

Aspectos técnicos de la **pequeña minería**



Aspectos técnicos de la
pequeña minería

Contenido

Director ejecutivo de la Alianza por la Minería Responsable:

Yves Bertran

Directora proyecto Somos Tesoro:

Patricia Escudero

Coordinación:

Ander Arcos Alonso

Elaboración de contenidos:

Mignova SAS, Jairo Alonso Cárdenas

Diseño, supervisión y asesoría técnica:

Jairo Alonso Cárdenas

Diseño, supervisión y asesoría pedagógica:

Ander Arcos Alonso

Diseño editorial:

Trendy - Branding, consultoría y diseño.

Corrección de estilo:

María del Pilar Hernández

ISBN: 978-958-56187-6-3

Impresión:

Impregón S.A.

Primera edición. Marzo de 2017.

©Alianza por la Minería Responsable 2017.

Todos los derechos reservados.

<http://minasresponsables.org>

arm@minasresponsables.org

Calle 32B Sur No. 44A – 61 Envigado – Colombia

Agradecemos la participación, el apoyo y el compromiso de la Dirección de formalización Minera del Ministerio de Minas y Energía, brindando durante el desarrollo de este proyecto.

Esta publicación hace parte del proyecto Somos Tesoro, financiado por el Departamento de Trabajo de los Estados Unidos. El contenido de este material no refleja necesariamente las opiniones o las políticas del Departamento de Trabajo de los Estados Unidos. La mención de nombres comerciales, productos comerciales u organizaciones no implica su aprobación por el gobierno de los Estados Unidos.

Las opiniones expresadas en esta publicación son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista de la Alianza por la Minería Responsable, de su junta directiva o de su equipo técnico.

1. Estudiemos los procesos de exploración, explotación, beneficio y transformación	7
2. ¿Qué son las guías minero ambientales y para qué sirven?	8
3. ¿A qué se refieren los trabajos de exploración?	10
3.1 ¿En qué consiste la exploración geológica de superficie?	10
3.2 ¿En qué consiste la exploración geológica subterránea?	12
4. Construcción y montaje minero	13
4.1. ¿Cuánto tiempo dura la etapa de construcción y montaje?.....	13
4.2 ¿Es posible iniciar explotaciones durante la etapa de construcción y montaje?	14
4.3 ¿Durante la etapa de construcción y montaje se debe entregar el Formato Básico Minero?	14
5. ¿Qué es un plan de trabajo y obras (PTO)?	15
5.1 ¿Por qué es importante elaborar un buen PTO?.....	15
5.2 ¿Cuánto dura un PTO?.....	16
5.3 ¿Cuándo se debe presentar un PTO?	16
5.4 ¿Qué contiene un PTO?.....	16
6. ¿Qué debe saber sobre operación minera?.....	19
6.1 Obras y trabajos de explotación a cielo abierto o de superficie.....	19
6.1.1 ¿Cuáles son los métodos de explotación a cielo abierto?.....	20
6.1.2. ¿Cuáles son las actividades y operaciones unitarias de la explotación en minería a cielo abierto?	25
6.2 Obras y trabajos de explotación subterránea	26
6.2.1 ¿Cuáles son los métodos de explotación en minería subterránea?	26
6.2.2. ¿Cuáles son las actividades y operaciones unitarias de la explotación en minería subterránea?.....	29
7. ¿En qué consiste el beneficio y la transformación del mineral?.....	30
7.1. ¿Cuáles son los procesos usados en el beneficio?	30
7.2. ¿Cuáles son los procesos de transformación?	32
7.3. ¿Qué son las operaciones auxiliares?	33
8. ¿Por qué es importante realizar una operación minera que cumpla con las condiciones de higiene y seguridad?.....	34
8.1 ¿Para qué sirve un Reglamento de Higiene y Seguridad Industrial?	34
8.2 ¿Qué es el Reglamento de Higiene y Seguridad en las labores mineras a cielo abierto?.....	34

8.2.1 ¿Cuáles son las responsabilidades de los explotadores mineros?	35
8.2.2 ¿Cuáles son las responsabilidades de los trabajadores?	36
8.2.3 ¿Cuáles son las responsabilidades del Comité de Medicina, Higiene y Seguridad Industrial (ahora llamado Comité Paritario de Seguridad y Salud en el Trabajo)?	36
8.2.4 ¿Cuáles son las responsabilidades de la autoridad competente?	37
8.2.5 ¿Cuáles son las responsabilidades laborales asignadas respecto a las condiciones de trabajo?	37
8.3 ¿Qué es el Reglamento de Seguridad en labores mineras subterráneas?	38
8.3.1 ¿Cuáles son las condiciones generales exigidas?	38
8.3.2 ¿Cuáles son las responsabilidades del titular del derecho minero, el explotador minero y el empleador?	39
8.3.3 ¿Cuáles son las responsabilidades de los trabajadores?	39
8.3.4 ¿Cuáles son las responsabilidades laborales asignadas respecto a las condiciones?	40
9. ¿Qué debo saber sobre los certificados para el uso de explosivos?	44
10. ¿De qué se trata el salvamento minero?	46
10.1 ¿Qué es el sistema nacional de salvamento minero?	46
10.2 ¿Quiénes son los auxiliares de salvamento minero?	46
10.3 ¿Qué es un socorredor minero?	47
10.4 ¿Cada cuánto tiempo debe certificarse un socorredor minero?	47
11. ¿Qué es un Formato Básico Minero?	48
12. Buenas Prácticas Mineras	49
Anexos	51
Anexo 1. Lista de chequeo para realizar los trabajos de exploración	51
Anexo 2. Formato Básico Minero	53
Anexo 3. Certificados para el uso de explosivos	54
Anexo 4. Requisitos que Debe Cumplir Un Minero Formalizado	55
Anexo 5. Flujo de procesos de explotación	56
Anexo 6. Tabla guía para seleccionar el método extractivo	57
Anexo 6. Marco legal utilizado	60
Anexo 7. ¿A quién contactar en caso de tener inquietudes sobre los temas tratados?	61
Bibliografía	63

1

Estudiamos los procesos de exploración, explotación, beneficio y transformación

Como se explicó en la primera cartilla de este kit, la ruta de la formalización minera tiene varios pasos; ya aprendimos qué significa trabajar al amparo de un título minero, ahora vamos a estudiar los requisitos técnicos que se deben tener en cuenta para avanzar en este proceso.



El objetivo es explicarle los métodos de explotación, las exigencias que deben cumplirse para llevarla a cabo de una manera responsable, teniendo en cuenta los aspectos técnicos, ambientales, económicos, laborales y sociales. Además, se describen las guías, formatos y procedimientos, que fueron creados para regular esta actividad y para estandarizar los procesos.

De esta manera, al terminar esta cartilla usted conocerá las guías minero ambientales, para qué sirven y por qué son importantes, comprenderá los términos de referencia dados por el Ministerio de Minas y Energía, respecto a la elaboración de un Plan de Trabajo y Obras (PTO), la importancia de su implementación y su aplicabilidad para elaborarlo.

También comprenderá por qué es importante realizar la operación minera cumpliendo con las normas y requisitos de higiene y seguridad, qué es un formato básico minero y por qué se debe presentar.

Por último, esta cartilla lo ilustrará sobre el trámite que debe hacer para adquirir los explosivos y los accesorios de voladura necesarios en una operación minera y la normatividad legal vigente que debe cumplir.



Usted debe **sentirse orgulloso** de hacer minería y de querer **formalizarse**. El reto ahora es evaluar la situación actual en la que se encuentra y los requisitos que debe llenar para avanzar en la ruta de la formalización, rentabilizar su inversión y hacer minería responsable.

2 ¿Qué son las guías minero-ambientales y para qué sirven?

En el marco de la Ley 685 del 2001 (Código de Minas), la autoridad minera (Ministerio de Minas y Energía) y la autoridad ambiental (Ministerio de Medio Ambiente) suman esfuerzos para crear, implementar y adoptar las Guías Minero Ambientales, que se dividen en tres partes:



1. Exploración



2. Explotación



3. Beneficio y transformación



Estas guías son libres, abiertas y gratuitas, por eso, están disponibles para que cualquier persona pueda consultarlas, en el portal web del sistema de información minero colombiano (Simco). Este es el enlace de consulta:



<http://bit.do/guia-minero>



Su objetivo es servir a los mineros como herramienta de búsqueda, consulta y orientación, para mejorar la gestión y el desempeño minero ambiental de un proyecto. Además, describe los aspectos que deben tenerse en cuenta para operar de forma sostenible y presenta los requisitos de ley que se deben cumplir en cada etapa, tal como se describe a continuación:



Guía minero ambiental de exploración

Aspectos generales en términos geológicos, mineros y ambientales para la realización de los trabajos de exploración (LTE).

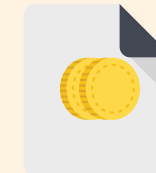
Gracias a esta guía, las personas que cuentan con un contrato de concesión tendrán las herramientas mínimas necesarias para realizar los estudios de exploración geológica y el Plan de Trabajos y Obras (PTO).



Guía minero ambiental de explotación

Orienta técnicamente la realización de un proyecto minero. Contempla las obras de construcción, montajes mineros y los trabajos de explotación (superficie y subterránea). Todo esto basado en los principios de buenas prácticas y en la ejecución de actividades técnicamente sostenibles y ambientalmente viables.

Identifica los diferentes métodos de explotación, las fases y etapas de un proyecto minero, los requisitos que debe cumplir desde los marcos jurídicos (legal y ambiental) y los aspectos más importantes para cerrar o terminar las operaciones mineras.



Guía minero ambiental de beneficio y transformación

Representa para los concesionarios mineros, gremios, subcontratistas y las entidades mineras y ambientales, una herramienta de administración, manejo y desempeño minero ambiental, que orienta las operaciones de beneficio, transformación de minerales y operaciones auxiliares que respaldan.

Además, identifica los requisitos que el minero debe cumplir teniendo en cuenta los marcos jurídicos (legal y ambiental).

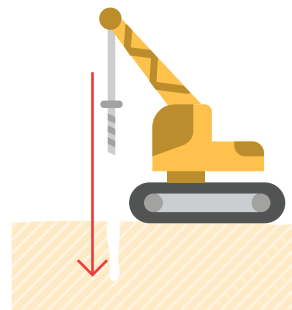
3 ¿A qué se refieren los trabajos de exploración?

El objeto de los trabajos de exploración es establecer y determinar la existencia y ubicación de los minerales dentro de un área determinada; así como calcular técnicamente las reservas del mineral, las características de los depósitos o yacimientos y la escala y duración de la producción esperada (Ministerio de Minas y Energía 2002).

Los trabajos de exploración pueden hacerse en superficie o subterránea y constituyen la base para hacer un buen modelo geológico, es decir, es un insumo fundamental para elaborar el Plan de Trabajos y Obras (PTO).

3.1 ¿En qué consiste la exploración geológica de superficie?

Son todas las actividades exploratorias que se realizan en superficie, como por ejemplo toma de muestras de suelo, lavado de arenas, estudios de aguas, entre otras; sirve también para caracterizar el mineral que se presenta en el área y establecer zonas ricas mineralógicamente (Ministerio de Minas y Energía, 2002). Las siguientes son las alternativas para la exploración de superficie:



1 Revisión bibliográfica:

Recopilar información de interés relacionada con el área de ubicación del proyecto, por ejemplo: topografía del área, fotografías aéreas, ríos, quebradas o arroyos y censo de la comunidad presente en el sector.

2 Contactos con la comunidad y enfoque social:

Antes de entrar a una zona de importancia minera, la empresa debe contactar a la comunidad, presentarse e informarle en qué consiste el proyecto minero, la razón social de la compañía y resolver inquietudes que la población del área de influencia tenga en relación con el proyecto minero.

3 Base topográfica del área:

Plano donde se detalla el área de influencia del proyecto y sus características, es decir, si el sector es montañoso, si presenta ríos o quebradas, entre otros; este debe estar a una escala preferiblemente de 1:2000, con curvas de nivel como mínimo cada 20 m y en lo posible cada 5 o 10 m.

4 Cartografía geológica:

Es la construcción o elaboración de mapas que se plasman en una superficie plana por medio de un dibujo. Se debe realizar a una escala mínima de 1:5.000 o mayor y busca obtener las características geológicas principales del yacimiento como mapas de geología local y regional, mapa de afloramientos, ubicación de fallas, etc.

5 Excavación de trincheras y apiques:

Son excavaciones que se realizan en superficie, para tener una mayor certeza de cómo se comporta el yacimiento, controlar la continuidad lateral y vertical de las diferentes estructuras, mantos, sustancias y cuerpos mineralizados, niveles de arenas y gravas. Un ejemplo de la importancia de estos trabajos es que cuando se está explotando arenas de río y no se tiene establecido el límite de profundidad de las arenas, se realizan apiques en diferentes zonas de la playa, que nos determinan la cota máxima de explotación.

6 Geoquímica:

Se hace en puntos con gran potencial de mineral para determinar los contenidos de los metales preciosos, mediante los respectivos análisis de laboratorio (ensaye al fuego, secciones delgadas, análisis metalográficos, etc.). Para ello se debe realizar un muestreo sistemático (sedimentos activos, suelos y rocas) en los drenajes, a lo largo de una malla regular o en los diferentes afloramientos, túneles, trincheras y apiques.

7 Geofísica:

Descifra niveles y cuerpos guías de exploración que puedan acompañar la mineralización y que generalmente son muy útiles en la búsqueda de las zonas con mayor concentración del mineral. En la determinación de niveles de arenas y gravas es común utilizar los sondeos eléctricos verticales.

8 Estudio de dinámica fluvial del cauce:

Este tipo de estudio solo se realiza para materiales de arrastre, con el fin de definir las distintas zonas y sus diferentes tasas de aporte de sedimento y capacidad de recarga, teniendo en cuenta los criterios geomorfológicos, la clasificación de los sistemas fluviales y la disponibilidad del recurso. Igualmente, se deberán determinar las tierras que se inundan y sus rutas.

9 Características hidrológicas y sedimentológicas del cauce:

Este tipo de estudio solo se realiza para materiales de arrastre, con el propósito de determinar las condiciones hidráulicas del río, su capacidad y sedimentación a lo largo del cauce.

3.2 ¿En qué consiste la exploración geológica subterránea?

Mediante la exploración geológica subterránea se delimita el depósito mineral potencialmente económico, con estimativos más específicos de tamaño y contenido mineral; lo que permite definir el verdadero potencial geológico-minero del yacimiento. Las alternativas en esta fase son:



1 Pozos y galerías **exploratorias**:

Son perforaciones que ayudan a verificar la continuidad de las sustancias mineralizadas dentro del depósito mineral. Cuando se explotan minas bajo tierra y en algún momento el mineral se pierde, se hace necesario realizar túneles exploratorios con el objeto de encontrar la dirección de la veta mineralizada. Las galerías exploratorias también pueden ser túneles abandonados o explotaciones antiguas que sirven de guías para conocer el depósito.

2 Perforaciones **profundas**:

Determinan las estructuras y fallas geológicas del yacimiento, la geometría del depósito, la extensión, espesor y calidad (zonas con mineral de interés), para realizar un plan minero con el máximo aprovechamiento del yacimiento o depósito de la sustancia mineralizada.

3 Muestreo y **análisis de calidad**:

Busca saber la composición mineralógica del depósito. Para esto se realiza un muestreo específico del yacimiento, siguiendo las normas y procedimientos nacionales o internacionales. Para el caso de los carbones, se deben seguir los procedimientos establecidos en el manual Normas Generales sobre Muestreo y Calidad de Carbones de la Empresa Nacional Minera Limitada (Minercol). Para arenas, gravas y agregados pétreos se acatarán las Normas Icontec y normas internacionales ASTM.

4 Estudio **geotécnico**:

Provee la información necesaria para fijar criterios y diseñar los taludes en las excavaciones a cielo abierto, en los botaderos de estéril, en los retrollenados y en las pilas de suelo. También brinda información para el sostenimiento de las labores subterráneas, el control de techos y la subsidencia de terrenos.

5 Estudio **hidrológico**:

Determina las características hidrológicas del área contratada, evalúa el comportamiento de la precipitación anual, la extensión de la cuenca hidrográfica, los volúmenes de agua que se manejarían, las corrientes naturales del área y sus posibles desviaciones y las alternativas del control de inundaciones.

6 Estudio **hidrogeológico**:

Permite el conocimiento de las condiciones naturales del agua subterránea, su relación con las aguas de infiltración y corrientes superficiales, tanto en verano como en invierno, los parámetros y constantes hidráulicas del macizo rocoso y los efectos que produciría sobre la explotación minera.

4 Construcción y **montaje minero**

En esta fase se prepara toda la infraestructura requerida para dar inicio a la etapa de explotación. Antes de iniciar los trabajos de construcción y montaje minero se deben tener aprobados el Plan de Trabajos y Obras (PTO) y el Plan de Manejo Ambiental (PMA).

Es importante tener claridad sobre el alcance que tiene cada término:



Obras de construcción:

Obras civiles de infraestructura, indispensables para el normal funcionamiento de las labores de apoyo y de administración de la empresa minera; incluyen las servidumbres a las que tienen derecho los mineros.



Montaje minero:

Preparación de los frentes mineros e instalación de las obras, servicios, equipos y maquinaria fija, que permitirán iniciar y realizar la extracción, acopio, transporte interno y beneficio de los minerales.

Las construcciones, instalaciones y montajes deben tener las características, dimensiones y especificaciones señaladas en el PTO aprobado. Sin embargo, el concesionario puede hacer los cambios y adiciones que resulten de las actividades del proyecto minero, pero deberá informarlas previamente a las autoridades minera y ambiental.

4.1. ¿Cuánto tiempo dura la etapa de **construcción y montaje**?

El periodo de construcción y montaje iniciará una vez termine la etapa de exploración, cuya duración es generalmente de tres años; el concesionario puede solicitar prórroga hasta por un año. En caso de concederse la prórroga, el periodo de explotación se aplaza hasta que esta se venza.

4.2 ¿Es posible iniciar explotaciones durante la etapa de **construcción y montaje**?

Sí es posible. El concesionario podrá realizar en forma anticipada, la extracción o explotación, beneficio, transporte y comercialización de los minerales en la cantidad y calidad que le permitan la infraestructura y los montajes provisionales o iniciales. Es importante reportar a la autoridad minera que ya se hicieron las obras de construcción y montaje, para que se pueda pasar a su etapa de explotación.

4.3 ¿Durante la etapa de construcción y montaje se debe entregar el **Formato Básico Minero**?

Sí. El Formato Básico Minero (FBM) es un documento que recopila toda la información relacionada con la exploración y explotación del mineral que se va a extraer del título minero. Por tanto, es una obligación que el minero debe cumplir en todas las fases del contrato de concesión minera (Ministerio de Minas y Energía-Ministerio del Medio Ambiente 2001).

En el anexo 3 encontrará este formato y la manera de diligenciarlo.



5 | ¿Qué es un **Plan de Trabajo y Obras (PTO)**?



El Plan de Trabajo y Obras es el resultado de los estudios y trabajos de exploración que presenta el concesionario minero para llevar a cabo las etapas de construcción, montaje y explotación; se anexa al contrato como exigencia contemplada en las obligaciones técnicas (Ministerio de Minas y Energía 2010). Suministra la base técnica, logística, económica y comercial para tomar la decisión de invertir y desarrollar un proyecto minero (Ministerio de Minas y Energía 2002).

El titular minero lo presenta ante la autoridad minera para que lo revise, determine su viabilidad y emita un concepto técnico y jurídico de aprobación o desaprobación. El PTO se puede modificar o actualizar cada vez que se realicen cambios en el método de explotación, sistema de arranque o forma de beneficio del mineral.

5.1 ¿Por qué es importante **elaborar un buen PTO**?

Es importante porque le permite al minero conocer la geología del depósito mineral, que establece la cantidad y ubicación de las reservas que se van a explotar. Además:

- ✓ Es la guía para realizar una explotación racional, ya que establece las condiciones técnicas, describe el método de explotación y define las áreas de mayor potencial.
- ✓ Establece cómo será el diseño y planeamiento minero de la explotación. Estas directrices se deben seguir al pie de la letra, ya que fueron aprobadas por la autoridad minera, entidad que hace seguimiento.
- ✓ Define la duración del proyecto minero de acuerdo con la cantidad de mineral económicamente explotable. De esta manera, el PTO establece la vida útil de la explotación.
- ✓ Estima el volumen de mineral necesario para calcular la póliza minero ambiental en la etapa de explotación y la inversión necesaria requerida para la etapa de construcción y montaje.

- ✓ Fija las producciones de mineral por explotar, mensual y anualmente. Sobre ellas, el minero debe pagar regalías al Estado colombiano.
- ✓ Constituye la base fundamental para diligenciar los formatos básicos mineros.
- ✓ Si el arranque se realiza con explosivos, en el PTO se hace el cálculo de este material, información que es vital para su adquisición.

5.2 ¿Cuánto dura un PTO?

El PTO tendrá la duración que determine el concesionario. Para los contratos de concesión minera se presenta en la etapa construcción y montaje, que dura tres años y puede ser prorrogada. La duración total del contrato de concesión minera es de 30 años y también se puede extender.

5.3 ¿Cuándo se debe presentar un PTO?

El PTO se debe presentar 30 días antes del vencimiento definitivo del periodo de exploración. En este caso, el concesionario presentará para la aprobación de la autoridad competente, el Plan de Trabajos y Obras de Explotación que, una vez aprobado, hará parte integral del documento contractual.

5.4 ¿Qué contiene un PTO?

1 Generalidades:

Area de localización donde se pretende realizar el proyecto minero. Es decir, si es en una vereda o municipio; vías de acceso, coordenadas, topografía y clima.

2 Geología:

Describe y explica el origen del depósito mineral.

3 Cálculo de reservas:

Determina la cantidad de mineral de interés explotable que existe en un depósito mineral, dando su ubicación, forma y profundidad.

4 Estudio geotécnico:

Sirve para establecer las características del macizo en relación con la dureza y estabilidad de la roca; una vez conocidas sus propiedades se puede definir el sostenimiento de la mina. Si es subterránea o si es minería a cielo abierto, se diseña el talud.

5 Evaluación y modelo geológico:

Un modelo geológico muestra cómo están distribuidos los minerales dentro del depósito minero, para establecer el alcance de la explotación.

6 Diseño y planeamiento minero:

Se escogen las áreas de explotación, se determina el método de explotación que se va a utilizar, se describen las actividades principales de la operación minera como descapote, preparación, desarrollo, arranque, beneficio y transformación del mineral.

7 Servicios de mina:

- **Disposición de estéril:** operación que se realiza para disponer de manera adecuada el material que no se está utilizando y que puede ser empleado para construir terrazas.
 - **Sostenimiento:** estructuras de cualquier naturaleza, como por ejemplo puertas de madera, arcos de aceros, pernos, etc.; que sirven para controlar la caída de roca del techo o de las paredes en las labores subterráneas.
 - **Ventilación:** operación necesaria para llevar aire fresco y puro a todos los lugares de la mina subterránea, de forma natural o forzada (ventiladores); permite evacuar el aire contaminado de la mina.
 - **Desagüe minero:** operación realizada para evacuar aguas. En minería a cielo abierto se emplean cunetas y drenajes, que transportan el agua hasta un pozo o alcantarilla, mientras que en minería subterránea se emplean bombas, turbinas y cunetas.
 - **Estabilidad de taludes:** obras ingenieriles para evitar deslizamiento de roca o suelo. Para explotaciones de cantera se recomienda diseñar taludes por medio de la construcción de bancos, cuya altura oscile entre los 5 m y los 10 m.
 - **Mantenimiento de vías y terrazas a cielo abierto:** existen dos tipos de mantenimiento: el rutinario, que consiste en la limpieza de bermas y señalización y el periódico, que se hace anualmente y consiste en la reparación y mantenimiento de los tramos con defectos.
 - **Transporte interno y externo:** instalaciones, mecanismos y disposiciones necesarias para desplazar los materiales mineros desde el punto de carga hasta su lugar de descarga o destino final.
 - **Instalaciones eléctricas:** las instalaciones eléctricas bajo tierra y en minería en superficie deben hacerse con todos los requerimientos técnicos y con las normas establecidas en el Reglamento Técnico de Instalaciones (Retie), disponible en http://www.upme.gov.co/Docs/Cartilla_Retie.pdf
- Todas las instalaciones eléctricas deben estar sometidas a vigilancia y mantenimiento continuo. Estas tareas las debe efectuar una persona que cuente con matrícula profesional vigente, de conformidad con las leyes que regulan las profesiones de la electricidad. En minas grisutas todo equipo eléctrico utilizado debe ser a prueba de explosión y debe estar identificado con el símbolo EX. En minas subterráneas de carbón, se prohíbe el uso de maquinaria o equipo eléctrico o electrónico, que no esté certificado por las normas Retie, para trabajos a prueba de explosión.

8

Estudio de mercados:

Se analizan los precios, la oferta, demandas actuales y proyecciones a futuro de los productos mineros que se van a explotar.

9

Beneficio y transformación del mineral:

Operaciones necesarias para transformar el mineral una vez extraído.

10

Construcción y montaje:

Se preparan los frentes mineros y se instalan las obras, servicios, equipos y maquinaria fija, necesarios para iniciar y realizar la explotación de los minerales, su acopio, transporte interno y beneficio.

11

Evaluación financiera del proyecto:

Este análisis nos permite tomar la decisión de hacer la inversión para que el proyecto minero se haga de una forma técnica, ambiental y económicamente rentable. Para este caso se evalúan los costos de capital y los costos de operación. De esta manera se puede obtener un punto de equilibrio.

12

Estudio de impacto ambiental:

Impactos ambientales derivados de la implementación del proyecto minero. También debe plantearse la forma de mitigar esos efectos negativos.

13

Plan de cierre y abandono:

Consiste en devolver o reintegrar a la zona el estado del paisaje inicial, buscando minimizar los efectos adversos dejados por las actividades mineras.

6

¿Qué debe saber sobre una operación minera?

En nuestro país existen diferentes métodos o formas de realizar minería, cada una de ellos tiene características, exigencias y beneficios distintos. Para tomar la decisión correcta con respecto al método que se va a emplear, se debe conocer a fondo el yacimiento por medio del estudio de las características del mineral (forma, estructura, composición), la información geológica, la distribución de los materiales en la zona de interés y todos los datos resultantes de la exploración.

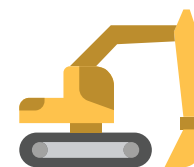


Lo invitamos a leer detenidamente las formas de operación minera que presentamos a continuación, a consultar ejemplos que existan en sus comunidades cercanas y a identificar cuál es el método más apropiado para desarrollar en su mina. Recordemos que, para aprender, hay que conocer los conceptos básicos, pero también los casos prácticos.

Seguimos avanzando en el camino de la formalización.

6.1 Obras y trabajos de explotación a cielo abierto o de superficie

La minería a cielo abierto es una excavación que se realiza al aire libre para extraer minerales de interés. Se realiza cuando el material se encuentra de manera superficial y al evaluar la relación de mineral estéril y útil, se llega a la conclusión de que puede ser rentable explotarlo de esta manera. Este método ofrece las siguientes ventajas (Ministerio de Minas y Energía - Ministerio del Medio Ambiente, 2001):



Mayor grado de **mecanización**



Altos niveles de **seguridad**



Mayores volúmenes de **extracción**

Si se compara con la minería subterránea.

6.1.1 ¿Cuáles son los métodos de explotación a cielo abierto?

Existen varios métodos de explotación en Colombia. A continuación se describen los más utilizados:

Tajo abierto (Open pit):

Este método es utilizado para depósitos masivos, diseminados o que presenten estratos inclinados. La explotación se realiza en dirección de pared alta a pared baja, que se define por el grado de buzamiento (ángulo de inclinación de los estratos). La pared baja siempre presenta menor inclinación lo que ayuda a la estabilidad geotécnica del depósito y a la disminución en pérdidas por el arranque del mineral.

Esta explotación se realiza en una secuencia de bancos descendentes alrededor de toda la pared de la explotación. Por tanto, las rocas que conforman estas paredes deben tener una alta calidad mecánica para no presentar desprendimientos o deslizamientos que puedan afectar la explotación.

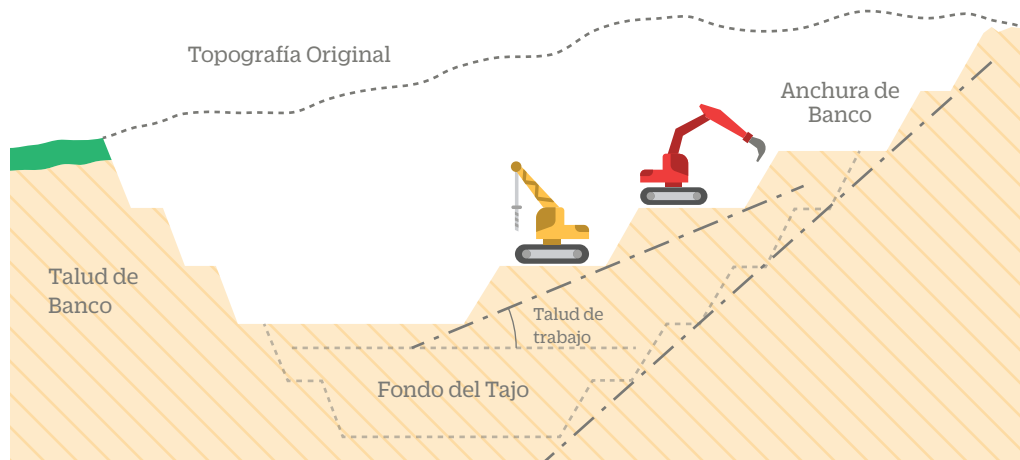


Figura 1. Método de explotación o tajo abierto. Fuente: Tomado de *Introducción a la geología o minería al carbón para ingenieros*, 1991



Este método de explotación es principalmente aplicable para la extracción de materiales para la construcción, carbón, níquel, hierro, entre otros.

Minería de cajón o descubiertas:

Este método es utilizado para depósitos que presenten estratos horizontales. La explotación se realiza con un único banco en una sola dirección lo que permite que se extraiga secuencialmente el mineral, liberando área para que posteriormente se deposite el estéril y se conforme el retrolleado. Comienza con una secuencia de una primera franja o módulo que servirá para la posterior ubicación del material estéril. No se requiere que la roca que conforma las paredes de estos depósitos, presente una alta calidad mecánica ya que este método de explotación es para depósitos muy superficiales y además el material estéril conforma el retrolleado en un tiempo muy corto, ayudando a la estabilidad de las paredes.

Este método de explotación permite una operación de desarrollo rápida, generando grandes cantidades de material apilado, lo cual requiere una conformación geomorfológica del terreno más rápido y una gran cantidad o capacidad de equipos auxiliares para estas operaciones. Además, permite explotar depósitos de poco espesor, pero superficiales. Esto genera altas relaciones de descapote, lo que significa que se debe remover mucho material para obtener mineral.

La maquinaria que se utiliza depende de la continuidad del depósito en sus dimensiones de largo y ancho, además de las exigencias de la explotación, lo que implica que este método requiere de maquinaria no convencional como retroexcavadoras y buldócer para minas pequeñas.

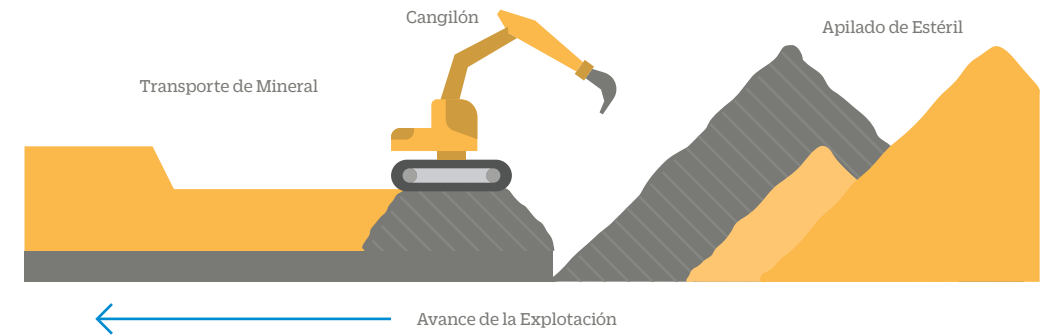


Figura 2. Minería de cajón o descubiertas. Fuente: adaptado de *Introducción a la geología o minería al carbón para ingenieros*, 1991



Principalmente aplicable para la extracción de carbones, bauxitas, rocas fosfóricas, entre otras.

Minería de contorno:

Este método se emplea para depósitos que presenten estratos horizontales o con baja inclinación. La explotación se realiza con un único banco en una sola dirección lo que permite que se extraiga secuencialmente el mineral, liberando área para que posteriormente se deposite el estéril que conforma el retrolleado. Se realiza transversalmente al estrato. Las operaciones de transporte y depósito de material estéril no requieren mayor inversión en tiempo y costos pues el material es llevado a distancias cortas en la ladera de la montaña. Este método permite explotar depósitos de poco espesor, pero generalmente se debe analizar el límite económico (descapote) para determinar el ancho del único banco de explotación. La maquinaria minera que se utilizará en este método dependerá del ancho del banco, la potencia del estrato y el volumen por explotar.

Ver gráfico en la página siguiente ►

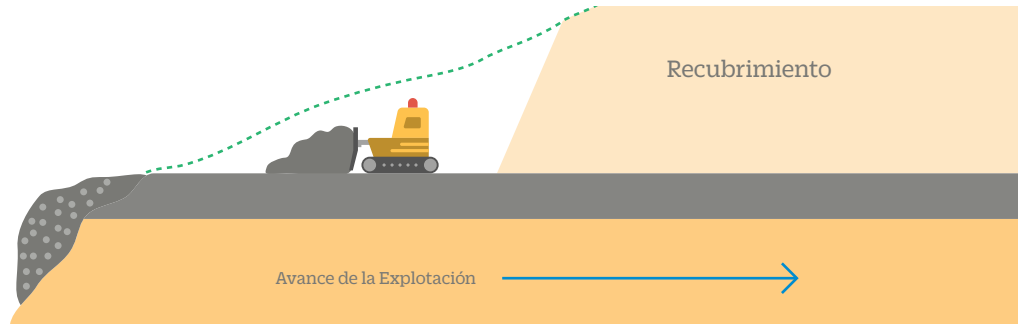


Figura 3. Minería de contorno.

Fuente: adaptado de Introducción a la geología o minería al carbón para ingenieros, 1991



Este método es muy común en la extracción de carbones, bauxitas, materiales para la construcción, entre otros.

Métodos mixtos o especiales:

Estos métodos se usan para depósitos con características especiales en su geología y maquinaria, ya que para acceder al mineral objetivo ubicado detrás de la pared final o las zonas de características mecánicas pobres, se requiere el uso de técnicas, procesos y tecnologías para la recuperación del mineral "esterilizado". También son conocidos como recuperación secundaria cuando se realizan para extraer el mineral en las zonas detrás del diseño de las paredes finales. Permiten explotaciones con relaciones de descapote muy bajas y porcentajes elevados de recuperación.

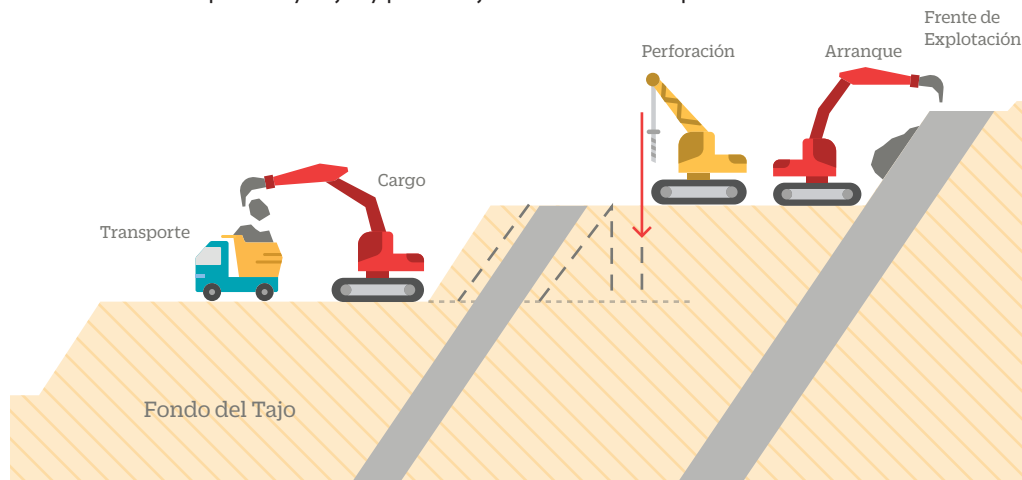


Figura 4. Minería de tajo largo. Fuente: adaptado de Introducción a la geología o minería al carbón para ingenieros, 1991



Este tipo de métodos es aplicable a la extracción de carbón, minerales industriales, materiales para la construcción y minerales radioactivos.

Materiales de arrastre y aluviones:

Se utilizan para la extracción de minerales y materiales que han sido arrastrados o transportados por el agua. Se requiere que la sustancia mineral esté cerca de las corrientes de agua y a lo largo de las márgenes de las corrientes fluviales. Se extraen por este método, materiales de construcción (gravas, arenas), metales preciosos (oro, plata, platino), algunas gemas y metales no preciosos como el estaño. Puede ser:

- **Hidráulico:** Se emplea en depósitos de gravas y fragmentos de roca sueltos de gran tamaño a los que se les aplica agua a presión para desintegrar el depósito que conduce hasta la zona de bombeo y lleva hasta las plantas de lavado, clasificación, trituración y concentración del mineral. La producción está limitada por la disponibilidad de agua, el espesor del depósito y el tamaño de las rocas encontradas. Este material es beneficiado por un canalón de 20 a 30 metros, provisto por rifles y trampas. Esto es lo más delicado y central del proceso.



Este método es sencillo y es utilizado en pequeñas minas que cuentan con buena cantidad de mineral útil. Se desarrolla en varios departamentos y es común encontrarlo cerca de las cabeceras municipales, porque su impacto ambiental es menor comparado con otros tipos de minería.

- **Dragado:** Excavación bajo el agua de un depósito aluvial grande en extensión y espesor, mediante dragas (plataformas flotantes). Es utilizado en grande, mediana y pequeña minerías, en donde se remueve el material por medio de bombas de succión a profundidad, que depositan el material succionado en instalaciones de clasificación, concentración y separación de minerales. La operación está limitada por la disponibilidad de agua clara y por el porcentaje de grava presente en el depósito. La mediana minería utiliza las dragas de succión o bombas de aspiración, manejadas por buzos a un promedio de 8 metros de profundidad y que puede succionar hasta 30 m³/hora para posteriormente ser tratadas por un canalón.

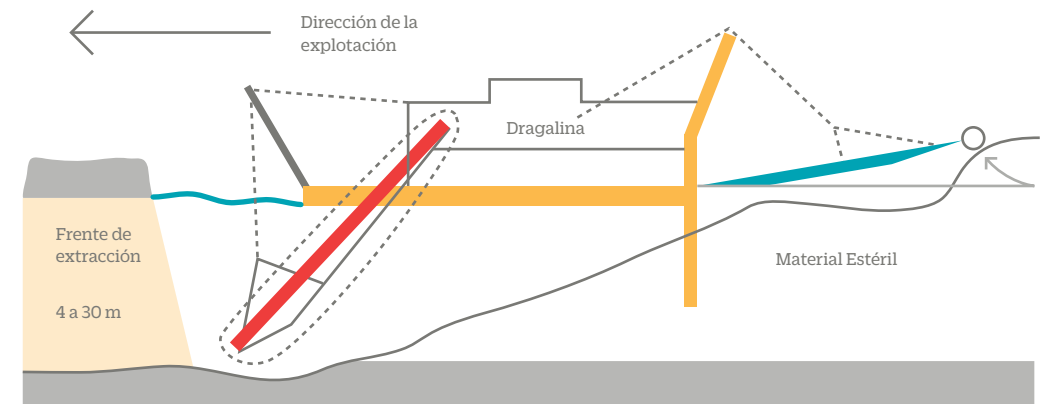


Figura 5. Minería de dragado en aluviones

Fuente: adaptado de Introducción a la geología o minería al carbón para ingenieros, 1991

Método por barras:

Se utiliza para la extracción de materiales de construcción en los lechos de los ríos o sus zonas de inundación. Se usa en temporadas de bajo nivel del mar donde se forman barras de material arrastrado por el río. Este procedimiento debe respetar la geometría del cauce del río, dejar las zonas de protección del lecho profundo y analizar los taludes de los predios cercanos.

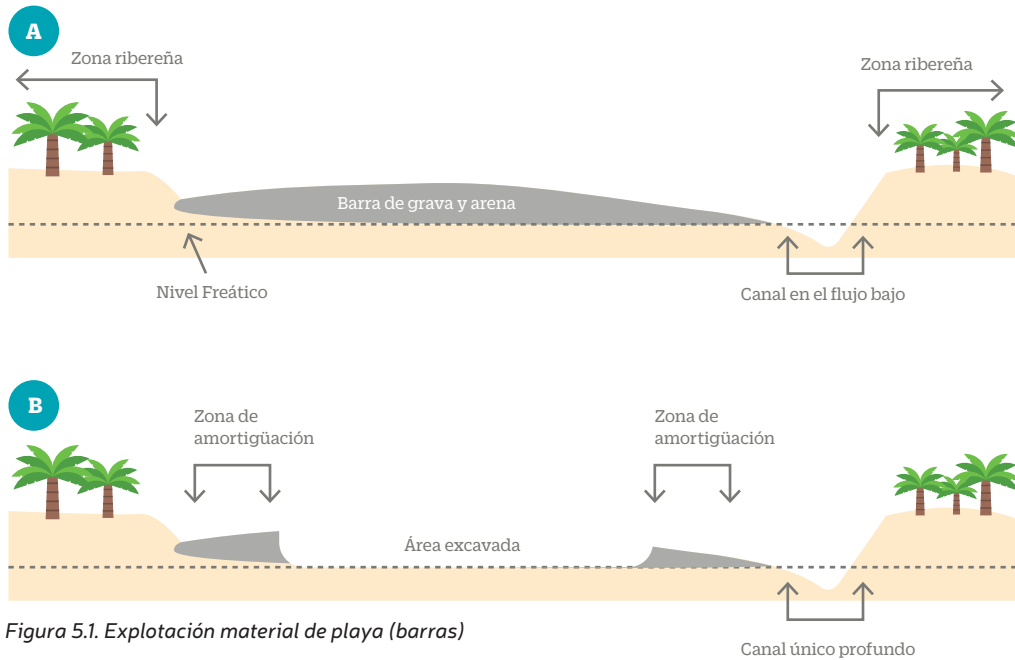


Figura 5.1. Explotación material de playa (barras)

El método de dragado se utiliza en minería a pequeña escala en Colombia. Un ejemplo se evidencia en la extracción de metales preciosos (oro, plata y platino), en regiones del Cauca, nordeste antioqueño, Bajo Cauca antioqueño, sur de Bolívar y en el río Nechí.

Minería de subsistencia:

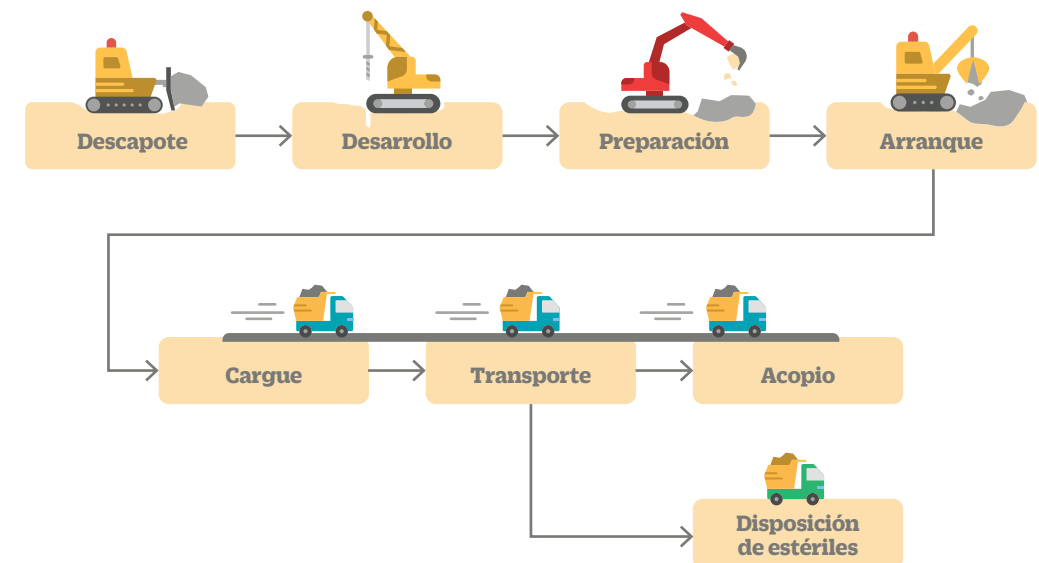
De acuerdo con la clasificación del Gobierno nacional es la actividad minera que no requiere título minero para su ejecución y es desarrollada por personas naturales que dedican su fuerza de trabajo a la extracción a cielo abierto de metales preciosos, piedras preciosas y semipreciosas, materiales de arrastre y arcillas en cualquiera de sus formas, utilizando herramientas manuales (Ministerio de Minas y Energía 2016). Cabe resaltar que el minero debe inscribirse previamente en la alcaldía municipal y recibir la autorización para desarrollar la actividad.

Este tipo de minería consiste en el lavado de arenas que no supere un volumen de extracción de 10 metros cúbicos por día y que no abarque una longitud de ribera del río de más de 200 metros de largo. Se desarrolla por medio de herramientas manuales, como pica, pala, bateas y baldes y no emplea insumos químicos ni maquinaria que afecte el medio ambiente.



6.1.2. ¿Cuáles son las actividades y operaciones unitarias de la explotación en minería a cielo abierto?

Las actividades y operaciones unitarias que aplican para los métodos descritos son: descapote, preparación, arranque, cargue, transporte y acopio, tal como se muestra en la siguiente secuencia.



6.2 Obras y trabajos de explotación subterránea

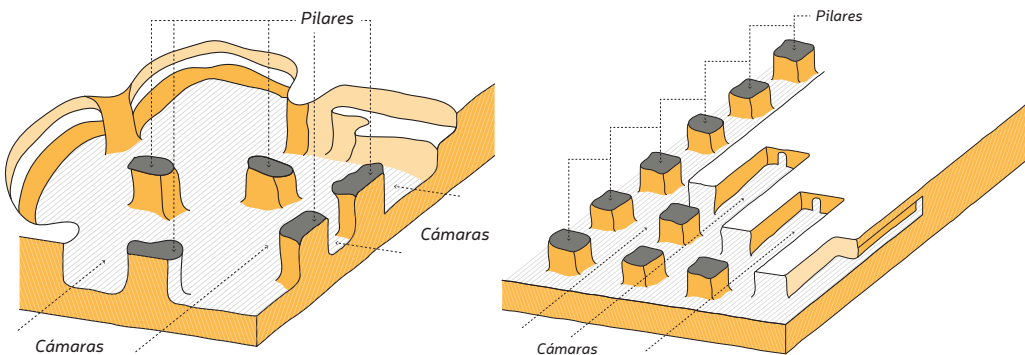
Cuando los yacimientos son muy profundos y no es posible extraer los minerales desde la superficie, se hace necesario implementar métodos de minería subterránea, que contemplan la explotación y transporte del material por túneles y galerías. La recuperación debe realizarse teniendo en cuenta la estabilidad del terreno, cumpliendo los requisitos de higiene, seguridad y salud en el trabajo y las directrices sobre el uso de explosivos, que están permitidos, pero para algunos materiales como el carbón son restringidos.

6.2.1 ¿Cuáles son los métodos de explotación en minería subterránea?

En la minería subterránea existen varios métodos de explotación que se clasifican, entre otros aspectos, de acuerdo con el soporte del techo. A continuación desarrollamos los más utilizados en Colombia:

Cámaras y pilares:

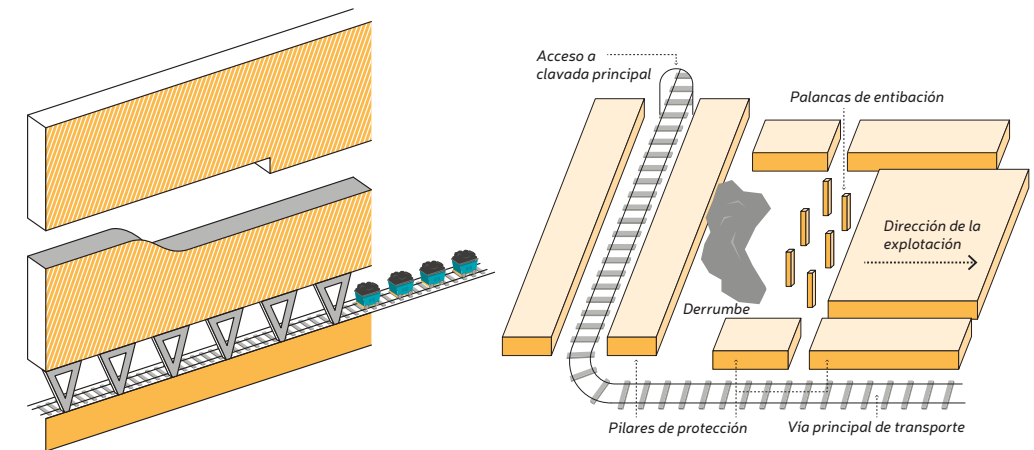
Se utilizan para depósitos que presenten estratos horizontales o bajo ángulo de inclinación. La explotación se realiza con accesos por el estrato mineral demarcando los pilares que serán el soporte del techo de la explotación. Estos deberán ser dimensionados según la carga que van a soportar, las características mecánicas del mineral y las dimensiones de los trabajos mineros. En general, consiste en una vía principal de transporte, una serie de accesos a los diferentes frentes de explotación y una vía para la circulación del aire. Algunas veces se permite la recuperación de un porcentaje del mineral contenido en los pilares de sostenimiento. Esta actividad de recuperación debe llevarse con control de la roca del techo y supervisión de los pilares. La maquinaria que se utiliza depende de la inclinación del estrato ya que se requiere de más equipos para transportar el material de los frentes de explotación a la vía principal y de ahí a la bocamina.



Este método es sencillo y es comúnmente utilizado en minería a pequeña escala, en la extracción de carbón y oro.

Tajo largo con derrumbe dirigido:

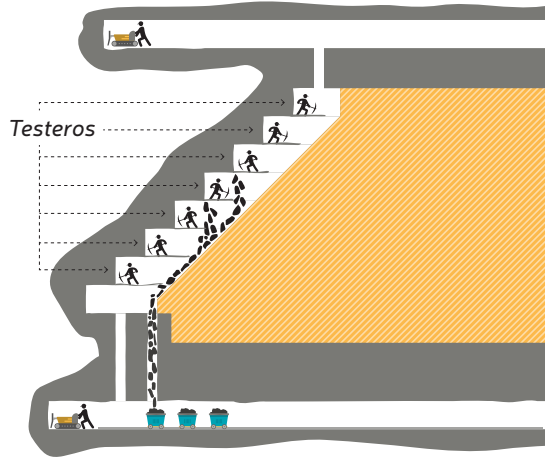
Consiste en la extracción de tajadas de mineral generalmente en una de las caras de trabajo con avance en la dirección de rumbo del cuerpo. En las cercanías al frente de explotación presenta sostenimiento mecanizado para favorecer el arranque y extracción seguro del mineral. Se aplica a estratos de espesor delgado (no muy potentes) y de gran extensión horizontal. Puede aplicarse en rocas blandas o duras que permitan el soporte en el área de explotación. El frente de explotación es perpendicular a la dirección del rumbo. En este tipo de minado es muy importante la ventilación ya que se presenta gran acumulación de gases por bolsas atrapadas en las paredes de avance.



Es un poco complejo y en Colombia es utilizado junto con otros métodos, cuando los yacimientos no tienen una continuidad uniforme. Es común en la extracción de minerales de yeso, carbón y oro, cuando estos son de gran espesor.

Escalones invertidos o testeros:

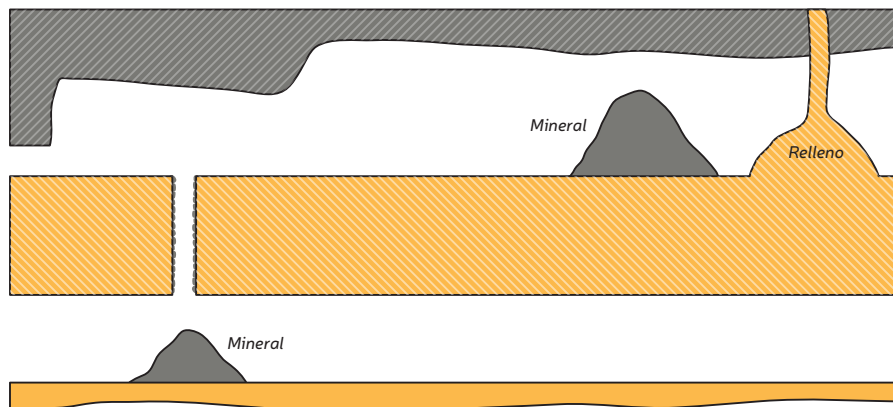
Se utilizan en minas con fuerte buzamiento. La mina se divide en pisos o niveles. Se parte de la galería superior o inferior y se abre un frente de trabajo que se va ampliando y formando bloques escalonados que van progresando a medida que avanza la explotación. El descargue del mineral se realiza por gravedad hasta la galería inferior de transporte. Este método es de alta productividad, ya que los frentes de explotación permiten la disposición de una gran fuerza de trabajo. Este sistema es ayudado por la gravedad ya que el mineral se arranca y rueda hasta el nivel más bajo donde se transporta, por tal motivo el ángulo de la pila de material debe ser mayor de 50° para permitir la caída libre del mineral. Este sistema debe contener una buena planeación y ejecución en los trabajos referentes a la ventilación.



En la pequeña minería del país es muy utilizado, sobre todo en las minas de carbón del Valle del Cauca donde, por tradición, se desarrolla este método con éxito.

Corte y relleno:

El mineral es arrancado por franjas o bloques horizontales o verticales, dependiendo de las condiciones del frente de explotación. Terminada la extracción en el frente de trabajo, este se rellena en su volumen correspondiente con material estéril o material fino bombeado desde la planta después del proceso de beneficio (relleno). Posteriormente, el relleno sirve de piso o plataforma para acceder a nuevos frentes y al mismo tiempo para sostener las paredes y en algunos casos el techo. Este método de explotación utiliza una galería superior y una a nivel inferior que sirven respectivamente para generar el tiro natural y ayudar a la circulación del aire para ventilar la mina y la segunda para transportar el material que es arrancado y transportado por gravedad. Los trabajos verticales (tambores) tanto en el estrato de mineral como en el relleno, sirven para tránsito de personal, relleno y ventilación.

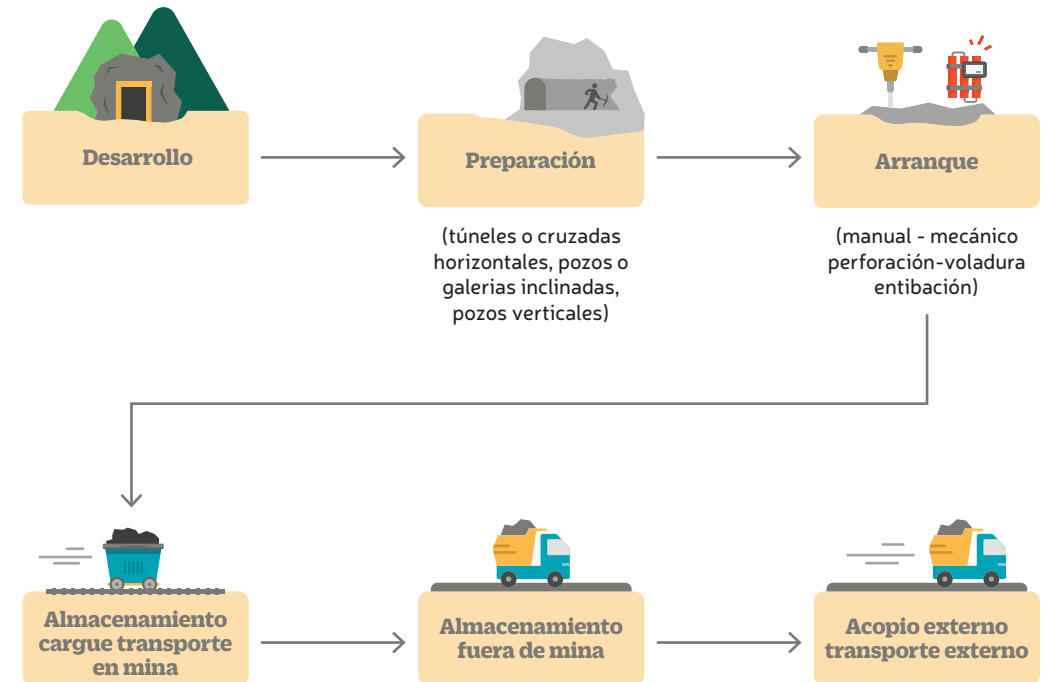


Tambores con ensanche en el rumbo:

Se aplica para minería de carbón y para mantos de carbón resistentes que varían entre 0,6 y 2,5 metros dependiendo del buzamiento; se realiza a partir de cruzadas o inclinados principales de transporte, en el que se dimensionan bloques de explotación que se separan entre niveles a 60 metros y entre tambores a 80 metros.

6.2.2. ¿Cuáles son las actividades y operaciones unitarias de la explotación en minería subterránea?

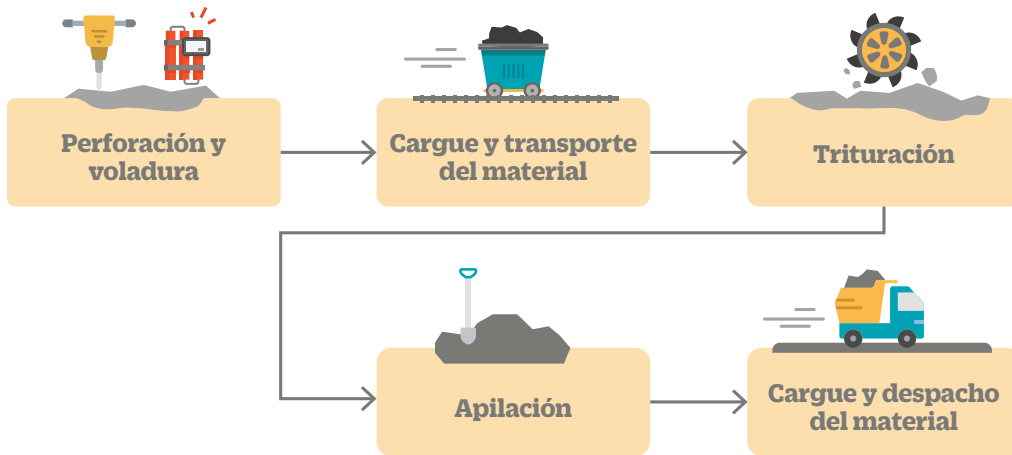
Las actividades y operaciones unitarias propias de la minería subterránea son: desarrollo, preparación, arranque, almacenamiento, cargue y transporte dentro de la mina, almacenamiento fuera de la mina y transporte externo. En cada una de ellas se deben tener en cuenta las condiciones locativas y económicas y aspectos como ventilación, enriellado, tuberías, transporte manual, por cables, malacates o vagonetas.



7 ¿En qué consiste el beneficio y la transformación del mineral?



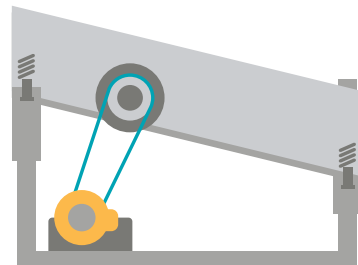
El beneficio del mineral es el proceso que contempla la separación, molienda, trituración, mezcla, homogenización, lavado y concentración de los minerales explotados para después realizar su transformación y posterior utilización. Por su parte, la transformación consiste en el cambio de las propiedades mecánicas y químicas del mineral explotado, por medio de un proceso industrial del cual se obtiene un producto diferente al encontrado en su estado natural.



7.1. ¿Cuáles son los procesos usados en el beneficio?

Lavado:

El material es lavado en zarandas con agua a presión para separar material estéril y separar partículas gruesas de los finas.

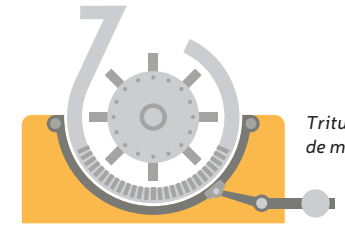


Trituración:

Operación donde el mineral se somete a reducción de tamaño a través de:

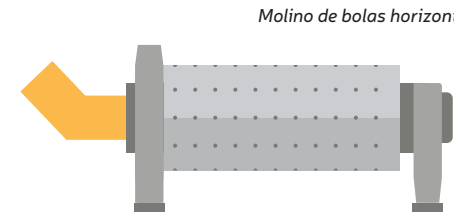


Trituradora de quijadas

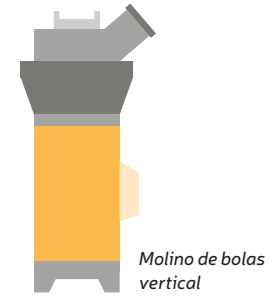


Trituradora de martillos

Trituración: Su objetivo es disminuir el tamaño de la roca extraída:



Molino de bolas horizontal



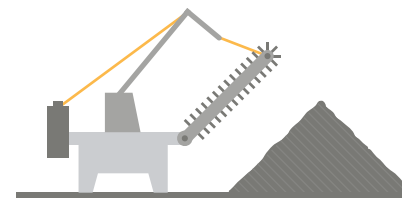
Molino de bolas vertical

Molienda: Su objetivo es reducir las partículas gruesas provenientes de la trituración.

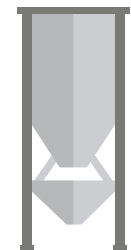
Homogeneización:

Es la mezcla realizada entre los distintos minerales para obtener el producto de interés.

Homogeneizador de material en pila

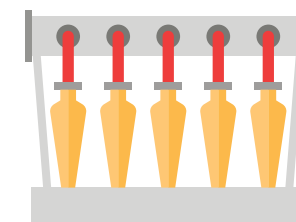


Homogeneizador de material en silo



Clasificación:

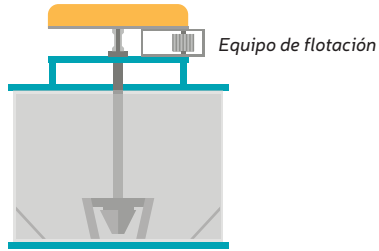
Es la separación granulométrica de los materiales. Es una operación auxiliar de la molienda.



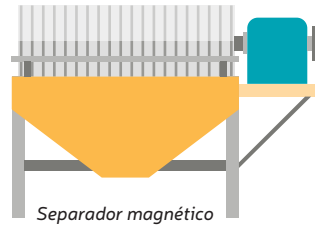
Hidrociclones y separador

Concentración:

Es la separación del mineral y del material estéril. Los procesos asociados son: concentración gravimétrica, concentración por flotación y separación magnética.



Equipo de flotación

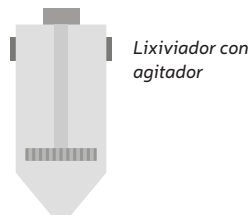


Separador magnético

7.2. ¿Cuáles son los **procesos de transformación?**

Hidrometalurgia:

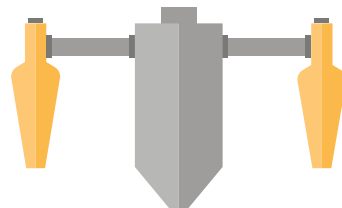
Se utiliza para la recuperación de metales y consiste en el uso de reactivos (líquidos) que disuelven el mineral de interés.



Lixiviador con agitador

Purificación:

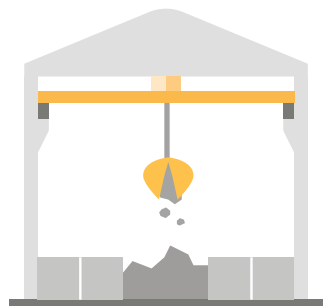
Consiste en remover las impurezas de un mineral con material orgánico, antes del proceso de precipitación.



Purificador convencional

Aglomeración:

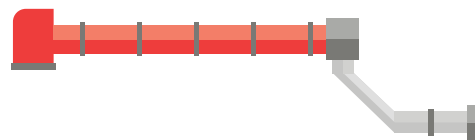
Es la unificación de pequeñas partículas para formar trozos más grandes o una sola masa.



Aglomeración en patio de acopio

Pirometalurgia:

Se usa el calor para la obtención de los metales. Se consideran los siguientes métodos: calcinación y tostación, coquización de carbón, fundición, secado y refinación.



Horno rotatorio con quemador y enfriador

7.3. ¿Qué son las **operaciones auxiliares?**

Operaciones que sirven de apoyo al proceso de beneficio y transformación y están relacionadas con su manejo, almacenamiento, transporte, empaque y despacho.

Transporte interno:

Transporte del mineral desde su proceso de beneficio y transformación hasta los silos y centros de acopio. Ejemplo: uso de bandas transportadoras, maquinaria pesada y aerodeslizadores.

Almacenamiento y empaque:

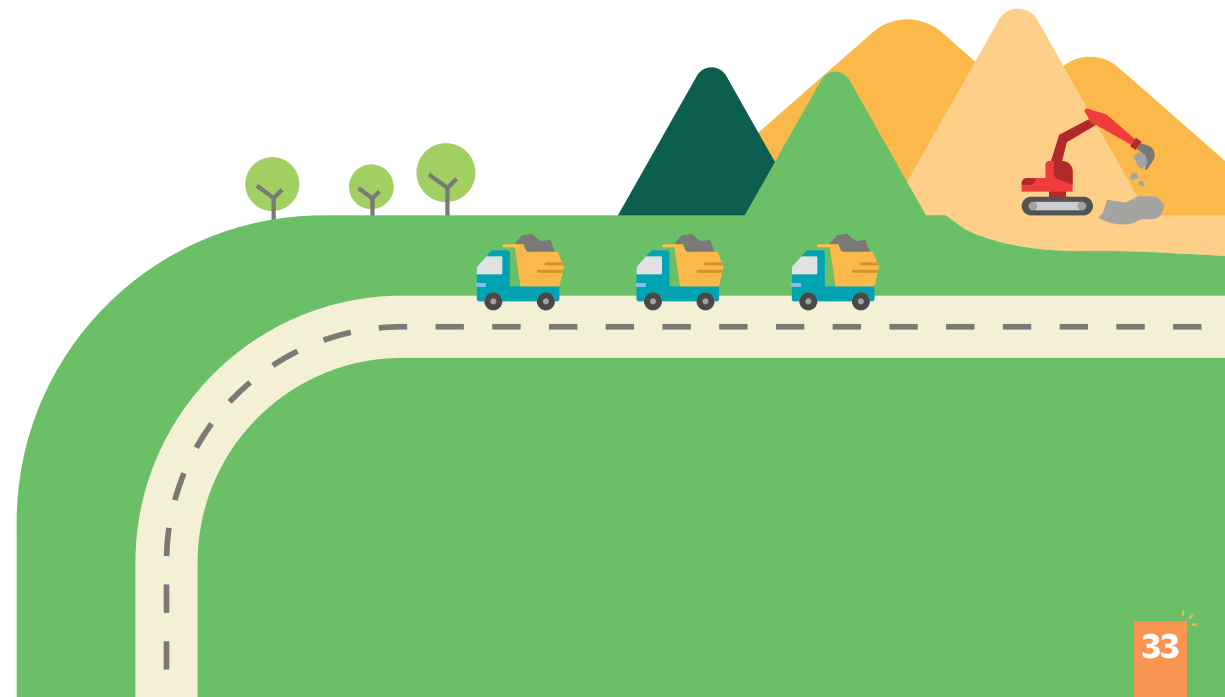
Uso de silos y centros de acopio en los que el mineral se puede almacenar y despachar empacado o a granel.

Disposición de colas:

Zona donde se dispone el material residual del proceso de beneficio y transformación. Estos residuos tienen parte de mineral por lo cual pueden ser reprocesados o desechados.

Disposición de escorias:

Zona donde se dispone el material residual proveniente de procesos pirometalúrgicos.



8

¿Por qué es importante realizar una operación minera que cumpla con las condiciones de higiene y seguridad?



La actividad minera expone a los trabajadores a condiciones y situaciones de trabajo que podrían considerarse de alto riesgo. Por esta razón, la vida, la seguridad y la salud de los mineros requieren de medidas preventivas especiales destinadas a protegerlos. Estas se contemplan en la legislación vigente:



Decreto 1886 del 2015:

Reglamento de seguridad en labores mineras subterráneas.

Decreto 2222 de 1993:

Reglamento de higiene y seguridad en labores mineras a cielo abierto.

8.1 ¿Para qué sirve un Reglamento de Higiene y Seguridad Industrial?

El objetivo del Reglamento de Higiene y Seguridad Industrial es la identificación, reconocimiento, evaluación y control de los factores físicos y ambientales que se originan en las actividades mineras y que pueden afectar la salud e integridad de los trabajadores. Para su construcción se deben identificar los riesgos a los que están expuestos los trabajadores, pues la empresa está llamada a determinar lineamientos que ayuden a prevenirlos y mitigarlos. En el reglamento los deja consagrados y son de obligatorio cumplimiento para todos los empleados.

8.2 ¿Qué es el Reglamento de Higiene y Seguridad en las labores mineras a cielo abierto?

Su propósito es regular las labores mineras de superficie a escala nacional, promoviendo las condiciones de seguridad e higiene en todas las minas de este tipo; en este reglamento se establecen los

diferentes requisitos que deben cumplir tanto los mineros como las empresas que los contratan. El objetivo fundamental es evitar la ocurrencia de incidentes, accidentes y enfermedades laborales, permitiéndole al colaborador conservar su salud y su productividad en el trabajo y su desarrollo psicoactivo en los ámbitos familiar y social.

8.2.1 ¿Cuáles son las responsabilidades de los explotadores mineros?

El Reglamento de Higiene y Seguridad en labores mineras a cielo abierto determina responsabilidades de acuerdo con el tipo de minería que se realiza. Por eso, es fundamental tener claro que el explotador minero es el responsable directo de la aplicación y cumplimiento del Reglamento de Higiene y Seguridad Industrial. Igualmente, es importante tener en cuenta que dependiendo del tipo de minería se debe contratar personal idóneo, con conocimientos sobre las actividades técnicas y operacionales exigidas.

A continuación se listan las responsabilidades de la pequeña minería al respecto.

- ✓ Contar con un técnico minero capacitado por el SENA u otra institución especializada en el ramo y aprobada por el Icfes. O un capataz minero que haya recibido cursos teóricos y prácticos, dictados y certificados por el SENA de mínimo doce meses y que tenga una experiencia práctica de dos años en minas.
 - ✓ Elaborar y ejecutar un programa de salud ocupacional.
 - ✓ Elaborar los informes de accidentes de trabajo y realizar mensualmente los análisis estadísticos correspondientes al tema (días de incapacidad, causas más recurrentes, etc.).
 - ✓ Facilitar a las autoridades competentes la ejecución de estudios, investigaciones e inspecciones.
 - ✓ Elaborar un programa de capacitación específica en salud ocupacional, que garantice que todo el personal reciba como mínimo ocho (8) horas de capacitación antes de ingresar a la operación minera y cuatro (4) horas anuales de actualización.
 - ✓ Mantener el normal funcionamiento de los servicios médicos, instalaciones sanitarias y servicios de higiene para los trabajadores de la empresa.
- (T3) 8.2.2 ¿Cuáles son las responsabilidades de los trabajadores?
- ✓ Dar cumplimiento al Reglamento de Higiene y Seguridad Industrial de la empresa. Asistir a los cursos de capacitación sobre higiene, seguridad industrial y salvamento minero que dicten la empresa u otras entidades autorizadas.

- ✓ Usar en forma correcta y cuando sea necesario los elementos de protección personal, respondiendo por su buen estado y conservación.
- Informar al jefe inmediato sobre las malas condiciones de trabajo, deficiencias o cualquier anomalía que pueda ocasionar peligros en los sitios de labor.
- ✓ No ingerir bebidas alcohólicas ni utilizar otras sustancias que alteren la capacidad física y mental ni presentarse al sitio de trabajo en estado de embriaguez.
- ✓ No fumar en los frentes de explotación donde se estén utilizando explosivos o combustibles ni portar elementos diferentes a los suministrados por el supervisor, que puedan producir llamas, incendios o explosiones.

8.2.2 ¿Cuáles son las responsabilidades de los trabajadores?

- Dar cumplimiento al Reglamento de Higiene y Seguridad Industrial de la empresa.
- Asistir a los cursos de capacitación sobre higiene, seguridad industrial y salvamento minero que dicten la empresa u otras entidades autorizadas.
- Usar en forma correcta y cuando sea necesario los elementos de protección personal, respondiendo por su buen estado y conservación.
- Informar al jefe inmediato sobre las malas condiciones de trabajo, deficiencias o cualquier anomalía que pueda ocasionar peligros en los sitios de labor.
- No ingerir bebidas alcohólicas ni utilizar otras sustancias que alteren la capacidad física y mental ni presentarse al sitio de trabajo en estado de embriaguez.
- No fumar en los frentes de explotación donde se estén utilizando explosivos o combustibles ni portar elementos diferentes a los suministrados por el supervisor, que puedan producir llamas, incendios o explosiones.



8.2.3 ¿Cuáles son las responsabilidades del Comité de Medicina, Higiene y Seguridad Industrial (ahora llamado Comité Paritario de Seguridad y Salud en el trabajo)?

Todo explotador que desarrolle actividades mineras, debe conformar un Comité Paritario de Seguridad y Salud en el trabajo, cuya organización y funcionamiento se registrará por las normas vigentes expedidas por los Ministerios de Trabajo y Seguridad Social y de Salud. Las funciones de este comité serán explicadas en detalle más adelante, en la cuarta cartilla, que corresponde a los temas laborales y sociales.

8.2.4 ¿Cuáles son las responsabilidades de la autoridad competente?

La vigilancia y control del cumplimiento del Reglamento de Higiene y Seguridad Industrial, en el país, será función del Ministerio de Minas y Energía que coordinará, según sea el caso con los Ministerios de Trabajo y Seguridad Social y de Salud, la realización de las visitas de inspección e investigación que se requieran.



8.2.5 ¿Cuáles son las responsabilidades laborales asignadas respecto a las condiciones de trabajo?

1. Condiciones de trabajo: el minero está obligado a:

- Afiliar a sus trabajadores a salud, pensión y riesgos laborales.
- Practicar exámenes médicos ocupacionales a sus trabajadores.
- Suministrar a los trabajadores todos los elementos de protección personal necesarios para realizar sus labores y hacer seguimiento a su uso y cambio.
- Tener equipos de primeros auxilios disponibles para atender cualquier emergencia y personal capacitado para responder a ellas.
- Contar con instalaciones higiénicas destinadas para el aseo del personal y para el cambio de ropa de trabajo (duchas, lavamanos, sanitarios y suministro de agua potable).

2. Condiciones de las máquinas y equipos, talleres y herramientas en general: el minero debe:

- Reparar y hacer mantenimiento a los equipos, con personal capacitado.
- Proteger las partes móviles de los equipos para evitar accidentes.
- Indicar en cada equipo cuál es su carga máxima y no sobrepasarla bajo ninguna circunstancia.
- Conectar a tierra los equipos de soldadura eléctrica y aislar los mangos de los electrodos, incluyendo las pinzas.
- Mantener cerradas las válvulas de los equipos de corte con llama o de soldadura, que no se estén utilizando y apagar sus interruptores.
- Ajustar la presión de las herramientas neumáticas portátiles, las mangueras y las conexiones para conducir el aire comprimido.

3. Condiciones para la prevención y control de incendios: el minero está obligado a:

- Implementar sistemas y equipos de prevención de incendios
- Entrenar a todo el personal para casos de emergencia
- Contar con extintores portátiles adecuados

4. Condiciones de iluminación:

- Todos los sitios de trabajo deben estar suficientemente iluminados, especialmente aquellos donde se manejen o funcionen máquinas y equipos.

5. Condiciones de ruido:

- El minero está obligado a efectuar mediciones de ruidos y vibraciones para identificar las máquinas o equipos que generen niveles de presión sonora superiores a los límites permisibles.

6. Condiciones de aire, agua y suelo: el minero debe:

- En las labores mineras a cielo abierto, controlar la acumulación de gases tóxicos, polvos, fibras y humos, para que estos no representen riesgo para la salud humana.
- Proporcionar protección auditiva cuando la concentración de polvo represente riesgos para los trabajadores expuestos.
- Utilizar sistemas especiales de captación, conducción y filtrado en las plantas de beneficio que emitan contaminantes, para evitar la dispersión de gases y partículas en el medio ambiente.
- Contar con un plan de contingencia para la prevención y control de derrames, cuando se utilice mercurio, cianuro u otras sustancias nocivas para la salud y los recursos hidrobiológicos. Este plan deberá ser aprobado por el Ministerio de Salud o las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR).
- Evitar verter a las corrientes de agua residuos líquidos sin tratar, provenientes del proceso de lavado y beneficio de minerales.

8.3 ¿Qué es el Reglamento de Seguridad en labores mineras subterráneas?

El reglamento de seguridad en labores mineras subterráneas, establece las normas mínimas y controla todas las labores mineras subterráneas a escala nacional, teniendo en cuenta la preservación de las condiciones de seguridad e higiene.



8.3.1 ¿Cuáles son las condiciones generales exigidas?

- El titular del derecho minero, el explotador minero y el empleador minero son responsables directos de la aplicación y cumplimiento del Reglamento.
- Cuando se celebren contratos o subcontratos con terceros, para la ejecución de estudios, obras y trabajos, estos se obligan a cumplir con las disposiciones del Reglamento.
- Está prohibido el trabajo de menores de 18 años y de mujeres en estado de embarazo en las labores mineras subterráneas. Si se presenta esta situación, la persona que conozca el caso deberá reportarlo al inspector del Ministerio del Trabajo, al Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, a la autoridad minera y demás entidades competentes, para dar inicio a la investigación respectiva y posterior sanción, de ser necesaria.
- El titular del derecho minero, el explotador minero y el empleador deben garantizar que existan procedimientos para la ejecución segura de las labores. Estos deben incluir inspecciones y monitoreo permanente de las labores desarrolladas y el seguimiento a la implementación estará a cargo de la autoridad competente, que para este caso es la Agencia Nacional de Minería (ANM).



- El técnico de la explotación minera subterránea es la persona debidamente calificada y capacitada, responsable de la ejecución técnica de los trabajos que se realizan en una mina subterránea. Esta persona es nombrada por el titular minero.

8.3.2 ¿Cuáles son las responsabilidades del titular del derecho minero, el explotador minero y el empleador?

- Afiliar a sus trabajadores a salud, pensión y riesgos laborales.
- Organizar y ejecutar de forma permanente el programa de salud ocupacional, denominado actualmente Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).
- Identificar, medir y priorizar la intervención de los riesgos existentes.
- Conformar el Comité Paritario o Vigía de Seguridad y Salud en el trabajo y velar por su funcionamiento.
- Elaborar los informes de accidentes de trabajo y enfermedades laborales.
- Participar en la investigación de accidentes laborales junto con la comisión de expertos designada por la autoridad minera.
- Hacer mantenimiento a las máquinas, herramientas, materiales y elementos de trabajo.
- Asegurar el correcto funcionamiento de los servicios médicos, instalaciones sanitarias y servicios de higiene para los trabajadores.
- Garantizar la realización de mediciones ininterrumpidas de oxígeno, metano, monóxido de carbono, ácido sulfhídrico y demás gases contaminantes.
- Contar con señalización para las rutas de evacuación.
- Suministrar los elementos y equipos de protección personal a los trabajadores y visitantes.
- Desarrollar e implementar los lineamientos para la reducción y eliminación del uso de mercurio.
- Promover las tecnologías limpias (no contaminantes) en los procesos de beneficio del oro.



8.3.3 ¿Cuáles son las responsabilidades de los trabajadores?

- Dar cumplimiento al Reglamento de Higiene y Seguridad Industrial de la empresa.
- Asistir a los cursos de capacitación sobre higiene, seguridad industrial y salvamento minero.
- Usar los elementos de protección personal y demás dispositivos para la prevención y control de los riesgos, respondiendo por su buen estado y conservación.
- No ingerir bebidas alcohólicas ni utilizar otras sustancias que alteren la capacidad física y mental.
- No presentarse al sitio de trabajo en estado de embriaguez o en cualquier otro estado de intoxicación.



- No fumar dentro de la mina o labor subterránea ni introducir elementos que puedan producir llamas, incendios o explosiones.
- Tomar las medidas necesarias para el control de los riesgos identificados en el programa de salud ocupacional o Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).

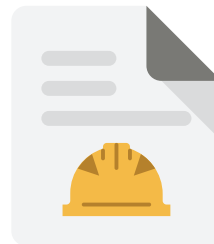
8.3.4 ¿Cuáles son las responsabilidades laborales asignadas respecto a las condiciones exigidas?

1. Medicina preventiva y del trabajo:

- Practicar exámenes médicos ocupacionales a sus trabajadores.
- Elaborar un plan de emergencias, socializarlo con los trabajadores y practicarlo, realizando un simulacro una vez por año.
- Tener equipos de primeros auxilios disponibles para atender cualquier emergencia y personal capacitado para responder ante ellas.
- Disponer de una brigada de emergencias, conformada por trabajadores capacitados y certificados como brigadistas, socorredores mineros o auxiliares de salvamento minero. Es importante tener en cuenta que este número debe equivaler mínimo al 30 % de los trabajadores de la mina.



- #### 2. Investigación de accidentes de trabajo mortales:
- En caso de accidente de trabajo mortal en las actividades, las labores mineras quedarán suspendidas inmediatamente en el sitio de ocurrencia y en los demás sitios que defina la autoridad minera; estos a su vez designarán una comisión de expertos para evaluar la situación. Esta comisión estará conformada mínimo por un representante del comité paritario o vigía de seguridad y salud en el trabajo, el responsable del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), el jefe inmediato del fallecido, persona o personas designadas por la Administradora de Riesgos Laborales (ARL) a la que se encuentre afiliada la empresa y las designadas por la autoridad minera.



3. Ventilación subterránea:

- Ventilar de manera constante y suficiente los lugares donde se realicen las labores mineras subterráneas, con el fin de mantener una atmósfera libre de explosiones de metano y otros gases explosivos. Ningún lugar de trabajo bajo tierra es apropiado si su atmósfera contiene menos del 19,5 % o más del 23,5 % en volumen de oxígeno.
- Neutralizar los gases o agentes nocivos que puedan existir en la mina.
- Controlar las concentraciones de polvo.



Toda labor minera subterránea debe contar con un plan de ventilación, que debe contemplar lo siguiente:

- 1 Nombre de la mina, nombre de la empresa y nombre de la persona encargada del plan de ventilación.
- 2 Ubicaciones en el plano y las condiciones operativas de los ventiladores.
- 3 Ubicación en el plano de los puntos en donde se realizarán las mediciones de material particulado, gases explosivos y tóxicos, temperatura y caudal de aire. Estos son los denominados puntos de aforo.
- 4 Ubicación de ventiladores auxiliares cuando se requiere una cantidad mínima de aire en un frente de trabajo.
- 5 Protocolo de mantenimiento de ventiladores y registro de las capacitaciones realizadas al personal minero en este tema.

A continuación se muestra la tabla con los valores límites permisibles para los gases que se generan en minería subterránea:

GASES	FÓRMULA	TLV-TWA (ppm)	TLV-STEL (ppm)
Dióxido de carbono	CO ₂	5000	30000
Monóxido de carbono	CO	25	-
Acido sulfhídrico	H ₂ S	1	5
Anhídrido sulfuroso	SO ₂	-	0.25
Óxido nítrico	NO	25	-
Dióxido de nitrógeno	NO ₂	0.2	-

Artículo 39, Decreto 1886 del 2015.



El VLP-TWA corresponde al valor límite permisible de tiempo promedio ponderado para una jornada de ocho horas diarias y una jornada de trabajo semanal de 40 horas. Cuando la jornada laboral sea superior a lo establecido en esta nota, los valores límites permisibles TLV-TWA deben ser corregidos utilizando unas fórmulas matemáticas que puede observar en detalle en el artículo 39 del Decreto 1886 del 2015.

- #### 4. Disposiciones especiales para minas de carbón (grisutosas).
- Las labores mineras subterráneas de carbón se clasifican en tres categorías:

- **Categoría 1, minas o frentes de trabajo no grisutosos**
- **Categoría 2, minas o frentes de trabajo débilmente grisutosos**
- **Categoría 3, Minas o frentes fuertemente grisutosos**



Esta clasificación será realizada por la autoridad minera. La concentración de metano en la atmósfera bajo tierra de las minas clasificadas en las categorías 1, 2 y 3 se debe medir según los siguientes parámetros:

- Categoría 1, se debe controlar al iniciar cada turno y antes de iniciar cualquier voladura.
- Categoría 2, se debe controlar al iniciar cada turno y antes de iniciar cualquier voladura o por lo menos cada dos horas durante la jornada de trabajo.
- Categoría 3, se debe controlar al iniciar cada turno y en formas permanente y continua en toda la mina; teniendo en cuenta que en ningún momento se debe suspender la ventilación. De ser así se debe evacuar de inmediato a todo el personal de los frentes de trabajo.

5. Máquinas y herramientas

- Contar con un protocolo de operación y ficha técnica de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo para cada máquina y con un dispositivo de bloqueo del sistema de comando.
- Capacitar a los trabajadores para operar y hacer mantenimiento a las máquinas.
- Tener un programa de mantenimiento para los equipos, máquinas y herramientas.

6. Prevención y extinción de fuegos e incendios

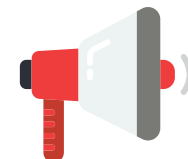
- No almacenar materiales combustibles.
- Suministrar los equipos de extinción de fuegos o incendios, tanto en superficie como dentro de la mina y registrarlos en los planos de la mina.

7. Higiene y condiciones de trabajo

- Suministrar a cada trabajador, alumbrado individual de seguridad. Para este tipo de labores solo se pueden utilizar lámparas eléctricas, que deben ser certificadas y con protección a prueba de explosión.
- No se deben usar lámparas que requieran llama abierta para su funcionamiento.
- Está prohibido el alumbrado convencional en labores mineras subterráneas, ya que para esta actividad es obligatorio el alumbrado a prueba de explosión.
- Señalizar las diferentes labores de la mina con colores reflectivos.

8. Ruidos

- Realizar mediciones de ruidos y vibraciones para identificar las máquinas o equipos que generen niveles de presión sonora superiores a los límites permisibles.



9. Programa de vigilancia epidemiológica:

El programa de vigilancia epidemiológica busca identificar si el ambiente laboral está generando o puede generar una enfermedad laboral. Como mínimo se deben realizar los programas de vigilancia epidemiológica para los siguientes factores de riesgo: químico (material particulado), físico (ruido, vibraciones, temperatura) y biomecánico (movimientos repetitivos, posturas prolongadas, manipulación y levantamiento de cargas). Este programa debe quedar en el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

10. Aguas superficiales y aguas subterráneas

- Evitar que las corrientes superficiales de agua accedan a las labores subterráneas.
- Las aguas subterráneas deben fluir naturalmente hacia la parte más baja de la mina; a partir de allí se realizará bombeo de estas aguas hacia la superficie, mediante bombas eléctricas o neumáticas, a menos que puedan salir de manera espontánea.
- Construir, pegadas a una de las paredes de la mina, cunetas con profundidad, anchas y pendientes, que faciliten el desagüe.



9

¿Qué debo saber sobre los certificados para el uso de explosivos?



Toda persona natural o jurídica interesada en comprar explosivos y sus accesorios debe inscribirse como usuario en el Departamento Control Comercio de Armas, Municiones y Explosivos (DCCA) del Comando General de las Fuerzas Militares o en la seccional de la jurisdicción donde desarrolla la actividad.

Para inscribirse se deben presentar los siguientes documentos:

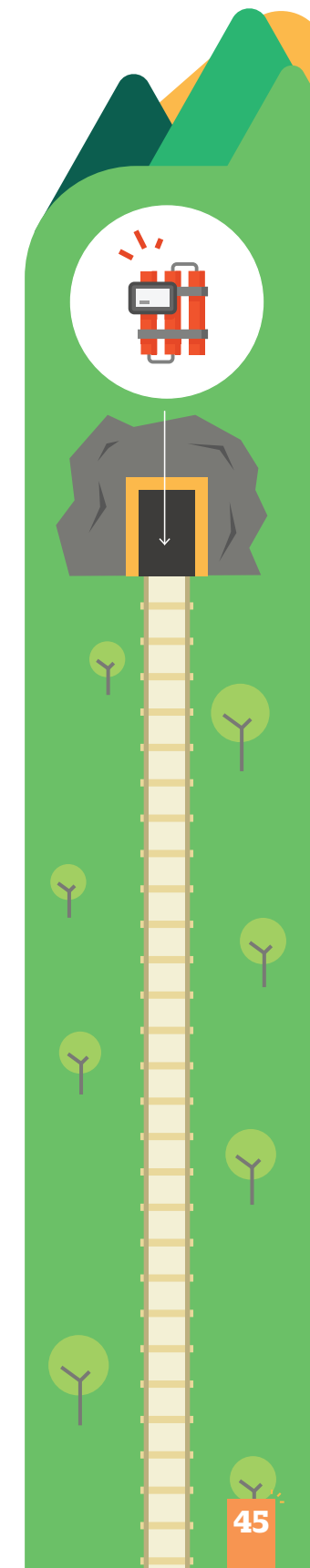
- Formulario Único de Registro para usuarios de explosivos.
- Oficio de solicitud dirigida al DCCA, en el que especifique actividad, forma de uso, seguridad de uso.
- Fotocopia de la cédula del representante legal y pasado judicial.
- Certificación de la Cámara de Comercio con una vigencia no mayor a 30 días.
- Carta de autorización para la investigación de antecedentes judiciales y disciplinarios dirigida al Jefe del Departamento Control Comercio de Armas, Municiones y Explosivos.



Para obtener cupo de material explosivo, el usuario debe estar inscrito ante el DCCA; la vigencia del cupo empieza a contar desde el primero de enero hasta el 31 de diciembre de cada año o por la duración del contrato, sin que supere la anualidad. En caso de que el usuario haya solicitado el cupo en una fecha diferente dentro del lapso descrito, se autorizarán las cantidades justificadas del tiempo restante.

Los documentos requeridos para solicitar el cupo de explosivo son:

- ✓ Concepto favorable firmado por el jefe del Estado Mayor de la Brigada encargada de la jurisdicción, sobre la cantidad anual solicitada y el lugar donde se almacenarán y utilizarán.
- ✓ Copia del informe de la revista de inspección efectuada por la brigada encargada, que otorgó el concepto favorable para la utilización y manejo de explosivos en su jurisdicción.
- ✓ Solicitud dirigida al DCCA en la que se especifique: clase, cantidad de explosivos y accesorios que se necesitan, actividad para la cual requieren el explosivo, forma y seguridad del almacenamiento, lugar y ubicación exacta donde se utilizarán los explosivos.
- ✓ Certificado de la Cámara de Comercio con una vigencia no mayor a sesenta (60) días.
- ✓ Fotocopia de la cédula de ciudadanía y pasado judicial del representante legal de la empresa.
- ✓ Fotocopia de la cédula de ciudadanía y pasado judicial del personal que manipulará los explosivos y sus accesorios (almacenistas, explosivistas, etc.).
- ✓ Carta de autorización para la investigación de antecedentes judiciales y disciplinarios dirigida al jefe del DCCA.
- ✓ Demostrar la legalidad de la actividad con explosivos mediante alguna de las siguientes formas:
- ✓ Registro minero y certificado de uso de explosivos expedido por la autoridad minera.
- ✓ Copia del contrato debidamente firmado y sellado para contratistas de obras civiles, empresas de exploración sísmica o petrolera o de cañoneo de pozos.
- ✓ Certificado de idoneidad otorgado por una unidad de ingenieros militares al personal encargado del material explosivo.
- ✓ Plan anual de consumo, compras de explosivos y producción del mineral.
- ✓ Justificación técnica del material explosivo y accesorios de voladura solicitados. El estudio debe contar con las especificaciones de perforación, características del material por extraer, volúmenes para explotar y debe ser firmado por un ingeniero que acredite conocimiento en diseño y ejecución de voladuras.
- ✓ Ubicación exacta de dónde serán utilizados y almacenados los explosivos y sus accesorios.
- ✓ Si la persona encargada de realizar el trámite no es el representante legal de la empresa, se deberá anexar una carta en la que se autorice a la persona correspondiente para el trámite ante el DCCA.



10

¿De qué se trata el **salvamento minero?**

Hacer minería segura es una responsabilidad de todos los que creemos en esta actividad económica. Por eso, lo invitamos a conocer las generalidades sobre salvamento minero, una estrategia implementada hace varios años para salvaguardar la vida de quienes ejercemos la minería, teniendo en cuenta los riesgos que implica y los peligros que representa.

10.1 ¿Qué es el Sistema Nacional de **Salvamento Minero?**

Es un cuerpo de socorro coordinado por la Agencia Nacional de Minería (ANM), cuyo objeto es ejecutar las acciones de salvamento y prestar ayuda en las minas, en caso de amenazas a la vida o a la salud del personal, así como a la seguridad en el desarrollo, preparación y explotación de la mina, como resultado de:

1. Incendios subterráneos
2. Explosiones de gases y polvo de carbón
3. Emanaciones de gases
4. Expulsiones de gases y rocas
5. Irrupción de agua de las excavaciones mineras
6. Derrumbes de las excavaciones y otros riesgos mineros

10.2 ¿Quiénes son los auxiliares de **salvamento minero?**

Son las personas que conforman el grupo de apoyo técnico y logístico, que han recibido capacitación orientada al conocimiento de tácticas de acciones de salvamento, manejo de equipos de seguridad, salvamento minero y principios básicos de primeros auxilios; su campo de acción se concentra en las áreas circundantes a cielo abierto y en inmediaciones del sitio donde se generó la emergencia minera.

10.3 ¿Qué es un **socorredor minero?**

Es un minero activo entrenado, con el propósito de rescatar sanos y salvos, en la medida de lo posible, a los mineros que resulten involucrados en accidentes. Cada mina debe tener sus propios socorredores mineros. La Agencia Nacional de Minería no realiza ningún cobro al aspirante que de manera voluntaria toma los cursos de socorredor o auxiliar de salvamento minero; asimismo, asume los costos por los elementos e insumos utilizados en el desarrollo de la formación y los gastos de los capacitadores.

10.4 ¿Cada cuánto tiempo debe **certificarse un socorredor minero?**

El socorredor minero debe actualizarse cada dos (2) años, mediante capacitación de cuarenta (40) horas.

Dicha actualización se efectúa en las Estaciones de Seguridad y Salvamento Minero de la Agencia Nacional de Minería.



11

¿Qué es un Formato Básico Minero (FBM)?

Es una herramienta generada por la Autoridad Nacional Minera (ANM) para reunir información relacionada con los títulos vigentes. El titular minero tiene la obligación de suministrar la información técnica y económica requerida en estos formatos, que es confidencial y solo se publicará en forma consolidada.

Los funcionarios de la autoridad minera están en disposición de prestar asesoría al usuario, para cumplir oportunamente con esta obligación.



Existen dos tipos de Formato Básico Minero (FBM):



FBM semestral:

Puede ser elaborado y firmado por la persona encargada de la operación minera o por el titular minero. Debe ser entregado y radicado ante la autoridad minera una vez finalizados los periodos señalados (enero-junio, julio-diciembre).



FBM anual:

Debe ser elaborado y firmado por un profesional en ingeniería de minas, con matrícula profesional vigente. Se entrega a la autoridad minera una vez finalizado el año en curso.

La información suministrada debe corresponder y concordar con lo pagado y radicado en los formularios de producción y liquidación de regalías.

Para aprender a diligenciar un FBM, véase el anexo 3.

12

Buenas prácticas mineras



Según el censo minero (2010-2011), en Colombia muchos mineros de pequeña escala trabajan a un nivel de tecnificación mínimo, con precarias condiciones de seguridad y un pobre manejo ambiental. Así mismo, varios estudios realizados con asesoría del DANE y del Ministerio de Minas, señalan que es indispensable implementar mejoras en los diferentes procesos de la minería de pequeña escala que permitan, por ejemplo, mejorar los sistemas de ventilación mecánica en los socavones de las minas subterráneas, formalizar las actividades tradicionales, crear mecanismos para hacer cumplir normas ambientales y fortalecer la economía de los mineros, manteniendo un equilibrio con el medio ambiente.

Ahora describiremos algunas de las situaciones problemáticas más comunes en la minería de pequeña escala y las buenas prácticas que se podrían implementar para evitarlas.

Tipo minería	Método Minero	Problemática	Acción Negativa	Acción Positiva
Superficial	Cantera	Deslizamientos o inestabilidad de latitudes	Dejar que el agua circule por todas partes	Construir canales para una adecuada red de drenaje que permita el manejo de los flujos
		Sobre costos y afectación den la continuidad de las operaciones mineras	Realizar una explotación basada solo en una ejecución inmediata para optimizar tiempos	Realiza una previa planeación de las diferentes actividades con el fin de detectar falencias en la ejecución de las actividades de explotación
	Material arrastre	Pérdida del mineral y sobre costos	Procesar los minerales por cantidad para obtener un mayor volumen procesando	Procesar los minerales por sus características y disposiciones en el depósito para obtener la mayor cantidad de mineral en el menor costo posible

Tipo minería	Método Minero	Problemática	Acción Negativa	Acción Positiva
Superficial	Tunelería	Ventilación deficiente en la mina	Construir túneles no contemplados en el diseño con el fin de obtener todo el material	Respetar el diseño y construir nuevos accesos pero con un análisis de la ventilación general de la mina
			Ubicar objetos en cualquier zona que obstruyan el paso del aire	Tener un lugar para la ubicación de herramientas, insumos y residuos que no afecten el paso del aire
		Derrumbes o desprendimiento de materiales rocosos no controlados	Ahorrar en sostenimiento espaciándolos por fuera de lo indicado en los diseños geotécnicos	Realizar un análisis en cada una de las secciones y determinar las características de la roca y el sostenimiento adecuado para evitar desprendimientos o caída de cuñas
		Sobrecostos y afectación en la continuidad de las operaciones mineras	Realizar una exploración con los trabajos de explotación para disminuir costos	Realizar una previa exploración antes de la etapa de explotación, además de esto realizar más exploración a medida que se defina las características del material antes identificado

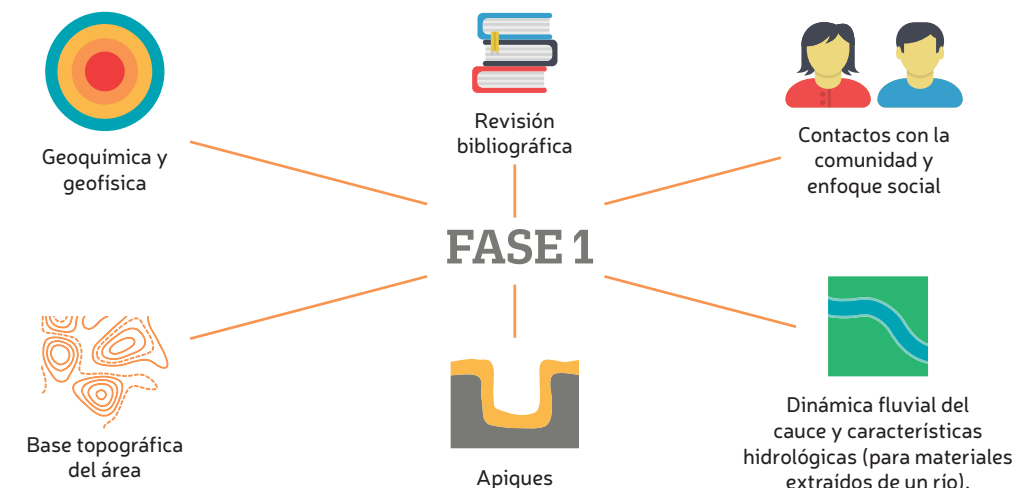


Anexos

Anexo 1. Lista de chequeo para realizar los trabajos de exploración

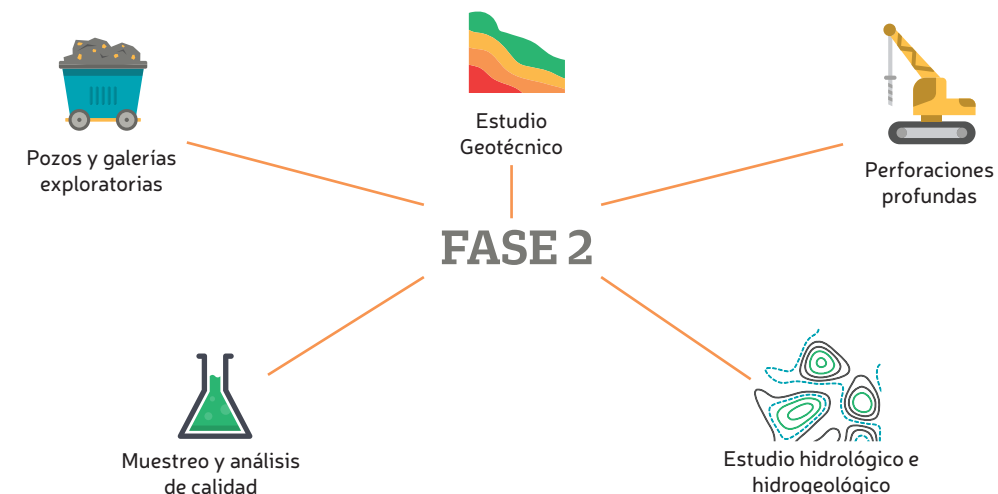
Para realizar los trabajos de exploración se deben tener en cuenta los siguientes términos de referencia, agregando una introducción, el ámbito de aplicación y los aspectos generales. La lista de chequeo comprende cuatro fases:

Fase 1



Fase 2

La fase de exploración geológica del subsuelo pretende delimitar el yacimiento potencialmente económico con estimativos de tamaño y contenido mineral.



Fase 3

En la evaluación se define el potencial del yacimiento y se establece el modelo geológico que corresponde a todo el mineral presente y de interés en el área que se va a identificar. Esta fase ayuda a planear y diseñar el Plan de Trabajos y Obras (PTO). Por tanto, el titular deberá elaborar los mapas, planos y perfiles, que sean necesarios para la evaluación geológica, el cálculo y la estimación de las reservas y la preparación del modelo geológico del depósito, siguiendo las normas y procedimientos establecidos en las Guías Minero Ambientales.




Mapas y planos requeridos

Fase 4

Plan de Trabajos y Obras (PTO)		
Información necesaria para la elaboración de un PTO	Sí	No
Estudio de mercados		
Diseño y planeamiento minero		
Beneficio y transformación de minerales		
Construcción y montaje		
Evaluación financiera del proyecto		
Estudio de impacto ambiental		
Delimitación del área de explotación		
Mapa topográfico		
Información cartográfica		
Ubicación y cálculo de las reservas		
Escala y duración de la producción esperada		
Características físicas y químicas de los minerales		
Localización de las instalaciones para el ejercicio de las servidumbres		
Plan de cierre y abandono		

Anexo 2. Formato Básico Minero

 República de Colombia Ministerio de Minas y Energía		Formato Básico Minero Anual	La información suministrada debe corresponder al periodo enero - diciembre del año inmediatamente anterior y debe ser referendada por un ingeniero de minas o geólogo. Pag. 1 de 3
Este reporte debe ser diligenciado para cada título minero. Si tiene alguna duda en el diligenciamiento de este Formato, consulte el instructivo		Año Reportado: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
OBLIGATORIEDAD Y VERACIDAD DE LA INFORMACIÓN: El concesionario minero tiene la obligación de suministrar la información técnica y económica requerida en este formato, de conformidad con los artículos 85, 100, 330, 340 de la Ley 685 de 2001 y Art. 10 del Dto. 1993 de 2002. Para todos los efectos legales la información suministrada se entiende dada bajo la gravedad del juramento.		CONFIDENCIALIDAD: La información suministrada por el titular minero en este formato, será estrictamente confidencial y solo se publicará en forma consolidada, de conformidad con el art. 88 de la Ley 685 de 2001 y art. 11 del Decreto 1993 de 2002.	
Número del Título Minero: _____ Tipo de Título: _____ E: (Contrato de Concesión, Permiso, Licencia de Explotación Registro Minero de Canteras, Reconocimiento Propiedad Privada, etc)		Mineral(es) otorgado(s): _____	
A. IDENTIFICACIÓN			
DESCRIPCIÓN 1. Nombre: _____ 2. Dirección: _____ 3. Departamento: <input type="text"/> <input type="text"/> 4. Municipio: <input type="text"/> <input type="text"/> 5. Vereda: _____ 6. CC o NIT: _____ 7. Teléfono / Celular: _____ 8. Fax: _____ 9. E-mail: _____	A.1 TITULAR MINERO _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	A.2 OPERADOR MINERO O CONTRATISTA _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	A.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA MINA 1. Nombre de la Mina: _____ 2. Departamento: <input type="text"/> <input type="text"/> 3. Municipio: <input type="text"/> <input type="text"/> 4. Vereda: _____ 5. Punto a Geomreferenciar: a. Boca de mina <input type="text"/> <input type="text"/> b. Frente a cielo abierto <input type="text"/> <input type="text"/> 6. Número Plancha IGAC: _____ 7. Coordenadas Planas IGAC X: _____ Y: _____ 8. Indique el origen: 3 Oeste <input type="text"/> <input type="text"/> 3 Este <input type="text"/> <input type="text"/> 6 Oeste <input type="text"/> <input type="text"/> 6 Este <input type="text"/> <input type="text"/> Bogotá <input type="text"/> <input type="text"/>
A.4 ORGANIZACIÓN JURÍDICA DEL TITULAR - (Marque con una X)			
1. Sociedad Colectiva <input type="checkbox"/> 3. Soc. en Comandita por Acciones <input type="checkbox"/> 5. Sociedad Anónima <input type="checkbox"/> 7. Soc. Economía Mixta <input type="checkbox"/> 9. Empresa Unipersonal <input type="checkbox"/> 2. Sociedad en Comandita Simple <input type="checkbox"/> 4. Sociedad Limitada <input type="checkbox"/> 6. Sociedad Extranjera <input type="checkbox"/> 8. Cooperativas <input type="checkbox"/> 10. Sociedad de Hecho <input type="checkbox"/> 11. Persona Natural <input type="checkbox"/>			
B. ASPECTOS TÉCNICOS			
B.1 INVERSIONES EN EXPLORACIÓN 1. Indique las inversiones realizadas en exploración: a. En el último año: _____ \$ b. Acumulado: _____ \$	B.2 AVANCE DE LAS ACTIVIDADES DE EXPLORACIÓN 1. Indique el avance obtenido en Exploración en el último año de acuerdo a la unidad presentada a. Perforación: _____ Metros b. Apiques y trincheras: _____ Metros c. Métodos Geofísicos (Cobertura en Kilómetros Cuadrados) 1. Gravimétrico: _____ 4. Eléctricos _____ 2. Magnéticos: _____ 5. Haciafocivos _____ 3. Sísmicos: _____ 6. Otros _____ d. Métodos Geoquímicos (Cobertura en Kilómetros Cuadrados) 1. Sedimentos Activos _____ 3. Biogeoquímica _____ 2. Hidrogeoquímica _____ 4. Otros _____	B.3 ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE 1. Inversión: a. En el último año _____ \$ Acumulada _____ \$ 2. Actividad a. Construcciones Civiles: _____ m ² b. No. Frontes de explotación preparados _____ c. Porcentaje de avance en el montaje de plantas _____ (%) d. Porcentaje de avance en adquisición de equipos _____ (%)	
B.4 RESERVAS. Escriba las reservas calculadas a la fecha ⁽¹⁾			
MINERAL PRINCIPAL OTRO ⁽²⁾ OTRO ⁽²⁾	1. UNIDADES Gramos (gr), Libras (lb), Onzas (oz), Toneladas Métricas (t), Toneladas Métricas Base seca (t), Metros Cúbicos (m ³), Onzas Troy (oz troy)	2. PROBABLES (Millones) _____	3. PROBABLES (Millones) _____
4. CALIDAD ⁽³⁾ _____			
(1): Coloque ND si no dispone de la información. (2): Para el carbón especifique Poder Calorífico, Azufre y Cenizas; para el resto de minerales indique el contenido de hasta tres elementos o compuestos. (Ej: 10 gr/lit de oro, 90 % de CaCO ₃). (3): Otro mineral diferente al principal, en liga íntima, asociados, subproducto o aquellos que se adicionen al contrato.			
B.5 CAPACIDAD INSTALADA Y RECUPERACIÓN EN MINA Y EN PLANTA Indique la capacidad instalada de producción anual y el porcentaje de recuperación en mina y en planta		B.6 VOLUMEN DE ESTÉRIL REMOVIDO 1. Escriba la cantidad de estéril removido para obtener el mineral principal reportado _____ metros cúbicos 2. Anexe plano geomreferenciado donde se muestren las labores de exploración, labores de preparación, labores de desmantelo y/o frentes de explotación que se adelantaron en el año reportado. (Tomar en cuenta el decreto 3290 del 18 de noviembre de 2003, del Ministerio de Minas y Energía para la Elaboración de Planos)	
INSTALACIONES Gramos (gr), Libras (lb), Onzas (oz), Toneladas Métricas Base seca (t), Metros Cúbicos (m ³), Onzas Troy (oz troy)	1. UNIDADES	2. CAPACIDAD ANUAL	3. RECUPERACIÓN (%)
MINA PLANTA			

<http://bit.ly/2hgqBsW>

Anexo 3. Certificados para el uso de explosivos

¿Después de tener el cupo aprobado es necesario **solicitar autorización de compra**?

Sí. Este procedimiento debe realizarse ante las seccionales del Departamento Control Comercio de Armas, Municiones y Explosivos (DCCA). Para solicitar la autorización de compra, el interesado debe presentar estos documentos:

- Solicitud dirigida al DCCA o el Jefe del Estado Mayor (JEM), según el caso, en la que se especifiquen: clase, cantidad de explosivos y accesorios requeridos.
- Formulario de autorización para la venta de explosivos y accesorios.

¿Dónde se solicita la autorización para el uso de explosivo?

Este trámite se hace ante el DCCA, ente rector nacional del control de las armas de fuego y sus municiones, explosivos y sus accesorios y de las materias primas, cuyos permisos y licencias son expedidos a los particulares y a organismos estatales. Para solicitar esta autorización se debe estar inscrito en el DCCA.

¿Cómo se inscribe una empresa para usar explosivos?

Para usar explosivos, las empresas deben inscribirse siguiendo estos pasos:

- Diligenciar formulario de inscripción, que debe ser solicitado por el representante legal ante el DCCA.
- Presentar solicitud dirigida al DCCA en la que se pida la inscripción como usuario de explosivos; debe especificar actividad, forma, seguridad en el control y el empleo.
- Entregar Certificado de Cámara de Comercio con una vigencia no mayor a sesenta (60) días.
- Presentar fotocopia de la cédula de ciudadanía y pasado judicial del representante legal.
- Entregar carta, dirigida al jefe del DCCA, con autorización para la investigación de antecedentes judiciales y disciplinarios

¿Cómo se hace una cesión de material explosivo?

Para este caso es necesario que la empresa que recibe tenga cupo de material vigente y capacidad en cantidad y referencia. También se debe presentar una solicitud dirigida al DCCA para la autorización de cesión (entrega a un tercero), en la que se especifiquen los motivos por los cuales se requiere la adición de material explosivo. El documento debe ser avalado por la empresa que entrega y por la que recibe.

¿Cómo se debe transportar el material explosivo?

Se debe contar con un permiso de movilización, para el traslado del material explosivo desde el sitio de origen hasta su destino final. Este permiso tendrá vigencia de noventa (90) días, contados a partir de la fecha de expedición. Este movimiento se realiza bajo estrictas medidas de seguridad, previa coordinación con la Unidad Militar correspondiente de la jurisdicción y vigilancia de la escolta militar.

Es importante que tenga en cuenta lo siguiente:

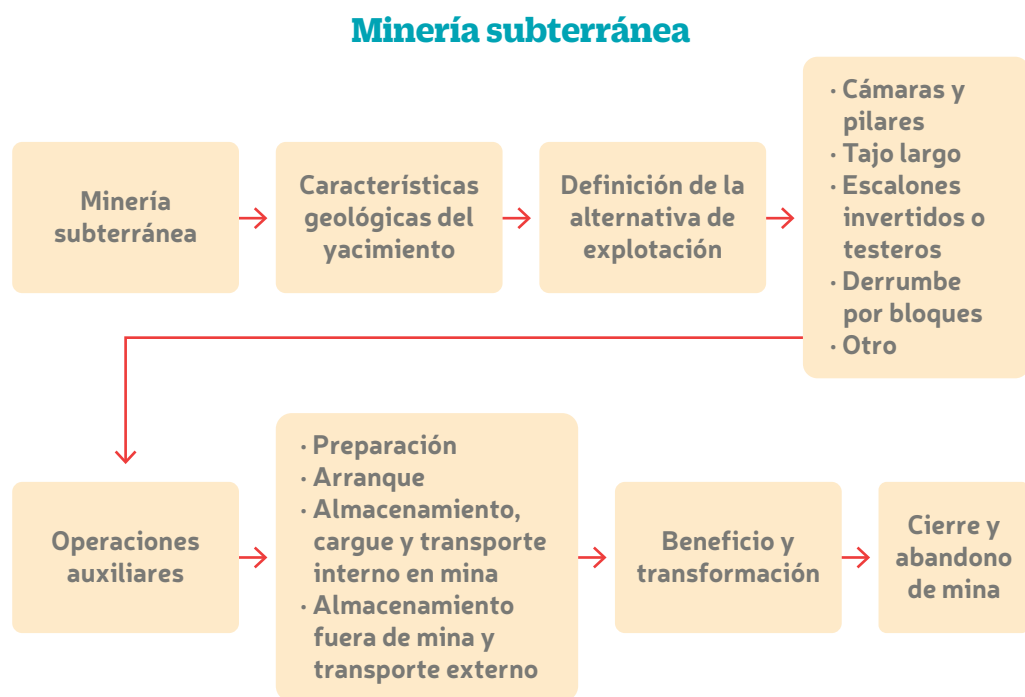
- Una vez radicada la documentación se solicitan los antecedentes ante la Central de Inteligencia Militar del Ejército.
- Luego se llama al interesado para que presente en la escuela, durante dos días, las pruebas teóricas y prácticas a que haya lugar.
- En caso de cumplir con los requisitos, se expide el respectivo certificado.
- La Escuela de Ingenieros Militares se reserva el derecho de otorgar o no otorgar el Certificado en Manejo de Explosivos, cuando el aspirante presente antecedentes penales o disciplinarios o no cumpla con los requisitos.
- El certificado tiene vigencia de un año a partir de la fecha de su expedición.
- Se debe solicitar la renovación antes de que se pierda la vigencia. Después de un mes de vencido tendrá que volverse a hacer todo el proceso y tramitarlo como si fuese la primera vez.
- La renovación se dará por tres años consecutivos; al cuarto año se tienen que volver a presentar las pruebas para una nueva certificación.

Anexo 4. Requisitos que debe cumplir un minero formalizado

Enseguida se listan los requisitos que debe cumplir un minero formalizado a la hora de recibir las visitas de las autoridades minera y ambiental, respecto al concepto de fiscalización:

¿Qué requisitos debe cumplir un minero formalizado?			
Al momento de recibir una visita de fiscalización debe contar con:		Sí	No
Evaluación documental	Canon superfiario (solo para las etapas de exploración y construcción y montaje)		
	Formato Básico Minero semestral		
	Formato Básico Minero anual		
	Póliza Minero Ambiental		
	Presentación del PTO (solo para etapa de exploración)		
	PTO aprobado (para etapas de construcción y montaje y explotación)		
	Licencia ambiental (para etapas de construcción y montaje y explotación)		
Visita de fiscalización integral	Técnicos: buenas prácticas y ejecución de compromisos técnicos		
	Seguridad e higiene: cumplimiento de las condiciones de seguridad e higiene		
	Seguridad social: ¿los trabajadores tienen seguridad social?		
	Jurídicos: verificación de presencia de minería ilegal o actividad minera realizada en zonas excluidas o restringidas para la minería		
	Ambientales y sociales: verificación de buenas prácticas y compromisos ambientales y sociales		

Anexo 5. Flujo de procesos de explotación



Anexo 6. Tabla guía para seleccionar el método extractivo

Sistema de Clasificación Nicholas (1981)

Este sistema de clasificación determina la factibilidad de los métodos extractivos mediante una clasificación numérica. Este método cataloga la geometría y la distribución del mineral; también examina las características de mecánica de rocas presentes en los estratos y en los respaldos superior e inferior. Un valor de 3 o 4 indica qué característica se prefiere para el método de extracción. Un valor de 1 o 2 indica que una característica es probablemente adecuada, mientras que un valor de 0 indica que una característica probablemente no es adecuada para el método de extracción. Finalmente, un valor de -49 indicaría que una característica elimina completamente a ese método (Romero Gelvez 2012).

Geometría del yacimiento y distribución de leyes

1. Forma

- **Equidimensional o masivo:** Todas las dimensiones son similares en cualquier dirección.
- **Tabular:** Dos de las dimensiones son mucho mayores que la tercera.
- **Irregular:** Las dimensiones varían a distancias muy pequeñas.

2. Potencia del mineral

- **Estrecho (< 10 m).**
- **Intermedio (10 – 30 m).**
- **Potente (30 – 100 m).**
- **Muy potente (> 100 m).**

3. Inclinación

- **Tumbado (< 20°).**
- **Intermedio (20 – 55°).**
- **Inclinado (> 55°).**

4. Profundidad desde la superficie

5. Distribución de leyes

- **Uniforme:** La ley media del yacimiento se mantiene prácticamente constante en cualquier punto de este.
- **Gradual o diseminado:** Las leyes tienen una distribución zonal, identificándose cambios graduales de unos puntos a otros.
- **Errático:** No existe una relación espacial entre las leyes, ya que éstas cambian radicalmente de unos puntos a otros en distancias muy pequeñas.

Características geomecánicas

1. Resistencia de la matriz rocosa.

(Resistencia a compresión simple (MPa)/Presión del recubrimiento (MPa)).

- Pequeña (< 8).
- Media (8 – 15).
- Alta (> 15).

2. Espaciamiento entre fracturas

	Fracturas / m	RQD (%)
Muy pequeño > 16	0 – 20	
Pequeño	10 – 16	20 – 40
Grande	3 – 10	40 – 70
Muy grande	3	70 – 100

3. Resistencia de las discontinuidades

- **Pequeña:** discontinuidades limpias con una superficie suave o con material de relleno blando.
- **Media:** discontinuidades limpias con una superficie rugosa.
- **Grande:** discontinuidades rellenas con un material de resistencia igual o mayor que la roca intacta.

Clasificación de los métodos mineros en función de la geometría y **distribución de leyes de yacimiento**

Métodos de explotación	Forma del yacimiento			Potencia del mineral				Inclinación			Distribución de leyes		
	M	T	I	E	I	P	MP	T	IT	IN	U	D	E
Cielo abierto	3	2	3	2	3	4	4	3	3	4	3	3	3
Hundimiento de bloques	4	2	0	-49	0	2	4	3	2	4	4	2	0
Cámaras por subniveles	2	2	1	1	2	4	3	2	1	4	3	3	1
Hundimiento por subniveles	3	4	1	-49	0	4	4	1	1	4	4	2	0
Tajo largo	-49	4	-49	4	0	-49	-49	4	0	-49	4	2	0
Cámaras y pilares	0	4	2	4	2	-49	-49	4	1	0	3	3	3

Métodos de explotación	Forma del yacimiento			Potencia del mineral				Inclinación			Distribución de leyes		
	M	T	I	E	I	P	MP	T	IT	IN	U	D	E
Cámaras almacén	2	2	1	1	2	4	3	2	1	4	3	2	1
Corte y relleno	0	4	2	4	4	0	0	0	3	4	3	3	3
Fajas descendentes	3	3	0	-49	0	3	4	4	1	2	4	2	0
Entibación con marcos	0	2	4	4	4	1	1	2	3	3	3	3	3

M = Masivo. T = Tabular. I = Irregular. E = Estrecho. I = Intermedio. P = Potente. MP = Muy potente. T = Tumbado. IT = Intermedio. IN = Inclinado. U = Uniforme. D = Diseminado. E = Errático.

Clasificación de los métodos mineros atendiendo a las características geomecánicas de las rocas. **Zona del mineral**

Métodos de explotación	Resistencia de las rocas			Espaciamiento entre fracturas				Resistencia de las discontinuidades		
	P	M	A	MP	P	G	MG	P	M	G
Cielo abierto	3	4	4	2	3	4	4	2	3	4
Hundimiento de bloques	4	1	1	4	4	3	0	4	3	0
Cámaras por subniveles	-49	3	4	0	0	1	4	0	2	4
Hundimiento por subniveles	0	3	3	0	2	4	4	0	2	2
Tajo largo	4	1	0	4	4	0	0	4	3	0
Cámaras y pilares	0	3	4	0	1	2	4	0	2	4
Cámaras almacén	1	3	4	0	1	3	4	0	2	4
Corte y relleno	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2
Fajas descendentes	2	3	3	1	1	2	4	1	2	4
Entibación con marcos	4	1	1	4	4	2	1	4	3	2

Resistencia de las rocas: P = Pequeña. M = Media. A = Alta.

Espaciamiento entre fracturas: MP = Muy pequeño. P = Pequeño. G = Grande. MG = Muy grande.

Resistencia de las discontinuidades: P = Pequeña. M = Media. G = Grande.

Anexo 7. Marco legal utilizado

A continuación, se señala la normatividad y las guías que se tuvieron en cuenta para la elaboración y conceptualización de la presente cartilla:

Cartilla minera: Así es la minería. Ministerio de Minas y Energía
Código Sustantivo del Trabajo
Constitución Nacional, Decreto-Ley 2811 de 1974 y Ley 99 de 1993
Decreto 035 de 1994: seguridad minera.
Decreto 1443 del 2014
Decreto 1443 del 2014
Decreto 1809 de 1994: armas, municiones y explosivos
Decreto 1886 del 2015: reglamento de seguridad en labores mineras subterráneas
Decreto 2222 de 1993: labores mineras a cielo abierto
Decreto 2535 de 1993: armas, municiones y explosivos
Decreto 3290 del 2003: elaboración de planos
Decreto 334 del 2002: normas en materia de explosivos
Decreto 614 de 1984
Decretos 145 de 1995 y 600 de 1996
Estándares mínimos del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo para las empresas. Consejo Colombiano de Seguridad
Guía Adquisición de Explosivos y Accesorios de Voladura. Ministerio de la Protección Social
Guías Minero Ambientales
Guías Minero Ambientales de beneficio y transformación
Ley 685 del 2001: Código de minas
Ley 756 del 2002: regalías
Ley 9 de 1979
Resolución 0206 del 2013
Resolución 0206 del 2013: Grupo de Seguridad y Salvamento Minero
Resolución 1016 de 1989
Resolución 181602 del 28 de noviembre del 2006
Resolución 2013 de 1986
Resolución 2400 de 1979
Resolución 4 0599 del 2015: glosario técnico minero
Resolución 6398 de 1991
Términos de Referencia LTE y PTO, Ministerio de Minas

Anexo 8. ¿A quién contactar en caso de tener inquietudes sobre los temas tratados?

Puntos de atención de la Agencia Nacional de Minería

Puntos de atención ANM	Ubicación	Teléfonos
Bogotá	Calle 26 No. 59-51, Torre 3, Local 107	(57 1) 2201999
Medellín	Calle 32 E No. 76-76, Barrio Laureles	(57 4) 5205740
Cali	Calle 13 No. 100-35, Edificio Torre Empresarial	(57 2) 5190686
	Oficinas 201 y 202, Barrio Ciudad Jardín	
Ibagué	Carrera 8 No. 19-31, Barrio Interlaken	(57 8) 2630683
Bucaramanga	Carrera 20 No. 24-71	(57 7) 6303364
Valledupar	Calle 11 No. 8-79, Edificio SOA	(57 5) 5804940-5801709-5807180 y 5809876
	Oficinas 202-203, Barrio Novalito	
Cúcuta	Calle 13 A No. 1E 103, Barrio Caobos	(57 7) 5720082
Nobsa	Kilómetro 5, vía Sogamoso	(57 8) 7717620-7705466
Cartagena	Carrera 20 No. 24 A 08, Manga, Sector Villa Susana	(57 5) 6600791
Pasto	Calle 2 No. 23 A 32, Barrio Capusigra	(57 2) 7290016-7290018
Manizales	Carrera 24 A No. 61-50, Barrio La Estrella	(57 6) 8850047
Quibdó	Carrera 6 No. 28-01, piso 2	(57 4) 6707556

Estaciones de Seguridad y Salvamento Minero en el país

Estación de seguridad y salvamento minero	Ubicación	Teléfonos
Amagá	Calle 30 No. 30-179, Corregimiento Camilo C, sector La Polca	(574) 8472292 (574) 8472291 3134959265 3147218003
Bogotá	Avenida Calle 26 No. 59-51, Torre 4, Piso 8	(57 1) 2201999 Exts. 5617, 5618, 5619, 5605, 3175011649

Bibliografía

Estación de seguridad y salvamento minero	Ubicación	Teléfonos
Bucaramanga	Carrera 20 No. 24-71, Barrio Alarcón	(57 7) 6303364, 3123960042
Cúcuta	Avenida Gran Colombia No. 12E 96, Barrio Colsag, Edificio Térreos, Piso 2, Universidad Francisco de Paula Santander	(57 7) 5720082, 5726981, 3118864231, 3103254006, 3115215261
Jamundí	Km 3 vía Jamundí-Potreritos	(57 2) 5214001, 5214002, 3142387230, 3125273804, 3172671735
Marmato	Sector El Atrio, Antigua casa parroquial, Piso 2	(57 6) 8843004, 3108465313, 3137505546
Nobsa	Km 5 Vía Sogamoso, Nobsa, Sector Chameza	(57 8) 7724130, Fax: (57 8) 7705466, 3103398632, 3124477118
Remedios	Carrera 8 No. 11-85, Barrio La Avanzada, Juan Pablo II	(57 4) 8303502 - 3117162629
Pasto	Calle 27 No. 9 este 25, Barrio La Carolina, frente a Corponariño, dentro de la sede del Servicio Geológico Colombiano	(57 2) 7302593
Ubaté	Km 1.5 vía Ubaté-Bogotá, vereda Tausavita	3143826413, 3212169615 y 3206622942

Otros

Puntos de atención	Ubicación	Teléfonos
Ministerio de Minas y Energía	Calle 43 No. 57-31, Centro Administrativo Nacional, Segundo piso, Oficina 202 Bogotá	(57 1) 222 2002
Unidad de Planeación Minero Energética	Avenida Calle 26 No. 69 D 91, Piso 9, Bogotá	(57 1) 222 06 01
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Calle 37 No. 8-40, Bogotá	(57 1) 332 3422 018000915060
Ministerio del Trabajo (Centro de Atención al Ciudadano)	Avenida Carrera 24 No. 41-95, Bogotá	(57 1) 489 3900 018000513100

Dirección de Geología y Minas Costa Rica. 2016. Dirección de Geología y Minas Costa Rica. http://www.geologia.go.cr/viejo/ley_reglamentos/reglamento_mineria/Definiciones.html

Ministerio de Minas y Energía. 2016. *Política Minera de Colombia*. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía.

Ministerio de Minas y Energía. 2015. *Resolución 4 0599 “por medio de la cual se adopta el Glosario Técnico Minero”*. Bogotá: Diario Oficial 49524, 27 de mayo del 2015.

Ministerio de Minas y Energía. 2010. Evaluación del programa de trabajo y obras PTO. <http://siminero.minminas.gov.co/siminero/documentacion/category/evaluacion-de-programa-de-trabajo-y-obras-pto/>

Ministerio de Minas y Energía. 2003. *Glosario Técnico Minero*. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía

Ministerio de Minas y Energía. 2002. *Términos de referencia para la elaboración los trabajos de exploración y PTO*. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía.

Ministerio de Minas y Energía-Ministerio del Medio Ambiente. 2001. *Guía Minero Ambiental de Explotación*. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía-Ministerio del Medio Ambiente.

Romero Gelvez, Jorge Iván. 2012. *Selección de métodos extractivos y su impacto en la productividad minera – estudio de caso en la minería de carbón colombiana*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.



© Alianza por la Minería Responsable (ARM)
www.responsiblemines.org
www.somostesoro.org

**SOMOS
TESORO**




ALIANZA POR LA
MINERÍA RESPONSABLE


FONDO
ACCION



Apoyado por

UNITED STATES DEPARTMENT OF LABOR