

Titulo

Capsula Protectora Minera móvil de protección de seguridad para el operario en la minería subterránea en el frente de explotación.

Sector Tecnológico

Está relacionada con protección minera bajo tierra dentro de los Procedimientos de Seguridad Personales –Seguridad Industrial.

La presente invención se relaciona con el campo técnico de la capsula protectora minera como elemento de seguridad, seguimiento de gases y salvamento minero para la industria minera subterránea.

Antecedentes de la Invención.

El mineral del carbón es uno de los combustibles fósiles abundante, de diferentes tipos para el uso de diversas industrias, el cual un porcentaje se exporta y también es de consumo interno en mi país. La minería de la extracción del carbón y otros minerales, que son la base económica de la región donde se encuentran las concesiones o títulos mineros, representan una relevancia dentro del producto interno bruto y regalías representativas, generando un número importante de empleabilidad directa e indirecta, desarrollo de la industria e incluso de toda la comunidad.

Bajo la hipótesis, las minas en Colombia son lugares desprotegidos y riesgosos para la vida de los mineros, por lo que se hace imperante desarrollar un equipo de protección que brinde mayores probabilidades de salir vivo de un derrumbe, especialmente a los operarios mineros de las minas bajo tierra en el departamento de Boyacá, donde cada 15 días hay un fallecido, es así que se está por encima de la media nacional en accidentes laborales.

A esos mineros donde su seguridad es la puerta (último soporte en madera) y el casco (Figura 4), en el momento de una situación de riesgo, están desprotegidos, al tener minería artesanal e ilegal.

Aquellos municipios mineros donde su economía principal es el carbón, las tragedias e historias de accidentes, han generado un impacto social y familiar preocupante, de manera que muchos jóvenes bachilleres o sin terminar el colegio, por la misma situación del municipio y entorno familiar, se ven obligados a trabajar en las minas.

En minería bajo tierra para extraer los minerales los problemas que se presentan por el riesgo inminente de accidentes, se requiere de elementos de seguridad como el Capmin, apoyando la operación minera evitando que las rocas que caen causen daños al operario minero.

El objetivo principal es mitigar accidentes laborales ocurrentes o fatales en los diferentes niveles de explotación del mineral, especialmente del carbón bajo tierra, aportando un elemento más a los Procedimientos de Trabajo Seguro según norma

Proteger al minero para generar tranquilidad a la familia. El operario minero perteneciente a una familia, que en muchos casos es el sustento de la misma, de manera que al tener un accidente durante su turno, por una explosión, derrumbe o intoxicación, es una tragedia a nivel familiar y social, como hemos visto en las noticias, falleciendo padres, hijos, hermanos, etc., que generalmente son jóvenes.

Así mismo aportar elementos de protección personal, ofreciendo una oportunidad de sobrevivencia y trabajo un poco más seguro. Dentro de estos elementos de salvamento tenemos: una bala de aire comprimido respirable con su cánula retenedora regulador y mascarilla, manta protectora contra incendios, sobres de gel

electrolítico y barras de granola, elementos que le servirán al operario minero para esperar el rescate o autorescatarse.

Según el decreto colombiano 944 del 2.022 de las disposiciones para trabajo bajo tierra, se deben evitar accidentes en el frente de trabajo, donde el minero está extrayendo el carbón, suministrando elementos de seguridad simultáneamente, por lo tanto lo que hay en el comercio, son los refugios para n número de mineros en cierto punto de la mina, donde son costosos relación 1:10, si no se está cerca del refugio, el accidente es inevitable y la adaptación en las minas actuales de la región no aplicaría. El Capmin es adaptable, armable y práctico.

Breve descripción de la Invención.

El dispositivo móvil de protección de seguridad para el operario minero, denominado Capsula Protectora Minera CAPMIN, es una estructura en acero y cubierta con pintura electrostática, diseñada para estar cubriendo al minero mientras realiza la extracción del mineral en la mina bajo tierra (Figura 1), de manera que los escudos laterales y superior (Figura 2), tolerarán el material que se desprenda al tener un diagrama de carga (Figura 3), donde estos se interponen ante desprendimientos y/o cuñas que pueden caer de improvisto sobre la humanidad del minero tal como ocurre actualmente (Figura 4) al no tener un elemento de seguridad que lo proteja. Es Así que la estructura es desarmable, ajustable a las condiciones y ensamblaje sencillo (Figura 5), además de tener un brazo extensible para minimizar las vibraciones de la máquina herramienta de perforación (Figura 6), con un equipo primario de sobrevivencia y dispositivo electrónico detector de gases (Figura 7), en la (Tabla 1) el cual dará alertas periódicas de la (Tabla 2).

Breve Descripción de las Figuras.

Figura 1 Vista isométrica del CAPMIN ubicado el anclaje y ruedas móviles en las respectivas zonas dentro de la mina bajo tierra.

Figura 2 Vista isométrica de la parte superior del CAPMIN de los 4 escudos laterales y el escudo superior con su estructura interna tipo telaraña.

Figura 3 Diagrama de carga del arco principal del CAPMIN, respectivamente el brazo fijo del anclaje y una rueda.

Figura 4 Vista transversal del área de trabajo de la ubicación del operario minero entre el frente de extracción del mineral y la palanca de sostenimiento de la mina.

Figura 5 Vista de detalle acople entre nodo principal y escudo protector superior.

Figura 6 Vista del brazo extensible para la máquina herramienta de perforación.

Figura 7 Dispositivo electrónico seguidor-detector de gases del CAPMIN.

Descripción detallada de la Invención.

Capsula protectora minera como elemento de seguridad adicional al operario minero, en mina bajo tierra en la extracción de minerales del macizo rocoso, así la capsula protectora minera CAPMIN, siendo un tipo de refugio transitorio de salvamento minero móvil, estando en el nivel del nivel del socavón, se ubica en la zona (I) de la (Figura 1) hacia la pared de la montaña, denominado frente de trabajo donde se realiza la extracción del mineral con herramienta manual o neumática por el operario minero, de manera que la punta (1) quedará anclada y asegurada en el terreno, haciendo presión con el pie en la placa (4), una vez que el operario minero manipula el Capmin antes de comenzar su labor.

Desde los pasadores (16), de los brazos (6) y (8), el operario minero levanta el Capmin a una altura en la cual la punta (1) supere el plano del terreno de la zona (I) donde se encontraba, para ser desplazado por el operario minero acercándolo a una distancia a la pared donde se está realizando la extracción del mineral del nivel respectivo dentro de la mina.

El extensor con agujeros perforados pasantes (2) y (5) tipo telescopio, de diferente longitud el extensor (2) respecto al extensor (5), donde este es más corto debido al sistema de rueda (3) respecto a la punta (1). El extensor tiene perforaciones pasantes que permiten elevar o bajar el CAPMIN 40cm máximo, tal que cada brazo (6), (7), (8) y (9), la graduación de elevación o viceversa de cada uno es independiente respecto al terreno donde se encuentre, manteniendo el centro de gravedad adecuado y nivelado representado en la protección de la humanidad del operario minero en el frente de extracción del mineral.

Las puntas (1) del brazo (6) y (8), van con cordón de soldadura a las placas (4), en la zona móvil (II) se posicionan las ruedas (3) de caucho macizo, van unidas con (4) pernos roscados cada una a la placa (4) respectivamente, tal que la graduación del extensor perforado (2) y (5) a los brazos (6) y (8), y los brazos (7) y (9), estos se bloquean según la elevación o viceversa, mediante un pasador en forma de "U" (16), cada pasador en "U" (16) se une una cadenilla con punto de soldadura y en el otro extremo de esta, con punto de soldadura se une un retenedor cilíndrico en forma de "L" el cual atraviesa los extremos de las puntas de pasador "U" (16), de manera que este, no se deslice del extensor perforado (2) y (5), y saliéndose de su posición y desestabilice el CAPMIN durante la operación en la extracción del mineral del macizo rocoso.

En la zona móvil (II) las ruedas (3) comerciales con 10cm de ancho y diámetro 25cm, son tipo rueda loca, para facilitar el desplazamiento al representar al CAPMIN, con el sistema de palanca de segundo grado donde la potencia es menor a la resistencia, de manera que no representa mayor esfuerzo al operario minero al elevar el CAPMIN desde los pasadores en “U” (16) de los brazos (6) y (8), mirando que las puntas (1) hayan superado el plano del terreno y así acercándolo paulatinamente, va avanzando el frente de extracción del mineral y a la vez, conservando el centro de gravedad del CAPMIN no sea superado, permitiendo su movilidad.

El bazo (6) y (9) se unen con cordón de soldadura una placa (21) con 4 perforaciones perpendicular a estos, esta placa (21) se encuentra en el centro del nodo principal (15) y (27), que son dos conos truncados concéntricos en posición invertida, tal que con el brazo (6) y brazo (9), conforman un arco, el cual se han ubicado a un ángulo transversal al plano frontal de todo el CAPMIN (Figura 2). Las 2 placas (21) se unen entre sí con 4 pernos roscados, las cuales dividen el brazo (6) y (9) para permitir ser ensamblados y transportados con eficiencia a otro frente de extracción del material donde haya inminente riesgo de desprendimiento de material en la mina.

Con un factor de seguridad 2.0 donde el Capmin protege la humanidad del operario minero en el momento de una eventualidad, este mitigará el accidente no fatal o accidente fatal propios del socavón del manto rocoso, referente al desprendimiento de material o caída de cuñas durante la extracción del mineral. Con un resultado de 209MPa de 250MPa posibles del arco conformado por los brazos (6) y (9), nodo principal (15), (27) y placa (21), mediante prueba de elementos finitos en la (Figura 3), presenta un soporte de 2.000 kilogramos, dentro del espectro de material o cuñas que se despenden y caen preferiblemente golpeen el CAPMIN en el socavón

durante la extracción del mineral, y no causen un accidente al operario minero durante su ejercicio al extraer el mineral del manto rocoso.

En la curvatura de los brazos (6) y (9), (7) y (8), se dispone de un escudo lateral protector (10), dando al operario minero, área de protección a los desprendimientos de materiales laterales del socavón, especialmente entre el frente de extracción del mineral y la última puerta o sostenimiento (Figura 4). El escudo protector conformado por un marco en platina y lámina con agujeros perforados en acero (12) unidos con puntos de soldadura, de manera que este escudo protector lateral (10), se une con cordón de soldadura a los brazos (6), (9), (7) y (8) mediante 3 soportes (11) cada uno, posicionados en la curvatura de cada brazo, mientras que cada soporte (11) se une al marco con perno roscado y tuerca ciega al final de este, del escudo protector lateral (11).

El brazo (7) y (8) no se unen en el centro del nodo principal (15), por lo tanto no son fijos, ya que estos forman un tipo de tijera respecto a los brazos (6) y (9) fijos al nodo principal (15), (27) y placa (21), el brazo (7) y (8) se unen a una placa (14) con cordón de soldadura, de manera que la placa (14) se desliza a los lados tangencialmente al nodo principal (15), por medio de 2 canales dispuestos en un ángulo que permite una articulación del brazo (8) respecto al brazo (6) y brazo (7) respecto al brazo (9) respectivamente, puede adaptarse al ancho del socavón, espacio para que pase el vagón de cargue del mineral, no interferir al operario minero durante la extracción del mineral del manto rocoso (Figura 3).

Una vez ajustada la placa (14) al ángulo deslizante del nodo principal (15), requerido de los brazos móviles (7) y (8), una vez seleccionado el ángulo, se fija por presión con una prensa o tornillo tipo "G" (23) a la sección entre los canales del nodo principal (15).

Del nodo principal (15) el cono truncado exterior, se mueven en sección circular y tangencial los brazos (7) y (8), mientras los brazos (6) y (9) lo atraviesan, uniéndose en la mitad del nodo principal (15) y (27) a cada placa (21), así mismo en las placas (21) de cada brazo (6) y (9), se une el cono truncado interno (27), estando unidos con cordón de soldadura. Entre los 2 conos del nodo principal (15) y (27), se unen entre sí con placas perpendiculares (28) adyacentes a estas, las cuales mantienen la concentricidad entre los 2 conos truncados (15) y (27).

El cono interno del nodo principal (27), queda elevado, saliente respecto al plano superior del borde al cono exterior (15). De los canales que permiten deslizar los brazos (7) y (8), en el canal superior del cono exterior, se encuentran 4 agujeros distribuidos en la superficie de este, los cuales se insertan a pernos roscados (24), siendo unidos con punto de soldadura a la circunferencia del aro exterior del escudo protector superior (17), además cada perno roscado (24) tiene un amortiguador en material de caucho blando (25).

El escudo protector superior (17), en tubo redondo de 3/4 conformado con tres arcos de diferentes diámetros formando una estructura convexa unidas entre sí con puntos de soldadura con las secciones de arco (20), con una malla (18) unida con puntos de soldadura a los arcos (17) y secciones de arco (20), resultando una protección al desprendimiento de material en el frente de extracción del mineral de un metro cuadrado a la redonda al operario minero.

Permitiendo el fácil ensamblaje y transporte del CAPMIN, el escudo protector superior (17) y el nodo principal (15), se dividen en dos, este escudo protector superior convexo asemejando la forma de una sombrilla, para quedar unidos por medio de 4 pernos roscados tipo mariposa (22). En el arco de menor diámetro se disponen 2 placas semicirculares (19), unidas al arco de menor diámetro con puntos

de soldadura, en estas perpendicularmente se encuentran unidas con cordón de soldadura una placa (26) con agujero, permitiendo ajuste adicional como parte del sistema del escudo protector superior (17).

En cada cono exterior del nodo principal (15), respectivamente en el extremo de la sección circular, con cordón de soldadura, se ubica una placa saliente tipo aleta (30) con 3 agujeros, los cuales con la placa (21) y la placa tipo aleta (30), dan un ajuste complementario al nodo principal y puntualmente al cono exterior (15).

El desprendimiento de material o de las cuñas dentro del socavón, especialmente en el área de extracción del mineral (Figura 4), el Capmin mitiga accidentes referentes a estos desprendimientos, pero no siendo el único para causar daño al operador minero, según el Decreto 944 del 2.022 Ministerio de Minas y Energía de Colombia, hacer el respectivo seguimiento a los gases propios que se generan durante la extracción del mineral, particularmente en las minas de carbón bajo tierra, los gases: metano, oxígeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono y sulfuros, se ha adaptado un detector de gases (31) tipo industrial (Figura 7) y al ambiente el cual se encuentra el operario minero, con el objetivo de hacer seguimiento de los mismos, con lectura independiente por cada gas (33), de manera que al variar algún valor permisible, dará una alerta sonora y lumínica (34).

Este seguidor de gases (31) en su primera versión, hace seguimiento y lectura de los siguientes gases (32): metano, oxígeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono, además de detectar la temperatura y humedad, ya que da a la operario minero un alerta y estar atento a reaccionar para protegerse o/y evacuar.

Este dispositivo (Figura 7) seguidor de gases (31) se ubica resguardado en el nodo principal (15) del CAPMIN, fabricado en material resistente a las condiciones

internas de la mina, con respectivo estuche en material flexible, para asegurarse a la estructura del nodo principal (15) permitiendo una visual permanente al operario minero. El dispositivo seguidor de gases (31), se compone con placas electrónicas independientes e intercomunicadas, las cuales son: sensores detectores de los gases (32), displays o lectura digital del valor permisible programado (33), alimentación para la fuente de poder recargable y principal en la cual se conectan las demás.

A continuación se muestra en la Tabla 1 los valores mínimos, permisibles y máximos programados para cada sensor (32) y tener como referencia al operario minero para actuar al cambio de cada variable y sensor.

Tabla 1. Valores mínimos, permisibles y máximos para el dispositivo seguidor de gases del Capmin.

CLASIFICACIÓN	SENSOR	GAS	FORMULA QUIMICA	V.L.MIN	V.L.P.	V.L.MAX
COMBUSTIBLE	1	METANO	CH ₄	0,5%	1,0% 20 L.E.L.	1,5%
	2	OXIGENO	O ₂	19,5%	19,5%	18,0%
	3	MONÓXIDO DE CARBONO	CO	25 P.P.M.	30 P.P.M.	35 P.P.M.
	4	DIÓXIDO DE CARBONO	CO ₂	0,5%	0,75%	1,0%
COMPLEMENTARIOS	5	TEMPERATURA CELCIUS	RANGO DE 0° A 30°			
	6	HUMEDAD RELATIVA	30% - 70% Si electricidad estática ≤ 50%			

L.E.L. (Lower Explosive Level): Nivel Explosivo Más Bajo; P.P.M.: Partículas Por Millón; V.L.P.: Valor Limite Permissible.

Con la Tabla 1 la alerta lumínica y sonora se activan a la variación de los valores programados, de acuerdo a los datos de la Tabla 2.

Tabla 2. Sistema de alarma en el cambio de los valores permisibles dentro de la mina, como aporte a los Procedimientos de Trabajo Seguro.

Bombillo	Alarma Parlante	Descripción
Verde	Ninguno	Trabajo adecuado en los rangos permisibles.
Azul	1 pit / 5 segundos	Precaución Baja, Trabaje en alerta.
Amarillo	1 pit / 3 segundos	Precaución Media, Trabaje en alerta.
Rojo	1 pit / 1 segundo	Precaución Alta, Evacue o protéjase (Luz móvil, parpadeante o giratoria).

El cambio de las luces, azul, amarillo o rojo y parlante, respecto a variaciones decimales, centesimales o enteros en los V.L.P. a V.L.MAX.

En la versión 1 del dispositivo seguidor de gases (31) del CAPMIN, el (los) sensor(es) (32) al detectar un valor por fuera de los valores permisibles, las alertas de las luces (34) de verde, azul, amarillo y rojo, se encienden parpadeando además del parlante con el sonido pit asignado. Contará con botones de encendido, botón de sensores a valores estables y sistema de cargue de batería con autonomía para horas de uso según programa.

Dispositivo detector de gases (31) elaborado en material resistente al fuego y golpes, con estuche en Ripstop o equivalente según las condiciones internas de la mina bajo tierra, se ha de curar y calibrar con el Multidetector de gases, este con la carga respectiva de la batería interna y autorización por el administrador o equivalente del título minero. La información (Tabla 1) de cada gas a detectar al lado de los displays (33), de manera que los sensores (32) den las respectivas alarmas de los 4 bombillos (34) o sonora de la Tabla 2.

Se dispone de equipo de salvamento primario con: una bala de aire comprimido con sus respectivos accesorios respiratorios, una manta protectora contra incendios, sobres electrolíticos y barras de granola, de manera que estos elementos de sobrevivencia del CAPMIN al servicio del operario minero, disponibles para esperar el rescate o autorescatarse.

Al nodo principal (15) se adapta un brazo extensible (Figura 6) con dos pernos roscados (35) respectivamente en los extremos del semiarco (36), el cual se desliza en la circunferencia del semiarco en el extremo del eje (37), concéntricamente a este eje se desliza un soporte tipo pasador (39) con bloqueo de tornillo en “T” (38), el cual permite deslizar verticalmente sobre el eje (37). En el soporte tipo pasador (39) se ubica un segundo eje horizontal (40) con grados de libertad que permita la maniobrabilidad de la máquina herramienta de perforación, tal que en el extremo de este, se encuentra la base (41) para ubicar la máquina herramienta con ajustes adecuados para que no se deslice durante la operación de perforado y extracción del mineral.

En la base (41) para mitigar el golpe de la máquina herramienta, lavase fija (42) pivotada con pasador (44) con el eje horizontal (40) en su extremo, tiene la adecuación de ranuras (46) en las cuales pasan correas que ajustan la máquina herramienta a la base deslizante (43), así mismo en la base fija (42) se disponen cuatro guías fijas (45) respecto a los agujeros de la base deslizante (43), manteniéndola en su posición.

Entre la base fija (42) y deslizante (43), se disponen espumas absorbentes para mitigar en un porcentaje, las vibraciones que se producen durante el golpe y retorno por el aire comprimido, y por último la base deslizante (43) se disponen de mango (47) a cada lado en material blando, de manera que las articulaciones, mano y codo especialmente del operario minero, no estarán expuestas directamente a la máquina herramienta.

Instrucciones de armado.

- a. El CAPMIN se ensambla posicionando el nodo principal (15) hacia el piso, o sea, parte superior del nodo principal (15) hacia la superficie inferior del socavón del

- respectivo nivel de la mina, al estar dividido en dos el nodo principal (15) y (27) del Capmin, antes de unir la placas (21) con los pernos roscados, en los canales del cono exterior (15), se insertan las placas semicirculares (14) de los bazos (7) y (8); en el brazo (6) se inserta el brazo (8) y en el brazo (7) se inserta el brazo (9), de esta manera se unen cada placa (21) de la mitad respectiva de cada brazo (6) y (9) con los 4 pernos roscados y simultáneamente cada aleta (30) del extremo del cono exterior del nodo principal (15) se unen con 4 pernos roscados.
- b. Luego la pareja de extensores (2) las puntas (1) y (5) las ruedas (3) se acoplan en primera posición dentro de los brazos (6), (8), (7) y (8) respectivamente, ajustados con los pasadores en “U” (16).
 - c. Ajustador los pernos de la placa (21) y aletas (30), se da vuelta al CAPMIN quedando el nodo principal hacia arriba. Esta operación se aconseja sea entre dos operarios mineros, previamente capacitados, sino, controlar el centro de masa del CAPMIN, haciendo el giro desde las puntas (1) como pivot de los brazos (6) y (8), controlando la velocidad del giro.
 - d. Se unen las 2 mitades del escudo protector superior (17), con los tornillos tipo mariposa (22) y perno roscado respectivo de la placa (26). Después se ubican los cauchos amortiguadores (25) en los 4 pernos (24) del arco del medio del escudo superior (17).
 - e. Ajustado el escudo superior (17) y los cauchos amortiguadores (25) en su posición, se ubica encima del nodo principal (15), en los agujeros respectivos para su posterior ajuste de la tuerca al perno (25).
 - f. Ensamblado el CAPMIN, se acercan los brazos (6) y (8) a la pared de la montaña o frente de extracción del mineral, de manera que el operario minero mirando hacia la pared de la montaña o frente del nivel de explotación, toma desde los ganchos (29), eleva un poco los brazos (6) y (8), es así que las ruedas (3) de los

brazos (7) y (9), permiten el desplazamiento adecuado respecto al terreno del socavón, dejando una distancia prudente para que no incomode la operación de extracción.

- g. Respecto al terreno donde se instale el CAPMIN, se ajustan los extensores (2) de los brazos (6) y (8) y los extensores (5) de los brazos (7) y (9), buscando el centro de masa nivelado, para que el CAPMIN se prepare para recibir desprendimientos de material o cuñas que desciendan imprevistamente del manto rocoso de la montaña.
- h. El brazo extensible para mitigar las vibraciones de la máquina herramienta, con las placas fijas al nodo (15), se ubican los extremos del semiarco (36) con los pernos roscados, y dos ganchos tipo OKE para sostener el semiarco, evitando que caiga. De esta manera la máquina herramienta se ajustará a la base (41), con correas de la base deslizante (43), respecto a la base fija (42).
- i. Ubique el dispositivo detector de gases (31) en la sección del nodo principal, cerciorándose que los displays (33) que dan la lectura de cada uno de los gases de la Tabla 1, queden a la vista del operario minero, mientras que este realice su operación. Además del kit de salvamento se ubica en el gancho (29) o en el área del nodo principal (15), estando al alcance para cualquier eventualidad, donde el otro gancho (29), puede descansar el martillo neumático o pala.