qué se hace?	¿Con qué se hace?	¿Cómo se hace?
			<p>Los trabajadores respetan su media hora de almuerzo y detienen totalmente las labores durante ese lapso.</p> <p>El proceso de perforación de roca caliza puede producir un exceso de polvo muy fino, el cual con el viento puede formar una nube de hasta 15 m de largo y 5 m de alto; entre más compacto sea el material del banco, mayor será la producción de polvo, en ocasiones no se produce.</p> <p>A veces los barrenadores se encuentran con cavernas o fallas en el terreno que pueden llegar a ser peligrosas, tanto por el peso de la maquinaria como por la vibración que genera, pues algún trabajador, con o sin maquinaria, puede caer en ellas con consecuencias mortales.</p> <p>Además, durante la jornada, los trabajadores se encuentran expuestos al ruido constante producido por la perforadora y su compresor, lo cual impide que exista comunicación entre ellos; asimismo, están en contacto con vibraciones generadas por la máquina al llevarla de un sitio a otro o al ser manipulada durante la perforación.</p>

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	¿Qué se hace?	¿Con qué se hace?	¿Cómo se hace?
			<p>En la cantera las condiciones de temperatura son muy variables; son comunes los días muy soleados después de las 9 de la mañana y hasta las 5 de la tarde; antes y después de este horario la temperatura desciende drásticamente y existe viento constante de más de 3 km/h y velocidades más altas en días lluviosos o con temporal.</p>
Transporte de explosivo	El explosivo y el detonante se transportan desde el polvorín hacia la cantera.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• manualmente</li> <li>• 2 camionetas y 1 camión</li> </ul>	<p>Dos trabajadores suben en cada camioneta de carga, uno conduce y el otro le acompaña en caso de emergencia. Se recorre una distancia de alrededor de 3 km del polvorín a la cantera; en todo momento deben estar atentos a los sonidos o movimientos producidos por la carga y no deben rebasar la velocidad máxima permitida para transportar explosivos (50 km/h en carretera y 10 km/h en cantera) ni la distancia entre vehículos (mínima de 20 m).</p> <p>Dadas las características del cargamento, esta actividad es causa de estrés y nerviosismo constante entre los trabajadores. Los supervisores monitorean el recorrido por radio y el encargado de seguridad e higiene, además de mantenerse en contacto permanente con</p>

(Continúa)

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	¿Qué se hace?	¿Con qué se hace?	¿Cómo se hace?	
			ellos, debe verificar, antes de salir del polvorín, que todos los vehículos tengan sus torretas funcionando y encendidas, al igual que sus luces durante todo el trayecto.	
Carga de explosivos	Los explosivos y detonantes se descargan para colocarlos en los barrenos y se prepara la zona de voladura.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• manualmente</li> </ul>	<p>Una vez que las camionetas con los bultos de explosivo (25 kg) y los detonantes (aproximadamente 30 kg) llegan a la cantera, el personal coloca los costales en cada barreno mediante el siguiente procedimiento: un trabajador ubicado sobre la camioneta pasa los bultos, de uno a uno, a otros obreros, quienes los cargan hasta cada agujero. Esta actividad la llevan a cabo entre 5 y 6 obreros que, por barreno, bajan hasta 5 costales por persona y, en conjunto dan hasta más de 15 vueltas, cada una de aproximadamente 3 m o menos.</p> <p>Posteriormente, 1 o 2 trabajadores comienzan a preparar las cargas de alto explosivo (contenido semilíquido en envolturas plásticas en forma de salchichón) con los detonantes y el explosivo granulado, de la siguiente manera: toman un alto explosivo y un detonante (mecanismo detonador con cordón de 15 m de longitud); con ayuda de una navaja hacen un corte pequeño en el extremo del alto explosivo, de manera que penetre el mecanismo hasta 10 cm de profundidad; después, se hacen unos amarres alrededor del cuerpo del salchichón de forma que el detonante no se suelte o salga. Por cada barreno, se coloca una preparación similar.</p>	   

(Continúa)

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	¿Qué se hace?	¿Con qué se hace?	¿Cómo se hace?	
			<p>Al finalizar de amarrar el cordón, el trabajador desliza y baja manualmente el salchichón hasta poco antes de tocar el fondo del barreno y se procede a llenarlo con explosivo granulado, de manera que quede fijo y empacado; el final del cordón se amarra a una vara de madera para que no se deslice al fondo por el peso de la carga.</p>	  
Voladura	Se lleva a cabo la detonación retardada electrónica a control remoto del banco de piedra caliza.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• manualmente</li> <li>• camión</li> </ul>	Al terminar de preparar cada carga, se cubren los barrenos con el producto del barrenado por medio de palas; se desamarran los maderos y se comienza a conectar cada extremo del cable del detonador a un cordón detonante, el cual, a su vez, es conectado a un dispositivo electrónico que el especialista programa y detona a distancia por secuencia de retardo.	 

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	¿Qué se hace?	¿Con qué se hace?	¿Cómo se hace?
			<p>Tras el visto bueno del término de las labores de carga en el banco a volar por parte de los encargados de voladuras, de seguridad, higiene y medio ambiente y el especialista, se activa una sirena, instalada en una de las camionetas de carga de explosivos, cuya torreta también está en funcionamiento, para dar aviso a todo el personal de la cantera de la ejecución de la voladura. Al término del recorrido para salvaguardar a los trabajadores, los encargados se alejan a un punto desde donde pueden ver el proceso de voladura y confirmar que están listos para iniciarla; después, un trabajador comienza una cuenta regresiva de 5 segundos previos a la detonación, sobre cuya finalización también se da aviso.</p> <p>Durante las dos voladuras observadas durante el recorrido tuvieron lugar desprendimientos de rocas aledañas, derrumbes y proyección de material, de hasta 10 cm de diámetro, a más 500 m de distancia del punto de explosión; además, se observó la formación de una nube de polvo (aproximadamente de 200 m) que se fue depositando de forma natural en las zonas adyacentes, así como, en las laderas de los bancos, pudieron notarse deslaves provocados como consecuencia del microsismo generado por la explosión.</p>



Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	¿Qué se hace?	¿Con qué se hace?	¿Cómo se hace?	
Inspección	Se hace una revisión exhaustiva de explosivo o detonante sin activar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• manualmente</li> </ul>	Al terminar la voladura del banco, el personal encargado revisa la zona mediante la observación directa (no se mencionó el uso de alguna metodología para llevarla a cabo) para determinar si las condiciones de seguridad son adecuadas para iniciar los trabajos de extracción. Durante el recorrido se mencionó que, en caso de existir alguna sospecha de peligro en el área, se da aviso al personal especializado en explosivos para el tratamiento pertinente. En los días de visita no se detectó ningún problema.	
Extracción	Se realiza la recolección de los trozos o fragmentos de piedra caliza obtenidos de la voladura.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• retroexcavadora y trascabo</li> <li>• rotomartillos</li> <li>• <i>dumpers</i> y camiones</li> </ul>	<p>La extracción de los fragmentos de piedra caliza comienza cuando el departamento de explotación da su visto bueno, tras lo cual entran en el lugar maquinarias pesadas manipuladas por operadores especializados.</p> <p>El obrero encargado de operar el rotomartillo, mediante movimientos repetitivos verticales que impactan con gran cantidad de fuerza, rompe las rocas de mayor dimensión que no puede cargar la retroexcavadora. Simultáneamente, el operador de la retroexcavadora o del trascabo comienza a recoger el mineral ya quebrado para, después, levantar la carga con un cucharón, cuya capacidad es de entre 10 y 15 toneladas, y desplazarla hasta la caja de un camión tipo <i>dumper</i> estacionado, la cual es llenada con entre 4 y 6 cucharadas en menos de 2 minutos. Al mismo tiempo, otros camiones de carga, tipo fuera de carretera, ya se encuentran en camino o en espera de turno para ser cargados.</p>	  

(Continúa)

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	¿Qué se hace?	¿Con qué se hace?	¿Cómo se hace?
			<p>En un turno laboral el operador de la retroexcavadora o del trascabo realiza un promedio de hasta 800 cucharadas y lleva a cabo maniobras de avance y retroceso velozmente; mientras el operador del rotomartillo realiza, por lo general, el mismo tipo de movimientos, aunque a veces debe realizar maniobras para subir a las rocas y alcanzar las más lejanas.</p> <p>Los operadores de la retroexcavadora o del trascabo, así como quienes conducen el rotomartillo no tienen oportunidad de detener sus labores para ingerir alimentos; solo detienen el trabajo para ir al sanitario, situación que postergan en ocasiones.</p> <p>En la zona de trabajo existen derrumbes constantes de bancos superiores, en cuyos filos pueden observarse grietas. Durante la visita se informó que en el pasado han ocurrido accidentes debidos a las características geológicas del terreno.</p> <p>Durante estas tareas, el movimiento de material genera polvo, aunque en menor cantidad que en las actividades de barrenado; además, los trabajadores están expuestos a inclemencias climáticas y las unidades no cuentan con equipo de aire acondicionado para el confort térmico del personal. Otro riesgo evidente es la exposición al ruido durante toda la jornada laboral. En el primer turno, en diferentes bancos, pueden trabajar simultáneamente, de acuerdo con la exigencia de</p>

(Continúa)

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	¿Qué se hace?	¿Con qué se hace?	¿Cómo se hace?
			producción mensual el trascabo o la retroexcavadora y, en ocasiones, el rotomartillo.
Acarreo I	El material del banco en extracción es transportado a la báscula.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>dumpers</i> o camiones de carga</li> </ul>	<p>El acarreo I comienza cuando los camiones de carga están llenos y deben dirigirse rápidamente hacia la báscula especial para este tipo de vehículos; la duración de esta operación depende del banco donde se realiza la carga. Las unidades que transportan el mineral tienen una capacidad de 50 y 40 t, por turno existen 7 unidades, cuando todas se encuentran operando, cada una realiza de entre 38 a 42 viajes, que en conjunto suman hasta 160 viajes.</p> <p>Los trabajadores que realizan los acarreos pueden ingerir sus alimentos por grupos de 2 personas para no detener las labores de movimiento de tierra ni dejar de abastecer al triturador de roca.</p> <p>Los caminos por donde transitan las unidades están parcialmente señalizados y el tránsito de peatones llega a ser peligroso dada la velocidad a la que se desplazan las unidades. Además, durante su circulación, los vehículos dejan una estela de polvo del mineral extraído en la cantera.</p> <p>La mayor parte de la jornada laboral, los operadores están expuestos al ruido que generan tanto sus unidades como la maquinaria pesada. Asimismo, las unidades carecen de clima artificial para mitigar las inclemencias climatológicas del sitio de trabajo.</p>



(Continúa)

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	¿Qué se hace?	¿Con qué se hace?	¿Cómo se hace?
Pesaje	Se pesa la caliza extraída.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• registro electrónico</li> <li>• báscula electrónica de alto calibre</li> </ul>	<p>Los operadores de los vehículos provenientes de la cantera y cargados con piedra caliza posicionan los <i>dumpers</i> sobre la plataforma que forma parte de la báscula electrónica para este tipo de unidades.</p> <p>En una caseta aledaña, personal perteneciente a una empresa externa registra tanto los acarreos realizados por cada unidad de carga, como la cantidad en peso (toneladas) registrada por la computadora de la báscula; al finalizar el turno, los operadores de las unidades recogen un ticket impreso que deben entregar junto con un reporte a su encargado de área, quien se ocupa de realizar estadísticas y control de calidad para, a su vez, reportarlo a la gerencia.</p>
Acarreo II	La carga proveniente de la báscula electrónica se transporta a la entrada del triturador de piedra para volcar en su interior el material.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>dumpers</i> o camiones de carga</li> </ul>	<p>Una vez realizado el registro correspondiente en la plataforma de pesado, los operadores de los camiones <i>dumper</i> salen de ahí y giran las unidades en reversa para colocar sus cajas frente a la entrada del triturador de piedra, dentro del cual se vuelca el mineral que contienen.</p> <p>El volcado dura menos de dos minutos, tras los cuales, las unidades salen rápidamente al siguiente acarreo de piedra caliza; este proceso se repite hasta el término de la jornada de trabajo.</p>

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	¿Qué se hace?	¿Con qué se hace?	¿Cómo se hace?	
			<p>El triturador se encuentra a menos de 100 m de distancia de la báscula. Durante la visita se observaron dentro de las cajas de los vehículos rocas de dimensiones mayores a 1 m de diámetro, las cuales corren el riesgo de caer hacia los costados y, al no existir salvaguardas, poner en peligro a trabajadores y peatones visitantes.</p>	

Fuente: Recorrido de observación, empresa minera, junio 2017.

**Tabla 10.** Cuadro de Resumen del diagrama complejo de seguridad y salud en el trabajo (CRDC) Explotación. Empresa minera, 2017.

Fases o etapas del proceso de trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de
Almacén de explosivos	II. Sustancias químicas de los explosivos	• irritación de vías respiratorias	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• guantes de carnaza</li> <li>• lentes de seguridad con filtro UV</li> <li>• casco</li> </ul>	Medición de contaminar Limpieza regular del área Mascarilla de carbón ac Lentes de seguridad con Trajes especiales de ty Ropa 100% algodón. Capacitación en el uso y Crema tópica protectora
		• bronquitis			
		• conjuntivitis			
		• dermatitis			
	III. Esfuerzo físico intenso	• trastornos músculoesqueléticos		<ul style="list-style-type: none"> <li>• faja</li> </ul>	Análisis ergonómico de Pausas laborales. Calentamiento físico pre Dormir y descansar sufici Colaboración entre com Capacitación en el uso y
		• lumbalgia			
		• trastornos del sueño			
		• fatiga			
III. Posiciones incómodas	• trastorno musculoesqueléticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapatos de seguridad</li> <li>• faja</li> </ul>	Análisis ergonómico de Calentamiento físico pre Intervención primaria a trabajador mismo. Pausas laborales. Capacitación sobre mar Capacitación en el uso y		
	• lumbalgia				
	• tensión muscular				
	• estrés				
	• fatiga				
IV. Trabajo repetitivo	• fatiga	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	Evaluaciones psicométri riesgos psicosociales. Estudio ergonómico de p Rotación de personal. Rediseño de tareas.		
	• estrés				
	• ansiedad				
	• depresión				

(Continúa)

Fases o etapas del proceso de trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• malestar psicológico</li> </ul>			Capacitación sobre mar Pausas laborales.
	IV. Desplazamientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos musculoesqueléticos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• faja</li> <li>• zapatos de seguridad</li> </ul>	Análisis ergonómico de Intervención primaria a trabajador mismo. Capacitación en el uso y Capacitación sobre mar Pausas laborales.
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> </ul>			
V. Accidentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• quemaduras</li> <li>• heridas</li> <li>• traumatismos</li> <li>• estrés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vehículos especiales equipados</li> <li>• señalamientos de seguridad</li> </ul>	Estudio epidemiológico Capacitación para el r explosivos. Capacitación sobre e incendios. Capacitación en el uso y Programa de mantenimi Zapatos antiestáticos. Ropa 100% algodón. Personal de salud capa		
Almacén de herramientas	II. Polvos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• irritación de vías respiratorias</li> <li>• bronquitis</li> <li>• neumoconiosis</li> </ul>	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tapabocas de celulosa</li> <li>• guantes de carnaza</li> </ul>	Medición de contaminar Limpieza regular del área Capacitación en el uso y Lentes de seguridad con Ropa 100% algodón.
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• dermatitis</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• conjuntivitis</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• intoxicaciones</li> <li>• bronquitis</li> </ul>			
	I. Ventilación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dermatitis</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	Evaluación de las condi Mantener orden y limpie Protección respiratoria celulosa. Usar guantes según la h
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conjuntivitis</li> </ul>			

(Continúa)

Fases o etapas del proceso de trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de
					Capacitación en el uso y Lentes de seguridad con Salir en ciertos periodos
	III. Esfuerzo físico intenso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos musculoesqueléticos</li> <li>• lumbalgia</li> </ul>		• faja	Análisis ergonómico de Pausas laborales. Calentamiento físico pre Dormir y descansar sufici Colaboración entre com Capacitación en el uso y
	III. Posiciones incómodas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos musculoesqueléticos</li> <li>• lumbalgia</li> <li>• tensión muscular</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapatos de seguridad</li> <li>• faja</li> </ul>	Análisis ergonómico de Calentamiento físico pre Intervención primaria a trabajador mismo. Pausas laborales. Capacitación sobre mar Capacitación en el uso y
	III. Trabajo sedentario	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tensión muscular</li> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• malestar psicológico</li> <li>• estrés</li> <li>• depresión</li> <li>• ansiedad</li> </ul>		• ninguna	Análisis ergonómico de Intervención primaria a trabajador mismo. Rediseño de las tareas. Realizar activación física Cambio de mobiliario pa
	IV. Desplazamientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos musculoesqueléticos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• faja</li> <li>• zapatos de</li> </ul>	Análisis ergonómico de Intervención primaria a

(Continúa)

Fases o etapas del proceso de trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de
		<ul style="list-style-type: none"> <li>estrés</li> <li>fatiga</li> </ul>		seguridad	trabajador mismo. Capacitación en el uso y Capacitación sobre man Pausas laborales.
	V. Accidentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>heridas</li> <li>aplastamiento</li> <li>traumas</li> <li>estrés</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>casco</li> <li>zapatos de seguridad</li> <li>guantes de carnaza</li> </ul>	Estudio epidemiológico Estudio ergonómico del Capacitación sobre i inseguras y riesgos. Capacitación en el uso y Capacitación sobre man herramientas y maquina Personal de salud capa
Barrenado	I. Radiación por rayos UV	<ul style="list-style-type: none"> <li>quemaduras</li> <li>melanoma</li> </ul>	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>casco</li> <li>paliacate</li> <li>lentes de seguridad con filtro UV</li> </ul>	Revisión diaria del índice Pausas laborales. Bloqueador solar. Capacitación en el uso y
		<ul style="list-style-type: none"> <li>cataratas</li> </ul>			
	I. Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>estrés térmico</li> <li>insolación</li> <li>deshidratación</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>beber líquidos</li> <li>paliacates</li> <li>casco</li> </ul>	Evaluación de las condi Hidratación constante. Pausas laborales.
	I. Ventilación	<ul style="list-style-type: none"> <li>inflamación de vías respiratorias</li> <li>bronquitis</li> </ul>		ninguna	Evaluación de las condi Mantener orden y limpie Usar protección respi activado y celulosa. Lentes de seguridad con Pausas laborales.
		<ul style="list-style-type: none"> <li>dermatitis</li> <li>conjuntivitis</li> </ul>			
I. Ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>cefalea</li> <li>acúfenos</li> </ul>	orejeras	Sonometría. Uso de silenciadores en Capacitación en el uso y		

(Continúa)

Fases o etapas del proceso de trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de
	I. Vibración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos musculoesqueléticos</li> <li>• lumbalgia</li> <li>• lumbociática</li> <li>• hernias</li> <li>• traumatismo</li> <li>• enfermedad de Kienböck</li> </ul>		• ninguna	Estudio de vibraciones. Instalación de aislantes y equipo. Guantes antivibración. Capacitación en el uso y
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos del sistema nervioso central</li> <li>• vértigo</li> <li>• cefalea</li> </ul>			
	I. Iluminación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• deslumbramientos</li> <li>• astenopía</li> <li>• fatiga visual</li> <li>• cefalea</li> </ul>		• lentes de seguridad con filtro UV	Estudio de iluminación. Identificar puntos de iluminación y evitarlos. Pintura acabado mate paredes del centro de tr
	II. Polvos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• irritación de vías respiratorias</li> <li>• bronquitis</li> <li>• neumoconiosis</li> </ul>		• uso de protección respiratoria con filtros duales (carbón activado y celulosa)	Medición de contaminar Limpieza regular del inte Mantenimiento a los filtra Capacitación en el uso y Lentes de seguridad con Ropa 100% algodón.
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• dermatitis</li> <li>• conjuntivitis</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos músculoesqueléticos</li> <li>• lumbalgia</li> </ul>		• faja	Análisis ergonómico de Pausas laborales. Calentamiento físico pre

Fases o etapas del proceso de trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de a
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• fatiga</li> </ul>			Dormir y descansar suficiente. Colaboración entre compañeros. Capacitación en el uso y mantenimiento de la maquinaria.
	I. Posiciones incómodas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos musculoesqueléticos</li> <li>• lumbalgia</li> <li>• tensión muscular</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• faja</li> <li>• zapatos de seguridad</li> </ul>	Análisis ergonómico de la tarea. Calentamiento físico pre-laboral. Intervención primaria a nivel del trabajador mismo. Pausas laborales. Capacitación sobre manejo de la maquinaria. Capacitación en el uso y mantenimiento de la maquinaria.
	IV. Desplazamientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos musculoesqueléticos</li> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• faja</li> <li>• zapatos de seguridad</li> </ul>	Análisis ergonómico de la tarea. Intervención primaria a nivel del trabajador mismo. Capacitación en el uso y mantenimiento de la maquinaria. Capacitación sobre manejo de la maquinaria. Pausas laborales.
	IV. Atención	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tensión muscular</li> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• malestar psicológico</li> <li>• estrés</li> <li>• depresión</li> <li>• ansiedad</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	Evaluaciones psicométricas de los riesgos psicosociales. Intervención primaria a nivel del trabajador mismo. Capacitación y actualización de conocimientos. Capacitación sobre manejo de la maquinaria. Pausas laborales. Dormir y descansar suficiente.
	V. Accidentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• heridas</li> <li>• aplastamiento</li> <li>• traumas</li> <li>• estrés</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapatos de seguridad</li> <li>• guantes de carmaza</li> <li>• casco de seguridad</li> </ul>	Estudio epidemiológico de los accidentes. Inspección del área laboral. Capacitación sobre identificación de riesgos e inseguras y riesgos. Capacitación en el uso y mantenimiento de la maquinaria. Capacitación sobre uso y mantenimiento de la maquinaria.

(Continúa)

Fases o etapas del proceso de trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de a
					Programa de mantenimiento Contar con equipo de ra
Transporte de explosivo	III. Posiciones incómodas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos musculoesqueléticos</li> <li>• lumbalgia</li> <li>• tensión muscular</li> </ul>	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapatos de seguridad</li> <li>• faja</li> </ul>	<p>Análisis ergonómico de</p> <p>Calentamiento físico pre</p> <p>Intervención primaria a</p> <p>trabajador mismo.</p> <p>Pausas laborales.</p> <p>Capacitación sobre man</p> <p>Capacitación en el uso y</p>
	IV. Atención	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tensión muscular</li> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• malestar psicológico</li> <li>• estrés</li> <li>• depresión</li> <li>• ansiedad</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	<p>Evaluaciones psicométri</p> <p>riesgos psicosociales.</p> <p>Intervención primaria a</p> <p>trabajador mismo.</p> <p>Capacitación y actualiza</p> <p>Capacitación sobre man</p> <p>Pausas laborales.</p> <p>Dormir y descansar sufici</p>
	V. Accidentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• heridas</li> <li>• aplastamientos</li> <li>• traumas</li> <li>• estrés</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• vehículo equipado</li> <li>• casco de seguridad</li> <li>• zapatos de seguridad</li> </ul>	<p>Estudio epidemiológico</p> <p>Estudio sobre afluencia</p> <p>Capacitación sobre el tra</p> <p>Capacitación sobre e</p> <p>incendio.</p> <p>Capacitación del perso</p> <p>de seguridad en la mate</p> <p>Capacitación en el uso y</p> <p>Programa de mantenimi</p> <p>Programa de mantenimi</p> <p>Personal de salud capac</p>

Fases o etapas del proceso de trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de
Preparación de cargas explosivas	I. Radiación por rayos UV	• quemaduras • melanoma	10	• casco • paliacate • lentes de seguridad con filtro UV	Revisión diaria del índice. Pausas laborales. Bloqueador solar. Capacitación en el uso y
		• cataratas			
	I. Temperatura	• estrés térmico • insolación • deshidratación		• beber líquidos • paliacate • casco	Evaluación de las condiciones. Hidratación constante. Pausas laborales.
		I. Ruido		• cefalea • acúfenos	• tapones auditivos • orejeras
	I. Iluminación			• deslumbramientos • astenopía • fatiga visual • cefalea	• lentes de seguridad con filtro UV
		II. Polvos		• irritación de vías respiratorias • bronquitis • neumoconiosis	• uso de protección respiratoria con filtros duales (carbón activado y celulosa)
	• conjuntivitis				
	• dermatitis				
	III. Esfuerzo físico intenso	• trastornos musculoesqueléticos • lumbalgia • trastornos del sueño		• faja	Análisis ergonómico de Pausas laborales. Calentamiento físico pre Dormir y descansar sufici Colaboración entre com Capacitación en el uso y
		• fatiga			

(Continúa)

Fases o etapas del proceso de trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de	
	III. Posiciones incómodas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos musculoesqueléticos</li> <li>• lumbalgia</li> <li>• tensión muscular</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapatos de seguridad</li> <li>• faja</li> </ul>	<p>Análisis ergonómico de</p> <p>Calentamiento físico pre</p> <p>Intervención primaria a</p> <p>trabajador mismo.</p> <p>Pausas laborales.</p> <p>Capacitación sobre man</p> <p>Capacitación en el uso y</p>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> </ul>				
	IV. Desplazamientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos musculoesqueléticos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• faja</li> <li>• zapatos de seguridad</li> </ul>		<p>Análisis ergonómico de</p> <p>Intervención primaria a</p> <p>trabajador mismo.</p> <p>Capacitación en el uso y</p> <p>Capacitación sobre man</p> <p>Pausas laborales.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> </ul>				
	IV. Atención	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tensión muscular</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>		<p>Evaluaciones psicométri</p> <p>riesgos psicosociales.</p> <p>Intervención primaria a</p> <p>trabajador mismo.</p> <p>Capacitación y actualiza</p> <p>Capacitación sobre man</p> <p>Pausas laborales.</p> <p>Dormir y descansar sufici</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• malestar psicológico</li> <li>• estrés</li> <li>• depresión</li> <li>• ansiedad</li> </ul>						
V. Accidentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• quemaduras</li> <li>• heridas</li> <li>• aplastamientos</li> <li>• traumas</li> <li>• estrés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• medidas de seguridad en el uso de explosivo</li> <li>• guantes de carnaza</li> <li>• zapatos de seguridad</li> <li>• casco de seguridad</li> <li>• lentes de seguridad con filtro UV</li> </ul>	<p>Estudio epidemiológico</p> <p>Procedimiento para el u</p> <p>Delimitación de zonas ri</p> <p>Capacitación sobre la m</p> <p>de herramientas y maqu</p> <p>Capacitación en el uso y</p> <p>Capacitación sobre e</p> <p>detonantes.</p> <p>Uso de equipo de radioc</p> <p>Guantes de carnaza.</p>			

(Continúa)

Fases o etapas del proceso de trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de
					Ropa 100% algodón. Personal de salud capac
Voladura	I. Radiación por rayos UV	• quemaduras • melanoma	10	• casco • paliacate • lentes de seguridad con filtro UV	Revisión diaria del índice Pausas laborales. Bloqueador solar. Capacitación en el uso y
		• cataratas			
	I. Temperatura	• estrés térmico • insolación • deshidratación		• beber líquidos • paliacate • casco	Evaluación de las condi Hidratación constante. Pausas laborales.
	I. Ruido	• cefalea • acúfenos		• orejeras. • tapones auditivos.	Sonometría. Capacitación en el uso y
	I. Iluminación	• deslumbramientos • fatiga visual • dolores de cabeza		• lentes de seguridad con filtro UV	Estudio de iluminación Estudios sobre la salud
	II. Polvos	• irritación de vías respiratorias • bronquitis • neumoconiosis		• uso de protección respiratoria con filtros duales (carbón activado y celulosa). • guantes de carnaza	Medición de contaminar Limpieza regular del inte Mantenimiento a los filtra Lentes de seguridad con Ropa 100% algodón. Capacitación en el uso y
		• dermatitis			
• conjuntivitis					
III. Esfuerzo físico intenso	• trastornos musculoesqueléticos • lumbalgia	• faja	Análisis ergonómico de Pausas laborales. Calentamiento físico pre Dormir y descansar sufici Colaboración entre com Capacitación en el uso y		
	• trastornos del sueño • fatiga				

Fases o etapas del proceso de trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de	
	III. Posiciones incómodas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos musculoesqueléticos</li> <li>• lumbalgia</li> <li>• tensión muscular</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapatos de seguridad</li> <li>• faja</li> </ul>	<p>Análisis ergonómico de</p> <p>Calentamiento físico pre</p> <p>Intervención primaria a</p> <p>trabajador mismo.</p> <p>Pausas laborales.</p> <p>Capacitación sobre mar</p> <p>Capacitación en el uso y</p>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> </ul>				
	IV. Desplazamientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos musculoesqueléticos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• faja</li> <li>• zapatos de seguridad</li> </ul>		<p>Análisis ergonómico de</p> <p>Intervención primaria a</p> <p>trabajador mismo.</p> <p>Capacitación en el uso y</p> <p>Capacitación sobre mar</p> <p>Pausas laborales.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> </ul>				
IV. Atención	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tensión muscular</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	<p>Evaluaciones psicométri</p> <p>riesgos psicosociales.</p> <p>Intervención primaria a</p> <p>trabajador mismo.</p> <p>Capacitación y actualiza</p> <p>Capacitación sobre mar</p> <p>Pausas laborales.</p> <p>Dormir y descansar sufici</p>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• malestar psicológico</li> <li>• estrés</li> <li>• depresión</li> <li>• ansiedad</li> </ul>					
V. Accidentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• quemaduras</li> <li>• heridas</li> <li>• aplastamientos</li> <li>• traumas</li> <li>• estrés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• medidas de seguridad en el uso de explosivos</li> <li>• guantes de carnaza</li> <li>• zapatos de seguridad</li> <li>• casco de seguridad</li> <li>• lentes de seguridad</li> </ul>	<p>Estudio epidemiológico</p> <p>Capacitación para el uso</p> <p>Capacitación para el uso</p> <p>Capacitación en el uso y</p> <p>Procedimiento para el u</p> <p>EPP completo.</p> <p>Ropa 100% algodón.</p> <p>Personal de salud capac</p>			

Fases o etapas del proceso de trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de a
				con filtro UV	
Inspección	I. Ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cefalea</li> <li>• acúfenos</li> </ul>	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• orejeras</li> <li>• tapones auditivos</li> </ul>	Sonometría. Capacitación en el uso y
	I. Iluminación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• deslumbramientos</li> <li>• fatiga visual</li> <li>• dolores de cabeza</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• lentes de seguridad con filtro UV</li> </ul>	Estudio de iluminación Estudios sobre la salud Identificar puntos de des
	II. Polvos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• irritación de vías respiratorias</li> <li>• bronquitis</li> <li>• neumoconiosis</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• uso de protección respiratoria con filtros duales (carbón activado y celulosa)</li> <li>• guantes de carnaza</li> </ul>	Medición de contaminar Limpieza regular del inte Mantenimiento a los filtr Capacitación en el uso y Lentes de seguridad con Ropa 100% algodón.
				<ul style="list-style-type: none"> <li>• dermatitis</li> </ul>	
				<ul style="list-style-type: none"> <li>• conjuntivitis</li> </ul>	
	IV. Desplazamientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos musculoesqueléticos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• faja</li> <li>• zapatos de seguridad</li> </ul>	Análisis ergonómico de Intervención primaria a trabajador mismo. Capacitación en el uso y Capacitación sobre mar Pausas laborales.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> </ul>					
IV. Atención	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tensión muscular</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	Evaluaciones psicométri riesgos psicosociales. Intervención primaria a trabajador mismo. Capacitación y actualiza Capacitación sobre mar Pausas laborales. Dormir y descansar sufici		
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• malestar psicológico</li> <li>• estrés</li> <li>• depresión</li> <li>• ansiedad</li> </ul>		

(Continúa)

Fases o etapas del proceso de trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de a
	V. Accidentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>heridas</li> <li>aplastamientos</li> <li>traumas</li> <li>estrés</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>casco</li> <li>zapatos de seguridad</li> <li>lentes de seguridad con filtro UV</li> </ul>	<p>Estudio epidemiológico</p> <p>Capacitación para el uso</p> <p>Capacitación para el uso y</p> <p>Capacitación en el uso y</p> <p>Procedimiento para la</p> <p>voladura.</p> <p>EPP completo.</p> <p>Ropa 100% algodón.</p> <p>Personal de salud capa</p>
Extracción	I. Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>estrés térmico.</li> <li>insolación.</li> <li>deshidratación.</li> </ul>	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>beber líquidos</li> <li>paliacate</li> <li>casco</li> </ul>	<p>Evaluación de las condi</p> <p>Hidratación constante.</p> <p>Pausas laborales.</p>
	I. Ventilación	<ul style="list-style-type: none"> <li>inflamación de vías respiratorias</li> </ul>		ninguna	<p>Evaluación de las condi</p> <p>Usar protección respi</p> <p>activado y celulosa.</p> <p>Mantener limpio el inte</p> <p>filtros del aire acondicion</p> <p>Lentes de seguridad con</p> <p>Pausas laborales.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>bronquitis</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>dermatitis</li> <li>conjuntivitis</li> </ul>			
I. Ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>cefalea</li> <li>acúfenos</li> </ul>	orejeras	<p>Sonometría.</p> <p>Uso de silenciadores en</p> <p>Capacitación en el uso y</p>		
I. Vibración	<ul style="list-style-type: none"> <li>trastornos musculoesqueléticos</li> <li>lumbalgia</li> <li>lumbociáticas</li> <li>hernias</li> <li>traumatismos</li> <li>enfermedad de</li> </ul>	ninguna	<p>Estudio de vibraciones.</p> <p>Uso de implementos</p> <p>unidad.</p> <p>Guantes antivibración.</p> <p>Capacitación en el uso y</p>		

Fases o etapas del proceso de trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de
		Kienböck			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos del sistema nervioso central</li> <li>• vértigo</li> <li>• cefalea</li> </ul>			
	I. Iluminación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• deslumbramientos</li> <li>• fatiga visual</li> <li>• dolores de cabeza</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• lentes de seguridad con filtro UV</li> <li>• protección en ventanillas con película polarizada</li> </ul>	Estudio de iluminación Estudios sobre la salud Identificar puntos de des
	II. Polvos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• irritación de vías respiratorias</li> <li>• bronquitis</li> <li>• neumoconiosis</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• uso de protección respiratoria con filtros duales (carbón activado y celulosa)</li> <li>• lentes de seguridad con filtro UV</li> </ul>	Medición de contaminar Limpieza regular del inte Mantenimiento a los filtra Capacitación en el uso y Ropa 100% algodón.
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• dermatitis</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapatos de seguridad</li> <li>• faja</li> </ul>	Análisis ergonómico de Calentamiento físico pre Intervención primaria a trabajador mismo. Pausas laborales. Capacitación sobre man Capacitación en el uso y
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• conjuntivitis</li> </ul>			
	III. Posiciones incómodas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastorno musculoesqueléticos</li> <li>• lumbalgia</li> <li>• tensión muscular</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	Evaluaciones psicométri riesgos psicosociales. Intervención primaria a trabajador mismo. Capacitación y actualizac
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> </ul>			
	IV. Ritmo de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> <li>• ansiedad</li> <li>• depresión</li> </ul>			

(Continúa)

Fases o etapas del proceso de trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• malestar psicológico</li> </ul>			Capacitación sobre mar... Pausas laborales. Dormir y descansar sufici...	
	IV. Trabajo monótono	<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> <li>• ansiedad</li> <li>• depresión</li> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• malestar psicológico</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	Evaluaciones psicométr... riesgos psicosociales. Rediseño de tareas. Intervención primaria a... trabajador mismo. Capacitación y actualizac... Capacitación sobre mar... Pausas laborales. Rotación de personal. Dormir y descansar sufici...	
	IV. Atención	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tensión muscular</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• malestar psicológico</li> <li>• estrés</li> <li>• depresión</li> <li>• ansiedad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	Evaluaciones psicométr... riesgos psicosociales. Intervención primaria a... trabajador mismo. Capacitación y actualizac... Capacitación sobre mar... Pausas laborales. Dormir y descansar sufici...
		IV. Falta de comunicación				

Fases o etapas del proceso de trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de
	IV. Control del proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>estrés</li> <li>fatiga</li> <li>ansiedad</li> <li>malestar psicológico</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>ninguna</li> </ul>	<p>Evaluaciones psicométricas de riesgos psicosociales.</p> <p>Intervención primaria a nivel del trabajador mismo.</p> <p>Rediseño de tareas.</p> <p>Rotación de personal.</p> <p>Actividades de integración.</p> <p>Capacitación en manejo de riesgos.</p> <p>Pausas laborales.</p>
	V. Accidentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>quemaduras</li> <li>heridas</li> <li>aplastamientos</li> <li>traumas</li> <li>estrés postraumático</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>señalamientos</li> <li>casco de seguridad</li> <li>zapatos de seguridad</li> </ul>	<p>Estudio epidemiológico de accidentes.</p> <p>Estudio sobre la afluencia de personal.</p> <p>Procedimiento para el manejo de carga.</p> <p>Capacitación del uso de equipos de protección personal.</p> <p>Capacitación del uso de herramientas.</p> <p>Capacitación en el uso y mantenimiento de radios de comunicación.</p> <p>Colocación de señalamientos de seguridad.</p> <p>Personal de salud capacitado en primeros auxilios.</p>
Acarreo I	I. Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>estrés térmico</li> <li>insolación</li> <li>deshidratación</li> </ul>	20	<ul style="list-style-type: none"> <li>beber líquidos</li> <li>paliacate</li> <li>casco</li> </ul>	<p>Evaluación de las condiciones de trabajo.</p> <p>Hidratación constante.</p> <p>Pausas laborales.</p>
	I. Ventilación	<ul style="list-style-type: none"> <li>inflamación de vías respiratorias</li> <li>bronquitis</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>ninguna</li> </ul>	<p>Evaluación de las condiciones de trabajo.</p> <p>Usar protección respiratoria adecuada.</p> <p>Mantener limpio el interior de los equipos.</p> <p>Reemplazar los filtros del aire acondicionado.</p> <p>Lentes de seguridad con protección lateral.</p> <p>Pausas laborales.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>dermatitis</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>conjuntivitis</li> </ul>			

(Continúa)

Fases o etapas del proceso de trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de a
	I. Ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cefalea</li> <li>• acúfenos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• orejeras</li> </ul>	<p>Sonometría.            Uso de silenciadores en            Capacitación en el uso y</p>
	I. Vibración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos musculoesqueléticos</li> <li>• lumbalgia</li> <li>• lumbociáticas</li> <li>• hernias</li> <li>• traumatismos</li> <li>• enfermedad de Kienböck</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	<p>Estudio de vibraciones.            Uso de implementos            unidad.            Guantes antivibración.            Capacitación en el uso y</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos del sistema nervioso central.</li> <li>• vértigo.</li> <li>• cefalea.</li> </ul>			
	I. Iluminación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• deslumbramientos</li> <li>• fatiga visual</li> <li>• dolores de cabeza</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• lentes de seguridad con filtro UV</li> <li>• protección en ventanillas con película polarizada</li> </ul>	<p>Estudio de iluminación.            Estudios sobre la salud            Identificar puntos de des</p>
	II. Polvos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• irritación de vías respiratorias</li> <li>• bronquitis</li> <li>• neumoconiosis</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• uso de protección respiratoria con filtros duales (carbón activado y celulosa)</li> <li>• lentes de seguridad con filtro UV</li> </ul>	<p>Medición de contaminar            Limpieza regular del inte            Mantenimiento a los filtr            Capacitación en el uso y            Ropa 100% algodón.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dermatitis</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• conjuntivitis</li> </ul>			

(Continúa)

Fases o etapas del proceso de trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de
	III. Posiciones incómodas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos musculoesqueléticos</li> <li>• lumbalgia</li> <li>• tensión muscular</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapatos de seguridad</li> <li>• faja</li> </ul>	<p>Análisis ergonómico de</p> <p>Calentamiento físico pre</p> <p>Intervención primaria a</p> <p>trabajador mismo.</p> <p>Pausas laborales.</p> <p>Capacitación sobre mar</p> <p>Capacitación en el uso y</p>
	IV. Ritmo de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> <li>• ansiedad</li> <li>• depresión</li> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• malestar psicológico</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	<p>Evaluaciones psicométri</p> <p>riesgos psicosociales.</p> <p>Intervención primaria a</p> <p>trabajador mismo.</p> <p>Capacitación y actualizac</p> <p>Capacitación sobre mar</p> <p>Pausas laborales.</p> <p>Dormir y descansar sufici</p>
	IV. Trabajo monótono	<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> <li>• ansiedad</li> <li>• depresión</li> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• malestar psicológico</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	<p>Evaluaciones psicométri</p> <p>riesgos psicosociales.</p> <p>Rediseño de tareas</p> <p>Intervención primaria a</p> <p>trabajador mismo.</p> <p>Capacitación y actualizac</p> <p>Capacitación sobre mar</p> <p>Pausas laborales.</p> <p>Rotación de personal.</p> <p>Dormir y descansar sufici</p>
	IV. Atención	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tensión muscular</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	<p>Evaluaciones psicométri</p>

(Continúa)

Fases o etapas del proceso de trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• malestar psicológico</li> <li>• estrés</li> <li>• depresión</li> <li>• ansiedad</li> </ul>			riesgos psicosociales. Intervención primaria a trabajador mismo. Capacitación y actualización Capacitación sobre manejo Pausas laborales. Dormir y descansar suficiente
	IV. Falta de comunicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• depresión</li> <li>• malestar psicológico</li> <li>• ansiedad</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	Evaluaciones psicométricas riesgos psicosociales. Intervención primaria a trabajador mismo. Rediseño de tareas. Actividades de integración Capacitación en manejo Equipo de radiocomunicación Pausas laborales.
	IV. Control del proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> <li>• ansiedad</li> <li>• malestar psicológico</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	Evaluaciones psicométricas riesgos psicosociales. Intervención primaria a trabajador mismo. Rediseño de tareas. Rotación de personal. Actividades de integración Capacitación en manejo Pausas laborales.

Fases o etapas del proceso de trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de
	V. Accidentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>heridas</li> <li>aplastamientos</li> <li>traumas</li> <li>estrés postraumático</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>señalamientos viales</li> <li>lentes de seguridad con filtros UV</li> <li>casco de seguridad</li> <li>guantes de carnaza</li> <li>zapatos de seguridad</li> </ul>	<p>Estudio epidemiológico.</p> <p>Programa de mantenimiento.</p> <p>Estudio sobre la afluencia.</p> <p>Capacitación sobre el uso.</p> <p>Capacitación en el uso y.</p> <p>Uso de radios de comunicación.</p> <p>Personal de salud capacitado.</p>
Pesaje	I. Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>estrés térmico</li> <li>insolación</li> <li>deshidratación</li> </ul>	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>beber líquidos</li> <li>paliacate</li> <li>casco</li> </ul>	<p>Evaluación de las condiciones.</p> <p>Hidratación constante.</p> <p>Pausas laborales.</p>
	I. Ventilación	<ul style="list-style-type: none"> <li>inflamación de vías respiratorias</li> <li>bronquitis</li> </ul>		ninguna	<p>Evaluación de las condiciones.</p> <p>Usar protección respiratoria activada y celulosa.</p> <p>Mantener limpio el interior.</p> <p>Filtros del aire acondicionado.</p> <p>Lentes de seguridad con.</p> <p>Pausas laborales.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>dermatitis</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>conjuntivitis</li> </ul>			
	II. Polvos	<ul style="list-style-type: none"> <li>irritación de vías respiratorias</li> <li>bronquitis</li> <li>neumoconiosis</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>uso de protección respiratoria con filtros duales (carbón activado y celulosa)</li> </ul>	<p>Medición de contaminantes.</p> <p>Limpieza regular del interior.</p> <p>Mantenimiento a los filtros.</p> <p>Capacitación en el uso y.</p> <p>Lentes de seguridad con.</p> <p>Ropa 100% algodón.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Dermatitis</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>conjuntivitis.</li> </ul>					
III. Posiciones incómodas	<ul style="list-style-type: none"> <li>trastorno musculoesqueléticos</li> <li>lumbalgia</li> <li>tensión muscular</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zapatos de seguridad</li> <li>faja</li> </ul>	<p>Análisis ergonómico de.</p> <p>Calentamiento físico pre.</p> <p>Intervención primaria a.</p> <p>trabajador mismo.</p>		

(Continúa)

Fases o etapas del proceso de trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> </ul>			Pausas laborales. Capacitación sobre manejo de estrés. Capacitación en el uso y mantenimiento de herramientas.
	IV. Ritmo de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> <li>• ansiedad</li> <li>• depresión</li> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• malestar psicológico</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	Evaluaciones psicométricas de riesgos psicosociales. Intervención primaria a nivel del trabajador mismo. Capacitación y actualización de personal. Capacitación sobre manejo de estrés. Pausas laborales. Dormir y descansar suficiente.
	IV. Trabajo monótono	<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> <li>• ansiedad</li> <li>• depresión</li> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• malestar psicológico</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	Evaluaciones psicométricas de riesgos psicosociales. Rediseño de tareas. Intervención primaria a nivel del trabajador mismo. Capacitación y actualización de personal. Capacitación sobre manejo de estrés. Pausas laborales. Rotación de personal. Dormir y descansar suficiente.
	IV. Atención	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tensión muscular</li> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• malestar psicológico</li> <li>• estrés</li> <li>• depresión</li> <li>• ansiedad</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	Evaluaciones psicométricas de riesgos psicosociales. Intervención primaria a nivel del trabajador mismo. Capacitación y actualización de personal. Capacitación sobre manejo de estrés. Pausas laborales. Dormir y descansar suficiente.

(Continúa)

Fases o etapas del proceso de trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de
	IV. Control del proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>estrés</li> <li>fatiga</li> <li>ansiedad</li> <li>malestar psicológico</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>ninguna</li> </ul>	<p>Evaluaciones psicométricas de riesgos psicosociales.</p> <p>Intervención primaria a nivel del trabajador mismo.</p> <p>Rediseño de tareas.</p> <p>Rotación de personal.</p> <p>Actividades de integración.</p> <p>Capacitación en manejo de estrés.</p> <p>Pausas laborales.</p>
	V. Accidentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>heridas</li> <li>aplastamientos</li> <li>traumas</li> <li>estrés postraumático</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>señalamientos viales</li> <li>lentes de seguridad con filtros UV</li> <li>casco de seguridad</li> <li>guantes de carnaza</li> <li>zapatos de seguridad</li> </ul>	<p>Estudio epidemiológico.</p> <p>Programa de mantenimiento.</p> <p>Estudio sobre la afluencia de personal.</p> <p>Capacitación sobre el uso de EPP.</p> <p>Capacitación en el uso de radios de comunicación.</p> <p>Uso de radios de comunicación.</p> <p>Personal de salud capacitado.</p>
Acarreo II	I. Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>estrés térmico</li> <li>insolación</li> <li>deshidratación</li> </ul>	20	<ul style="list-style-type: none"> <li>beber líquidos</li> <li>paliacate</li> <li>casco</li> </ul>	<p>Evaluación de las condiciones de trabajo.</p> <p>Hidratación constante.</p> <p>Pausas laborales.</p>
	I. Ventilación	<ul style="list-style-type: none"> <li>inflamación de vías respiratorias</li> <li>bronquitis</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>ninguna</li> </ul>	<p>Evaluación de las condiciones de trabajo.</p> <p>Usar protección respiratoria adecuada y celulosa.</p> <p>Mantener limpio el interior de los filtros del aire acondicionado.</p> <p>Lentes de seguridad con filtros UV.</p> <p>Pausas laborales.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>dermatitis</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>conjuntivitis</li> </ul>			
I. Ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>cefalea</li> <li>acúfenos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>orejeras</li> </ul>	<p>Sonometría.</p> <p>Uso de silenciadores en las herramientas.</p> <p>Capacitación en el uso de EPP.</p>		

(Continúa)

Fases o etapas del proceso de trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de
	I. Vibración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos musculoesqueléticos</li> <li>• lumbalgia</li> <li>• lumbociáticas</li> <li>• hernias</li> <li>• traumatismos</li> <li>• enfermedad de Kienböck</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	Estudio de vibraciones. Uso de implementos unidad. Guantes antivibración. Capacitación en el uso y
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos del sistema nervioso central</li> <li>• vértigo</li> <li>• cefalea</li> </ul>			
	I. Iluminación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• deslumbramientos</li> <li>• fatiga visual</li> <li>• dolores de cabeza</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• lentes de seguridad con filtro UV</li> <li>• protección en ventanillas con película polarizada</li> </ul>	Estudio de iluminación. Estudios sobre la salud Identificar puntos de des
	II. Polvos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• irritación de vías respiratorias</li> <li>• bronquitis</li> <li>• neumoconiosis</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• uso de protección respiratoria con filtros duales (carbón activado y celulosa)</li> <li>• lentes de seguridad con filtro UV</li> </ul>	Medición de contaminar Limpieza regular del inte Mantenimiento a los filtr Capacitación en el uso y Ropa 100% algodón.
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• dermatitis</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• conjuntivitis</li> </ul>			
	III. Posiciones incómodas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastorno musculoesqueléticos</li> <li>• lumbalgia</li> <li>• tensión muscular</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapatos de seguridad</li> <li>• faja</li> </ul>	Análisis ergonómico de Calentamiento físico pre Intervención primaria a trabajador mismo.

Fases o etapas del proceso de trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> </ul>			Pausas laborales. Capacitación sobre manejo de estrés. Capacitación en el uso de herramientas.
	IV. Ritmo de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> <li>• ansiedad</li> <li>• depresión</li> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• malestar psicológico</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	Evaluaciones psicométricas de riesgos psicosociales. Intervención primaria a nivel del trabajador mismo. Capacitación y actualización. Capacitación sobre manejo de estrés. Pausas laborales. Dormir y descansar suficiente.
	IV. Trabajo monótono	<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> <li>• ansiedad</li> <li>• depresión</li> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• malestar psicológico</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	Evaluaciones psicométricas de riesgos psicosociales. Rediseño de tareas. Intervención primaria a nivel del trabajador mismo. Capacitación y actualización. Capacitación sobre manejo de estrés. Pausas laborales. Rotación de personal. Dormir y descansar suficiente.
	IV. Atención	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tensión muscular</li> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• malestar psicológico</li> <li>• estrés</li> <li>• depresión</li> <li>• ansiedad</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ninguna</li> </ul>	Evaluaciones psicométricas de riesgos psicosociales. Intervención primaria a nivel del trabajador mismo. Capacitación y actualización. Capacitación sobre manejo de estrés. Pausas laborales. Dormir y descansar suficiente.

(Continúa)

Fases o etapas del proceso de trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de
	IV. Falta de comunicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• depresión</li> <li>• malestar psicológico</li> <li>• ansiedad</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ninguna</li> </ul>	Evaluaciones psicométricas de riesgos psicosociales. Intervención primaria a nivel del trabajador mismo. Rediseño de tareas. Actividades de integración. Capacitación en manejo de equipo. Equipo de radio comunicación. Pausas laborales.
	IV. Control del proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> <li>• ansiedad</li> <li>• malestar psicológico</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ninguna</li> </ul>	Evaluaciones psicométricas de riesgos psicosociales. Intervención primaria a nivel del trabajador mismo. Rediseño de tareas. Rotación de personal. Actividades de integración. Capacitación en manejo de equipo. Pausas laborales.

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuestas
	V. Accidentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• heridas</li> <li>• aplastamientos</li> <li>• traumas</li> <li>• estrés</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• señalamientos viales</li> <li>• lentes de seguridad con filtros UV</li> <li>• casco de seguridad</li> <li>• guantes de carnaza</li> <li>• zapatos de seguridad</li> </ul>	Estudio epidemiológico Programa de mantenimiento de maquinaria. Estudio sobre el uso de la maquinaria. Capacitación en el uso de la maquinaria. Capacitación en el uso de la maquinaria. Capacitación en el uso de la maquinaria. Uso de radiografía para el mantenimiento. Personal de mantenimiento.

Fuente: Recorrido de observación, empresa minera, junio 2017

**Descripción general del proceso de trabajo de mantenimiento de vehículos y maquinaria.** El objetivo principal de este proceso laboral consiste en recibir las unidades vehiculares de carga y la maquinaria pesada, que se emplean en la extracción y transporte de piedra caliza, para brindarles mantenimiento preventivo o correctivo a fin de que operen en condiciones óptimas y con el mayor rendimiento en campo.

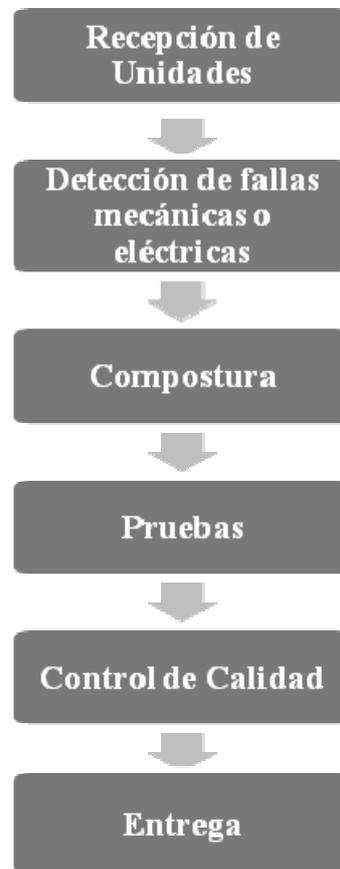
El proceso inicia con la recepción de unidades por parte de un trabajador del taller automotriz o del taller de maquinaria pesada, quien elabora una orden de trabajo. Después, el vehículo o la maquinaria es revisado a fin de establecer las necesidades de servicio o detectar fallas. Al terminar la inspección, los mecánicos o eléctricos proceden a realizar las labores de mantenimiento o reparación; una vez terminadas, se realizan las pruebas pertinentes a las unidades para verificar su correcto funcionamiento.

Tras las verificaciones en los talleres, los obreros dan aviso al encargado para que se realice una prueba final para garantizar el óptimo funcionamiento de la unidad, la cual es su puesta en marcha en el lugar y las condiciones regulares de trabajo, tarea que puede llevar a cabo un mecánico, un eléctrico o el operador de la maquinaria o el vehículo.

El proceso termina una vez que el operador, los mecánicos, eléctricos y sus respectivos encargados firman el visto bueno que acredita el correcto funcionamiento de la unidad y esta es entregada a su operador.

Posteriormente, se calendariza el siguiente mantenimiento preventivo a fin de evitar un mal funcionamiento repentino que exija un mantenimiento correctivo del cual deriven mayores gastos en refacciones y días perdidos de trabajo.

**Figura 4.** Diagrama de flujo del Proceso de Trabajo (DFPT).  
Mantenimiento de vehículos y maquinaria  
Empresa minera, 2017



Fuente: Recorrido de observación, empresa minera, junio 2017.

**Tabla 11.** Descripción del diagrama de flujo de proceso de trabajo (DDFPT),  
 Mantenimiento de vehículos y maquinaria,  
 Empresa minera, 2017.

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	¿Qué se hace?	¿Con qué se hace?	¿Cómo se hace?
Recepción de unidades	Se admiten vehículos fuera y dentro de carretera y otras máquinas de los mismos talleres u otras áreas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• manualmente</li> </ul>	<p>Los encargados de área informan a los operadores sobre la calendarización de mantenimiento de sus unidades de carga o maquinaria pesada, las cuales se llevan, en la fecha prevista, al taller respectivo. Los vehículos de carga de menos de 40 t o de tipo dentro de carretera se atienden en el taller automotriz y la maquinaria que trabaja en la cantera o transporta más de 40, en el taller de vehículos pesados, localizado en las inmediaciones de la mina de caliza a cielo abierto.</p> <p>Al llegar al taller correspondiente, un mecánico realiza la recepción mediante el llenado de un formato para comenzar la inspección visual de la unidad. En caso de existir mal funcionamiento, el operador está obligado a describir las fallas y el periodo en que se han presentado. El trabajador del taller debe revisar la unidad completa, no solamente de la cabina, por lo que sube y baja para inspeccionarla por dentro, por arriba, por abajo y por todos los costados.</p> <p>En un día de mantenimiento preventivo, se pueden atender hasta 8 unidades y en una semana, hasta 40 vehículos en el taller automotriz; en el caso del taller de maquinaria pesada, pueden atenderse hasta 5 unidades diariamente.</p>

(Continúa)

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	¿Qué se hace?	¿Con qué se hace?	¿Cómo se hace?
Detección de fallas mecánicas y/o eléctricas	Se realizan pruebas electromecánicas a las unidades para determinar las fallas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• manualmente</li> </ul>	<p>Una vez realizada la inspección superficial, se prosigue con una revisión exhaustiva para localizar las fallas específicas o dar mantenimiento preventivo a toda la unidad mediante el ajuste de piezas o su reemplazo, a fin de evitar su mal funcionamiento o rotura durante la jornada laboral.</p> <p>Generalmente, la detección de fallas se lleva a cabo durante poco más de dos horas o menos.</p>
Composturas	Los trabajadores de los talleres se encargan de arreglar las unidades fuera y dentro de carretera y demás maquinaria.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• manualmente</li> <li>• compresores</li> <li>• prensas hidráulicas</li> <li>• soldadoras</li> <li>• compresores</li> <li>• montacargas</li> <li>• herramientas</li> </ul>	<p>Los trabajadores se dedican a una unidad durante toda la jornada; si las composturas toman más tiempo, la siguiente jornada se prosigue con las mismas hasta terminarlas. Un mecánico o electricista puede atender una unidad por un periodo de hasta dos días para terminar la labor, aunque este lapso puede variar en función del suministro de partes requeridas o de la complejidad del problema detectado.</p> <p>Para realizar las reparaciones, se utilizan diversos tipos de llaves, desarmadores, martillos; cautines o equipo de soldar, de ser necesarios; compresores y montacargas, cuando se requiere mover partes del motor o del vehículo a otra parte del taller.</p> <p>Se realiza también el lavado de las unidades y, en especial, de los motores; posteriormente se engrasan todas las partes de las unidades. Si no se realiza lavado, se vuelven a engrasar ciertas partes de la maquinaria de los vehículos.</p>

(Continúa)

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	¿Qué se hace?	¿Con qué se hace?	¿Cómo se hace?	
			<p>Fuera de la temporada de mantenimiento o cuando hay pocas unidades en reparación, los obreros reparan piezas descompuestas para reutilizarlas en arreglos posteriores.</p> <p>En caso de existir algún tipo de desecho, este se coloca en recipientes para su disposición final.</p>	
Pruebas	<p>Se realizan diversas pruebas a los vehículos para garantizar su buen funcionamiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• manualmente</li> <li>• aparatos mecánicos y electrónicos</li> </ul>	<p>Una vez realizadas las reparaciones para que los vehículos o maquinaria se encuentren en óptimas condiciones para su buen funcionamiento y rendimiento en las actividades de extracción o transporte de piedra caliza, los mecánicos o electricistas hacen pruebas finales a las unidades para garantizar su buena marcha y trabajo en campo.</p> <p>Las pruebas se hacen con aparatos electromecánicos o a través de la observación y el uso de las unidades o maquinaria por parte de los propios obreros.</p> <p>Si la unidad o maquinaria no cumple con los requerimientos para dar por concluidos los trabajos, se vuelve a revisar, se realiza la reparación correspondiente y, nuevamente, las pruebas pertinentes.</p>	

(Continúa)

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	¿Qué se hace?	¿Con qué se hace?	¿Cómo se hace?
Control de calidad	Se lleva a cabo una prueba fuera de los talleres o durante la realización de las tareas cotidianas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• manualmente</li> </ul>	<p>Una vez que el mecánico o el eléctrico dan por terminada la labor de mantenimiento preventivo o correctivo, se informa al encargado, quien, a su vez informa a los jefes del área correspondiente para que indiquen a los operadores recoger la unidad.</p> <p>Los trabajadores del taller pueden hacer una prueba final fuera de las instalaciones o entregan la unidad al operador para que realice una prueba en campo; si la unidad ya no presenta fallas, se continua con su entrega, de no ser así, esta permanece en el taller para ser tratada, nuevamente, por el personal especializado.</p>
Entrega	Se entregan las unidades y se firman de recibido los formatos con un visto bueno por parte de los operadores y sus respectivas jefaturas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• manualmente</li> </ul>	<p>Una vez que las unidades ya no presentan ningún problema, los trabajadores lo informan y queda asentado en un formato firmado por ellos y por los encargados del área correspondiente. De esta forma, se registra la fecha de entrega y se realiza un nuevo programa de mantenimiento preventivo, lo cual depende del tipo de unidad.</p>

Fuente: Recorrido de observación, empresa minera, junio 2017

**Tabla 12.** Cuadro de resumen del diagrama complejo de seguridad y salud en el trabajo (CRDC) Mantenimiento de vehículos y maquinaria. Empresa minera, 2017.

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de a
Recepción de unidades	I. Ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cefalea</li> <li>• acúfenos</li> </ul>	14	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tapones auditivos</li> </ul>	Sonometría. Uso de silenciadores Capacitación en el us
	I. Iluminación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• síndrome del ojo seco</li> <li>• pérdida de agudeza visual</li> <li>• astenopía</li> <li>• fatiga visual</li> <li>• cefalea</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	Estudio de iluminación Identificar puntos de poca iluminación y ev Pintura acabado mate paredes del centro de
	II. Humos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• irritación de vías respiratorias</li> <li>• bronquitis</li> <li>• dermatitis</li> <li>• conjuntivitis</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• protección respiratoria con filtros de celulosa</li> </ul>	Medición de contamin Brindar de manera fre a las unidades. Instalar filtros tempor la revisión o mantenim Capacitación en el us Mascarilla de carbón Lentes de seguridad Ropa 100% algodón.
	II. Líquidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dermatitis</li> <li>• quemaduras cutáneas</li> <li>• quemaduras del tracto digestivo</li> <li>• quemaduras en</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• guantes de carnaza</li> <li>• lentes de seguridad con filtro UV</li> </ul>	Medición de contamin Crema tópica protecto Cerrar inmediatamente contengan las sustan Uso racionado de sus Capacitación en el us

(Continúa)

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de a
		vías respiratorias <ul style="list-style-type: none"> <li>• quemaduras oculares</li> <li>• conjuntivitis</li> </ul>			Ropa 100% algodón.
	IV. Atención	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tensión muscular</li> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• malestar psicológico</li> <li>• estrés</li> <li>• depresión</li> <li>• ansiedad</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	Evaluaciones psicom de riesgos psicosocia Intervención primaria en el trabajador mism Capacitación y actu laboral. Capacitación sobre m Pausas laborales. Dormir y descansar s
	IV. Desplazamientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos musculoesqueléticos</li> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• faja</li> <li>• zapatos de seguridad</li> </ul>	Análisis ergonómico c Intervención primaria en el trabajador mism Capacitación en el us Capacitación sobre m Pausas laborales.
	V. Accidentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• heridas</li> <li>• aplastamientos</li> <li>• traumas</li> <li>• estrés</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• casco</li> <li>• zapatos de seguridad</li> <li>• lentes de seguridad con filtro UV</li> </ul>	Estudio epidemiológico Programa de manten Programa de manten y herramientas. Capacitación en el incendio. Capacitación en el us Personal de salud cap

(Continúa)

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de a
Detección de fallas mecánicas o eléctricas	I. Ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cefalea</li> <li>• acúfenos</li> </ul>	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tapones auditivos</li> </ul>	<p>Sonometría. Uso de silenciadores Capacitación en el us</p>
	I. Iluminación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• síndrome del ojo seco</li> <li>• pérdida de agudeza visual</li> <li>• astenopía</li> <li>• fatiga visual</li> <li>• cefalea</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	<p>Estudio de iluminación Identificar puntos de poca iluminación y ev Pintura acabado mate paredes del centro de</p>
	II. Humos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• irritación de vías respiratorias</li> <li>• bronquitis</li> <li>• dermatitis</li> <li>• conjuntivitis</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• protección respiratoria con filtros de celulosa</li> <li>• lentes de seguridad con filtro UV</li> </ul>	<p>Medición de contamin Brindar de manera fre a las unidades. Instalar filtros tempor la revisión o mantenim Capacitación en el us Mascarilla de carbón Lentes de seguridad Ropa 100% algodón.</p>
	II. Líquidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dermatitis</li> <li>• quemaduras cutáneas</li> <li>• quemaduras del tracto digestivo</li> <li>• quemaduras en vías respiratorias.</li> <li>• quemaduras</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• guantes de carnaza</li> <li>• lentes de seguridad con filtro UV</li> </ul>	<p>Medición de contamin Crema tópica protecto Cerrar inmediatament contengan las sustan Uso racionado de sus Capacitación en el us Ropa 100% algodón.</p>

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de a
		oculares • conjuntivitis			
	III. Posiciones incómodas	• trastornos musculoesqueléticos • lumbalgia • tensión muscular		• zapatos de seguridad • faja	Análisis ergonómico c Calentamiento físico p Intervención primaria en el trabajador mism Pausas laborales. Capacitación sobre m Capacitación en el us
		• estrés • fatiga			
	IV. Ritmo de trabajo	• estrés • fatiga • ansiedad • depresión • trastornos del sueño • malestar psicológico		• ninguna	Evaluaciones psicom de riesgos psicosocia Intervención primaria en el trabajador mism Capacitación y actu laboral. Capacitación sobre m Pausas laborales. Dormir y descansar s
IV. Trabajo monótono	• estrés • fatiga • ansiedad • depresión • trastornos del sueño • malestar psicológico	• ninguna	Evaluaciones psicom de riesgos psicosocia Rediseño de tareas Intervención primaria en el trabajador mism Capacitación y actu laboral. Capacitación sobre m Pausas laborales. Rotación de personal Dormir y descansar s		

(Continúa)

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de a
	IV. Atención	<ul style="list-style-type: none"> <li>tensión muscular</li> <li>trastornos del sueño</li> <li>malestar psicológico</li> <li>estrés</li> <li>depresión</li> <li>ansiedad</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>ninguna</li> </ul>	Evaluaciones psicométricas de riesgos psicosociales. Intervención primaria en el trabajador mismo. Capacitación y actuación laboral. Capacitación sobre manejo de Pausas laborales. Dormir y descansar s
	IV. Desplazamientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>trastornos musculoesqueléticos</li> <li>estrés</li> <li>fatiga</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>faja</li> <li>zapatos de seguridad</li> </ul>	Análisis ergonómico de la tarea. Intervención primaria en el trabajador mismo. Capacitación en el uso de Pausas laborales.
		V. Accidentes		<ul style="list-style-type: none"> <li>quemaduras</li> <li>heridas</li> <li>traumas</li> <li>estrés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>guantes de carnaza</li> <li>zapatos de seguridad</li> <li>casco de seguridad</li> <li>lentes de seguridad</li> </ul>
Composturas	I. Ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>cefalea</li> <li>acúfenos</li> </ul>	<b>18</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>taponos auditivos</li> </ul>	Sonometría. Uso de silenciadores. Capacitación en el uso de Pausas laborales.

(Continúa)

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de a
	II. Humos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• irritación de vías respiratorias</li> <li>• bronquitis</li> <li>• dermatitis</li> <li>• conjuntivitis</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• protección respiratoria con filtros de celulosa</li> <li>• lentes de seguridad con filtro UV</li> </ul>	<p>Medición de contaminantes Brindar de manera frecuente a las unidades. Instalar filtros temporales la revisión o mantenimiento. Capacitación en el uso. Mascarilla de carbón Lentes de seguridad Ropa 100% algodón.</p>
	II. Líquidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dermatitis</li> <li>• quemaduras cutáneas</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• guantes de carnaza</li> <li>• lentes de seguridad con filtro UV</li> </ul>	<p>Medición de contaminantes Cerrar inmediatamente contengan las sustancias. Crema tópica protectora Uso racionado de sustancias. Capacitación en el uso. Ropa 100% algodón.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• quemaduras del tracto digestivo</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• quemaduras en vías respiratorias</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• quemaduras oculares</li> <li>• conjuntivitis</li> </ul>			
	III. Posiciones incómodas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos musculoesqueléticos</li> <li>• lumbalgia</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapatos de seguridad</li> <li>• faja</li> </ul>	<p>Análisis ergonómico Calentamiento físico Intervención primaria en el trabajador mismo. Pausas laborales. Capacitación sobre métodos. Capacitación en el uso.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• tensión muscular</li> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> </ul>					

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de a
	IV. Ritmo de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> <li>• ansiedad</li> <li>• depresión</li> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• malestar psicológico</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	Evaluaciones psicométricas de riesgos psicosociales en el trabajador mismo. Intervención primaria en el trabajador mismo. Capacitación y actuación laboral. Capacitación sobre malestar psicológico. Pausas laborales. Dormir y descansar suficiente.
	IV. Atención	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tensión muscular</li> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• malestar psicológico</li> <li>• estrés</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	Evaluaciones psicométricas de riesgos psicosociales en el trabajador mismo. Intervención primaria en el trabajador mismo. Capacitación y actuación laboral. Capacitación sobre malestar psicológico. Pausas laborales. Dormir y descansar suficiente.
	IV. Desplazamientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos musculoesqueléticos</li> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• faja</li> <li>• zapatos de seguridad</li> </ul>	Análisis ergonómico de puestos de trabajo. Intervención primaria en el trabajador mismo. Capacitación en el uso de EPP. Capacitación sobre malestar psicológico. Pausas laborales.

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de a
	V. Accidentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>quemaduras</li> <li>heridas</li> <li>traumas</li> <li>estrés</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>guantes de carnaza</li> <li>zapatos de seguridad</li> <li>casco de seguridad</li> <li>lentes de seguridad</li> </ul>	<p>Estudio epidemiológico</p> <p>Programa de mantenimiento</p> <p>Programa de mantenimiento y herramientas.</p> <p>Capacitación en el incendio.</p> <p>Capacitación en el uso</p> <p>Personal de salud capacitado</p>
Pruebas	I. Ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>cefalea</li> <li>acúfenos</li> </ul>	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>taponos auditivos</li> </ul>	<p>Sonometría.</p> <p>Uso de silenciadores</p> <p>Capacitación en el uso</p>
	I. Iluminación	<ul style="list-style-type: none"> <li>síndrome del ojo seco</li> <li>pérdida de agudeza visual</li> <li>astenopía</li> <li>fatiga visual</li> <li>cefalea</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>ninguna</li> </ul>	<p>Estudio de iluminación</p> <p>Identificar puntos de poca iluminación y evaluarlos</p> <p>Pintura acabado mate</p> <p>paredes del centro de</p>
	II. Humos	<ul style="list-style-type: none"> <li>irritación de vías respiratorias</li> <li>bronquitis</li> <li>dermatitis</li> <li>conjuntivitis</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>protección respiratoria con filtros de celulosa</li> <li>lentes de seguridad con filtro UV</li> </ul>	<p>Medición de contaminación</p> <p>Brindar de manera frecuente a las unidades.</p> <p>Instalar filtros temporales</p> <p>la revisión o mantenimiento</p> <p>Capacitación en el uso</p> <p>Mascarilla de carbón</p> <p>Lentes de seguridad</p> <p>Ropa 100% algodón.</p>

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de a
	II. Líquidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dermatitis.</li> <li>• quemaduras cutáneas</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• guantes de carnaza</li> <li>• lentes de seguridad</li> </ul>	<p>Medición de contaminantes. Cerrar inmediatamente los ojos si contengan las sustancias. Crema tópica protectora. Uso razonado de susurros. Capacitación en el uso de EPP. Ropa 100% algodón.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• quemaduras del tracto digestivo.</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• quemaduras en vías respiratorias</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• quemaduras oculares</li> <li>• conjuntivitis</li> </ul>			
	III. Posiciones incómodas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos musculoesqueléticos</li> <li>• lumbalgia</li> <li>• tensión muscular</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapatos de seguridad</li> <li>• faja</li> </ul>	<p>Análisis ergonómico de puestos. Calentamiento físico previo al trabajo. Intervención primaria en el trabajador mismo. Pausas laborales. Capacitación sobre métodos de trabajo. Capacitación en el uso de EPP.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> </ul>			
	IV. Ritmo de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> <li>• ansiedad</li> <li>• depresión</li> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• malestar psicológico</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	<p>Evaluaciones psicométricas de riesgos psicosociales. Intervención primaria en el trabajador mismo. Capacitación y actuación en el trabajo. Capacitación sobre métodos de trabajo. Pausas laborales. Dormir y descansar suficiente.</p>

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de a
	IV. Trabajo monótono	<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> <li>• ansiedad</li> <li>• depresión</li> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• malestar psicológico</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	Evaluaciones psicométricas de riesgos psicosociales. Rediseño de tareas. Intervención primaria en el trabajador mismo. Capacitación y actuación laboral. Capacitación sobre malestar. Pausas laborales. Rotación de personal. Dormir y descansar suficiente.
	IV. Atención	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tensión muscular</li> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• malestar psicológico</li> <li>• estrés</li> <li>• depresión</li> <li>• ansiedad</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	Evaluaciones psicométricas de riesgos psicosociales. Intervención primaria en el trabajador mismo. Capacitación y actuación laboral. Capacitación sobre malestar. Pausas laborales. Dormir y descansar suficiente.
	IV. Desplazamientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos musculoesqueléticos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• faja</li> <li>• zapatos de seguridad</li> </ul>	Análisis ergonómico. Intervención primaria en el trabajador mismo. Capacitación en el uso de EPP. Capacitación sobre malestar. Pausas laborales.
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> </ul>			

(Continúa)

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de a
	V. Accidentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>quemaduras</li> <li>heridas</li> <li>traumas</li> <li>estrés</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>guantes de carnaza</li> <li>zapatos de seguridad</li> <li>casco de seguridad</li> <li>lentes de seguridad</li> </ul>	<p>Estudio epidemiológico</p> <p>Programa de mantenimiento</p> <p>Programa de mantenimiento y herramientas.</p> <p>Capacitación en el uso de extintores y incendio.</p> <p>Capacitación en el uso de herramientas.</p> <p>Personal de salud capacitado</p>
Control de calidad	I. Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>estrés térmico</li> <li>insolación</li> <li>deshidratación</li> </ul>	32	<ul style="list-style-type: none"> <li>beber líquidos</li> <li>apertura de ventanillas de las unidades.</li> </ul>	<p>Evaluación de las condiciones</p> <p>Uso de aislantes térmicos en las unidades.</p> <p>Hidratación constante</p> <p>Pausas laborales.</p>
	I. Ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>cefalea</li> <li>acúfenos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>taponos auditivos</li> </ul>	<p>Sonometría.</p> <p>Uso de silenciadores</p> <p>Capacitación en el uso de herramientas</p>
	I. Iluminación	<ul style="list-style-type: none"> <li>síndrome del ojo seco</li> <li>pérdida de agudeza visual</li> <li>astenopía</li> <li>fatiga visual</li> <li>cefalea</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>ninguna</li> </ul>	<p>Estudio de iluminación</p> <p>Identificar puntos de poca iluminación y evaluarlos</p> <p>Pintura acabado mate en las paredes del centro de trabajo</p>

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de a
	II. Humos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• irritación de vías respiratorias</li> <li>• bronquitis</li> <li>• dermatitis</li> <li>• conjuntivitis</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• protección respiratoria con filtros de celulosa</li> <li>• lentes de seguridad con filtro UV</li> </ul>	<p>Medición de contaminación</p> <p>Brindar de manera frecuente mantenimiento a las unidades.</p> <p>Instalar filtros temporales durante la revisión o mantenimiento.</p> <p>Capacitación en el uso de mascarilla.</p> <p>Mascarilla de carbón.</p> <p>Ropa 100% algodón.</p>
	II. Líquidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dermatitis</li> <li>• quemaduras cutáneas</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• guantes de carnaza</li> <li>• lentes de seguridad</li> </ul>	<p>Medición de contaminación</p> <p>Cerrar inmediatamente las unidades que contengan las sustancias.</p> <p>Uso racionado de sustancias.</p> <p>Crema tópica protectora.</p> <p>Capacitación en el uso de mascarilla.</p> <p>Ropa 100% algodón.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• quemaduras del tracto digestivo</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• quemaduras en vías respiratorias</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• quemaduras oculares</li> <li>• conjuntivitis</li> </ul>			
	II. Polvos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• irritación de vías respiratorias</li> <li>• bronquitis</li> <li>• neumoconiosis</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• uso de protección respiratoria con filtros duales (carbón activado y celulosa)</li> </ul>	<p>Medición de contaminación</p> <p>Limpieza regular del interior de las unidades.</p> <p>Mantenimiento a los filtros.</p> <p>Capacitación en el uso de mascarilla.</p> <p>Lentes de seguridad.</p> <p>Ropa 100% algodón.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• dermatitis</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• conjuntivitis</li> </ul>			

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de a
	III. Posiciones incómodas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos musculoesqueléticos</li> <li>• lumbalgia</li> <li>• tensión muscular</li> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapatos de seguridad</li> <li>• faja</li> </ul>	<p>Análisis ergonómico o</p> <p>Calentamiento físico p</p> <p>Intervención primaria en el trabajador mism</p> <p>Pausas laborales.</p> <p>Capacitación sobre m</p> <p>Capacitación en el us</p>
	IV. Ritmo de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> <li>• ansiedad</li> <li>• depresión</li> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• malestar psicológico</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	<p>Evaluaciones psicom</p> <p>de riesgos psicosocia</p> <p>Intervención primaria en el trabajador mism</p> <p>Capacitación y actu</p> <p>laboral.</p> <p>Capacitación sobre m</p> <p>Pausas laborales.</p> <p>Dormir y descansar s</p>
	IV. Trabajo monótono	<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> <li>• ansiedad</li> <li>• depresión</li> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• malestar psicológico</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	<p>Evaluaciones psicom</p> <p>de riesgos psicosocia</p> <p>Intervención primaria en el trabajador mism</p> <p>Capacitación y actu</p> <p>laboral.</p> <p>Capacitación sobre m</p> <p>Pausas laborales.</p> <p>Rotación de personal</p> <p>Dormir y descansar s</p>
	IV. Atención	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tensión muscular</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	<p>Evaluaciones psicom</p> <p>de riesgos psicosocia</p>

(Continua

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de a
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• malestar psicológico</li> <li>• estrés</li> <li>• depresión</li> <li>• ansiedad</li> </ul>			Intervención primaria en el trabajador mismo Capacitación y actuación laboral. Capacitación sobre m Pausas laborales. Dormir y descansar s
	IV. Desplazamientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos musculoesqueléticos,</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• faja</li> <li>• zapatos de seguridad</li> </ul>	Análisis ergonómico c Intervención primaria en el trabajador mismo Capacitación en el us Capacitación sobre m Pausas laborales.
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> </ul>			
V. Accidentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• quemaduras</li> <li>• heridas</li> <li>• traumas</li> <li>• estrés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• guantes de carnaza</li> <li>• zapatos de seguridad</li> <li>• casco de seguridad</li> <li>• lentes de seguridad</li> </ul>	Estudio epidemiológico Programa de mantenim Programa de manten y herramientas. Capacitación en el incendio. Capacitación en el us Personal de salud cap		
Entrega	I. Ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cefalea</li> <li>• acúfenos</li> </ul>	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tapones auditivos</li> </ul>	Sonometría. Uso de silenciadores Capacitación en el us
	I. Iluminación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• síndrome del ojo seco</li> <li>• pérdida de agudeza visual</li> <li>• astenopía.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	Estudio de iluminación Identificar puntos d poca iluminación y ev Pintura acabado mat paredes del centro de

(Continúa)

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuesta de a
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• fatiga visual</li> <li>• cefalea</li> </ul>			
	II. Humos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• irritación de vías respiratorias</li> <li>• bronquitis</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• protección respiratoria con filtros de celulosa</li> <li>• lentes de seguridad con filtro UV</li> </ul>	<p>Medición de contaminantes</p> <p>Brindar de manera frecuente mantenimiento a las unidades.</p> <p>Instalar filtros temporales durante la revisión o mantenimiento.</p> <p>Capacitación en el uso de la mascarilla.</p> <p>Mascarilla de carbón.</p> <p>Ropa 100% algodón.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• dermatitis</li> <li>• conjuntivitis</li> </ul>			
	IV. Atención	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tensión muscular</li> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• malestar psicológico</li> <li>• estrés</li> <li>• depresión</li> <li>• ansiedad</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	<p>Evaluaciones psicométricas para la identificación de riesgos psicosociales.</p> <p>Intervención primaria en el trabajador mismo.</p> <p>Capacitación y actuación en el trabajador mismo.</p> <p>Capacitación sobre manejo del estrés.</p> <p>Pausas laborales.</p> <p>Dormir y descansar suficiente.</p>
	IV. Desplazamientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trastornos musculoesqueléticos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• faja</li> <li>• zapatos de seguridad</li> </ul>	<p>Análisis ergonómico de las tareas.</p> <p>Intervención primaria en el trabajador mismo.</p> <p>Capacitación en el uso de la faja.</p> <p>Capacitación sobre manejo del estrés.</p> <p>Pausas laborales.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> </ul>			

Fases o Etapas del Proceso de Trabajo	Riesgos o exigencias	Probables daños a la salud	Número de trabajadores expuestos	Medidas preventivas actuales	Propuestas
	IV. Ritmo de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> <li>• ansiedad</li> <li>• depresión</li> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• malestar psicológico</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	Evaluaciones de identificación de riesgos, Intervención prioritaria y en el trabajador, Capacitación y entrenamiento laboral, Capacitación para el manejo de riesgos, Pausas laborales, Dormir y descansar.
	IV. Trabajo monótono	<ul style="list-style-type: none"> <li>• estrés</li> <li>• fatiga</li> <li>• ansiedad</li> <li>• depresión</li> <li>• trastornos del sueño</li> <li>• malestar psicológico</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> </ul>	Evaluaciones de identificación de riesgos, Intervención prioritaria y en el trabajador, Rediseño de tareas, Capacitación y entrenamiento laboral, Capacitación para el manejo de riesgos, Pausas laborales, Rotación de personal, Dormir y descansar.

Fuente: Recorrido de observación, empresa minera, junio 2017.

### 6.3 Cuestionario de Verificación

A continuación se presentan los resultados obtenidos a partir de la aplicación del CV en la empresa minera, los cuales permitieron cuantificar la eficacia de la empresa en materia de salud laboral.

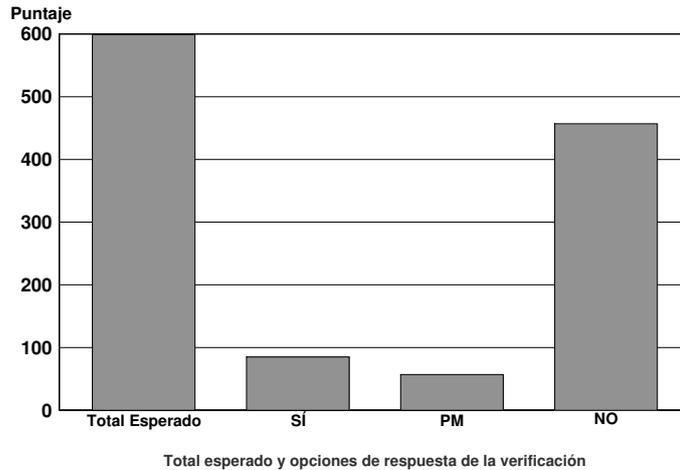
El capítulo I del CV, denominado *Evaluación preliminar*, se aplicó a toda la empresa por medio de la observación realizada durante los recorridos presenciales. A partir del capítulo II, *Intervención de los niveles directivos*, y hasta el X, *Marco legal, metodologías de estudio y programas preventivos*, fueron verificados de forma documental con apoyo de la gerencia, de los responsables de área, principalmente de seguridad, higiene y medio ambiente, así como, en muchos casos, de los propios trabajadores.

En este apartado, los resultados son representados de manera práctica mediante gráficas de barras y cuadros de resumen.

Primeramente, se expone una gráfica de barras simples del total esperado y los totales reales de la verificación de acuerdo con las opciones de respuesta. Después, se muestran las diferencias entre el índice esperado y el índice real de cada apartado de los diez capítulos por medio de una gráfica de barras apareadas. Por su parte, la perspectiva general del porcentaje de eficacia de los apartados evaluados se presenta en una gráfica de barras simples.

Del puntaje total esperado de 599 para la verificación efectuada, se obtuvo una mayoría de respuestas negativas (NO): 457; las respuestas afirmativas (SÍ), sumaron 85; mientras que las correspondientes a “parcialmente” (PM) fueron 57. A continuación se muestra la gráfica respectiva.

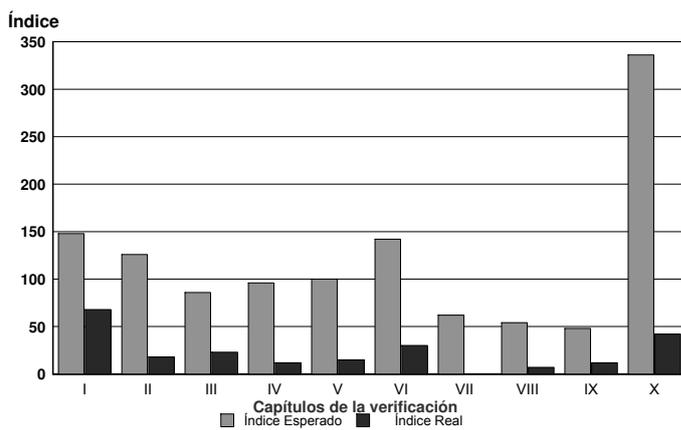
**Gráfica 1.** Puntaje del *total esperado* y de los *totales reales* según opciones de respuesta de la verificación.  
Empresa minera, 2017.



Fuente: CV, empresa minera, 2017.

En la siguiente gráfica puede observarse que la empresa minera en estudio presenta problemas en cada uno de los capítulos del CV con índices reales muy por debajo de los esperados. Los capítulos con índices más bajos corresponden a: capítulo VII, *Protección civil*; capítulo VIII, *Suministro de materiales*; capítulo IX, *Inspección y auditoría*; capítulo IV, *Seguridad e higiene*; capítulo V, *Ecología*; capítulo II, *Intervención de los niveles directivos*; capítulo III, *Inducción y capacitación*.

**Gráfica 2.** Índice esperado e índice real según capítulos de la verificación.  
Empresa minera, 2017.

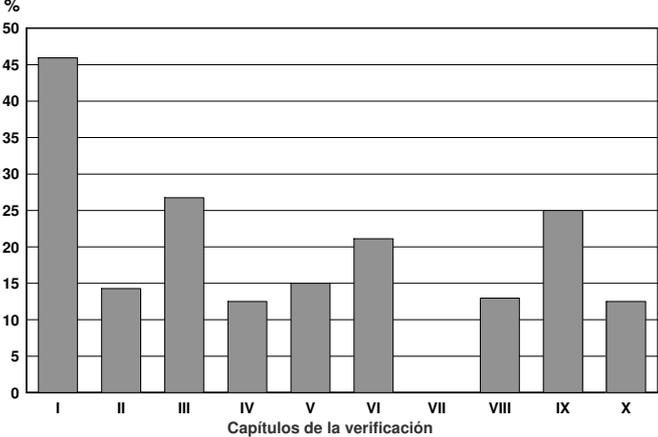


- I. Evaluación preliminar de la empresa
- II. Intervención de los niveles directivos
- III. Inducción y capacitación
- IV. Seguridad e higiene
- V. Ecología (medio ambiente)
- VI. Salud de los trabajadores
- VII. Protección civil
- VIII. Suministro de materiales, ingeniería y mantenimiento
- IX. Inspección y auditoría
- X. Marco legal, metodologías de estudio y programas preventivos

Fuente: Cuestionario de Verificación, empresa minera, 2017.

En relación al porcentaje de eficacia total de la verificación por capítulo, en la siguiente gráfica puede apreciarse que ningún capítulo alcanza siquiera el 50% de porcentaje de eficacia. Los resultados con porcentajes más bajos correspondieron a los capítulos: VII, con 0%; IV y X, con 12.5%; VIII, con 13%; II, con 14.3%; V, con 15%; VI, con 21.1; IX, con 25%; y III, con 26.7%. El único capítulo con mayor porcentaje fue el I, *Evaluación preliminar de la empresa*, con tan solo 45.9%.

**Gráfica 3.** Porcentaje de eficacia según capítulos de la verificación. Empresa minera, 2017.



Fuente: Cuestionario de Verificación, empresa minera, 2017.

## Hoja de resultados totales

Finalmente, en la tabla 13, se presenta la hoja de resultados con los niveles de eficacia de cada uno de los 10 capítulos a partir de la aplicación del CV.

**Tabla 13.** Hoja de Resultados.  
Total de la Verificación según capítulos.  
Empresa minera, 2017.

Capítulo	TE	TSÍ	%SÍ	TPM	%PM	TNO	%NO
I. Evaluación preliminar de la empresa	74	24	32.4	20	27	30	40.5
II. Intervención de los niveles directivos	63	6	9.5	6	9.5	51	81
III. Inducción y capacitación	43	9	20.9	5	11.6	29	67.4
IV. Seguridad e higiene	48	5	10.4	2	4.2	41	85.4
V. Ecología (medio ambiente)	50	7	14	1	2	42	84
VI. Salud de los trabajadores	71	9	12.7	12	16.9	50	70.4
VII. Protección civil	31	0	0	0	0	31	100
VIII. Suministro de materiales, ingeniería y mantenimiento	27	2	7.4	3	11.1	22	81.1
IX. Inspección y auditoría	24	5	20.8	2	8.3	17	70.8
X. Marco legal, metodologías de estudio y programas preventivos	168	18	10.7	6	3.6	144	85.7
<b>Total</b>	<b>599</b>	<b>85</b>	<b>14.2</b>	<b>57</b>	<b>9.5</b>	<b>457</b>	<b>76.3</b>

Fuente: Recorrido de observación, empresa minera, 2017.

TE: Total Esperado; TSÍ: Total Sí; %SÍ: Porcentaje Sí; TPM: Total Parcialmente; %PM: Porcentaje Parcialmente; TNO: Total No; %NO: Porcentaje No; Índice Real; %E: Porcentaje de Eficacia; NE: Nivel de Eficacia.

De acuerdo con las cifras de la hoja de resultados del CV, de un índice esperado de 1198, la empresa minera obtuvo un índice real de 227, el cual corresponde a un porcentaje de eficacia global del 18.9 % y, de acuerdo con la tabla de conversión del modelo PROVERIFICA, a un nivel de eficacia **nulo**, el cual obtuvo también el 90% de los capítulos, a excepción del I, *Evaluación preliminar de la empresa*, que obtuvo un nivel de eficacia **muy malo**.

A continuación se detallan los porcentajes de eficacia obtenidos en cada uno de los apartados correspondientes a los diferentes capítulos del CV, así como la conversión de sus niveles de eficacia.

En el capítulo I, denominado *Evaluación preliminar de la empresa*, el apartado 1, “Edificios, locales, instalaciones y áreas de la empresa” obtuvo el porcentaje de eficacia más bajo con 22.2%, correspondiente a un nivel de eficacia de **muy malo**. Le siguieron el apartado 3, “Sistemas contra incendio” con 25.0% y el apartado 9, “Equipo de protección personal”, con 31.8%, ambos con un nivel de eficacia **nulo**. Por otra parte, el apartado 2, “Orden y limpieza” (42.9%), así como el 4, “Instalaciones eléctricas”, 7, “Medio ambiente laboral” y 8, “Herramientas, equipos y maquinaria”, obtuvieron un 50% de eficacia y un nivel de eficacia **muy malo**. Los apartados 5, 6 y 10, “Manejo, transporte y almacenamiento de materiales”, “Señales, avisos de seguridad y códigos de colores” y “Servicios para los trabajadores”, respectivamente, contaron con 66.7% de eficacia, el cual corresponde a un nivel de eficacia **muy malo**.

El capítulo II, *Intervención de los niveles directivos*, obtuvo un nivel de eficacia **nulo**, mismo nivel que presentó la mayoría de los apartados, a saber: “Políticas de seguridad y salud en el trabajo” (0%), “Responsables de la seguridad y salud en el trabajo” (0%), “Participación de las gerencias, jefaturas y supervisión” (18.8%), “Planes y objetivos de seguridad y salud en el trabajo” (0%), “Programas de seguridad y salud en el trabajo” (0%) y “Medios de información” (12.5%). Por su parte, el apartado 6, “Comisión, comité y reuniones” obtuvo un 50% de eficacia, que corresponde a un nivel de eficacia **muy malo**.

Asimismo, el capítulo III, *Inducción y capacitación*, tuvo un porcentaje de eficacia de 26.7%, equivalente a un nivel de eficacia **nulo**, mismo nivel de eficacia total presentado por los tres apartados que conforman este capítulo, cuyos resultados fueron: apartado 3, “Capacitación de las gerencias, jefaturas y supervisión”, con el porcentaje más bajo de 14.3%, seguido por el apartado 1, “Inducción a la empresa”, con 26.9%, y el apartado 2, “Inducción al trabajo”, con 37.5%.

En lo que atañe a *Seguridad e higiene*, este capítulo IV obtuvo un nivel de eficacia de **nulo** y un porcentaje de eficacia de 12.5%. Todos sus apartados tuvieron un nivel de eficacia igual al total, los que tuvieron los niveles más bajos fueron: “Evaluación y control de la seguridad” (0%); “Mapas de riesgo” (0%) y “Evaluación y control de la higiene” (3.3%).

Por su parte, el capítulo V, *Ecología (medio ambiente)*, y la mayoría de sus apartados obtuvieron un nivel de eficacia **nulo**. Los apartados: 1, 3, 4 y 6, “Administración de la ecología”, “Contaminación del aire”, “Contaminación del agua” y “Formas especiales de contaminación”, respectivamente, obtuvieron un porcentaje de eficacia de 0; el apartado 2, “Actividades de la empresa”, tuvo 5.6%; los apartados “Contaminación del suelo” y “Tanques y recipientes” registraron un 40%; y el apartado 8, “Servicios”, obtuvo un porcentaje de eficacia del 75%.

El capítulo VI, *Salud de los trabajadores*, tuvo un porcentaje de eficacia del 21.1%, que corresponde a un nivel de eficacia **nulo**, el cual también obtuvieron todos sus apartados. El apartado 2, “Investigación de accidentes y enfermedades de trabajo”, registró la calificación más baja con 0%, seguido de los apartados 5, “Reporte de estadísticas”, con 12.5%, y 1 “Administración de la salud de los trabajadores”, con 16.7%.

En el tema de *Protección civil*, correspondiente al capítulo VII, la empresa minera registró porcentajes de eficacia de 0 en todos los apartados, es decir, un nivel de eficacia **nulo** en “Administración de la protección civil”, “Plan de contingencias y programas de emergencia”, “Brigada de emergencias” y “Primeros auxilios en emergencias”.

En materia de *Suministro de materiales, ingeniería y mantenimiento*, correspondiente al capítulo VIII, la empresa obtuvo un nivel de eficacia **nulo**, al igual que cada uno de los apartados de este capítulo, cuyos resultados fueron: apartado 2, “Nuevos proyectos y cambios en el proceso de trabajo”, con 5%; apartado 1, “Compras y selección de proveedores”, con 12.5%; apartado 3, “Mantenimiento preventivo y correctivo”, con 22.2%.

Por su parte, el nivel de eficacia del capítulo IX, *Inspección y Auditoría*, fue **nulo** (25%), del mismo modo que el apartado 1, “Inspecciones y auditorías internas”. Con respecto a los apartados 2, “Comunicación de condiciones peligrosas”, y 3, “Acciones preventivas y correctivas”, estos registraron un porcentaje de eficacia de 42.9% y 50%, respectivamente, ambos equivalentes a un nivel de eficacia **muy malo**.

Por último, el capítulo X, *Marco legal, metodologías de estudio y programas preventivos*, y todos sus apartados tuvieron un nivel de eficacia **nulo**. Tres apartados obtuvieron 0% de eficacia: apartado 2, “Marco legal de la ecología”, apartado 3, “Marco legal de la protección civil”, y apartado 4, “Metodología de estudio”. El apartado 5, “Programas preventivos”, registró un porcentaje de eficacia de 4.8%, mientras que el apartado 1, “Marco legal de la seguridad e higiene” tuvo un porcentaje de eficacia de 26%.

## **7. Conclusiones**

A continuación se desglosan las conclusiones derivadas de los resultados obtenidos a partir del CV aplicado a la empresa minera localizada en el estado de Hidalgo. Primero, se muestran aquellas relacionadas con la CIGE; en segundo lugar, las correspondientes a los DCST; y, finalmente, se exponen las correspondientes a los diez capítulos del CV.

### **7.1 Cedula de Información General de la Empresa (CIGE)**

De acuerdo con el Reglamento de la Ley del Seguro Social, la empresa minera en estudio se halla clasificada como de riesgo máximo, pues las labores propias de este tipo de industria generan múltiples riesgos y exigencias que la convierten en un campo peligroso de actividad laboral.

Ahora bien, más del cincuenta por ciento del personal del centro de trabajo posee una antigüedad de entre 20 y 30 años, así como todos los empleados cuentan con base.

A pesar de que existen exigencias que pueden derivarse de la rotación semanal, de los turnos dobles, las horas extra y de las guardias que deben cubrir los trabajadores, la mayoría expresaron estar satisfechos con los periodos vacacionales y el programa anual de reparto de vacaciones con el que cuenta la empresa.

Es importante señalar que los operadores de maquinaria pesada, dadas las características de su proceso laboral, pueden llegar a sufrir problemas gastrointestinales o nutricionales debido a la falta de un horario establecido para ingerir alimentos fuera de su cabina.

### **7.2 Diagramas Complejos de seguridad y salud en el trabajo (DCST)**

De los dos procesos laborales identificados en la empresa, el de explotación es el más peligroso, pues, debido a la cantidad y tipo de tareas realizadas, existe un número mayor de riesgos y exigencias en comparación con el proceso de trabajo de mantenimiento de vehículos y maquinaria.

Dado que la mayoría de las actividades de explotación se llevan a cabo a la intemperie, los riesgos que se presentan frecuentemente en el proceso de trabajo son: la exposición al ruido, a la temperatura ambiental, a la radiación por rayos UV, al polvo y a diversos tipos de accidentes. Por su parte, entre las exigencias que más se observan en el proceso laboral de explotación se encuentran: el esfuerzo físico intenso, las posiciones incómodas y demandas de desplazamiento y de atención, las cuales, probablemente, son resultado de la falta de medidas preventivas que actualmente prevalece en la empresa.

Un factor importante que puede tener un gran impacto en la integridad de los trabajadores de la mina a cielo abierto está constituido por el terreno en sí mismo, por lo que una planeación preventiva para determinar las zonas de peligro podría disminuir el riesgo de accidentes relacionados con deslaves, caídas de maquinaria en fallas geológicas o cuevas y desgajamientos de paredes inestables.

Es importante señalar que las medidas de protección que ofrece la empresa no resultan del todo adecuadas ni se obliga a los encargados de área a usar el EPP; si bien el departamento de seguridad, higiene y medio ambiente vigila el uso del EPP, esta acción no se lleva a cabo de forma permanente, por lo que los trabajadores incumplen en portarlo correctamente o en usarlo de forma constante durante todas las labores de su jornada.

Asimismo, durante la mayoría de las actividades que integran el proceso laboral, todos los obreros que se desempeñan en ellas se encuentran permanentemente expuestos al ruido, a las vibraciones, a la temperatura ambiental y a variantes de iluminación, pues las herramientas, maquinaria y equipo poseen características particulares que no pueden ser modificadas en su totalidad; sin embargo, el uso de salvaguardas para este tipo de riesgos podría aminorar las afectaciones a la salud de los trabajadores.

Por otro lado, los acarreos I y II provocan riesgos inminentes de sufrir accidentes viales dentro de los senderos o zonas de tránsito de la cantera, lo cual puede ser resultado de la falta de señalización, en general, y de límites de velocidad, en particular, que garanticen la integridad de los trabajadores y de la infraestructura existente.

En cuanto al proceso laboral de mantenimiento de vehículos y maquinaria, los principales riesgos a los que están expuestos los trabajadores son: el ruido, la mala iluminación, la exposición a vapores y humos, así como la incidencia de accidentes derivados de las actividades que se llevan a cabo, pues los obreros deben reparar o hacer pruebas a unidades con motores a diesel. En relación a las exigencias que se presentan con mayor frecuencia, se identificaron las posiciones incómodas, el alto ritmo de trabajo, el trabajo monótono, el alto nivel de atención en las tareas y los desplazamientos constantes.

Además, el déficit de orden y limpieza, tanto en el taller automotriz como en el de maquinaria pesada, puede conducir a la ocurrencia frecuente de diversos accidentes. Del mismo modo, dada la cantidad de medios de trabajo que deben utilizar los obreros, las actividades de compostura y pruebas resultan muy riesgosas.

Al igual que en el proceso de explotación, durante el proceso de mantenimiento los trabajadores no portan correctamente o no usan el EPP que la empresa les proporciona, lo cual puede derivar en lesiones o heridas cuya gravedad puede ir desde invalidar al personal, hasta causarle la muerte.

Durante el recorrido por la empresa, se observó que la mayor parte del tiempo los trabajadores realizaban sus labores tranquilos y sin presión; sin embargo, comentaron que, cuando existe saturación de trabajo por mantenimientos preventivos y/o correctivos, las repercusiones en la salud, a causa de las exigencias generadas, son muy notorias. Por ello, se debe considerar la posibilidad de que, durante esos periodos demandantes, la productividad de los obreros disminuya o se presente un elevado ausentismo.

### **7.3 Cuestionario de Verificación**

El nivel de eficacia **nulo** obtenido de manera global por la empresa minera puede ser resultado, por un lado, de la carencia de interés e intervención de los niveles directivos en materia de salud laboral y en el cumplimiento de medidas de protección civil, las cuales son prácticamente inexistentes en el centro de trabajo; y por otro lado, también puede derivar de las malas condiciones de salud en el centro de trabajo, así como de la falta de inducción y capacitación en todos los niveles empresariales.

Además de lo anterior, las instalaciones, herramientas, maquinaria, equipo no se encuentran en buenas condiciones de uso, así como su cableado eléctrico; los equipos de soldadura y corte no operan en áreas específicas y en condiciones de seguridad e higiene. Se observó que sólo algunos equipos y máquinas con movimiento cuentan con guardas protectoras y dispositivos de seguridad. Se recomienda brindales mantenimiento preventivo y correctivo, además de elaborar su correspondiente calendarización. Se sugiere cumplir con los requerimientos mínimos establecidos por la legislación y normatividad vigente, con el fin de evitar un incremento de las enfermedades y accidentes laborales.

Es importante señalar que, si bien existe un encargado en seguridad, higiene y medio ambiente, quien debe supervisar el cumplimiento de lo estipulado en esta materia, el déficit de interés por parte de la gerencia provoca la imposibilidad de su administración y la inexistencia de auditorías internas o externas para conocer su situación. Asimismo, la falta de conocimiento de los procesos de trabajo por parte de los niveles directivos impide emprender acciones preventivas, por ejemplo, la realización de mapas de riesgos y exigencias que permitan conocer a qué peligros y demandas laborales se encuentran expuestos los trabajadores.

También conviene puntualizar que, a pesar de contar con una clínica, es evidente, por una parte, el desconocimiento de sus encargados en materia de la salud laboral de los trabajadores y, por otra, la carencia de servicios médicos específicamente destinados a la atención del personal del centro de trabajo. En este sentido, es relevante destacar la confusión que prevalece entre el servicio que presta la clínica y el que debería brindar como un establecimiento dedicado a la medicina laboral, el cual es inexistente. La implementación, periódica y programada, de epidemiología laboral podría brindar a la empresa un panorama más amplio del estado de seguridad y salud en el trabajo de sus empleados en distintos periodos, de tal modo que sirviera al propósito de conocer los riesgos y exigencias presentes en cada una de las áreas o procesos laborales.

Otro aspecto a considerar es el suministro de materiales, ingeniería y mantenimiento, el cual debería ser supervisado en conjunto con el personal de seguridad, higiene y medio ambiente tanto a fin de determinar los criterios sobre los requerimientos mínimos que deben cumplir los proveedores en materia de seguridad y salud en el trabajo, como para solicitar y revisar la información necesaria con el objetivo de garantizar la disminución o eliminación de riesgos relacionados con los materiales, equipos, herramientas y maquinaria.

Finalmente, debido a que la empresa carece de evidencia documental sobre las metodologías para el estudio del medio ambiente laboral, no es posible contar con un conocimiento preciso sobre las condiciones laborales previas al momento de realización de la presente investigación.

## **8. Recomendaciones**

A continuación se exponen las medidas propuestas derivadas de los resultados obtenidos a partir de la CIGE, los DCST y el CV de la empresa minera ubicada en el estado de Hidalgo. Primero se muestran las recomendaciones de la CIGE, después las relacionadas con los DCST y, por último, las referentes a cada uno de los 10 capítulos del CV.

### **8.1 Cedula de Información General de la Empresa (CIGE)**

En primer lugar, se sugiere la elaboración de programas de seguridad e higiene en el trabajo pues en la empresa laboran más de cien obreros. Asimismo, debe considerarse la capacitación y adiestramiento del personal para su implementación, así como su difusión y actualización anual.

Se recomienda capacitar a todo el personal que labora en la empresa en temas de seguridad, higiene y medio ambiente para en caso de no contar con la presencia del encargado en materia, los propios trabajadores actúen en caso de ocurrir algún siniestro y cuiden su seguridad.

Asimismo, se sugiere que el encargado del departamento de seguridad, higiene y medio ambiente tenga una lista actualizada de los trabajadores que incluya tanto su ubicación particular dentro de las instalaciones de la empresa, como las actividades que realiza. A fin de cumplir con este punto, debe existir una comunicación permanente entre la gerencia y la jefatura de recursos humanos.

Con respecto a la rotación de personal, la empresa debe considerar una reorganización de los turnos de cada puesto de trabajo según lo establece la NTP-455 del INSHT, organismo perteneciente al Ministerio de Empleo y Seguridad Social de España, cuya norma recomienda tomar en cuenta las diferencias individuales y la flexibilización de los turnos. Lo anterior al no contar con normatividad nacional vigente en materia (INSHT, 1997).

Acerca de las pausas de trabajo, si bien la legislación nacional no establece normas específicas al respecto, se recomienda considerar la importancia de su implementación en la empresa minera, pues, como lo señala la NTP-916 del INSHT, para que el trabajo pueda realizarse de manera segura, saludable y el trabajador pueda recuperarse de la fatiga acumulada “los lugares de descanso no pueden ser ni desconsiderados, ni tratados de manera independiente al tipo de actividad”. Lo anterior al no contar con normatividad nacional vigente en materia (INSHT, 2011).

En relación con lo anterior, es fundamental que los operadores de maquinaria pesada cuenten con un horario específico destinado a la ingestión de alimentos fuera de las unidades, en tanto, como puntualiza la OIT, las condiciones idóneas para la pausa de comida han de ser “un periodo de descanso, renovación, creación de vínculos con los compañeros de trabajo, liberación de tensiones y separación física del puesto de trabajo. El emplazamiento de la comida debe encontrarse limpio y libre de ruidos, vibraciones, productos químicos y otros factores de riesgo del área de trabajo; en definitiva, un espacio para relajarse” (Wanjek, 2005).

## **8.2 Diagramas Complejos de Seguridad y salud en el trabajo (DCST)**

En cualquier área de actividad laboral, los trabajadores tienen derecho a que se les proteja eficazmente, por lo que los centros laborales deberían estar libres de riesgos y exigencias; sin embargo, en tanto no siempre es posible eliminarlos, estos deben reducirse de tal forma que no comprometan su salud ni seguridad, lo cual se puede conseguir mediante la prevención. En el caso específico de la empresa minera en estudio, la prevención debe implementarse de manera continua dadas las variaciones permanentes que se presentan en las actividades laborales, entre ellas: las condiciones geológicas inestables, las modificaciones de estratos, las variaciones climáticas, los cambios en las condiciones laborales y la incorporación de personal sensible a determinados riesgos o exigencias (Díaz, 2009).

Antes de desarrollar cualquier actividad en la cantera, es conveniente que los encargados revisen los planos geotécnicos a fin de constatar que el sitio de trabajo está libre de fallas geológicas, cavernas y grietas que, además de implicar para el personal el riesgo de caer en ellas, puedan provocar desgajamientos totales o parciales de uno o varios bancos de la mina. Todo el personal expuesto a este tipo de peligros debe ser capacitado, además de a participar en simulacros para localizar las zonas seguras dentro de la mina; para ello, se recomienda el establecimiento de un programa anual de simulacros.

Asimismo, es de suma relevancia considerar que el proceso de trabajo de explotación es el más peligroso de los que se llevan a cabo en la empresa, pues el uso de explosivos y detonantes exige mayores habilidades de los trabajadores y su constante capacitación. Por ello, se sugiere la implementación de medidas para que el personal involucrado en las tareas de explotación reciba capacitación, de manera regular, sobre el uso de explosivos, su normatividad y, sobre todo, acerca de la seguridad, higiene y salud laboral, lo cual incluye concientización y supervisión constante del correcto y completo uso del EPP.

En este mismo sentido, es menester considerar que un factor de riesgo de importancia prioritaria es el polvorín, cuyas instalaciones deben cumplir con la distancia especificada por la NOM-121-STPS-1996, a fin de salvaguardar las zonas circundantes en caso de explosión y reducir al máximo sus consecuencias. Además, el lugar debe ser firme, seco, sin peligro de inundación y debe permitir el fácil acceso para el transporte de los explosivos en vehículos o de forma manual. Asimismo, el área circundante a los depósitos debe tener un radio mínimo de 25 m libres de desperdicios, maleza, matorrales, pastos y árboles.

El almacén de explosivos debe mantenerse limpio, seco y debe contar con la cantidad suficiente de extintores de polvo químico seco distribuidos de forma adecuada para combatir cualquier conato de incendio dentro o fuera del almacén, en el cual no deben utilizarse herramientas metálicas que puedan producir chispas ni linternas o lámparas diferentes a las de seguridad (Díaz, 2009).

En relación al transporte de los explosivos, la empresa debe implementar medidas a fin de asegurar que durante su trayecto los vehículos mantengan entre sí una distancia mínima de 100 m y una velocidad máxima de 60 km/h en pavimento y de 40 km/h en camino de terracería. Asimismo, es fundamental garantizar tanto que los vehículos cuenten con sistema eléctrico a prueba de chispas y cadena de arrastre para poner a tierra la carrocería, según lo especifica la NOM-121-STPS-1996, como que se mantengan en perfecto estado de conservación y mantenimiento electromecánico.

Además de lo anterior, se recomienda la implementación de un procedimiento para el transporte de sustancias y materiales peligrosos que considere la seguridad vial dentro y fuera de la mina, pues en las condiciones actuales resulta factible que los vehículos de carga circulen a una velocidad mayor que la establecida en los señalamientos viales, lo cual puede provocar choques entre unidades, caída de vehículos a barrancas aledañas y atropellamiento de peatones, entre otros.

Sumado a lo antes expuesto, se sugiere realizar estudios ergonómicos a los transportistas y operadores de maquinaria, quienes, durante la visita, refirieron padecer de constante dolor lumbar y en otras partes del cuerpo, sobre todo aquellos cuya edad supera los 40 años, por lo que este tipo de estudios pueden ayudar a evitar lesiones mayores e inasistencias a causa de las mismas.

En cuanto a las actividades relacionadas con el barrenado, se detectó que la máquina perforadora no cuenta con salvaguardas que aislen sus partes mecánicas, por lo que se recomienda su instalación, a fin

de evitar que alguno de sus componentes pueda provocar accidentes, lesiones, heridas, golpes o aplastamientos.

A fin de evitar problemas de salud muy graves, este tipo de actividades exige la urgente aplicación de un programa que establezca el uso obligatorio de protección respiratoria, organice cambios y rotación de personal con otras áreas, así como regule la constante vigilancia de los mismos por parte de la gerencia en coordinación con los encargados de área.

Asimismo, previo a las operaciones de perforación, se recomienda inspeccionar cuidadosamente la zona con el fin de detectar posibles fallas en la voladura, fondos de barreno de voladuras anteriores y otros riesgos que pudieran presentarse durante las labores. Además, se debe poner especial atención a la temperatura de los explosivos, los cuales no deben cargarse si superan los 60 °C y la perforación deberá prohibirse ante cualquier sospecha de que los barrenos puedan contener explosivos.

Al tratarse de una mina a cielo abierto, la empresa debe suspender la carga de barrenos en condiciones climáticas adversas, como tormentas, y hasta que no exista ningún riesgo de descargas eléctricas.

Es de suma importancia que todos los empleados tengan siempre presente que las actividades de carga y voladura, así como el manejo y uso de explosivos deben estar a cargo, exclusivamente, del personal entrenado y autorizado por la empresa, previa selección de acuerdo a criterios psicofísicos que aseguren su confiabilidad e idoneidad. El responsable técnico de la voladura debe verificar la información proporcionada por el fabricante acerca de la velocidad de combustión de la mecha, la calidad de las mechas, el estado, continuidad y demás componentes del material de voladura (Díaz, 2009).

Una vez iniciada la carga, los trabajadores responsables deben detectar, en la medida de lo posible, la presencia de obstáculos en los agujeros y tratar de retirarlos. Es de suma importancia prohibir el ingreso de trabajadores al área de voladura desde la indicación para iniciarla y hasta 30 minutos después del momento de la explosión; los trabajos en el sitio no deben reanudarse hasta que los polvos producidos por la voladura se hayan disipado y el responsable haya finalizado la inspección visual para verificar que no existe ningún riesgo potencial (Díaz, 2009).

Si tras la voladura se detecta que el barreno conserva explosivos, se debe llevar a cabo lo siguiente: elaborar un programa de salud y seguridad donde se detallen los procedimientos pertinentes; señalar debidamente los barrenos; emplear el personal necesario para realizar las tareas de eliminación y,

simultáneamente, retirar a los trabajadores y equipo no destinados a esa labor; cualquier otra actividad que no tenga relación con la eliminación del riesgo debe ser suspendida (Díaz, 2009).

Específicamente en el caso del proceso de voladuras, es importante considerar un cambio del equipo empleado para proteger las vías respiratorias, pues durante la visita se observó la rápida saturación de polvo de piedra caliza en las protecciones que actualmente se utilizan, cuya causa se identificó con la permanencia constante en la cantera durante las etapas de este proceso. Asimismo, por un lado, se debe considerar la implementación obligatoria de espirometrías, radiografías de tórax posteroanterior y estudios de gabinete para conocer el estado de salud actual tanto de los trabajadores que participan en las voladuras como de los perforistas. Por otro lado, el potencial de exposición al polvo deberá evaluarse de acuerdo con lo dispuesto en el repertorio de recomendaciones prácticas de la OIT denominado *Seguridad en la utilización de productos químicos en el trabajo y factores ambientales en el lugar de trabajo*, o bien según lo especifica la NOM-018-STPS-2015.

También acerca de la exposición al polvo, la empresa debe considerar:

- a) adoptar las disposiciones necesarias para reducir el polvo que se inhala y respira en todos los lugares del centro de trabajo, como los puntos de carga/vertido, puntos de transferencia de materiales, estaciones de trituración y pistas de acarreo;
- b) controlar las emisiones de origen de polvo atmosférico mediante equipos, procesos y métodos de manipulación adaptados para tal fin;
- c) emplear agua o agentes tensoactivos para la eliminación del polvo (OIT, 2017b).

Si las medidas anteriores no resultan suficientes, la empresa debe: proporcionar EPP apropiado hasta que el riesgo haya desaparecido o se haya reducido a un nivel aceptable que no suponga amenaza para la salud; prohibir que se coma, beba o fume en zonas contaminadas; proporcionar instalaciones adecuadas para lavarse, cambiarse, lavar y guardar la ropa de trabajo; utilizar señalización; y establecer dispositivos adecuados para hacer frente a situaciones de emergencia (OIT, 2017b).

Acerca de las inspecciones posteriores a las voladuras, que actualmente se realizan de forma personal, se recomienda el uso de tecnología remota con el fin de no comprometer la seguridad de los trabajadores. Con este mismo objetivo, los encargados de realizar estas labores deben recibir la capacitación necesaria, la cual es responsabilidad de la gerencia proveer a fin de salvaguardar la integridad de los miembros de la empresa.

Ahora bien, otro de los riesgos identificados, a los que con mayor frecuencia se hallan expuestos los trabajadores involucrados en el proceso de explotación, es el ruido, el cual la empresa debe mitigar mediante la adopción de las siguientes medidas:

- a) evaluar los niveles máximos de exposición al ruido según la NOM-011-STPS-2001 y considerar el riesgo de pérdida de audición y el grado de interferencia que esta puede causar en la comunicación esencial para la seguridad, así como el riesgo de fatiga nerviosa;
- b) determinar las fuentes de ruido y las tareas que generan exposición al mismo;
- c) consultar con el proveedor de los equipos utilizados en la mina la emisión prevista de ruidos;
- d) realizar las mediciones según la NOM vigente;
- e) llevar a cabo estrategias de control, como: pruebas audiométricas, capacitación sobre la pérdida auditiva, provisión de medios eficaces de la protección auditiva, realizar mediciones del ruido para determinar el nivel de exposición continuada y un estudio continuo de métodos y controles para reducir los niveles de ruido causantes de la sobreexposición;
- f) adquirir maquinaria y equipo que genere poco ruido;
- g) reorganizar el lugar de trabajo de manera que se reduzca al mínimo la exposición de los trabajadores al ruido;
- h) reducir el tiempo de exposición al riesgo;
- i) informar a los trabajadores sobre: las pruebas audiométricas, los factores que dan lugar a la pérdida auditiva a causa del ruido, las precauciones necesarias y los síntomas de los efectos perjudiciales de la exposición a los altos niveles sonoros (OIT, 2017b).

Por otra parte, es menester considerar los riesgos detectados por exposición a vibraciones, pues las vibraciones de la cabeza o los ojos pueden afectar la percepción de la información captada a través de los indicadores o monitores, mientras que las vibraciones del cuerpo o las extremidades pueden afectar la manipulación de los mandos y dispositivos de control (OIT, 2017b).

Para subsanar este tipo de riesgos, la empresa debe adoptar los siguientes lineamientos:

- a) determinar las fuentes de vibraciones y las tareas que generan exposición a las mismas;
- b) atender a las disposiciones establecidas en la NOM-024-STPS-2001;
- c) consultar con el proveedor de vehículos, equipo y maquinaria acerca de las vibraciones que estos emiten;

- d) identificar y caracterizar las fuentes de las vibraciones y los trabajadores expuestos a las mismas;
- e) evaluar la necesidad de diseñar técnicas de control de vibraciones y otras medidas apropiadas para su efectiva aplicación;
- f) determinar las frecuencias de resonancia;
- g) brindar capacitación en el uso de herramientas y maquinaria.
- h) informarse a los trabajadores acerca de las consecuencias del uso prolongado de maquinaria, equipo y herramientas que vibran, así como sobre el ajuste adecuado de los asientos y posturas corporales en el trabajo para disminuir su impacto;
- i) seleccionar los asientos de los vehículos, incluidos los asientos integrados en las instalaciones fijas, a fin de que minimicen la transmisión de vibraciones al conductor u operador;
- j) revisar de manera periódica la maquinaria, equipo y herramientas;
- k) reorganizar la jornada laboral para reducir los lapsos de exposición a vibraciones, mediante la implementación de periodos de descanso o rotación de personal (OIT, 2017b).

Respecto a los riesgos que implican el acarreo y manejo de materiales dentro de la cantera, es necesario que la empresa adopte medidas específicas para los equipos móviles, a saber:

- a) deben estar provistos de estructuras de protección contra la caída de objetos y volcaduras, así como de otros dispositivos que protejan a los operadores del riesgo de caer o salir despedidos del equipo;
- b) deben disponer de un sistema adecuado de frenado;
- c) no deben dejarse sin vigilancia;
- d) cuando el vehículo transite de una zona de trabajo a otra, sus partes móviles deberán inmovilizarse en posición de “en tránsito”;
- e) los gases de escape del equipo movido por combustión interna deben descargarse lejos del operador.
- f) debe tomarse en cuenta el diseño ergonómico del equipo (OIT, 2017b).

Por otra parte, también es importante que la empresa preste atención los caminos, estacionamientos, zonas de servicios y otras áreas de trabajo, los cuales deben diseñarse conforme a las pendientes máximas, para evitar deslizamientos o caídas de equipos a causa de inclinaciones en el suelo o desniveles; asimismo, el diseño debe considerar la ubicación de las salidas de emergencia, el cruce de equipos durante el tránsito de vehículos, las condiciones de circulación del personal y la correcta instalación de bermas de protección a fin de prevenir el vaciado accidental de la piedra caliza que transportan los vehículos en lugares inhabilitados o lesiones a personas (Díaz, 2009).

Por otro lado, durante el proceso de trabajo de mantenimiento de vehículos y maquinaria pesada, los trabajadores están expuestos a exigencias asociadas al tiempo de entrega y precisión de las composturas, de las cuales se derivan los problemas detectados de lesiones, heridas y golpes por accidentes relacionados al ritmo de trabajo, así como la presencia de estrés y fatiga. Por ello, se propone la implementación de pausas activas y de capacitación sobre el manejo de estrés.

Un factor de alto riesgo relacionado con los vehículos utilizados en la cantera consiste en los neumáticos y llantas, cuyo gran tamaño y masa los convierte en objetos potencialmente peligrosos, pues debido al alto nivel de la presión del aire que contienen, la presencia cercana de cualquier material combustible en combinación con alguna fuente de ignición puede generar que los neumáticos comiencen a quemarse y explotar. Por ello, es necesario que la empresa considere la implementación de las siguientes medidas:

- a) llevar a cabo una revisión periódica de los neumáticos con las siguientes observaciones: información sobre fallas previas, vida útil, el ruido que pueda generar la liberación repentina de aire, el peso de la carga con que trabajan, presión de inflado, desgaste irregular de la banda de rodadura, separación por deformación excesiva de los flancos, fricción y rozamiento causados por la deformación de la zona del talón;
- b) detectar cualquier deterioro en el neumático que pueda causar autocombustión;
- c) uso de medidores térmicos y de presión para realizar una evaluación inicial en caso de sospecha de sobrecalentamiento;
- d) almacenar adecuadamente las llantas;
- e) dar mantenimiento preventivo o correctivo;
- f) evaluar y seleccionar neumáticos o llantas para su adquisición;
- g) emitir alertas en caso de posibles descargas de rayos para reducir la exposición de vehículos a las mismas;
- h) utilizar los neumáticos de acuerdo a las especificaciones del fabricante;
- i) capacitar a los trabajadores en esta materia (OIT, 2017b).

Toda maquinaria puede dar origen a diversas situaciones de peligro, por lo que conviene prestar atención a su diseño, fabricación, utilización prevista, mantenimiento y desecho. Por ello, se recomienda a la empresa tomar las siguientes medidas al respecto:

- a) recopilar información pertinente y determinar los límites de la maquinaria, como aquellos relativos a su uso, velocidad, tiempo, ambiente e interfases;
- b) recabar documentación sobre los peligros asociados a su uso en el lugar de trabajo y de acuerdo con las tareas para las cuales se utilizará;
- c) evaluar los riesgos derivados de su utilización mediante una proyección de la probabilidad de ocurrencia de situaciones de peligro y su gravedad;
- d) planificar las medidas necesarias para controlar adecuadamente, reducir o eliminar los riesgos (OIT, 2017b).

Debido a los riesgos de salud a los cuales están expuestos los operadores de vehículos de carga o maquinaria, se considera necesario realizarles estudios ergonómicos, al igual que a los trabajadores dedicados a manipular cargas y a aquellos que se desempeñan en los talleres y llevan a cabo labores de composturas mecánicas y eléctricas inclinados sobre mesas.

En todos los casos anteriores, también se sugiere instaurar pausas laborales, pues en las áreas de trabajo mencionadas se identificaron exigencias que generan posiciones incómodas, esfuerzo físico intenso y desplazamientos que pueden derivar en enfermedades musculoesqueléticas, lumbalgia, tensión muscular y fatiga.

En referencia particular a la exigencia de desplazamientos, dado que en los almacenes y los talleres de mantenimiento, así como durante los procesos de barrenado, carga de explosivos y voladura, los trabajadores deben trasladar cargas pesadas de forma manual e individual, se recomienda la realización de estas tareas en equipo, con lo cual, además de reducir el peso cargado por persona, se puede aumentar la velocidad en que se llevan a cabo las tareas. Asimismo, se considera esencial brindar a los empleados capacitación sobre el uso del EPP y acerca de las técnicas adecuadas para llevar a cabo sus labores.

En cuanto a las exigencias laborales que generan fatiga, se debe tener presente, tanto en el proceso de mantenimiento de vehículos y maquinaria pesada como en el de explotación, que este estado físico puede dar lugar a situaciones peligrosas en tanto reduce la capacidad de atención y la habilidad para responder eficazmente a cambios súbitos en el entorno laboral. Por ello, se sugiere la aplicación de los siguientes lineamientos:

- a) evaluar los riesgos en conjunto con los trabajadores, que cubra sus funciones, tareas y responsabilidades, y que incluya a los directivos, personal profesional y a quienes realizan trabajos programados, no programados, extraordinarios o fuera del horario laboral;
- b) realizar pausas breves durante las horas de trabajo para que los empleados recuperen la capacidad de atención y un buen estado físico y mental;
- c) implementar pausas con duración suficiente para la ingestión de alimentos;
- d) descanso diurno o nocturno;
- e) realizar jornadas laborales ampliadas, si la naturaleza y el volumen de trabajo lo permiten;
- f) considerar los cambios de horarios de trabajo que puedan afectar a la seguridad y salud en el trabajo (OIT, 2017b).

Por último, en cualquier etapa de ambos procesos de trabajo que se lleve a cabo a la intemperie, se recomienda a la empresa monitorear la situación climatológica, implementar pausas laborales y garantizar la libre distribución de agua para consumo humano a fin de evitar la ocurrencia de casos de estrés térmico o insolación resultantes de la exposición a altas temperaturas. Se deberá considerar con lo establecido con la NOM-015-STPS-2001 para evaluar las condiciones térmicas elevadas en el lugar de trabajo.

Asimismo, se sugiere a la empresa monitorear los niveles de radiación de rayos UV durante las jornadas laborales, así como capacitar a los obreros en el uso de EPP y proveerlos con lentes de seguridad con filtro UV para evitar que durante su vida productiva sufran lesiones como quemaduras y enfermedades cutáneas (melanoma) y oculares (catarata) durante la vida productiva del trabajador. A su vez, se debe informar a los trabajadores sobre los tipos de radiaciones, sus posibles efectos, cómo se miden y controlan. En casos de altos niveles de radiación, se recomienda sumar a las medidas anteriores el uso de bloqueador solar (OIT, 2017b).

### **8.3 Cuestionario de Verificación**

A continuación, se presentan las recomendaciones derivadas de los resultados obtenidos en cada uno de los capítulos del CV.

#### **Capítulo I. Evaluación preliminar de la empresa**

En relación a los edificios, locales, instalaciones y áreas de la empresa, se recomienda cambiar por completo el patio de estacionamiento del taller automotriz, pues se encuentra en pésimas condiciones para llevar a cabo las labores de mantenimiento de las unidades; modificar las medidas de los peldaños de

todos los escalones existentes e instalar barandales apropiados para dar cumplimiento a las especificaciones de la NOM-001-STPS-2008, la NOM-023-STPS-2012 y el Reglamento Federal de Seguridad y salud en el trabajo.

En cuanto al orden y limpieza, a fin dar cabal cumplimiento a las especificaciones de la NOM-001-STPS-2008, es menester que la empresa evite emplear a trabajadores que se desempeñan en otras áreas para la realización de estas tareas y asigne a personal exclusivamente dedicado a las mismas. Además, se deben implementar medidas estrictas para que los trabajadores no dejen herramienta, material o equipo sobre las plataformas y rampas del taller automotriz; así como es necesaria la realización de campañas, a todos los niveles de la empresa, para fomentar el orden y la limpieza, y disminuir así el riesgo de ocurrencia de accidentes en las instalaciones.

Asimismo, se considera necesaria la organización de una campaña de recordación sobre la forma correcta de desechar los residuos generados en las diversas áreas laborales a fin de evitar que estos sean mezclados y, por consiguiente, que puedan causar problemas a la salud de los trabajadores y daños al medio ambiente. Además, con esta medida se da cumplimiento a la NOM-023-STPS-2012 y al reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, contenido en su capítulo IV, sección III – Reutilización, reciclaje y co-procesamiento.

Respecto al sistema contra incendio, es necesario que la lista de los integrantes de la brigada de prevención y combate de incendios, así como el equipo para atender este tipo de eventos, se encuentren a la vista de todos los trabajadores y correctamente señalizados a fin de cumplir con la NOM-002-STPS-2010 y las especificaciones de Protección Civil en esta materia.

Por su parte, las instalaciones eléctricas deben estar señalizadas e identificadas según su voltaje; además, se debe instar a los trabajadores a siempre conectar los equipos a tierra tanto por su propia seguridad como para cumplir con lo establecido en el Reglamento Federal de Seguridad y salud en el trabajo, artículo 29, y en las normas: NOM-029-STPS-2005, NOM-026-STPS-1998 y NOM-001-SEDE-2012.

Respecto al manejo, transporte y almacenamiento de materiales, se recomienda implementar un programa de lineamientos para su práctica correcta y una supervisión constante por parte de los encargados de los almacenes, quienes deben verificar las condiciones de seguridad e higiene tanto de sus áreas como de todas las maniobras a las que sean sujetos los materiales, de modo que se dé cumplimiento a la NOM-023-STPS-2012, la NOM-006-STPS-2000 y la NOM-026-STPS-1998.

Asimismo, en estas instalaciones, se debe mantener el resguardo de los recipientes sujetos a presión de conformidad con las disposiciones de la NOM-020-STPS-2011, las cuales deben aplicarse, junto con las regulaciones de la NOM-027-STPS-2008 y la NOM-023-STPS-2012, también a otros tipos de recipientes, aun cuando estos no hayan sido inspeccionados.

Por otro lado, las señales, avisos de seguridad y código de colores existentes deben conservarse en buen estado y recibir mantenimiento continuo; adicionalmente, es necesaria la colocación de señalamientos para la prevención de accidentes y enfermedades de trabajo, en cumplimiento de las normas: NOM-023-STPS-2012, NOM-026-STPS-1998 y NOM-002-STPS-2010.

En lo que se refiere al medio ambiente, deben implementarse sistemas de ingeniería que disminuyan los niveles de ruido y las vibraciones producidos por las máquinas utilizadas en la realización de las tareas; además, debe utilizarse el equipo de protección correspondiente para evitar una alta exposición a estos factores y cumplir con lo establecido en el Reglamento Federal de Seguridad y salud en el trabajo en sus artículos 33, 34 y 38.

En cuanto a las herramientas, equipos y maquinaria, siempre deben conectarse a tierra para evitar descargas, cortocircuitos u otro tipo de accidente relacionado al uso de electricidad, y cumplir con las especificaciones contenidas en la NOM-023-STPS-2012 y en el Reglamento Federal de Seguridad y salud en el trabajo, artículo 29.

Acerca del EPP, es necesario señalar las áreas donde su uso sea obligatorio e implementar medidas a fin de que los trabajadores lo porten completo y correctamente. Siempre que la actividad lo amerite, se debe utilizar equipo especial, como las protecciones respiratorias contra el polvo y la protección auditiva para quienes manipulan maquinaria pesada o se encuentren cerca de máquinas que generen ruido.

El EPP debe guardarse, exclusivamente, en los lugares para él destinados, los cuales deben estar limpios y ordenados; además es recomendable dar mantenimiento al equipo y, de ser necesario, sustituirlo por equipo nuevo, cuando lo indiquen los encargados de área y, en especial, el departamento de seguridad, higiene y medio ambiente. De este modo se dará cumplimiento a las normas NOM-023-STPS-2012, NOM-017-STPS-2018 y NOM-009-STPS-2011, así como al Reglamento Federal de Seguridad y salud en el trabajo, artículos 7, 20, 21-25,33, 44 y 51.

Acerca de los servicios para los trabajadores, se sugiere limpiar de manera regular los depósitos de agua, tinacos o cisternas. A su vez, los lugares donde ingieren alimentos los trabajadores deben mantenerse limpios en todo momento, al igual que los dispensadores de agua purificada para consumo del personal, los cuales, además, deben mantenerse siempre bien abastecidos.

En el caso especial de los operadores de maquinaria pesada, es necesario instaurar un horario fijo para el consumo de alimentos en un lugar específico y fuera de la unidad que manejan (Wajek, 2005), medida con la cual se da cumplimiento a lo establecido en las normas NOM-023-STPS-2012, NOM-029-STPS-2005 y NOM-030-STPS-2009. De manera opcional, pero no por ello menos importante, debe considerarse el mantenimiento y resguardo adecuado del botiquín de primeros auxilios, así como la revisión periódica de su contenido, para lo cual se debe atender a las normas NOM-005-STPS.1998 y NOM-002-STPS-2010.

## **Capítulo II. Intervención de los niveles directivos**

La gerencia y las jefaturas de la empresa deben estructurar políticas, filosofías, planes y objetivos relativos a la seguridad y salud en el trabajo. Asimismo, se debe contratar un responsable exclusivo, que cuente con los conocimientos acreditados en la materia, por un mínimo de 400 horas curriculares, y que conforme un grupo integrado, por lo menos, de un médico y una enfermera por turno, además de un ingeniero o técnico en seguridad e higiene y un ingeniero en medio ambiente.

Asimismo, se recomienda la elaboración de un protocolo donde se establezcan todas las funciones que deben ejercer los altos mandos, como: llevar a cabo reuniones especiales con los responsables de área, presidir reuniones sobre salud laboral, realizar recorridos de inspección para vigilar y controlar la seguridad y salud en el trabajo, elaborar registros de las reuniones realizadas y determinar los perfiles de puesto y perfiles de trabajador.

Adicionalmente, es necesario elaborar un programa de seguridad y salud en el trabajo que contemple, además del cumplimiento de las obligaciones normativas en esta materia, todos los puestos de trabajo, un diagnóstico de las condiciones de seguridad, higiene, ecología, protección civil y salud de los trabajadores. Este programa debe ser colocado en lugares visibles y de fácil acceso. Además, se sugiere contar con un procedimiento para su revisión y actualización de forma anual, o bien, en caso de cambios en los equipos o procesos.

Respecto a los medios de información, se propone instalar algún tipo de tableros o pizarrones en las zonas de mayor afluencia de trabajadores, como el espacio donde se ubican los checadores o en las oficinas de los encargados de cada área. Asimismo, se sugiere instaurar para los trabajadores un sistema de concursos e incentivos relativos a temas de salud laboral, cuyos resultados deberán comunicarse a todo el personal. Finalmente, se recomienda a la empresa instalar una biblioteca donde todo el personal pueda consultar información sobre tópicos relacionados a la seguridad y salud en el trabajo.

### **Capítulo III. Inducción y capacitación**

En este capítulo, es necesario considerar que, para cumplir con la Ley Federal del Trabajo, su reglamento en esta materia y la NOM-030-STPS-2009, se debe implementar un programa de inducción a la empresa que se imparta por escrito y de forma oral a los trabajadores, tanto de recién ingreso como, por lo menos, anualmente al resto del personal. El programa debe contener: palabras de bienvenida; antecedentes históricos de la empresa; su importancia local, estatal, nacional e internacional; su estructura y organización; descripción de los productos que elabora; importancia de la capacitación y desarrollo; contrato colectivo; y las políticas, filosofía y compromisos de la seguridad y salud en el trabajo y el servicio médico. Es necesario que la información anterior esté actualizada y que se mantengan registros del personal que ha recibido la inducción.

En el caso de la inducción al trabajo, esta debe ser proporcionada, también por escrito y oralmente, a todos los trabajadores de nuevo ingreso y a aquellos que cambien de área o puesto de trabajo. Los encargados de área son los responsables de brindar la inducción, cuyo contenido de incluir: reglamento interno de seguridad y salud en el trabajo; reglamento interno de trabajo; descripción del puesto laboral; procedimientos para realizar la tarea; métodos seguros de operación; reporte de riesgos presentes en el puesto de trabajo y en la empresa; hoja de investigación de accidente o enfermedad laboral; equipo de protección personal; programas específicos de seguridad y salud en el trabajo; plan de contingencias y programa de emergencias. Al igual que en el programa de inducción a la empresa, la información debe actualizarse y ser otorgada al personal, por lo menos, cada año; asimismo, debe mantenerse el registro de los trabajadores que la han recibido.

Cabe señalar que el personal de alta dirección de primer ingreso también debe ser capacitado a través de ambos programas de inducción.

Sumado a lo anterior, el responsable de seguridad y salud en el trabajo debe capacitarse y actualizarse periódicamente en la materia de su competencia, ya sea en universidades u otras instituciones especializadas con reconocimiento curricular y siempre con el apoyo de la empresa para cubrir los costos correspondientes.

#### **Capítulo IV. Seguridad e higiene**

En relación a la administración de la seguridad e higiene, la empresa debe tomar las siguientes medidas: designar a una persona especialmente encargada de la seguridad e higiene; contar con un documento emitido y firmado por la gerencia que contenga la filosofía y políticas de seguridad e higiene; informar y capacitar a los trabajadores sobre los riesgos de seguridad e higiene presentes en el puesto de trabajo; contar con un diagnóstico de las condiciones de seguridad e higiene; tener en orden los dictámenes emitidos por las autoridades de verificación; participar en los programas preventivos de la STPS; diseñar puestos de trabajo bajo criterios ergonómicos; contar con registros de monitoreos ambientales; corregir los problemas detectados en esta materia; y disponer de los documentos donde se señalen las acciones preventivas adoptadas.

Con respecto a la evaluación y control de la seguridad, la empresa debe cumplir con los siguientes requerimientos: tener documentada la evaluación y control de los riesgos de seguridad; contar con un protocolo de estudio para la elaboración de métodos seguros de operación y revisarlos cada vez que ocurra una falla, accidente o modificación del proceso de trabajo; comunicar a los trabajadores, anualmente, acerca de los cambios en sus puestos de trabajo e informarlos sobre los métodos seguros de operación; contar con hojas para el reporte de riesgos; elaborar reportes semanales en esta materia; establecer un procedimiento para verificar que los problemas sean resueltos a la brevedad; y examinar y actualizar las descripciones de los puesto de trabajo, por lo menos, cada seis meses.

Sumado a lo anterior, la empresa debe evaluar y controlar la higiene de todos los puestos laborales en los siguientes rubros: sustancias CRETIB, ruido, condiciones térmicas ambientales extremas, electricidad estática, vibraciones, iluminación, físicos, químicos, mecánicos, ergonómicos y psicosociales. Además, se propone ubicar los problemas de seguridad e higiene mediante la elaboración de mapas de riesgo de cada área del centro de trabajo, los cuales deben contener: proceso de trabajo, magnitud de los riesgos y las exigencias, número de trabajadores expuestos, daños a la salud, así como medidas preventivas existentes y nuevas propuestas.

En este mismo ámbito, se considera necesario que el responsable del área realice inspecciones de seguridad e higiene mediante un formato y bajo la supervisión de la gerencia. Además, se debe elaborar un programa de consulta y revisión de estudios en materia de seguridad e higiene, cuyas recomendaciones sirvan para la modificación o implementación de medidas de control.

## **Capítulo V. Ecología (medio ambiente)**

En este ámbito, se propone que la empresa cree un área encargada de administrar los aspectos ecológicos en el centro de trabajo, la cual deberá estar a cargo de un especialista en esta materia.

A fin de cumplir con las normas relacionadas a la administración del medio ambiente, la empresa debe cubrir los puntos siguientes: tener un documento, emitido y firmado por la gerencia general, que contenga la filosofía y políticas en esta materia; informar y capacitar a los trabajadores sobre los riesgos ecológicos presentes en la empresa y los puestos de trabajo; contar con un plan para emergencias y desastres ecológicos; elaborar un procedimiento para notificar sobre emergencias de este tipo en el centro de trabajo; mantener contacto con los servicios de emergencias; contar con la licencia ambiental única (LAU) e índices de cumplimiento de la normativa ambiental (ICNA); estar registrada en el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC); tener la última carta de inspección de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, así como los registros de impacto y auditorías ambientales; llevar a cabo las recomendaciones correspondientes y atender quejas y demandas por parte de la población para su pronta atención.

Específicamente en relación a la contaminación del aire, suelo y agua, se recomienda realizar estudios ambientales que permitan determinar el nivel de riesgo ambiental conforme a los límites máximos permitidos en la legislación vigente.

En el caso de los suelos, deben analizarse aquellos donde se sitúan los patios de estacionamientos de los talleres y la entrada al triturador, así como todas las unidades y equipos móviles que se encuentren en funcionamiento dentro de la cantera. Asimismo, deben identificarse las fuentes de residuos peligrosos y no peligrosos en cada una de las áreas de trabajo, diseñarse rutas para el transporte de dichos residuos, así como elaborar un documento de políticas y criterios para disminuir la generación de los mismos.

Respecto al agua, es necesario localizar todos sus tipos de descargas para llevar a cabo los muestreos pertinentes y determinar la clase de tratamiento que corresponda.

En cuanto a la contaminación del aire, es imprescindible la colocación de puntos de muestreo en los talleres de mantenimiento y en la cantera. Se recomienda elaborar un registro de las características CRETIB de las materias primas o sustancias utilizadas en el centro de trabajo y sus hojas de seguridad correspondientes. Asimismo, es fundamental mantener registros de emisiones de contaminantes, una bitácora de mantenimiento y operación de los vehículos, maquinaria y equipo.

Para cumplir con todos los lineamientos del rubro medioambiental en la empresa, se sugiere consultar la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y sus respectivos reglamentos vigentes, así como las normas que regulan los límites máximos permisibles dentro de las instalaciones.

Debido a que la empresa no cuenta con dispositivos para controlar el ruido de fondo generado por la maquinaria pesada en la cantera, es esencial que implemente acciones encaminadas a cumplir con los reglamentos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, contenidos en su título I, capítulos III y IV, secciones V, VI y VII; título III; título IV y título VI; así como con las disposiciones de la NOM-023-STPS-2012.

#### **Capítulo VI. Servicios de salud de los trabajadores**

En relación a la salud de los trabajadores, el servicio médico de la empresa debe brindar al personal atención primaria en casos de accidentes y enfermedades laborales, consultas de enfermedades generales y exámenes médicos, así como efectuar campañas preventivas en esta materia.

A fin de atender eficazmente a los trabajadores, el servicio médico debe satisfacer una serie de requerimientos, a saber: contar con material y equipo médico necesario para la atención de problemas y padecimientos detectados; elaborar un manual de procedimientos para primeros auxilios; tener el apoyo de una enfermera por turno; realizar a todo el personal exámenes médicos y psicológicos de ingreso y egreso de la empresa; elaborar un formato de historia clínica general que contenga la historia clínica laboral del personal; y contar con un archivo que integre todas las historias clínicas e incluya: audiometría, espirometría, placa de rayos X específica, exámenes de laboratorio específicos y pruebas psicológicas específica.

Asimismo, es prioritaria la designación de una persona encargada, especial y exclusivamente, del servicio médico, quien, para administrarlo de manera eficiente, deberá: contar con el documento, emitido y firmado por la gerencia, sobre la filosofía y las políticas de la empresa en esta materia; informar y capacitar al personal en temas relacionados con este ámbito; participar en los programas preventivos del IMSS y la

STPS para promover y proteger la salud del personal; disponer de registros de exámenes médicos, psicológicos, estudios de laboratorio y gabinete, así como perfiles del puesto y del trabajador; mantener un registro diario de consulta e incapacidades; contar con un formato para la comunicación periódica del estado de salud de la población trabajadora; emitir reportes mensuales a la gerencia; y contar con un programa de reubicación de puestos de trabajo.

Adicionalmente, es recomendable que el encargado en salud laboral recolecte variables de importancia y elabore indicadores epidemiológicos como: razones, proporciones, tasas, índices de frecuencia, índices de gravedad, índices de incapacidad (parcial permanente y total permanente). Con la información obtenida, deberán reportarse las estadísticas correspondientes (gráficas sencillas) a todos los niveles administrativos del centro de trabajo y difundirse a todo el personal. Asimismo, anualmente, se debe comunicar a la gerencia una síntesis cuantitativa global y los costos resultantes de accidentes y enfermedades de trabajo.

Con relación al último punto arriba mencionado, para la investigación de accidentes y enfermedades laborales, en la cual deben participar los niveles directivos de la empresa, se sugiere la elaboración de un formato, que deberá llenar el responsable del área de trabajo del empleado, donde se registre: fecha de ocurrencia o diagnóstico, respectivamente; área donde tuvo lugar o área de desempeño del trabajador, según sea el caso; descripción y probable causa; condiciones influyentes; acciones preventivas o correctivas adoptadas; costo total; firma del encargado de área; y firma del trabajador. Todos los documentos relativos al accidente o enfermedad laboral deben conservarse en un archivo especial.

Asimismo, se recomienda llevar a cabo reuniones mensuales dedicadas específicamente al tema de los accidentes y las enfermedades laborales en las que intervengan tanto los niveles directivos, como los responsables de área y, sobre todo, los encargados del departamento de seguridad e higiene y del servicio médico.

## **Capítulo VII. Protección civil**

En el rubro de protección civil, se recomienda a la empresa designar una persona encargada exclusivamente de este ámbito, quien, para administrar eficazmente el área, debe: contar con un documento, emitido y firmado por la gerencia general, que contenga la filosofía y políticas de la empresa en esta materia; elaborar un plan de respuesta a emergencias evaluado y aprobado por el SINAPROC, así como participar en los programas de esta dependencia; revisar que todas las áreas cuenten con extintores,

equipos contra incendio, sistemas de detección de humos y equipos para la atención de emergencias, así como verificar, periódicamente, que estos se encuentren en buen estado.

Asimismo, el área de protección civil debe asegurarse de que el plan de contingencias y el programa de emergencias integren: los programas específicos para todas las emergencias probables; procedimiento de evacuación para todas las áreas; rutas de evacuación; sistemas de alerta; puntos de reunión; procedimientos de conteo de personal; procedimiento de control de riesgos ocasionados por fenómenos naturales; procedimiento para reanudación de labores; así como listado de los servicios de emergencia internos y externos con sus respectivas direcciones y teléfonos.

Adicionalmente, se recomienda considerar la integración de una brigada de respuesta a emergencias y organizar, de forma periódica, simulacros para los diferentes tipos de emergencias que pueden presentarse en la empresa, previa notificación a las dependencias correspondientes.

### **Capítulo VIII. Suministro de materiales, ingeniería y mantenimiento**

Acerca de la adquisición de materiales, equipos, maquinaria y la selección de proveedores, se recomienda que los encargados de los almacenes trabajen de manera conjunta con el encargado del departamento de seguridad, higiene y medio ambiente a fin de sumar el aspecto de la salud laboral a los criterios de compra de los insumos necesarios para llevar a cabo todas las actividades mineras, lo cual, actualmente, no se considera en la empresa.

Además, se recomienda que el responsable de la seguridad y salud en el trabajo revise los aspectos de salud laboral contenidos en los manuales y folletos proporcionados por los proveedores y verifique que todos los productos tengan sus hojas de seguridad respectivas. Asimismo, se sugiere: llevar a cabo reuniones con los proveedores a fin de evaluar los requisitos mínimos de seguridad y salud en el trabajo que deben cubrir los productos, realizar pruebas de verificación sobre la seguridad de los productos, y elegir para su adquisición aquellos que cumplan con el criterio de calidad e inocuidad para el medio ambiente y la salud de los trabajadores.

Sumado a lo anterior, se sugiere a la empresa la creación de un departamento encargado de: dar seguimiento a las recomendaciones de expertos sobre el aprovechamiento de nuevos recursos tecnológicos que favorezcan la seguridad y salud en el trabajo y coadyuven a cumplir con las normas legales que, en esta materia, se refieren a materiales, equipos y maquinaria; evaluar nuevos proyectos y cambios en los procesos de trabajo que favorezcan la salud laboral; y participar, en conjunto con la

gerencia, en la selección de las propuestas de productos y proyectos que mejor sirvan al propósito de disminuir los riesgos identificados en las diversas áreas del centro de trabajo.

Por último, en este ámbito, se debe dar mantenimiento preventivo y correctivo a toda la maquinaria y equipos, así como a sus sistemas de protección y dispositivos de seguridad, a fin de evitar la ocurrencia de accidentes, para lo cual se propone: utilizar candados y etiquetas de seguridad; elaborar bitácoras; programar regularmente la revisión y mantenimiento de máquinas, herramientas, instalaciones eléctricas, EPP e infraestructura en general.

### **Capítulo IX. Inspección y auditoría**

En relación a este aspecto, se sugiere la realización de auditorías e inspecciones internas enfocadas específicamente en la seguridad y salud en el trabajo, para lo cual deben considerarse los rubros: ecología, medio ambiente, calidad, seguridad e higiene y protección civil. Con este fin, se recomienda ampliamente la utilización del modelo *Verificación, diagnóstico y vigilancia de la salud laboral en la empresa*, PROVERIFICA, con su programa computacional respectivo.

La realización de inspecciones y auditorías debe comunicarse a los trabajadores a través de un programa específico que los motive a reportar las condiciones peligrosas de su puesto de trabajo o de otras áreas de la empresa. A fin de que todo el personal pueda consultar las condiciones identificadas, estas deben ser presentadas mediante mapas de riesgo de cada área laboral.

Respecto de las acciones preventivas y correctivas derivadas de las inspecciones y auditorías, se recomienda elaborar un procedimiento que permita subsanar los problemas de salud laboral detectados. Por último, con el fin de enfatizar las acciones preventivas y correctivas implementadas, es necesario informar al personal, por escrito, los resultados obtenidos de las inspecciones, auditorías y verificaciones.

### **Capítulo X. Marco legal, metodologías de estudio y programas preventivos**

En lo que se refiere al marco legal en materia de seguridad e higiene, se recomienda a la empresa contar con los requerimientos que se señalan a continuación, los cuales avalan el cumplimiento de la normativa vigente, relativa a cada uno de los aspectos que se mencionan.

Documentación requerida para el desahogo de inspecciones de condiciones generales de seguridad e higiene:

- toma de nota e identificación del secretario general del sindicato;
- superficie y dimensiones aproximadas del centro de trabajo (terreno y construcción);
- declaración del último ejercicio fiscal (anexo de la copia al acta).

#### Descripción del proceso de trabajo.

- Proceso.
- Montacargas, grúas, generadores de vapor, recipientes sujetos a presión y demás maquinaria y equipo utilizados en el centro de trabajo.

#### Reglamento interior de trabajo.

- Disposiciones en materia de seguridad e higiene para la prevención de accidentes y enfermedades de trabajo y protección de los trabajadores.

#### Prevención, protección y combate contra incendios.

- Estudio para la determinación del grado de riesgo de incendio o explosión de cada una de las sustancias y materiales que se manejan en el lugar de trabajo.
- Programa de prevención, protección y combate contra incendio.
- Constancia de capacitación y adiestramiento para la prevención, protección y combate contra incendio.
- Plan de emergencia para la evacuación en caso de incendio.
- Procedimientos de operación y seguridad para prevenir riesgos de incendio.
- Relación y tipo del equipo contra incendio, su revisión, recarga y señalamientos.
- Constancia de organización de brigadas contra incendio.
- Salidas de emergencia y, si es necesario, adecuadas para trabajadores con discapacidad.
- Prácticas de simulacros contra incendio, cuando menos, una vez al año.

#### Autorizaciones y licencias de generadores de vapor y recipientes sujetos a presión.

- Autorización provisional o, en su caso, última acta de inspección practicada.
- Registro de antecedentes de alteraciones, reparaciones, modificaciones y condiciones de operación y mantenimiento de los equipos.

#### Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo.

- Programa de seguridad e higiene para la operación y mantenimiento de las partes móviles de la maquinaria, equipo y su protección.
- Manuales de instalación, operación, mantenimiento y los procedimientos de seguridad para la maquinaria.
- Antecedentes de alteraciones, reparaciones, modificaciones y condiciones de operación y mantenimiento de recipientes sujetos a presión y generadores de vapor.

- Procedimientos necesarios para la atención de emergencias en maquinaria y equipo.

Instalaciones eléctricas.

- Registro semestral de los valores medidos de resistencia eléctrica.

Herramientas.

- Instrucciones por escrito para la utilización y control de las herramientas.

Manejo, transporte y almacenamiento de materiales en general, materiales y sustancias químicas peligrosas.

- Requerimientos de seguridad e higiene para el manejo, transporte, proceso y almacenamiento de materiales en general y materiales o sustancias químicas peligrosas.
- Relación del personal autorizado para llevar a cabo las actividades de manejo, transporte y almacenamiento de materiales y sustancias químicas peligrosas, así como para operaciones en espacios confinados.
- Estudio de las actividades de manejo, transporte y almacenamiento de materiales en general y materiales o sustancias químicas peligrosas, cuando se realice en forma manual.
- Hojas de datos de seguridad de los materiales y sustancias químicas peligrosas.
- Programa de seguridad e higiene para el transporte de materiales y sustancias químicas peligrosas en equipos y sistemas, que contenga tanto las actividades relativas a su mantenimiento correctivo y preventivo, como a su descontaminación y limpieza.
- Manuales de procedimientos de seguridad e higiene para el almacenamiento, transporte y manejo de sustancias corrosivas, irritantes, tóxicas, inflamables, combustibles y explosivas.

Ruido y vibraciones.

- Programa de seguridad e higiene para procesos y operaciones que generan ruido y vibraciones.
- Evaluación de ruido y vibraciones.
- Exámenes médicos.

Sustancias químicas contaminantes sólidas, líquidas o gaseosas.

- Evaluación de sustancias químicas.
- Programa de seguridad e higiene que permita mejorar las condiciones del medio ambiente laboral y reducir la exposición a sustancias químicas contaminantes sólidas, líquidas o gaseosas.
- Exámenes médicos.

Condiciones térmicas del medio ambiente de trabajo.

- Programa de seguridad e higiene para procesos y operaciones que generan condiciones térmicas capaces de alterar la salud.
- Exámenes médicos.

#### Iluminación.

- Estudio de iluminación en áreas donde esta es deficiente.
- Exámenes médicos a trabajadores dedicados a actividades que requieren iluminación especial.

#### Ventilación.

- Programa de verificación y mantenimiento preventivo y correctivo para los sistemas de ventilación artificial.

#### Comisión de Seguridad e Higiene (CSH).

- Publicación en el centro de trabajo del listado actualizado de los integrantes de la CSH.
- Programación anual de verificaciones.
- Actas de verificación de doce meses a la fecha.

#### Avisos y estadísticas de accidentes y enfermedades de trabajo.

- Estadísticas de los accidentes y enfermedades de trabajo ocurridos en el transcurso del año y constancia de aviso a los trabajadores y a la CSH.

#### Programa de seguridad e higiene en el trabajo

- Diagnóstico de las condiciones de seguridad e higiene que prevalezcan en el centro laboral.
- Programa general de seguridad e higiene en el trabajo que considere el cumplimiento de la normatividad en esta materia.
- Documento donde se acredite que el patrón dio a conocer el programa de seguridad e higiene a los trabajadores.

#### Capacitación.

- Planes y programas aprobados por la STPS para capacitar a los trabajadores sobre los accidentes y enfermedades de trabajo inherentes a sus labores y las medidas preventivas para evitarlos.
- Constancias de habilidades laborales del personal encargado del manejo de montacargas, grúas, calderas y demás maquinaria y equipo, cuya operación pueda causar daños a terceras personas, al centro de trabajo o a quien maneje, transporte o almacene materiales peligrosos y sustancias químicas.
- Constancias de habilidades laborales para el uso, cuidado, mantenimiento y almacenamiento de herramientas de trabajo.

- Constancias de habilidades laborales sobre el uso, conservación, mantenimiento, almacenamiento y reposición del EPP.
- Constancias de habilidades laborales para la ejecución del programa o la relación de medidas de seguridad e higiene.
- Constancias de habilidades laborales de los responsables de los servicios preventivos de medicina en el trabajo y de los servicios preventivos de seguridad e higiene, cuando estos se presten de forma interna.
- Constancias de habilidades laborales del personal autorizado encargado del servicio de operación y mantenimiento de las instalaciones eléctricas.
- Constancias de habilidades laborales del personal dedicado a labores de limpieza.

Servicios preventivos de medicina en el trabajo.

- Médico de la empresa: nombre, nacionalidad y cédula profesional.
- Manual de procedimientos para prestar los primeros auxilios.
- Revisión del trabajo de las mujeres gestantes o en periodo de lactancia.
- Interrogatorio a trabajadores.
- Manifestaciones de las partes. Art. 68 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, cierre del acta, lectura y firmas.

Respecto al marco legal concerniente a la ecología (medio ambiente), la empresa debe contar con los requisitos que se enlistan a continuación.

Documentos que la empresa debe solicitar durante una visita de inspección.

- Acreditación de los inspectores (carta credencial).
- Oficio de comisión, que deberá contener:
  - nombres de los inspectores;
  - razón social o nombre del propietario de la empresa;
  - domicilio de las instalaciones de la empresa;
  - motivo de la visita de inspección (quejas y denuncias, vigilancia aérea, vencimiento de plazos, contingencia ambiental, revisión jurídica, verificación documental);
  - fundamento legal para realizar la visita de inspección;
  - firma del titular de la dependencia que ordena la inspección;
  - citatorio, si es el caso.
- Acta de inspección con los siguientes datos:
  - lugar de la visita de inspección;
  - hora y fecha en que se realiza la visita de inspección;
  - nombre y número de carta credencial de los inspectores;

- razón social y ubicación exacta del establecimiento a verificar;
- teléfono, fax, registro federal de contribuyentes;
- nombre y cargo de la persona que atiende la diligencia;
- nombre y domicilio de los testigos;
- actividad de la empresa;
- número de empleados y obreros con los que cuenta la empresa;
- hechos encontrados durante la visita de inspección;
- manifestaciones de la persona encargada de la inspección;
- número de fojas útiles;
- firma de las personas que intervinieron en la inspección.

Asimismo, la empresa requiere contar con la siguiente documentación:

- licencia de funcionamiento;
- inventario de emisiones;
- manifiestos (reportes periódicos) de generación de residuos peligrosos;
- manifiestos de entrega, transporte y recepción de residuos;
- evaluación de emisiones a la atmósfera.

Desde el punto de vista del proceso y las instalaciones, debe contar con:

- concordancia de la licencia de funcionamiento con el equipo y procesos instalados;
- cumplimiento de las condiciones del entorno laboral en materia de impacto ambiental;
- existencia de sistemas de captación y emisión de contaminantes acordes con la normatividad vigente;
- existencia de plataformas y puestos de muestreo.

Acerca de la generación de contaminantes, la empresa requiere:

- reporte de medición de niveles de ruido;
- reporte de cantidad y calidad de las emisiones a la atmósfera.

En relación al marco legal de protección civil, a fin cumplir con los requerimientos estipulados, la empresa debe disponer de un programa interno en esta materia, que incluya:

- formato de datos generales de la empresa;
- croquis con la ubicación del inmueble y sus inmediaciones;
- croquis o planos de las áreas existentes en el inmueble con la señalización correspondiente de riesgos;
- organigrama del Comité Interno de Protección Civil (CIPC);
- documento de integración del CIPC;
- elaboración de evaluación y análisis de riesgos;

- croquis de las rutas de evacuación;
- croquis de la distribución del equipo contra incendio y la señalización;
- listado de las brigadas existentes en el inmueble.
- descripción escrita del código de colores para la identificación de las brigadas;
- cronograma y bitácora del programa de capacitación;
- registro del mantenimiento y control del equipo de prevención y combate de incendios;
- cronograma y bitácora de mantenimiento;
- cronograma y bitácora de simulacros;
- croquis de ubicación de los equipos de primeros auxilios;
- planes, manuales y procedimientos de actuación individuales para los tipos de riesgos a los que están expuestas las instalaciones;
- croquis y descripción de los sistemas de alertamiento;
- planes, manuales y procedimientos de restablecimiento de actividades;
- copia de la póliza de seguro.
- copia de la autorización de las autoridades competentes sobre la inspección de recipientes sujetos a presión, generadores de vapor o calderas.
- copia del estudio de impacto ambiental;
- copia del cuestionario de autodiagnóstico con carta firmada;
- copia del cuestionario para la clasificación del grado de riesgo de las industrias, con carta firmada en original.

Por su parte, para la implementación de metodologías de estudio en salud laboral, la empresa debe contar con:

- sistema integral de seguridad y salud en el trabajo;
- evaluación de aspectos no incluidos en la legislación laboral mexicana, como los dispuestos por: OSHA, NIOSH, EPA, UE, etc.;
- análisis ergonómico de puestos de trabajo;
- evaluación de la salud mental en el trabajo;
- análisis psicológico del trabajo;
- mapas para ubicar los riesgos y exigencias de los procesos de trabajo;
- modelo PROVERIFICA para evaluación de la empresa;
- modelo PROESSAT para evaluar la salud de los trabajadores;
- norma internacional ISO-9000;
- norma internacional ISO-14000;
- norma internacional OSHAS-18000;
- norma internacional ISO-26000;
- otra metodología relacionada con la salud de los trabajadores y la empresa.

Por último, se enlistan los programas que deben implementarse en la empresa:

- Programa de EPP.
- Programa de conservación de la audición.
- Programa de protección de la columna vertebral.
- Programa de protección respiratoria.
- Programa de protección dermatológica.
- Programa preventivo de exposición a químicos.
- Programa preventivo de exposición a neurotóxicos.
- Programa de ergonomía en el puesto de trabajo.
- Programa de sistemas de protección y dispositivos de seguridad.
- Programa de candados y etiquetas.
- Programa de seguridad eléctrica.
- Programa de seguridad para trabajo en montacargas.
- Programa de seguridad para trabajo en vehículos automotores.
- Programa de seguridad para trabajo en prensas, troqueles, guillotinas.
- Programa de regaderas y lavaojos de emergencia.
- Programa de señales y avisos de seguridad.
- Programa de comunicación de riesgos presentes en el trabajo.
- Programa de seguridad para trabajo en máquinas-herramientas.
- Programa de seguridad para el trabajo en máquinas y equipos.
- Programa de utilización del tiempo libre.

## **Conclusiones generales**

De acuerdo con lo expuesto a lo largo de esta investigación, puede afirmarse que el sector minero es una de las industrias económicas más importantes a nivel mundial. Solo la minería de cantera y construcción, objeto de este estudio, genera anualmente alrededor de 20 mmt de productos pétreos, que representan miles de millones de dólares de producción.

En México, el sector minero aporta poco más del 7% al PIB nacional, equivalente a casi un billón de pesos generados por las industrias energética, metalúrgica, metalmecánica y de la construcción, como cementeras y graveras, las cuales se benefician de la explotación y extracción de minerales.

La inversión anual, de poco más de 350 millones de pesos, para la prospección y explotación de nuevas minas demuestra la relevancia, a nivel nacional, y constante expansión de la producción de este sector, el cual destina, al año, casi 430 millones de pesos a la adquisición de maquinaria y equipo de explotación. Asimismo, esta industria atrae alrededor de 29 millones de pesos de inversión extranjera, en su mayoría de los EE.UU. y Canadá, mientras que exporta productos por un valor de, aproximadamente, 17 mmd.

Específicamente, la importancia de la producción de piedra caliza, a la cual se dedica la empresa minera estudiada, radica en que otros sectores industriales dependen de ella para la manufactura de sustancias o agregados para la construcción, la fundición y la elaboración de productos químicos, agroquímicos y vidrio, lo cual se refleja en los casi 600 millones de dólares en exportaciones de estos productos. Cabe mencionar que, gracias a las grandes extensiones de reservas para la explotación de caliza existentes en su territorio, México posee el potencial para captar inversión, tanto nacional como extranjera, destinada al desarrollo de nuevos proyectos.

Como consecuencia de su importancia económica, la industria minera que requiere de fuerza de trabajo para satisfacer las necesidades de producción, de ahí que, a nivel mundial, se desempeñen en el sector aproximadamente 30 millones de personas y, en México 167,000. Sin embargo, debido a las características de sus procesos de trabajo, históricamente, la minería es uno de los campos laborales más peligrosos, pues en él se reporta un porcentaje anual del 8% del total de muertes causadas por accidentes, a pesar de lo cual, las malas condiciones laborales prevalecen y ponen en riesgo la salud de los trabajadores.

Los riesgos y exigencias propios del trabajo en la minería derivan del entorno laboral en sí mismo, así como de las instalaciones y el uso de herramientas, maquinaria y equipo. Por ello, la evaluación continua

de empresas dedicadas a este ramo productivo es fundamental para implementar acciones y estrategias de prevención y control que contribuyan a garantizar la salud de los trabajadores.

Por lo anterior, la presente investigación se concentró en identificar los riesgos y exigencias a los que se encuentran expuestos los trabajadores de una empresa minera productora de caliza del estado de Hidalgo, donde se identificaron riesgos relacionados con: ruido, polvo, explosivos, vibraciones y a accidentes producidos por el uso de vehículos, equipo, herramienta y maquinaria; asimismo, se detectaron exigencias de esfuerzo físico intenso, desplazamientos, esfuerzo de atención para realizar las labores y posiciones incómodas.

Con el fin de profundizar en las repercusiones a la salud provocadas por los riesgos y exigencias detectados, además de las observaciones en campo, se consultaron diversas investigaciones que contribuyeron a ampliar el panorama sobre los daños potenciales que pueden causar a la salud del personal, así como permitieron determinar las medidas necesarias para prevenir o mitigar las problemáticas identificadas.

La implementación de las medidas de prevención vertidas en esta investigación es esencial para mejorar las condiciones y el entorno laboral de los trabajadores de la empresa y reducir o eliminar los riesgos de accidentes, así como evitar las repercusiones a su salud, entre las que se encuentran: enfermedades respiratorias, hipoacusia, vértigo, lesiones, heridas, lumbalgias, estrés, fatiga, ansiedad y trastornos de sueño.

Para finalizar, cabe destacar la eficacia del modelo PROVERIFICA para realizar la evaluación y análisis de los ámbitos de higiene, seguridad, ecología, protección civil, seguridad y salud en el trabajo e instalaciones de la empresa minera. Su metodología integral, económica y de procesamiento rápido de la información recabada, permitió elaborar un diagnóstico general y establecer propuestas de intervención puntual en cada ámbito evaluado, con el fin de presentar todos los aspectos a considerar para mejorar las condiciones de trabajo, el entorno laboral y, por lo tanto, la salud de los mineros.

Por ello, se hace hincapié en la conveniencia de que la empresa aplique de manera continua este modelo y lo incorpore como un instrumento para verificar y vigilar la salud laboral en todos sus niveles y procesos de trabajo.

## Referencias bibliográficas

- Almirall, P., Franco J. G., Hernández, J., Portuondo, J.I., Hurtado, R. & Hernández, A. (2010). El modelo PROVERIFICA para el análisis del trabajo: criterios de aplicación y validez. *Salud de los Trabajadores*, 18(2), 117-128.
- Alvarado, M., González, F., Fletcher, A. & Doshi, A. (2015). *Towards the Development of a Low Cost Airborne Sensing System to Monitor Dust Particles after Blasting at Open-Pit Mine Sites*. *Sensors*, 15(8), 19703-19723. doi:10.3390/s150819703
- Alvear, G. & Villegas, J. (1989). Capítulo IV. *En defensa de la salud en el trabajo*, (pp. 12). México: SITUAM.
- Antecedentes de la minería. Época Prehispánica*. (marzo 17 de 2017). Recuperado de <http://www.palaciomineria.unam.mx/historia/prehispanica.php>
- Antecedentes de la minería. Época Colonial*. (marzo 17 de 2017) Recuperado de <http://www.palaciomineria.unam.mx/historia/colonial.php>
- Armengot, J., Espí, J. A. & Vázquez, F. (2006). Orígenes y desarrollo de la minería. *Industria y Minería*, 365, 17-28. Recuperado de [http://ingenierosdeminas.org/publica/IM/IM365-origenes\\_mineria.pdf](http://ingenierosdeminas.org/publica/IM/IM365-origenes_mineria.pdf)
- Cámara Minera de México, CAMIMEX (2016). Estadísticas. *Informe Anual 2016*. doi: 1614/6852/9278/05
- Cámara Minera de México, CAMIMEX (2017). Estadísticas. *Informe Anual 2017*. doi: 9515/0058/4028/02-Info17
- Cementos Cruz Azul (2016). *Elaboración del Cemento*. Recuperado de <http://www.cruzazul.com.mx/2008/producto/elaboracionCemento.aspx>.
- Castro, S. G. (2012). Los accidentes y los mineros muertos. *Escaramujo*, 6(27), 1-5. Recuperado de: [http://otrosmundoschiapas.org/docs/escaramujo/escaramujo627\\_accidentes\\_y\\_mineros\\_muertos.pdf](http://otrosmundoschiapas.org/docs/escaramujo/escaramujo627_accidentes_y_mineros_muertos.pdf)
- Centro de Prevención de Riesgos del Trabajo. (2013). *Medidas preventivas para la exposición a radiación solar de trabajadores*, 1(8), 1-4. Recuperado de [http://www.essalud.gob.pe/downloads/ceprit/BoletinCPR08\\_.pdf](http://www.essalud.gob.pe/downloads/ceprit/BoletinCPR08_.pdf)
- Chunyan, G. (2012). The Risks Facing China's Mining Companies – An Analysis from Global Perspective. *International Journal of Security and its Applications*, 6(4), 131-140.
- Coelho P.C. & Teixeira, J. P. (2011). Mining Activities: Health Impacts. En J.O. Nriagu (Ed.), *Encyclopedia of Environmental Health* (788-802). EE.UU.: Elsevier.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (1917). Diario Oficial de la Federación, Veracruz, México, 5 de febrero de 1917. Recuperado de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1\\_150917.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1_150917.pdf)
- Cuadros estadísticos de 2014*, (22 de marzo de 2016). Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/cuadrosestadisticos/GeneraCuadro.aspx?s=est&nc=783&c=24395>
- Díaz, M. (2009). *Salud y Seguridad en Trabajos de Minería*. G. Gándara (Coord.). Argentina: Aulas y andamios editora. Recuperado de [https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/salud\\_seg\\_mineria.pdf](https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/salud_seg_mineria.pdf)

- Dindarloo, S. R., Pollard, J. P. & Siami-Irdemoosa, E. (2016). Off-road truck-related accidents in U.S. mines. *Journal of Safety Research*, 58, 79-87. doi: 10.1016/j.jsr.2016.07.002
- Donoghue, A. M. (2004). Occupational health hazards in mining: an overview. *Occupational Medicine*, (54), 283-289. doi: 10.1093/occmed/kqh072
- Edad de los metales*. Recuperado de <http://www.historialuniversal.com/2009/05/edad-metales-cobre-bronce-hierro.html>
- Eia.gov. (2018). *Glossary – U.S. Energy information administration (EIA)*. Recuperado de <https://www.eia.gov/tools/glossary/index.php>
- Energy & Wetlands Research (1995). *Minería a cielo abierto*. Recuperado de <http://wgbis.ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/ENV/envsp/Vol214.htm#1>
- Foto del día. Coatlicue*. (21 de abril de 2016). Recuperado de <http://www.inah.gob.mx/es/boletines/1-acervo/5181-rescatan-historia-del-fotoperiodismo-en-mexico>
- Franco, J.G. (2000). Verificación, diagnóstico y vigilancia de la salud laboral en la empresa. Trabajo presentado en el curso-taller *Instrumentos de gestión en la aplicación de la salud, seguridad e higiene del trabajo*, Ciudad de México, México.
- Franco, J. G. (2003). Un modelo holístico para la evaluación integral de las empresas. *Salud de los trabajadores*, 11(2), 115-130. Venezuela: Universidad de Carabobo.
- Franco, J. G. (2008-2018a). *Grupos de riesgos y exigencias*. Recuperado de [http://www.proverifica.com/modelo/mod\\_verificaciondctst/](http://www.proverifica.com/modelo/mod_verificaciondctst/)
- Franco, J. G. (2008-2018b). *Tiempos promedios estimados de la verificación*. Recuperado de [http://www.proverifica.com/modelo/mod\\_verificacioncv/](http://www.proverifica.com/modelo/mod_verificacioncv/)
- Fritzsche, H. (1962). *Tratado de laboreo de minas* (Tomo 2), (2ª ed.). España: Editorial Labor.
- Fuentelsaz G. C., Icart, I. M. & Pulpón, A. M. (2006). *Elaboración y presentación de un proyecto de investigación y una tesina*. España: Universitat de Barcelona.
- García-Herrero, S., Mariscal, M. A., García-Rodríguez, J. & Ritzel, D. (2012). Working conditions, psychological/physical symptoms and occupational accidents. Bayesian network models. *Safety Science*, 50(9), 1760-1774. doi: 10.1016/j.ssci.2012.04.005
- Gordillo M. A., Medina, M. U. & Pierdant, P. M. (2012). *Manual de Investigación clínica*. México: El Manual Moderno.
- Gordis, L. (2008). Estudios de casos y controles y estudios transversales. *Epidemiología* (4ª edición), (pp.173-175). España: Elsevier.
- Groves, W. A., Kecojevic, V. J. & Komljenovic, D. (2007). Analysis of fatalities and injuries involving mining equipment. *Journal of Safety Research*, 38(4), 461-470. doi:10.1016/j.jsr.2007.03.011
- Guélaud, F. (1981). *Para un análisis de las condiciones de trabajo obrero en la empresa*. México: INET-INDA.
- Guzmán M.G. (2012). *Ex libris Genaro Guzmán Mayer*. Pachuca, México: Gobierno del Estado de Hidalgo. Recuperado de [http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/1913/12\\_Ex%20Libris%20Genaro%20GM.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/1913/12_Ex%20Libris%20Genaro%20GM.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

- He, X. & Song, L. (2012). Status and future tasks of coal mining safety in China. *Safety Science*, 50(4), 894-898. doi: 10.1016/j.ssci.2011.08.012
- Hendryx, M. (2015). The public health impacts of surface coal mining. *The Extractive Industries and Society* 2(4), 820–826.
- Hernández-Ávila, M., Garrido-Latorre, F. & López-Moreno, S. (2000). Diseño de estudio epidemiológico. *Salud Pública de México*, 42(2), 144-154.
- Hernández, B. & Velasco-Mondragón, H. E. (2000). Encuestas transversales. *Salud Pública de México*, 42(5), 447- 455. doi: 10.1590/S0036-36342000000500011
- Hui, W., Baisheng, N., Jefeng, Z., Qian, L, Hailong, L., Xinna, L. & Caihong, Z (2011). Influence of shift system on coal miners' fatigue. *Procedia Engineering*, (26), 2246-2252. doi: 10.1016/j.proeng.2011.11.2431
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (1997). *NTP-455 Trabajos a turnos y nocturno: aspectos organizativos*. Recuperado de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp\\_455.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_455.pdf)
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2006). Notas prácticas. Exposición laboral al frío. *ERGA*, 92, 4. Recuperado de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/FichasNotasPracticas/Ficheros/np\\_enot\\_92.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/FichasNotasPracticas/Ficheros/np_enot_92.pdf)
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2009a). *Fichas Internacionales de Seguridad Química. Grafito mineral*. Recuperado de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/801a900/nspn0893.pdf>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2009b). *Fichas Internacionales de Seguridad Química. Metano*. Recuperado de: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/201a300/nspn0291.pdf>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2011). El descanso en el trabajo (I):pausas. *Notas técnicas de Prevención*, 916. Recuperado de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/891a925/916w.pdf>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2012). *Trabajar con calor*. Recuperado de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/CARTELES%20Y%20FOLLETOS/FOLLETOS/2012/TRABAJAR%20CON%20CALOR.pdf>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (s.f). *NTP 451: Evaluación de las condiciones de trabajo: métodos generales*. Recuperado de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp\\_451.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_451.pdf)
- Instituto Mexicano del Seguro Social (2015). *Seguridad y salud en el trabajo*. Memoria Estadística 2014. Recuperado de <http://www.imss.gob.mx/conoce-al-imss/memoria-estadistica-2014>
- Instituto Mexicano del Seguro Social (2017). *Seguridad y salud en el trabajo*. Memoria Estadística 2016. Recuperado de <http://www.imss.gob.mx/conoce-al-imss/memoria-estadistica-2016>

- Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (2014). *Datos estadísticos*. Recuperado de <http://www.cdc.gov/niosh/mining/statistics/allmining.html>
- International Lime Association (2018). *World Lime Production 2017*. Recuperado de <http://www.internationallime.org/world-lime-production/>
- Irimie, S., Munteanu, R., Ghicajanu, M. & Marica, L. (2015). Aspects of Safety and Health at the Workplace. *Procedia Economics and Finance*, (23), 152-160.
- Jonek-Kowalska, I. (2012). The Concept of Operational Risk Identification and Evaluation in a Sector Depiction. *American International Journal of Contemporary Research*, 2(8), 38-48
- Kim Y., Park, J. & Park, M. (2016). Creating a Culture of Prevention in Occupational Safety and Health Practice. *Safety and Health at Work*. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/j.shaw.2016.02.002>
- Kirsch P. (2014). *Medicina y Seguridad del Trabajo*. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4321/S0465-546X2014000200001>
- Kovalchik, P. G., Matetic, R. J., Smith, A. K. & Bealko, S. B. (2008). Application of Prevention through Design for Hearing Loss in the Mining Industry. *Journal of Safety Research*, 39(2), 251-254. doi:10.1016/j.jsr.2008.02.029
- Krishnan, P., Patel, M. & Ramadas, P. (2016). A case of asbestosis in talc miner. *CHEST Journal*, 150(4), 942A. doi: 10.1016/j.chest.2016.08.1043
- Kwesi, A-T. & Mensah, J. (2016). *Occupational Health and Safety and Organizational Commitment: Evidence from the Ghanaian Mining Industry*. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/j.shaw.2016.01.002>.
- Laurell, A. C. & Márquez, M. (1983). *El desgaste obrero en México. Procesos laborales y patrones de desgaste*. México: ERA.
- Laurell, A. C. & Noriega, M. (1989). *Manual: conocer para cambiar; estudio de la seguridad y salud en el trabajo*. México: UAM-X.
- Lehault, G., Clement, A., Kenny, G., Hardcastle, S., & Keller, N. (2017). Cognitive consequences of sleep deprivation, shiftwork, and heat exposure for underground miners. *Applied Ergonomics*, 158, 144-150. doi: 10.1016/j.apergo.2016.06.007
- Ley de aguas nacionales y su reglamentos, 1992. Comisión Nacional del Agua, Ciudad de México, 2017. Recuperado de <http://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/Publicaciones/SGJ-1-17.pdf>
- Ley Federal del Trabajo. Diario Oficial de la Federación. Ciudad de México, 1 de abril de 1970.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (última reforma 2012). Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, 28 de enero de 1988. Recuperado de <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/protocolo/LGEEPA.pdf>
- Ley Minera. Diario Oficial de la Federación. Ciudad de México, 26 de junio de 1992.
- Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, 29 de diciembre de 1967.
- Ley del Seguro Social. Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, 21 de diciembre de 1995.
- Liu, Q., Meng, X., Hassall, M. & Li, X. (2016). Accident-causing mechanism in coal mines based on hazards and polarized management. *Safety Science*, (85), 276-281.

- López Austin, A. & López Luján, L. (s.f.) La historia póstuma de la Piedra de Tízoc, *Arqueología Mexicana*, 102, pp. 60-69. Recuperado de <https://arqueologiamexicana.mx/mexico-antiguo/la-historia-postuma-de-la-piedra-de-tizoc>
- Loyzaga, C. O. (2002). *Neoliberalismo y flexibilización de los derechos laborales*. México: UAM-A.
- Ma, L., Li, K., Xiao, S., Ding, X. & Chinyanta, S. (2016). Research on Effects of Blast Casting Vibration and Vibration Absorption of Presplitting Blasting in Open Cast Mine. *Shock & Vibration*, (2016), 1-9. doi:10.1155/2016/4091732
- Manterola, C. & Otzen, T. (2014). Estudios observacionales. Los diseños utilizados con mayor frecuencia en la investigación clínica. *International Journal of Morphology*, 32(2), 634-645. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022014000200042>
- Manterola, C. & Otzen, T. (2015). Los sesgos en investigación clínica. *International Journal of Morphology*, 33(3), 1156-1164. Recuperado de <http://www.scielo.cl/pdf/ijmorphol/v33n3/art56.pdf>
- Martínez, C., Quero, I., Isidro, I. & Rego, G. (2001). Enfermedades pulmonares profesionales por inhalación de polvos inorgánicos. *Medicina hoy*, (61), 34-9.
- Martínez S. (1997). *El estudio de la integridad mental en su relación con el proceso de trabajo*. México: UAM-X.
- Marx, K. (1975). Proceso de trabajo y proceso de valorización. *El Capital* (Vol. 1) (pp. 215-226). México: FCE.
- Marx, K. (1844). El trabajo enajenado. Manuscritos económicos y filosóficos de 1844. En *Marx escritos de juventud. Obras fundamentales*, (Tomo I), (pp. 594-605) México: FCE.
- Matías, R. (2005). La minería en las civilizaciones mediterráneas: Egipto y Grecia. *Cimbra*, 363(3), 38-46. Recuperado de [http://www.citop.es/publicaciones/documentos/Cimbra363\\_08.pdf](http://www.citop.es/publicaciones/documentos/Cimbra363_08.pdf)
- Matos, M. L., Santos, J. B. & Diogo, M. T. (2012). *Occupational Exposure to Dust in Open Pit Mining. A Short Review*. Portugal: International Symposium on Occupational Safety and Hygiene.
- Md-Nor, Z. A., Kecojevic, V., Komljenovic, D. & Groves, W. (2008). Risk assessment for haul truck-related fatalities in mining. *Mining Engineering*, 60(3), 43-49.
- Méndez-Ramírez, I., Namihira-Guerrero, D., Moreno-Altamirano, L. & Sosa-de Martínez, C. (1990). *El protocolo de investigación. Lineamientos para su elaboración y análisis*. México: Trillas.
- Minas y Canteras*. Recuperado de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/74.pdf>
- Minería. *Diccionario de la lengua española de la Real Academia Española*, (2016) ( 23ª edición). Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=PIM67GY>
- Minería* (22 de marzo de 2016). Recuperado de <http://cuentame.inegi.org.mx/economia/secundario/mineria/default.aspx?tema=E#>
- Ministerio de Minas y Energía (2003). *Glosario técnico minero*. Colombia: Autor. Recuperado de <https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/glosariominero.pdf>
- Mirón, C. A., Sardón, M. A. & Iglesias, H. (2010) Metodología de investigación en salud laboral. *Medicina y seguridad del Trabajo* 56(221). Recuperado de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0465-546X2010000400009&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2010000400009&lng=es)

- Moore, S. M., Pollard, J. P. & Nelson, M. E. (2012). Task-specific postures in low-seam underground coal mining. *International Journal of Industrial Ergonomics* (42), 241-248.  
doi:10.1016/j.ergon.2012.01.002
- Moya de M. L. (1986). *Introducción a la Estadística de la Salud*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Mine Safety and Health Administration (2014). *Datos estadísticos del 2014*. Recuperado de <http://www.cdc.gov/niosh/mining/data/default.html>
- Norma oficial mexicana NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido. Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, 17 de abril de 2002. Recuperado de [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=734536&fecha=17/04/2002](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=734536&fecha=17/04/2002)
- Norma oficial mexicana NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condiciónes de seguridad. Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, 24 de noviembre de 2008. Recuperado de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5069976&fecha=24/11/2008](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5069976&fecha=24/11/2008)
- Norma oficial mexicana NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías. Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, 25 de noviembre de 2008. Recuperado de <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-026.pdf>
- Norma oficial mexicana NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, 9 de diciembre de 2008. Recuperado de <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-017.pdf>
- Norma oficial mexicana NOM-030-STPS-2009, Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo-Funciones y actividades. Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, 22 de diciembre de 2009. Recuperado de [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5125949&fecha=22/12/2009](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5125949&fecha=22/12/2009)
- Norma oficial mexicana NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo. Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, 9 de diciembre de 2010. Recuperado de <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-002.pdf>
- Norma oficial mexicana NOM-031-STPS-2011, Construcción-Condiciónes de seguridad y salud en el trabajo. Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, 4 de mayo de 2011. Recuperado de <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-031.pdf>
- Norma oficial mexicana NOM-029-STPS-2011, Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-Condiciónes de seguridad. Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, 29 de diciembre de 2011. Recuperado de <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/nom/NOM-029.pdf>
- Norma oficial mexicana NOM-023-STPS-2012, Minas subterráneas y minas a cielo abierto – Condiciónes de seguridad y salud en el trabajo. Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, 11 de octubre de 2012. Recuperado de <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-023.pdf>
- Norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización). Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, 29 de noviembre de 2012.  
[http://dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=5280607](http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5280607)

- Norma oficial mexicana NOM-010-STPS-2014, Agentes químicos contaminantes del ambiente laboral – Reconocimiento, evaluación y control. Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, 28 de abril de 2014. Recuperado de [www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5342372&fecha=28/04/2014](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5342372&fecha=28/04/2014)
- Norma oficial mexicana NOM-006-STPS-2014, Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciónes de seguridad y salud en el trabajo. Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, 11 de septiembre de 2014. Recuperado de <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-006.pdf>
- Norma oficial mexicana NOM-018-STPS-2015, Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo. Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, 09 de octubre de 2015. Recuperado de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5411121&fecha=09/10/2015](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5411121&fecha=09/10/2015)
- Norma oficial mexicana NOM-086-SCT2-2015, Señalamiento y dispositivos para protección en zonas de obras viales. Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, 24 de junio de 2016. Recuperado de [http://dof.gob.mx/nota\\_to\\_doc.php?codnota=5442475](http://dof.gob.mx/nota_to_doc.php?codnota=5442475)
- Noriega, M. (1993a). Algunos procedimientos y técnicas de la salud laboral. En A. C. Laurell, (Coord.), *Para la investigación sobre la salud de los trabajadores* (pp. 37-61). EE.UU.: Organización Panamericana de la Salud.
- Noriega, M. (1993b). Organización laboral, exigencias y enfermedad. En A. C. Laurell, (Coord.), *Para la investigación sobre la salud de los trabajadores* (pp. 167-187). EE.UU.: Organización Panamericana de la Salud.
- Noriega, M., Franco, J. G. & Martínez, A. S. (2001). *Evaluación y seguimiento de la salud de los Trabajadores*. México: UAM-X.
- Organización Internacional del Trabajo (1991). *Safety and health in open cast mines*. Recuperado de [http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed\\_protect/@protrav/@safework/documents/normativeinstrument/wcms\\_107828.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/@safework/documents/normativeinstrument/wcms_107828.pdf)
- Organización Internacional del Trabajo (1994). Informe V: Seguridad y salud en las minas. *Conferencia Internacional del Trabajo 81ª reunión*. Ginebra, Suiza. Recuperado de [http://staging.ilo.org/public/libdoc/ilo/1993/93B09\\_118\\_SPAN.pdf](http://staging.ilo.org/public/libdoc/ilo/1993/93B09_118_SPAN.pdf)
- Organización Internacional del Trabajo (1998). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. España: OIT, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España.
- Organización Internacional del Trabajo (1996-2018). *Seguridad y salud en el trabajo*. Recuperado de <http://www.ilo.org/global/standards/subjects-covered-by-international-labour-standards/occupational-safety-and-health/lang--es/index.htm>
- Organización Internacional del Trabajo (2006). *Building a preventative safety and health culture*. Recuperado de línea:[http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed\\_norm/@normes/documents/publication/wcms\\_233211.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_norm/@normes/documents/publication/wcms_233211.pdf)
- Organización Internacional del Trabajo (2016). *Mining: a hazardous work*. Recuperado de [http://www.ilo.org/safework/areasofwork/hazardous-work/WCMS\\_124598/lang--en/index.htm](http://www.ilo.org/safework/areasofwork/hazardous-work/WCMS_124598/lang--en/index.htm)
- Organización Internacional del Trabajo (2017a). *Acerca de la OIT*. Recuperado de <http://ilo.org/global/about-the-ilo/lang--es/index.htm>

- Organización Internacional del Trabajo (2017b). *Proyecto de repertorio de recomendaciones prácticas sobre seguridad y salud en las minas a cielo abierto*. Recuperado de [http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_dialogue/---sector/documents/meetingdocument/wcms\\_575304.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---sector/documents/meetingdocument/wcms_575304.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas (2008). *International Standard Industrial Classification of All Economic Activities (ISIC) Rev.4*. EE:UU.: Autor. Recuperado de [https://unstats.un.org/unsd/publication/seriesm/seriesm\\_4rev4e.pdf](https://unstats.un.org/unsd/publication/seriesm/seriesm_4rev4e.pdf)
- Occupational Safety and Health Administration (2017). *Division B: Mining*. Recuperado de [https://www.osha.gov/pls/imis/sic\\_manual.display?id=2&tab=division](https://www.osha.gov/pls/imis/sic_manual.display?id=2&tab=division)
- Patra, A. K., Gautam, S. & Kumar, P. (2016). Emissions and human health impact of particulate matter from surface mining operation. A review. *Journal of Environmental Technology & Innovation* (5), 233-249.
- Pedersen, O. & Gyldendal, L. (2016) *Christian Jürgensen Thomsen*. Recuperado de <http://denmark.dk/en/meet-the-danes/great-danes/scientists/christian-jurgensen-thomsen/>
- Peila, D., Patrucco, M. & Falanescia, M. (2011). Quantification and Management of Rockfall Risk in Opencast Quarrying Activities. *Environmental & Engineering Geoscience*, 17(1), 39-51. doi:10.2113/gsegeosci.17.1.39
- Permania, H. (2012). Risk assessment as a strategy to prevent of mine. *Minelor/Mining Revue*, 18(4), 43-49.
- Pillay, M. (2015). Accident Causation, Prevention and Safety Management: A Review of the State-of-the-art. *Procedia Manufacturing*, (3), 1838-1845. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.224>
- Prehistoria: el paleolítico*. Recuperado de <http://www.historialuniversal.com/2009/04/edad-de-piedra-paleolitico.html>
- Prehistoria: el mesolítico*. Recuperado de <http://www.historialuniversal.com/2009/04/mesolitico-edad-de-piedra-prehistoria.html>
- Prehistoria: el neolítico*. Recuperado de <http://www.historialuniversal.com/2009/04/prehistoria-neolitico-edad-de-piedra.html>
- Proceso de Fabricación del Cemento*. Recuperado de [http://www.holcim.com/fileadmin/templates/AR/doc/proceso\\_fabricacion\\_cemento/holcim\\_ppc.html](http://www.holcim.com/fileadmin/templates/AR/doc/proceso_fabricacion_cemento/holcim_ppc.html)
- Rakoma, M. (2013). Continuous blasting improvements at Landau Colliery. *The Journal of The Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, (113), 327-333. doi: 10.7166/26-3-1121
- Reglamento Federal de seguridad y salud en el trabajo. Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, 13 de noviembre de 2014. Recuperado de [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5368114&fecha=13/11/2014](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5368114&fecha=13/11/2014)
- Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (última reforma 2014) Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, 31 de octubre de 2014. Recuperado de [http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PP03/Reg\\_LGPGIR.pdf](http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PP03/Reg_LGPGIR.pdf)
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (última reforma 2014). Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, 31 de octubre de 2014. Recuperado de <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFs/DO530.pdf>

- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica (última reforma 2014). Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, 31 de octubre de 2014. Recuperado de [http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PP03/Reg\\_LGEEPA\\_MPCCA.pdf](http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PP03/Reg_LGEEPA_MPCCA.pdf)
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia Evaluación del Impacto Ambiental (última reforma 2014). Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, 31 de octubre de 2014. Recuperado de [http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PP03/Reg\\_LGEEPA\\_MEIA.pdf](http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PP03/Reg_LGEEPA_MEIA.pdf)
- Reglamento de la Ley Minera. (última reforma 2014). Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, 31 de octubre de 2014. Recuperado de [http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PP03/Reg\\_LMin.pdf](http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PP03/Reg_LMin.pdf)
- Reichl, C., Schatz, M. & Zsak, G. (Eds.). (2016). *World Mining Data* (Vol. 31). Suiza: International Organizing Committee for the World Mining Congresses. Recuperado de <http://www.wmc.org.pl/?q=node/49>
- Saleh, J. H. & Cummings, A. M. (2011). Safety in the mining industry and the unfinished legacy of mining accidents: Safety levers and defense-in-depth for addressing mining hazards. *Safety Science*, 49(6), 764-777. doi: 10.1016/j.ssci.2011.02.017
- Se cumplen 224 años del descubrimiento de la Piedra del Sol*. (16 de diciembre de 2014). Recuperado de <http://www.inah.gob.mx/es/boletines/1836-se-cumplen-224-anos-del-descubrimiento-de-la-piedra-del-sol>
- Servicio Geológico Mexicano (2014). *Panorama Minero del Estado de Hidalgo*. México: Secretaría de Economía, SGM. Recuperado de [www.sgm.gob.mx/pdfs/HIDALGO.pdf](http://www.sgm.gob.mx/pdfs/HIDALGO.pdf)
- Servicio Geológico Mexicano (2016). *Anuario estadístico de la minería mexicana 2015*, (45). Recuperado de [http://www.sgm.gob.mx/productos/pdf/Anuario\\_2015\\_Edicion\\_2016.pdf](http://www.sgm.gob.mx/productos/pdf/Anuario_2015_Edicion_2016.pdf)
- Shikha, V. & Sharad, C. (2016). Highlights from the literature on risk assessment techniques adopted in the mining industry: A review of past contributions, recent developments and future scope. *International Journal of Mining Science and Technology*, (26), 691–702.
- Smith, A. K., Zimmerman, J. J., Kovalchik, M. & Kovalchik, P.G. (2011). Modified tail section reduces noise on a continuous mining machine. *Mining engineering*, 63(7), 83-85.
- Sanchez G. A. (1993). El hombre y la sociedad americana: la difícil solución. *Anales del museo de América*, (1), 51-62. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/1007228.pdf>
- Sanmiquel, L., Rossell, J. M. & Vintró, C. (2015). Study of Spanish mining accidents using data mining techniques. *Safety Science*, (75), 49-55.
- Sapko, M. J., Cashdollar, K. L. & Green, G. M. (2007). Coal dust particle size survey of US mines. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 20(4–6), 616-620. doi: 10.1016/j.jlp.2007.04.014
- Smets, M, Eger, T. & Grenier, S. (2010). Whole-body vibration experienced by haulage truck operators in surface mining operations: A comparison of various analysis methods utilized in the prediction of health risks. *Applied Ergonomics*, 41(6), 763-770.
- Secretaría de Economía, Coordinación General de Minería (2014). *Perfil de Mercado de la Caliza*. Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/5566/pm\\_caliza\\_2014.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/5566/pm_caliza_2014.pdf)

- Tabuladores estadísticos del 2014*, (22 de marzo de 2016) Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/ce/ce2014/doc/tabulados.html>
- Van den Honert, A. F. & Vlok, P. J. (2016). Estimating the continuous risk of accidents occurring in the mining industry in South Africa. *South African Journal of Industrial Engineering*, 26(3), 71-85.
- Vidal, V. (1966). *Explotación de minas* (Tomo II). España: Ediciones Omega.
- Wade, A. W., Petsonk, E. L. & Young, B. (2011) Severe Occupational Neumoconiosis Among West Virginian Coal Miners. *CHEST- American College of Chest Physicians*. 139(6), 1458-1462. doi: 10.1378/chest.10-1326
- Wanjek, C. (2005). *Food at Work. Workplace solutions for malnutrition, obesity and chronic diseases*. Suiza: International Labour Office. Recuperado de [http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms\\_publ\\_9221170152\\_en.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_publ_9221170152_en.pdf)
- Winn, J. W., Biersner, R. J., & Morrissey, S. (1996). Exposure probabilities to ergonomic hazards among miners. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 18(5-6), 417-422.
- Xu, X., Yuan, Z., Gong, M., He, L., Wang, R., Wang, J., Yang, Q. & Wang, S. (2016). Occupational hazards survey among coal workers using hand-held vibrating tools in a northern China coal mine. *International Journal of industrial Ergonomics*, 62, 21-26.