PROCESO DE GESTIÓN DE FORMACIÓN PROFESIONAL INTEGRAL
FORMATO GUÍA DE APRENDIZAJE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA GUIA DE APRENDIZAJE

- **Denominación del Programa de Formación:** **MANEJO DE EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS DE VOLADURA**
- **Código del Programa de Formación:** **84420026**
- **Nombre del Proyecto (si es Titulada)** **NA**
- **Fase del Proyecto (si es Titulada)** **NA**
- **Actividad de Proyecto (si es Titulada)** **NA**
- **Competencia**
  - ✓ Detonar sustancias explosivas según tipo de roca y procedimiento técnico.
- **Resultados de Aprendizaje Alcanzar:**
  - ✓ RA1. Transportar explosivos de acuerdo con medidas de seguridad y normativa.
  - ✓ RA2. Almacenar explosivos cumpliendo con la normativa.
  - ✓ RA3. Detonar explosivos de acuerdo con procedimiento técnico y protocolos de seguridad.
- **Duración de la Guía**: 48 Horas de Trabajo Directo.

2. PRESENTACIÓN

Apreciado Aprendiz, Esta guía recoge los aspectos legales y procedimentales fundamentales para la adquisición, uso y manejo de explosivos en voladuras bajo tierra que deben cumplir los titulares mineros, empresarios, empleados, en colombia, en el entendido de que la industria minera formal consume más del 70% del material explosivo fabricado en el país.

La Industria Militar INDUMIL, desde finales del siglo pasado, ha logrado fabricar explosivos muy estables y ha adquirido sistemas de iniciación perfeccionados, haciendo que las voladuras sean cada vez más seguras; sin embargo, esto no representa una cura total al momento de garantizar que no se presenten amenazas, pues los accidentes ocurren y las condiciones de riesgo se presentan, en su mayoría con serios resultados dado el poder y fuerza que genera la liberación de gases y calor en una detonación, accidentes e incidentes por errores en el transporte, almacenamiento y manejo de los explosivos.

Figura 1 – Manejo de explosivos



Fuente: Guía de operación para pequeña minería.

Con esta guía, lo invitamos a reconocer y comprender los lineamientos generales para el uso y manejo de los explosivos en cuanto a seguridad y prevención de riesgos en la actividad, definiciones, marco legal, identificación y clasificación de los explosivos y accesorios de voladura, transporte y almacenamiento de los explosivos, medidas de seguridad, buenas prácticas de gestión del riesgo y disposición final de los explosivos. aspectos relacionados con las herramientas Informáticas y ofimáticas, permitiendo apropiar conocimientos, habilidades y destrezas en ambientes propicios con tecnologías de punta y la integración del trabajo colaborativo para el aprendizaje conjunto en los entornos laborales, sociales y culturales. Bienvenido a esta aventura de conocimiento.

3. FORMULACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

3.1. ACTIVIDADES DE CONTEXTUALIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SABERES PREVIOS

- **Observe** el video "VOLADURA ENMINERIA SUBTERRANEA" a través del enlace URL https://www.youtube.com/watch?v=JtjI4mo4Nk4

- **Teniendo en cuenta el video anterior y a través de su conocimiento conteste** las siguientes preguntas y exprese su reflexión sobre el uso y manejo de explosivos.

    1. ¿Cuál fue su primera experiencia con el uso y manejo de explosivos?
    2. ¿Cuál ha sido su mayor dificultad en el uso y manejo de explosivos?
    3. ¿Elabore un esquema de la malla de perforación y voladura relacionando los nombres de los barrenos o taladros?
    4. ¿Describa 3 medidas de seguridad para el almacenamiento y transporte de explosivos bajo tierra?
    5. ¿Describa el decreto por el cual se expide el Reglamento de Seguridad en las Labores Mineras Subterráneas?
    6. ¿Relacione los explosivos y accesorios de voladura más comunes utilizados en minería bajo tierra (minería metálica)?
    7. ¿Enumere mínimo 3 gases que se generan producto de las voladuras?
    8. ¿Establezca cuál es la entidad encargada del suministro de los explosivos en Colombia?
    9. ¿Relacione cuáles son las entidades encargadas de formar, acreditar y certificar en la actualidad las labores relacionadas con el uso y manejo de explosivos en Colombia?
    10. ¿Cuál es la norma por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones?

Ambiente: Ambiente de Aprendizaje Polivalente y/o Ambiente Virtual.
Recursos y Materiales: PC, Video Beam o TV.
Tiempo: 2 Horas.

3.2 ACTIVIDADES DE APROPIACIÓN Y TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO

1. Asistir a clase presencial para recibir explicación de los temas pertinentes del curso complementario en manejo de explosivos y accesorios de voladura.
2. Determinar la cantidad de taladros de un frente de perforación (se puede desarrollar matemáticamente en tablero o mediante explicación a través de los siguientes links:
   https://www.youtube.com/watch?v=y8k7QAcPhho , https://www.youtube.com/watch?v=Z35cLnXfZiI , https://www.youtube.com/watch?v=F0wMVJ-M4Zw
   https://www.youtube.com/watch?v=UCfjd5My5DE&list=TLPQMjIwNzIwMjPhBfh_pbVlcg&index=2
3. Asistir a práctica en mina para realizar una perforación y voladura, de acuerdo con los protocolos de seguridad de la compañía y procedimientos técnicos establecidos en el decreto 1886 de 2015 y demás normas que regulan el uso y manejo de explosivos.

Ambiente: Ambiente de Aprendizaje Polivalente y/o Ambiente Virtual, trabajo de campo.
Recursos y Materiales: PC, Video Beam o TV, equipos, herramientas, explosivos y accesorios de voladura.
Tiempo: 46 Horas.

4. ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN

Evidencias de Aprendizaje	Criterios de Evaluación	Técnicas e Instrumentos de Evaluación
Evidencias de Conocimiento	✓ Aísla el material explosivo cumpliendo con protocolos y normativa de seguridad. ✓ Dispone material explosivo según normativa y protocolos de almacenamiento. ✓ Adopta la postura ergonómica de acuerdo con el tipo de actividad y las normas de seguridad y salud en el trabajo. ✓ Diligencia los formatos acordes con el procedimiento técnico. ✓ Describe las mallas, planos, perfiles y esquemas de cargue, amarre para voladura de acuerdo al diseño. ✓ Identifica las medidas de seguridad de acorde con factor de riesgo. ✓ Confina el explosivo según el procedimiento técnico y medidas de seguridad. ✓ Aplica las medidas de seguridad de acuerdo con las fallas presentadas en la voladura. ✓ Ancla la línea de tiro de acuerdo con el procedimiento técnico y normativa de seguridad. ✓ Realiza los amarres de accesorios de acuerdo con procedimiento técnico de la voladura y normativa de seguridad. ✓ Ubica el cebo en barreno de acuerdo con el perfil de cargue y medidas de seguridad. ✓ Selecciona el tipo de barreno según la malla o esquema de voladura. ✓ Arma el cebo de acuerdo con el sistema de iniciación y medidas de seguridad. ✓ Identifica el sistema de iniciación según el procedimiento técnico establecido y las medidas de seguridad. ✓ Asocia los tipos de los explosivos y técnicas de manipulación según clasificación.	**Técnica**: Formulación de peguntas **Instrumento**: Examen escrito, taller
Evidencias de Desempeño	✓ Clasificar los explosivos para el transporte. ✓ Identificar los medios de transporte. ✓ Determinar los protocolos de seguridad para el transporte de explosivos. ✓ Separar el explosivo para el almacenamiento. ✓ Ubicar los explosivos en el polvorín. ✓ Interpretar los diseños de las mallas, planos, perfiles y esquemas de cargue para voladura. ✓ Identificar los peligros y riesgos asociados en el uso de explosivos. ✓ Cargar los barrenos con explosivos bajo las normas de seguridad. ✓ Realizar el amarre y ejecuta la voladura según las indicaciones impartidas.	**Técnica**: Supervisión Directa **Instrumento**: Polvorín, Frente de perforación y voladura (Transporte, carga y detonación).
Evidencias de Producto:	Pasado un tiempo prudencial y si las condiciones atmosféricas lo permiten, revisar que lo planificado haya salido correctamente, es decir, que todos los tiros estén quemados, que no existan sobre tamaños, que no haya daños en los servicios de mina, que se firmen los formatos de voladura, que no se haya presentado ningún incidentes o accidente producto de la voladura.	**Técnica:** Supervisión Directa **Instrumento**: Multidetector de gases, formato de explosivos.

5. GLOSARIO DE TÉRMINOS

A continuación, se presentan las definiciones de mayor utilización en el ámbito técnico del uso y manejo de explosivos para voladuras bajo tierra.

- **Actividad:** realización de una tarea o acción por parte de una persona.
- **Accesorio de Voladura:** dispositivos requeridos para la iniciación del explosivo; tales como: cable de ignición, detonador común, mecha de seguridad, detonador eléctrico, detonador no eléctrico, fulminantes, cordón detonante, multiplicador.
- **Accidente de trabajo:** según el artículo 3 de la Ley 1562 de 2012, todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional o psiquiátrica, una invalidez o la muerte. Es también accidente de trabajo aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador, o contratante durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, aún fuera del lugar y horas de trabajo.
- **Agente de Voladura:** es un explosivo que no es sensible al detonador N° 8, pero se caracteriza por generar un gran volumen de gases, y para su iniciación requiere de un explosivo multiplicador y, a pesar de ser altamente insensible, tiene riesgo de detonación en masa. Es un explosivo de alto orden.
- **Acción del explosivo:** se presenta desde el centro de la masa hacia afuera en todas las direcciones a una velocidad determinada por el tipo de explosivo, propagando una onda de choque con calor y presión, lo que permite fracturar o romper la masa adyacente, con mayor o menor rapidez, proporcional al grado de confinamiento en que este se encuentre al momento de su detonación.
- **Amenaza:** peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales.
- **ANFO:** sigla que proviene del inglés Ammonium Nitrate - Fuel Oil y consiste en una mezcla de nitrato de amonio y un combustible derivado del petróleo. Agente de voladura a base de nitrato de amonio y otros componentes para mejorar sus propiedades explosivas, muy sensible a la humedad, por lo que se debe utilizar en barrenos secos y en voladuras a cielo abierto. Estas mezclas son muy utilizadas principalmente por las empresas mineras y de demolición, debido a que son muy seguros, económicas y asequibles.
- **Arranque:** se define como arranque de un mineral a la fragmentación del macizo rocoso hasta llevarlo a un tamaño que permita su manipulación para ser cargado y transportado. El arranque puede ser realizado con métodos mecánicos (forma continua y discontinua) y también por medio de la perforación con sustancias explosivas (forma discontinua).
- **Barreno:** perforación hecha en roca para colocar una carga explosiva con el fin de hacer una voladura.
- **Bocamina:** 1. La entrada a una mina, generalmente un túnel horizontal. 2. Sitio en superficie por donde se accede a un yacimiento mineral.
- **Cápsula ineléctrica:** dispositivo metálico que contiene una pequeña cantidad de explosivo altamente sensible y rápido que, en el cebado, aloja al cordón de seguridad o mecha de seguridad y en conjunto, son utilizados como sistema ineléctrico para iniciar u explosivo.
- **Cebo:** es un explosivo cebado o ensamblado con un detonador, el cual va a ser usado para iniciar la columna explosiva en un barreno o carga externa (el cebo sería el explosivo multiplicador).
- **Certificado de Idoneidad:** documento por medio del cual la autoridad competente declara apta e idónea a una persona para ejecutar una actividad o trabajo en particular o con características determinadas, en el caso del manejo de los explosivos, lo expide una Unidad de Ingenieros Militares, delegada para tal fin.
- **Cordón detonante:** el un accesorio de voladura conformado por hilos trenzados, recubierto con PVC, y con un núcleo de pentrita (PETN o tetranitrato de pentaeritritol).
- **Detonación:** acción de liberación de gases de un explosivo principalmente, la velocidad con que actúa genera presión y calor en todas las direcciones, provocando también productos tales como una onda aérea, proyecciones, calor, ruido, material particulado en el ambiente y sismicidad, proporcionalmente al grado de confinamiento en que esto suceda.

- **Detonador Eléctrico:** es un accesorio de voladura, constituido por un alambre dúplex y una cápsula metálica cerrada por un extremo. En su interior se encuentra una gota pirotécnica insensible (fuse head), la cual inicia el explosivo del detonador. Este detonador es iniciado por medio de un explosor, el cual suministra un pulso eléctrico al alambre que se encuentra ensamblado al detonador Detonador Electrónico: es un accesorio de voladura de última generación, conformado por un alambre dúplex y una cápsula metálica cerrada por un extremo, en su interior posee un circuito electrónico que permite programar el retardo de cada detonador que conforma la malla de voladura y la secuencia de disparo, un iniciador y un explosivo base. Para su iniciación requiere de un equipo para programar la voladura, y un iniciador que envía un impulso eléctrico para la detonación.
- **Detonador No Eléctrico:** es un accesorio de voladura, conformado por un tubo de choque y una cápsula de aluminio cerrada por un extremo, que, en su interior, está conformado por un tren de retardo, una caga primaria (Azida de Plomo) y una carga secundaria de Pentrita (PETN). Este detonador es iniciado por medio de un detonador común, un fulminante, cordón detonante u otro detonador no eléctrico.
- **Emulsión:** sistema que contiene dos fases líquidas inmiscibles entre sí, una de las cuales se dispersa como pequeñas gotas (fase discontinua) dentro de la otra (fase continua). Este sistema requiere además otras sustancias (emulsificantes) para mejorar su estabilidad, por otra parte, requiere de un multiplicador o booster para su iniciación en el barreno, dado que no es sensible al detonador común.
- **Explosivo:** es una sustancia o mezcla de sustancias que, por medio de un estímulo, reaccionan espontáneamente, liberando energía a altas velocidades (onda de choque), y generando gases a elevadas temperaturas y presiones.
- **Explosor:** generador de energía por medio del cual se aplica una descarga eléctrica de intensidad suficiente en el circuito de detonadores eléctrico con el fin de iniciar la voladura. Se clasifican en dos tipos básicos: de "generador" y de "descarga de condensador". Ambos tipos son de una construcción robusta y soportan servicio duro por períodos prolongados.
- **Factor de riesgo:** es la confluencia de una vulnerabilidad con una amenaza, necesariamente, lo cual puede considerarse como un fenómeno del ambiente de trabajo o acción que pueda causar un daño o pérdida a un individuo, un bien o al medio ambiente, y cuya probabilidad de ocurrencia depende del control que se tenga del factor vulnerable y la amenaza existente. Los factores de riesgo pueden ser: modificables (directos o indirectos) o no modificables, en estos casos se pueden eliminar o reducir o finalmente mitigar sus consecuencias, todo esto a través de medidas de intervención oportunas.
- **Frente** (industria minera): 1. Lugar donde explotan los minerales de interés económico. 2. Superficie expuesta por la extracción. 3. Superficie al final de una labor minera (túnel, galería, cruzada, otras).4. Lugares donde se ejecutan las tareas de avance y desarrollo de la mina.
- **Fulminante:** casquillo metálico cerrado en un extremo, el cual contiene una carga explosiva de gran sensibilidad, por ejemplo, fulminato de mercurio. Están hechos para detonar con las chispas del tren de fuego de la mecha de seguridad.
- **Ignición:** es el fenómeno de iniciación en forma de incandescencia de sustancias oxidantes y combustibles; por ejemplo, los explosivos.
- **Incidente:** es un acontecimiento no deseado que, bajo circunstancias ligeramente diferentes, podría haber resultado en lesión a las personas, daño a la propiedad o perdida en el proceso.
- **Malla de voladura:** plano que identifica la disposición de la perforación en una zona determinada de la mina. Este plano sirve para efectuar la perforación. Contiene la siguiente información básica: zona, número de perforaciones, profundidad y diámetro de perforación.
- **Métodos de explotación:** se definen como una forma geométrica usada para explotar un yacimiento determinado. Es el modo de dividir el cuerpo mineralizado en sectores aptos para el laboreo. Los métodos de explotación adoptados dependen de varios factores, principalmente, calidad, cantidad, tamaño, forma y profundidad del depósito; por, accesibilidad y capital disponible.
- **Mina:** 1. Excavación que tiene como propósito la explotación económica de un yacimiento mineral, a cielo abierto, en superficie o subterránea. 2. El Código de Minas define "mina" como el yacimiento, formación o criadero de minerales o de materias fósiles, útil y aprovechable económicamente, ya se encuentre en el suelo o el subsuelo.
- **Minería:** ciencia, técnicas y actividades que tienen que ver con el descubrimiento y la explotación de yacimientos minerales. Estrictamente hablando, el término se relaciona con los trabajos subterráneos encaminados al arranque y al tratamiento de una mena o la roca asociada.

- **Minería subterránea:** actividades y operaciones mineras desarrolladas bajo tierra o subterráneamente.
- **Medida de seguridad:** se entiende toda disposición, condición o procedimiento destinado a garantizar el cumplimiento de las normas de seguridad.
- **Polvorín (Magazín):** construcción utilizada para el almacenamiento permanente o transitorio de explosivos, que cumple con las normas técnicas y de seguridad emanadas del Departamento de Control y Comercio de Armas, Municiones y Explosivos DCCA del Comando General de las Fuerzas Militares o quien haga sus veces, en concordancia con los aspectos técnicos establecidos por la Industria Militar.
- **Prevención de riesgo:** medidas y acciones de intervención con el fin de evitar o mitigar los efectos negativos relacionados con la materialización del riesgo.
- **Seguridad:** fianza u obligación de indemnidad a favor de alguien.
- **Sensibilidad de un explosivo:** característica de un explosivo. Medida de la facilidad de iniciación de los explosivos, es decir, el mínimo de energía, presión o potencia que es necesaria para que ocurra la iniciación (explosión).
- **Simpatía de un explosivo:** es el fenómeno que se produce cuando un cartucho (donor) al detonar, induce en otro próximo (receptor) su explosión.
- **Voladura**: ignición de una carga masiva de explosivos, para arrancar, fractura o remover una cantidad de material según los parámetros de diseño de la voladura misma. Las voladuras pueden ser bajo tierra, a cielo abierto, sub acuática o voladura especial cuando requieren el diseño de esquemas técnicos especiales.

6. REFERENTES BILBIOGRÁFICOS

Decretos y leyes:

Decreto 1886 de 2015. Reglamento de Seguridad en las Labores Mineras Subterráneas.
Decreto 1496 de 2018. Por el cual se adopta el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad química.

Resoluciones:

Resolución 40599 del 27 de mayo de 2015. Adopta el glosario técnico minero. Agencia Nacional De Minería.

Guías y cartillas:

Guía de adquisición de explosivos y accesorios de voladura, Ministerio de la Protección Social.

Guía técnica de seguridad para el uso y manejo de explosivos en voladura bajo tierra y cielo abierto, ministerio del trabajo
Catalogo general de fabricación de explosivos y accesorios de voladura, Indumil Colombia.

Guía de operación para pequeña minería.

Referencias Web:

https://www.youtube.com/watch?v=JtjI4mo4Nk4

https://www.youtube.com/watch?v=UCfjd5My5DE&list=TLPQMjIwNzIwMjPhBfh_pbVlcg&index=2
https://www.youtube.com/watch?v=y8k7QAcPhho

7. CONTROL DEL DOCUMENTO

	Nombre	Cargo	Dependencia	Fecha
Autor (es)	**Luis Rafael Parody Pontón**	**Instructor**	**SENA / CTMAE**	**18 de Julio de 2023**

8. CONTROL DE CAMBIOS (diligenciar únicamente si realiza ajustes a la guía)

	Nombre	Cargo	Dependencia	Fecha	Razón del Cambio
Autor (es)					