

MODULOS DE CAPACITACIÓN TECNICO AMBIENTAL

Ing. Moner Wilson Uribarri Urbina

PROCESOS DE LA EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA

INDICE

1. Perforación
2. Voladura
3. Sostenimiento
4. Transporte
5. Ventilación
6. Medio Ambiente

Subproyecto: Mollehuaca: Modulos de Capacitacion
Contratante: Comité Ejecutor de Mollehuaca
Financiamiento: COSUDE, Proyecto GAMA

Mollehuaca, Ica, Lima, 2004

MODULO TECNICO AMBIENTAL

1. PERFORACION:

La perforación es la primera operación en la preparación de una voladura. Su propósito es abrir en la roca o mineral huecos cilíndricos llamados taladros, que están destinados a alojar o colocar explosivo y sus accesorios en su interior. Esta perforación se realiza empleando barrenos, que pueden ser accionados por la mano del hombre, cuando la perforación se realiza mediante pulso (comba y barreno), por una perforadora (martillo) que puede ser accionado por energía eléctrica (perforadoras Eléctricas) o por Aire Comprimido (Neumática) producido por equipos llamados Compresoras.

La perforación Neumática se realiza mediante el empleo de una perforadora convencional; usando como energía el aire comprimido, para realizar huecos de diámetro pequeño con los barrenos integrales que poseen una punta de bisel (cincel); que se encarga de triturar la roca al interior del taladro en cada golpe que la perforadora da al barreno y mediante el giro automático hace que la roca sea rota en un círculo que corresponde a su diámetro; produciéndose así un taladro, la expulsión del material roto del interior del taladro se hace mediante el barrido que lo da el aire comprimido y agua, para dejar libre del taladro, para esto se sopletea durante la perforación.

La perforación Eléctrica se realiza empleando energía eléctrica, que un generador lo provee y para ello se emplea una perforadora con un barreno helicoidal, que puede realizar taladros de hasta 90 cm de longitud, siendo el problema principal el sostenimiento de la perforadora para mantenerla fija en la posición de la perforación.

La perforación Manual se realiza mediante el empleo de un barreno usado (barreno chupado), con la finalidad de facilitar su extracción y rotación. El barreno es sostenido por el

ayudante, mientras que el otro golpea con una comba, luego se hace girar un cierto Angulo para proseguir con el proceso de perforación. Este proceso también lo realiza una sola persona, dentro de la minería artesanal.

1.1. TIPOS DE PERFORADORAS CONVENCIONALES NEUMATICAS:

a) **Jack Leg.-** Perforadora con barra de avance que puede ser usada para realizar taladros horizontales e inclinados, se usa mayormente para la construcción de galerías, subniveles, Rampas; utiliza una barra de avance para sostener la perforadora y proporcionar comodidad de manipulación al perforista.



b) **Jack Hammer.-** Perforadoras usadas para la construcción de piques, realizando la perforación vertical o inclinada hacia abajo; el avance se da mediante el peso propio de la perforadora.

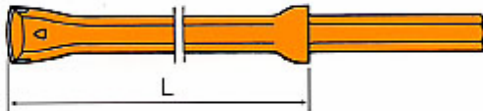


c) **Stoper.-** Perforadora que se emplea para la construcción de chimeneas y tajeado en labores de explotación (perforación vertical hacia arriba). Esta constituido por un equipo perforador adosado a la barra de avance que hace una unidad sólida y compacta.



1.2. ACCESORIOS PARA LA PERFORACION:

- a. Barreno (juego) 3 pies (patero), 5 pies (seguidor).



- b. Saca barrenos.- construido de un barreno roto, que encaja perfectamente en el hexagonal del barreno, para hacer la función de una llave, a fin de mover el barreno plantado.
- c. Cucharilla.- Sirve para limpiar del taladro las partículas de roca o mineral, que se encuentran dentro.
- d. Atacador de madera.- Sirve para cebar el taladro y aumentar la densidad del explosivo.
- e. Botella de aceite (para la lubricadora de la perforadora).
- f. Llave Stilson
- g. Tanque de agua o Botella de Perforación, sirve para realizar el barrido del taladro, así como el enfriamiento del barreno y evitar el polvo durante la perforación.
- h. Mangueras para agua y Aire (1/2" y 3/4")

1.3. OPERACIONES ANTES DE LA PERFORACIÓN:

Ventilación de la labor, para eliminar los gases de la voladura, desatado de rocas (desquinchar), limpieza del material disparado, sostenimiento si es necesario.

Revisión del frente, para ver si hay tiros fallados, cortados o quemados, en caso de su existencia, recargar el taladro y disparar, nunca perforar al lado del taladro o en el mismo taladro.

1.4. PROCEDIMIENTO PARA LA PERFORACION:

Para iniciar la perforación se debe verificar primero: la cantidad de aceite en la lubricadora, la cantidad de agua en la botella de agua, que la perforadora esté apagada; previamente se debe sopletear la manguera de aire, para evitar que entre partículas a la perforadora, empalmar las conexiones de agua y aire a la perforadora y a la botella de agua, tener las válvulas de la perforadora cerradas.

Contar con los barrenos, saca barrenos, cucharilla, llave, stilson y atacador a la mano.

El perforista como su ayudante utilizarán los equipos adecuados de protección: Guantes, Botas de jebe punta de acero, ropa de agua, protector, lentes de seguridad, lámpara y correa de seguridad.

1.5. TECNICA DE PERFORACION:

Posicionar la perforadora para iniciar la perforación.

El perforista para iniciar la perforación debe posicionarse a un lado de la perforadora, mientras que el ayudante de perforista debe estar pegado al frente agarrando el barreno para empatar en el punto indicado para la perforación.

El perforista una vez que el barreno empató (patero) debe abrir el agua, para evitar la producción del polvo. De cuando en cuando debe sopletear para eliminar el detritus del taladro.

La barra de avance, la perforadora, el barreno y el taladro deben estar

alineadas en todo momento para evitar desviaciones en la perforación

El juego de barrenos a usar debe ser (patero, Seguidor y pasador)

Cuando el barreno se planta no se debe usar la máquina perforadora para extraerlo, porque los accesorios de bronce del interior se malogran por el esfuerzo dando lugar al desgaste de las mismas, por lo que se debe usar el saca barrenos, girando y jalando cada vez.

1.6. TRAZOS DE PERFORACION:

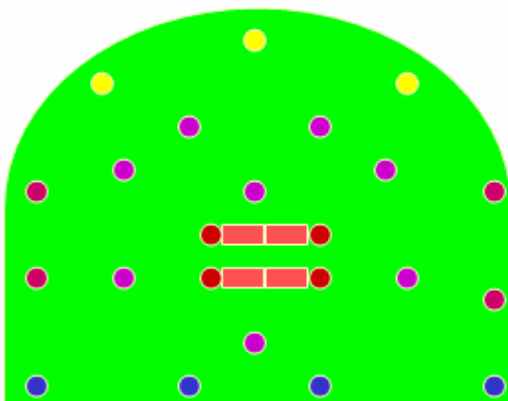
Es un conjunto de taladros que se perforan en un frente y que tienen una ubicación, dirección, inclinación y profundidad determinados. Lo cual presenta numerosas alternativas de acuerdo al tipo de roca, al equipo de perforación, al tamaño de la sección a disparar.

El trazo se hace con el objeto de:

- Distribuir los taladros
- Determinar el orden de la salida de los taladros
- Reducir los gastos de perforación y cantidad de explosivo.
- Obtener un buen avance.
- Mantener el tamaño o la sección de la labor uniforme.

1.7.1. PARTES DEL TRAZO:

El trazo de perforación está formado por los taladros del corte, ayudas, cuadradores, alzas, arrastres. Los que se distribuyen en el frente de voladura. De los cuales el más importante es el corte, que está formado por 2 o más taladros dependiendo del tipo de corte adoptado.



Arranque o Corte.- Son aquellos taladros que se ubican en la parte central de la sección, los cuales tienen la función de aperturar o agregar el número de caras libres del frente; siendo los taladros fundamentales para cada voladura, del éxito de la voladura de los taladros del corte depende el éxito de la voladura del frente; por lo tanto un buen corte dará lugar a un buen disparo. Se tienen los siguientes tipos de corte: Corte cuña (en "V"), corte quemado, Corte piramidal, Escalonado, etc.

Corte Cuña (corte en "V").- Está formado por 2 o más taladros que forman una "V", debe ser perforada en forma simétrica a ambos lados del eje del túnel, separados por una distancia considerable, tendiendo a encontrarse en la parte central, se usa principalmente en terreno semiduro a suave, siendo la ventaja de este corte que es de fácil perforación, el máximo de avance que se logra es el ancho de la galería.

El ángulo que forman los taladros con el frente varía de 60 a 70°, las ayudas, cuadradores, alzas y arrastres se perforan de acuerdo a la figura adjunta.

Corte Piramidal o Diamante.- Esta formado por 3 o 4 taladros que se perforan y tienden a encontrarse en el fondo. La voladura formará una abertura parecida a un cono o pirámide.

Corte quemado.- Este corte consiste en perforar 3 o más taladros que deben ser paralelos, lo más cerca posible el uno del otro y al centro del frente; se usa generalmente en terreno duro, dejando uno o algunos taladros vacíos con la finalidad de que se constituyan en cara libre, a fin de que la roca triturada se expanda hacia el espacio libre, logrando su expulsión, los taladros del corte deben ser los más profundos. Las causas frecuentes de falla son:

- Carga explosiva insuficiente o dinamita de baja potencia.

- Los taladros perforados muy lejos uno del otro o que no sean paralelos.
- Espacio vacío insuficiente, o sea, cuando no se dejan suficientes huecos sin cargar, a fin de que la roca quebrada pueda expandirse

- **Ayudas.-** Son aquellos taladros que sirven para ampliar la cara libre formada por el corte, por lo general son taladros paralelos.

Cuadradores.- Son aquellos taladros que permiten dar la forma lateral a la labor, son taladros que van ligeramente dirigidos hacia fuera de la sección, con la finalidad de mantener la sección del frente. Su número depende de la dureza de la roca y del tamaño de la sección.

Alzas.- Son aquellos taladros que van en la parte de la corona de la sección y también se perforan ligeramente dirigidos hacia el techo, para mantener la sección.

Arrastres.- Son aquellos taladros que van en el piso y tienen la finalidad de darle un acabado al piso de la labor, de acuerdo a la gradiente que se lleva, varían en número de acuerdo a la dureza de la roca y ancho de la labor.

Si perforamos un frente sin usar un trazo adecuado, tendríamos que hacer un mayor número de taladros que el necesario, con un gasto excesivo. Además, probablemente no conseguiríamos un avance satisfactorio, e inclusive podría soplar o fracasar el disparo.

Para pequeñas secciones que son lo que trabajan Uds., será necesario primero determinar los factores de los cuales depende la elección del trazo, siendo imposible establecer un solo tipo de trazo para las labores mineras, ya que las condiciones siempre tienen que variar, por lo que hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- Clase de terreno.
- Tamaño del frente y el número de caras libres.

- Explosivos, equipo de perforación, etc.
- Tipo de labor que se perfora.

1.7.2. Clase de terreno.- La dureza del terreno es un factor determinante, ya que en un terreno duro será necesario emplear el corte quemado y se perforarán gran cantidad de taladros; mientras que en un terreno suave solo se empleará el corte cuña o en "V" y la cantidad de taladros será menor. Así mismo la existencia de fracturas, fallas, etc., naturalmente un terreno uniforme es el ideal para la perforación.

1.7.3 Tamaño del frente y número de caras libres.- A mayor tamaño del frente será necesario hacer mayor cantidad de taladros y a la inversa, a menor tamaño menos cantidad de taladros. Sin embargo, a menor tamaño del frente se conseguirá menor avance, excepto con el uso de corte quemado. El mayor número de caras libres hace que el trazo sea más sencillo, siendo más difícil si es un frente con una sola cara libre.

1.7.4. Los explosivos y el equipo de perforación.- Si se usa explosivos de mayor potencia se reduce la cantidad de taladros, en el caso de que sea de baja potencia, será necesario el uso de más taladros. El equipo de perforación influye especialmente en la perforación de los cortes, siendo también fundamental la habilidad del perforista, que le permitirá efectuar cortes complicados.

1.7.5. Tipo de labor en la que se perfora.- Es el factor que más hay que tomar en cuenta principalmente para usar un trazo determinado.

1.7.6. PERFORACIÓN DEL TRAZO:

El procedimiento para la perforación de trazos es el siguiente:

- Marcado del centro del frente.
- Marcado del trazo.
- Determinación de la dirección del trazo.

- Determinación de la dirección de los taladros.
- Perforación del trazo.

Trazo de Galerías:

Son labores que ofrecen mayor dificultad para la voladura, pues con un solo disparo deberá obtenerse la apertura de la sección de manera uniforme, con un buen avance; la eficiencia del disparo dependerá de:

a) Orden de salida de los taladros.-

Se realiza teniendo en cuenta el número de caras libres y el tamaño de estas, en primer lugar se dispara el corte, por lo que se iniciará juntos los taladros del corte; enseguida se harán salir las ayudas, que actuarán sobre dos caras libres formadas por los taladros del corte; estas ayudas amplían las dimensiones de la cara libre, enseguida se disparan los cuadradores, las alzas y finalmente los arrastres.

b) Número de taladros que forman la sección y su ubicación.- El número de taladros son los siguientes:

- Las alzas serán en la mayoría de los casos 3 taladros.
- Los cuadradores serán por lo general 2 a cada lado.
- Los arrastres serán 3 o 4 dependiendo del terreno y de la sección.

En cuanto a la **ubicación** tenemos:

- a. De las 3 alzas, una estará más alta (la del centro) que las otras dos, con la finalidad de darle la forma de bóveda. El taladro del centro se perfora inclinado y subiendo y los otros dos se perforan subiendo y abriéndose.
- b. Los cuadradores se perforan horizontalmente a ambos lados del frente, abriéndose ligeramente.
- c. Los arrastres se perforan inclinados hacia abajo, los centrales se perforan siguiendo la dirección de la labor, mientras que los laterales se abren un poco a ambos lados. Teniendo ubicado los taladros mencionados se colocarán los taladros de corte y seguidamente las ayudas necesarias.

c) **El grado de fragmentación.-** El tamaño del material obtenido nos dará la pauta para determinar si hubo exceso en el número de taladros del trazo. Si el material está finamente fragmentado (molido), deberemos eliminar unos cuantos taladros y debemos hacerlo hasta que el grado de fragmentación sea el adecuado (la granulometría o tamaño del material debe ser de 4" como promedio, dependiendo del tratamiento del mineral, si entra en chancadoras o entra directamente al molino).

1.7.7. NUMERO DE TALADROS:

Para Terreno suave se puede usar 3 cortes en "V" horizontales, 3 alzas, 4 cuadradores y tres arrastres, con un total de 16 taladros, para una galería de 8'x7', si la galería es de 7'x6' se podrá usar solo dos cortes en "V" con lo que tendríamos 14 taladros.

Para **terreno duro** en una labor de 8'x7' se puede hacer 3 cortes en "V" con 5 ayudas, que con los otros taladros puede hacer un total de 21 a 23 taladros, para un frente menor se emplean 20 taladros.

Para terreno duro se usará el corte quemado, formado por taladros paralelos que van desde 3 taladros hasta 9 taladros, según la dureza de la roca y la sección del frente. Para una sección de 8'x7' el corte de 6 taladros en dos filas de 3 taladros cada fila; en las que 3 se cargan y 3 no, si es demasiado duro 4 se cargan y dos no, luego las 4 primeras ayudas y después otras seis ayudas, que con los demás taladros hará un total de 26 taladros. La distribución de las ayudas debe ser en forma uniforme, dejando espacios iguales para ser rotos por los taladros, pudiendo ser este espacio para los taladros superiores un poco mayor, ya que el peso del material ayuda al explosivo. El corte ocupa más bien una posición un poco más baja que él dentro del frente, precisamente por la razón anterior. Facilitándose así la perforación del corte quemado pues dicha altura es más conveniente para un perforista de talla mediana.

1.8. DIRECCION Y GRADIENTE DE LA LABOR:

Dirección.- La dirección se refiere al rumbo que debe tomar la labor, sea galería, subnivel, si es en veta generalmente sigue el rumbo de la veta.

En una cortada conociendo la dirección a seguir se procede de la siguiente manera: se ubica el punto inicial que se ubica en superficie, con este punto se ubica uno al interior de la labor, realizando una perforación en el techo se coloca un tarugo con su alcañata (clavo), se estaciona un teodolito en el primer punto y se visa el punto al interior de la labor, enseguida se marca otro punto para poner otro tarugo más adelante del anterior (a 3 mts. del anterior), una vez colocado en la dirección correcta, se coloca en cada punto una pita con un trozo de roca o mineral en el extremo, haciendo coincidir ambas pitas se ubica el centro de la labor (frente) determinando el eje, que nos dará la dirección a seguir.

Gradiente.- Es la inclinación que debe tener la labor en construcción; la cual debe ser positiva, por lo general cinco por mil o seis por mil (5 x 1000 ó 6 x 1000); lo cual quiere decir que para cada 100 metros de galería se debe levantar 50 ó 60 cm de altura, primero para facilitar la circulación de los carros mineros y segundo para facilitar el drenaje del agua.

Modalidades del control de gradiente:

a) Con tarugos en el techo de la labor.- Cuando se ha colocado los puntos de dirección cada 3 mts, se está dando la posibilidad de controlar la gradiente empleando estos mismos puntos. Para ello se hace necesario colgar en los tarugos unos medidores con una argolla en el extremo siendo el primero 1.8 cm más largo que el segundo y se ubica a 1 mt del piso; haciendo coincidir las dos argollas se ubica en el frente el punto en el centro, se mide 1 mt y se determina el piso de la labor.

b) Con tarugos en las paredes de la labor.- En la labor se coloca frente a frente dos tarugos con su respectivo clavo a una altura de 50 cm del piso, 3 mts, más adelante se colocan dos tarugos de igual forma, pero a 1.8 cm más alto que los anteriores. Se amarra pitas a los respectivos clavos de los primeros tarugos y luego de los siguientes, se hace coincidir ambas pitas y se marca la altura en el frente, bajándose 50 cm. Por debajo de la marca para ubicar el piso.

c) Con Regla de Gradiente.- Se utiliza una regla de madera de 1 m de largo, 6 cm de ancho, 8.6 cm de alto en un lado y 8 cm en el otro lado; se coloca sobre un riel de la línea de cauville, con el lado menor hacia delante, sobre la regla se pone un nivel de albañil. La gradiente se consigue subiendo y bajando el riel hasta que la burbuja del nivel entre en sus reparos, en este momento se asegura el riel a los durmientes.

MODULO TECNICO AMBIENTAL

2. VOLADURA

Es una operación que consiste en el carguío de los taladros y el encendido de los mismos, consiguiendo de esta manera la rotura de la roca o mineral de la labor a volar.

Para la voladura se requiere los siguientes materiales y accesorios:

- a) Explosivos
- b) Fulminantes
- c) Conectores
- d) Guía de seguridad
- e) Fósforos ó Chispa.
- f) Cuchilla
- g) Punzón para preparar el cebo
- h) Atacador
- i) Mecha rápida

2.1. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL DE DISPARO:

2.1.1. MECHA LENTA O GUIA

Tiene por objeto transmitir el fuego que le hemos aplicado con el encendedor o fósforo, hasta el fulminante, a fin de producir la explosión de este.

La guía consiste en un cordón continuo en cuyo centro se ubica la pólvora, protegido por varias capas de diferentes materiales, como papel impermeabilizante, hilo de algodón, brea, material plástico.

El objeto de varias capas de protección de la guía es:

- Asegurar la continuidad de la marcha del fuego, sin que se produzca cortes o demoras.
- Evitar que el fuego se comuniqué a otra guía cuando están pegadas.
- Evitar que escapen chispas por los costados de la mecha.

Velocidad de quemado.- La velocidad con que se transmite el fuego es de 451 a 52 segundos /pie.

Guía de Seguridad.- Consiste en un pedazo de la guía ordinaria, de 3 pies de longitud, que sirve para control o como reloj, para chequear el tiempo

que nos toma el encender o “Chispear” el disparo. Cuando el fuego que se ha prendido en la guía de seguridad consume los 3 pies y sopla por un extremo, debemos abandonar de **inmediato** la labor, así falten tiros que prender, pues quedarnos por más tiempo puede significar la muerte.

Almacenamiento:

- Mantener lejos del fuego, líquidos inflamables(petróleo, gasolina, acetona, etc.) y otros explosivos.
- Almacenar en polvorines adecuados, con ambiente fresco, seco y ventilado, estos lugares deben inspeccionarse periódicamente.
- Deben almacenarse solamente con accesorios compatibles(del mismo tipo).

Manipuleo:

- El manipuleo y uso debe estar a cargo de personal entrenado y autorizado.
- Para el uso de la guía los cortes que se hacen deben ser perpendiculares al eje.
- La longitud mínima debe ser de 2 pies (0.6 m.), con la finalidad de poseer el tiempo necesario para salir del frente de disparo.
- Si el chispeo es manual se debe contar con un chispeador de 1 pie de longitud como mínimo y una vez consumido salir del frente.
- SIEMPRE manipular la mecha con cuidado y sin dañar la cubierta .
- SIEMPRE encender la mecha con un encendedor adecuado. Si se usa fósforo, cortar el extremo de la guía en forma diagonal en el extremo de la guía e insertar la cabeza del fósforo dentro de la hendidura. Luego frotar la cabeza del fósforo con la superficie de encendido de la caja de fósforo.
- SIEMPRE se debe conocer el tiempo que tarda en arder la mecha y asegurarse de tener el tiempo suficiente para llegar a un lugar seguro después de encenderla. En disparos grandes calcular bien el tiempo total de encendido de las mechas, a fin de evitar tiros prematuros, mientras se está trabajando en el frente.

- NUNCA cortar la mecha sino inmediatamente antes de insertarla en el fulminante. Cortarla tres o cuatro centímetros de la punta para asegurar que el extremo esté seco. Insertar la guía hasta tocar suavemente la carga del fulminante y una vez colocada evitar torcerla.
- NUNCA encender la guía sin antes cubrir el explosivo lo suficiente para impedir que las chispas o cabezas de fósforo puedan hacer contacto con el explosivo que se encuentra fuera del taladro.
- NUNCA tener explosivo en la mano al encender la guía.
- SIEMPRE mantener una distancia segura y la protección necesaria cuando se efectúen los disparos como plastas, cachorros, etc. La proyección de fragmentos es el mayor riesgo de la voladura en superficie.
- SIEMPRE asegurarse que los empates de las cápsulas conectoras (conectores) con la guía de seguridad y con la mecha rápida (cordón de ignición) estén bien hechos, cuando este método de encendido se emplee, para evitar fallas en el encendido.
- NUNCA prender ni golpear la mecha rápida (cordón de ignición), el cordón detonante y menos fulminantes.

2.1.2. CORDÓN DE IGNICIÓN:

Es un accesorio de voladura denominado también mecha rápida, que está formado por una masa pirotécnica y dos alambres centrales, una de cobre y otro de hierro; este conjunto se encuentra cubierto por material plástico, con la finalidad de impermeabilizarlo y protegerlo en los trabajos rudos, garantizando su eficiencia en las voladuras.

Este accesorio se usa junto con los conectores y tiene por objeto eliminar el chispeo individual del frente y evitar la exposición del operador a los humos, evitando también la posibilidad de iniciación prematura, permitiendo al operador poseer el tiempo necesario para retirarse a un lugar seguro.

Componentes:

- Alambre de cobre.

- Alambre de hierro.
- Masa pirotécnica especial.
- Cobertura de plástico.

Almacenamiento:

- Almacenar en polvorines adecuados, con ambiente fresco, seco y ventilado, estos lugares deben inspeccionarse periódicamente.
- Deben almacenarse solamente con accesorios compatibles (del mismo tipo).
- Mantener el accesorio lejos del fuego, líquidos inflamables y explosivos

2.1.3. CORDÓN DETONANTE:

Son accesorios no eléctricos de voladura, con propiedades importantes, como la alta velocidad de detonación, facilidad para el manipuleo y gran seguridad.

Está constituido por un núcleo de pentrita (PETN) de alto poder explosivo, que está cubierto por papel y tejido con hilos de algodón y fibras sintéticas. La cobertura exterior es de plástico en unos tipos y en otros tiene, además, un tejido de hilos de algodón y baño de Elax lo que le proporciona mayor resistencia a la abrasión, tracción e impermeabilidad. Se usa por lo general para minería superficial y ocasionalmente en minería subterránea.

Componentes:

- Explosivo brizante (PETN)
- Papel
- Fibras sintéticas
- Plástico
- Revestimiento externo: P.V.C., LEVAS

Almacenamiento:

- Almacenar en polvorines adecuados, cerrados, secos, ventilados, resistentes al fuego y a la penetración de balas. Estos almacenes deben inspeccionarse regularmente.
- Estos accesorios deben mantenerse lejos del fuego, líquidos inflamables y de los detonadores cuando todavía no son usados.

Manipuleo:

- El cordón detonante no se debe usar como correa de seguridad.
- Se debe iniciar con fulminante eléctrico.
- No se debe golpear, porque puede explosionar.

**2.1.4. FULMINANTE SIMPLE:
DETONADOR COMUN**

Es una cápsula cilíndrica de aluminio cerrada en un extremo, en cuyo interior lleva una cantidad de explosivo muy sensible a la chispa de la guía y otro de alto poder que puede iniciar a la dinamita. Se utiliza junto con la mecha, para poder iniciar la voladura, al explosionar el fulminante el golpe de la explosión hace que la dinamita con que se cargó el taladro explote.

El fulminante simple se fabrica en dos tipos: el N° 6 y el N° 8, poseen las mismas dimensiones: 45 mm (4.5 cm.) de largo y 6.2 mm (0.62 cm) de diámetro, la diferencia está en que el fulminante N° 6 tiene 600 mg de carga explosiva, mientras que el N° 8 tiene 700 mg de explosivo.

Componentes:

- Casquillo de aluminio
- Azida de plomo
- Explosivo brizante PETN, RDX.

Almacenamiento:

- Mantener lejos del fuego, líquidos inflamables y otros explosivos.
- Almacenar en polvorines cerrados, secos, ventilados, de construcción resistente a las balas y al fuego; Estos lugares deberán inspeccionarse regularmente. Además, debe almacenarse con accesorios compatibles (del mismo tipo).

Manipuleo:

- NUNCA fijar el fulminante en la guía sin usar alicate especial o máquina encapsuladora. Cerciorarse que el fulminante quede fijado a la guía, para evitar que se desprenda o se humedezca.

- NUNCA forzar un fulminante común o eléctrico para introducirlo dentro de un cartucho, SIEMPRE insertar el fulminante dentro de un hoyo hecho en el cartucho con un punzón adecuado, de madera, cobre, bronce o alguna aleación de metales que no produzca chispas

2.1.5. CONECTORES:

Llamados cápsulas encendedoras, es un complemento del cordón de ignición (mecha rápida), de la cual recibe el calor necesario para encenderse y activar la mecha de seguridad. Es una cápsula de aluminio parecida al fulminante en cuya parte inferior tiene un corte de 2.38 mm de ancho y es paralelo a la base, el cordón de ignición se coloca en esta ranura y se presiona la base para asegurar un contacto positivo. Su longitud es de 35 mm y su diámetro 6.2 mm.

Componentes:

- Casquillo de aluminio.
- Masa pirotécnica especial.

Almacenamiento:

- Almacenar en polvorines cerrados, secos, ventilados, de construcción resistente a las balas y al fuego; estos lugares deberán inspeccionarse regularmente. Además, debe almacenarse con accesorios compatibles (del mismo tipo).
- Mantener lejos del fuego, líquidos inflamables y otros explosivos.

Manipuleo:

- NUNCA fijar el conector en la guía sin usar alicate especial o máquina encapsuladora. Cerciorarse que el conector quede fijado a la guía, para evitar que se desprenda o se humedezca.
- Evitar golpearlos y usarlo de acuerdo a lo especificado por el fabricante.

2.1.5. DINAMITA:

Es un explosivo muy usado en minería subterránea y obras civiles, posee alto empuje y buen poder

rompedor, limitada resistencia al agua. Se utiliza generalmente para realizar voladura en rocas de dureza blanda a dura, en todo los tipos de trabajos de minería superficial y subterránea, como de obras civiles. Viene en diferentes dimensiones de acuerdo al tipo de trabajo a realizar, la presentación más común es: de 7/8"x7", habiendo de 1"x7", y de 1 1/8"x7", sus potencias varían de 45% a 65%, 75%, 80%, dependiendo del tipo de trabajo, la más comúnmente utilizada es la dinamita pulverulenta de 65%. En trabajos con presencia de agua se utilizan las semigelatinas, para rocas de dureza media a alta, así como iniciadores de columnas explosivas de ANFO, en taladros de pequeño diámetro a intermedios.

Componentes:

- Papel parafinado.
- Masa explosiva.

Almacenamiento:

- Almacenar en polvorines previamente autorizados por las autoridades competentes. Estos polvorines deben ser cerrados, secos y bien ventilados, resistentes al fuego y al impacto de balas de fusil. Estos lugares deben inspeccionarse regularmente.
- Almacenar con productos compatibles, no debe almacenarse con iniciadores (ningún tipo de fulminante).
- No se debe tener un gran stock del producto en los polvorines intermedios, para evitar su maltrato.

Manipuleo:

- El manipuleo y uso de estos productos debe estar a cargo de personal entrenado y autorizado en el manejo de explosivos.
- SIEMPRE se debe tener en cuenta que bajo ciertas condiciones las dinamitas son sensibles al golpe.
- Mantener lejos del fuego, gasolina, petróleo y líquidos inflamables.
- Cumplir con el reglamento vigente para su manipuleo, transporte y uso.
- Usar el producto que primero ha llegado a los almacenes, tratando en lo

posible de no mezclar diferentes lotes de compra.

- SIEMPRE hacer los cebos de acuerdo con los métodos aprobados y recomendados por los fabricantes y estar completamente seguros de que el fulminante esté completamente encerrado en el cartucho.
- SIEMPRE asegurar que durante el carguío no exista tensión en los alambres o la mecha en el punto de unión entre la mecha o alambres y la cápsula.
- NUNCA forzar un fulminante común o eléctrico para introducirlo dentro de un cartucho. Siempre insertar el fulminante dentro del hoyo hecho en el cartucho con un punzón adecuado para este propósito, que podrá ser de madera, cobre, bronce o alguna aleación de metales que no produzcan chispas.
- NUNCA preparar cebos en el interior de un polvorín o cerca de explosivos, ni preparar una cantidad mayor de cebos de la que se va a utilizar de inmediato.
- NUNCA maltratar o golpear los cebos preparados, ni transportarlos al frente de disparo sobre locomotoras o vehículos de trabajo.

La acción de la explosión de la dinamita produce dos efectos:

- A) Efecto rompedor, que rompe o fragmenta el terreno.
- B) Efecto impulsor, que empuja o proyecta los fragmentos del terreno ya roto.
- C) Además de los efectos anteriores se produce gran cantidad de gases y gran aumento de temperatura.

En términos generales las dinamitas de gran potencia (alto porcentaje) tienen un gran efecto rompedor; las de baja potencia (bajo porcentaje) tienen menor efecto rompedor, pero gran efecto impulsor.

El cartucho CEBO es un cartucho de dinamita en cuyo interior se ha colocado convenientemente el fulminante de una guía cebada; el objetivo del cebo es multiplicar el efecto detonante del fulminante, con el fin de

hacer explotar fácilmente el resto de la carga explosiva.

2.1.6. ANFO:

Es un explosivo inerte, que se puede preparar utilizando nitrato de amonio y petróleo diesel N° 2. Una mezcla de nitrato de amonio con petróleo nos da como resultado el ANFO, que se usa en minería superficial y se puede utilizar en minería subterránea sin problemas, si las labores son bien ventiladas.

Componentes:

- Nitrato de Amonio.
- Petróleo Diesel N° 2.

Preparación:

- La preparación se realiza en proporciones de 94% de nitrato de amonio y 6% de petróleo diesel; Esta mezcla tiene que ser homogénea, a fin de que el explosivo preparado tenga la eficiencia necesaria; así mismo se debe de usar sin guardar mucho tiempo, porque absorbe agua o se humedece y su eficiencia como explosivo se puede anular.
- Para cargar los taladros con comodidad se puede preparar cartuchos de ANFO empleando periódico, si es que no se dispone de cargadores neumáticos (de aire).

Almacenaje:

- Almacenar en polvorines previamente autorizados por las autoridades competentes. Estos polvorines deben ser cerrados, secos y bien ventilados, resistentes al fuego y al impacto de balas de fusil. Estos lugares deben inspeccionarse regularmente.
- Almacenar con productos compatibles, no debe almacenarse con iniciadores (ningún tipo de fulminante).
- El almacenaje se debe realizar en recipientes adecuados, a fin de que el ANFO preparado no se humedezca.

2.2 PREPARACIÓN:

2.2.1. Preparación del explosivo:

2.2.1.1. Encapsulado de las mechas:

- Cortar a escuadra el extremo de la mecha que se va a insertar en el fulminante.
- Si la mecha ha estado expuesta a la humedad, eliminar la parte húmeda.
- Antes de insertar la mecha en el fulminante, limpiar el aserrín que a veces viene en el interior; no tratar jamás de limpiar el interior del fulminante con algún objeto como clavos, etc.
- Al insertar la mecha dentro del fulminante hacerlo con sumo cuidado, suavemente, asegurándose que el extremo de la mecha llegue al fondo del fulminante.
- Para la práctica corriente de voladura, se usa el alicate de mecha para hacer la unión del fulminante, teniendo cuidado de apretar el alicate a $\frac{1}{4}$ " aproximadamente del extremo abierto del fulminante y no más abajo.
- Cuando se va a usar la guía para disparos en la humedad, hacer la unión del fulminante a la guía herméticamente, con la máquina encapsuladora de mechas.

2.2.1.2. Preparación del cartucho cebo:

El método más seguro es el de insertar la guía cebada por un extremo y por el centro del cartucho de la siguiente forma:

- Con la palma de ambas manos frotar vigorosamente el cartucho de dinamita.
- Desarrugar el papel de un extremo del cartucho.
- Hacer un hueco con el punzón de madera por el centro y a lo largo del cartucho.
- Insertar en este hueco la guía cebada.
- Rodear la guía con el papel del cartucho apretando con los dedos.
- Cuando se va a usar el cebo en lugares muy húmedos, se puede cubrir el empalme con jabón o grasa gruesa para impermeabilizarla.

2.2.1.3. Preparación de la Dinamita:

La dinamita tal como viene en los cartuchos, es bastante compacta y si se le coloca en el taladro en esta forma, aún que se le haya atacado no llegará a llenar todo el taladro, dejando espacios vacíos, lo que le restará eficacia a la fuerza de la explosión. Para evitar este inconveniente, es necesario tajar todo los cartuchos con una cuchilla a lo largo, ya sea en uno o dos lados, esto facilitará, además, el atacado, siendo necesario menos esfuerzo para esta operación. Otra forma es Cortar en espiral y atacar girando el atacador.

2.2.1.4. Preparación del ANFO:

- La preparación se realiza en proporciones de 94% de nitrato de amonio y 6% de petróleo diesel; esta mezcla tiene que ser homogénea, a fin de que el explosivo preparado tenga la eficiencia necesaria. Así mismo, se debe de usar sin guardar mucho tiempo, porque absorbe agua o se humedece y su eficiencia como explosivo se puede anular.
- Para cargar los taladros con comodidad se puede preparar cartuchos de ANFO empleando periódico, si es que no se dispone de cargadores neumáticos (de aire).

2.3. USO DE LOS EXPLOSIVOS:

2.3.1. Cargado de taladros:

- Colocar primero un cartucho en el fondo del taladro antes de colocar el cartucho de cebo, para evitar que el fulminante pueda detonar durante el atacado o que la guía se malogre al raspar contra el fondo del taladro, atacar bien.
- Colocar luego el cartucho “cebo” doblando suavemente la guía de modo que el extremo libre del fulminante apunte hacia fuera; o sea, hacia la mayor concentración de carga de explosivos. Si hubiera demasiada humedad, no se doblará la guía y el fulminante apuntará hacia dentro del taladro. No se atacará el cebo por ningún motivo.

- Se introduce luego los demás cartuchos, atacando bien pero sin exagerar la fuerza. Si se ha de usar tacos hay que atacarlos también.

- Las razones por las cuales se coloca al fondo del taladro y con el fulminante mirando hacia fuera son las siguientes:

a) Para que no quede demasiada longitud de guía fuera del taladro, de modo que pueda ser cortada al momento de explotar los taladros vecinos.

b) Para evitar que el cebo pudiera ser arrojado fuera del taladro por la acción de la explosión de los otros huecos.

c) Con la punta del fulminante mirando hacia fuera, se asegura una mejor detonación de la carga explosiva del taladro, pues la acción detonante del fulminante es mayor en la dirección de su extremo libre.

2.3.2. Encendido de Guías:

- Hacer un corte cerca del extremo de la guía, de modo que quede al descubierto la pólvora. Si la guía es demasiado larga, enrollar el extremo antes de hacer el corte.

- Prender el encendedor de seguridad.

- Prender la guía de seguridad de 3 pies de longitud.

- Iniciar el encendido de las guías, si son dos personas las que hacen esta operación, debe empezar al mismo tiempo.

- Durante el encendido controlar constantemente la guía de seguridad; Si esta se termina de quemar, **salir inmediatamente**, aunque todavía no se hayan terminado de encender todas las guías.

2.3.3. Uso del Cordón de Disparo y Conectores:

Cuando se va a encender o “chispear” cierto número de tiros; Es necesario disponer del tiempo suficiente, como para hacer esta operación correctamente, de modo que todas las guías queden encendidas, y, además, se debe disponer del tiempo necesario para retirarse de la labor; debiendo transcurrir un lapso de tiempo antes de que empiecen a explotar los

primeros taladros. La mayor o menor velocidad con que se realiza esta operación depende de la habilidad que tenga el disparador y también de algunas circunstancias como la presencia de agua, ventilación, etc. A fin de eliminarse la posibilidad de un accidente por cualquier causa que demore el encendido, se ha establecido que solo se chispearán por el método ordinario hasta 15 guías, siendo obligatorio el uso de cordón de disparo con conectores, para más de 15 tiros.

2.4. FALLAS EN LA EXPLOSION – CAUSAS – MODO DE PROCEDER:

Las fallas que se producen en la explosión de los taladros originan una pérdida de dinero y tiempo, aumentan el riesgo de accidentes; por estos motivos es necesario evitarlos en lo posible.

2.4.1. Tiros Soplados:

Son aquellos que aún cuando han explotado, no han producido los efectos de la voladura deseados. Produciéndose en el mejor de los casos un “bombeo” del taladro. Causas:

- Algún taladro que debió explotar antes, no lo hizo.
- Trazo inapropiado; mucha distancia entre taladros.
- Carga explosiva del taladro inapropiada.
- Uso inapropiado de los separadores.(fig. N°).
- Comunicación de dos taladros por la explosión de uno de ellos.
- Presencia de fracturas.

2.4.2. Tiros Cortados:

Son aquellos en los que la carga explosiva del taladro no ha llegado a explotar, no obstante que la guía ha llegado a consumirse e inclusive que haya explotado el fulminante. Las causas son las siguientes:

- Mal cargado del taladro, colocándose el cebo muy cerca de la boca del hueco, de modo que es expulsado con la explosión de los taladros vecinos.

- Uso de dinamita no resistente al agua, donde hay mucha humedad; igualmente, si no se usa guía de agua.
- Excesiva humedad que pueda penetrar en la unión del fulminante con guía.
- Uso de explosivos en mal estado, como la dinamita descompuesta, o en general explosivos guardados durante mucho tiempo.
- Cartucho Cebo mal preparado.
- Al cortarse la guía por doblarla excesivamente, o raspase al introducir el cebo, o doblar entre dos tacos por atacar demasiado.
- Cebo mal preparado, por no introducir bien en el cartucho, por no impermeabilizar con grasa la unión del fulminante a la guía, por usar cartucho de dinamita húmedo.
- Guía mal cebada, por no cortarse en escuadra, por no introducir hasta el fondo del fulminante, fulminante con aserrín dentro, fulminante mal apretado a la guía, de modo que esta se salga.

2.4.2.1. Modo de actuar ante tiros cortados:

Es obligación del perforista verificar la existencia de tiros cortados o no, en caso de haber, disparar los tiros cortados y no investigar la causa de la falla. Para disparar los tiros cortados hacer lo siguiente:

- Preparar un cartucho cebo nuevo.
- Colocarlo en contacto con la carga, con el extremo libre del fulminante apuntando hacia dentro.
- Efectuar el disparo con la precaución acostumbrada.
- Si el taladro tuviera dinamita hasta la boca, hacer un hueco con un punzón de madera y colocar una guía cebada.
- Si se ha utilizado taco de arcilla, con la ayuda de una manguera de agua y con mayor presión posible, tratar de sacar el taco o por lo menos una parte del, preparar un cebo, colocar dentro del taladro y dispararlo.

2.4.3. Tiros prematuros, Retardados, Quemados:

Se llama tiros prematuros a aquellos taladros donde la explosión ocurre mucho antes del indicado por la

longitud de la guía. Se pueden producir al arder la dinamita por las chispas que salen de una guía deteriorada o por la explosión del cebo al rozar el fulminante mal colocado contra las paredes del taladro; en este caso el tiro prematuro dará lugar a un accidente fatal.

Tiros retardados, son aquellos en que la explosión ocurre mucho después de lo indicado por la longitud de la guía. Se producen por quemarse la dinamita y los gases de la combustión se acumulan dentro del taladro, por el taco de arcilla que no los deja escapar. También puede ser que el fulminante llegue a estallar al último, cuando el calor de la combustión de la dinamita lo alcanza.

Tiros Quemados, son aquellos en que la dinamita ha ardido pudiendo explotar los restos o la parte que no ha ardido. La causa del incendio de la dinamita puede ser por el chisporroteo de la guía que se ha doblado, o también, por haberse salido la guía cebada del cartucho cebo y hacer explosión sin producir la detonación del resto de la dinamita, pero sí el incendio.

2.5. CANTIDAD DE EXPLOSIVO A USARSE:

La cantidad de explosivo a usarse en un disparo depende de varios factores:

- Las características del terreno; si es duro será necesario usar más explosivo que si fuera blando.
- El número de taladros y el largo de los mismos; a mayor profundidad de los taladros, hay que aumentar la cantidad de explosivos.
- El tipo de trazo empleado; en el corte quemado la cantidad de explosivos es mayor que en otros cortes.
- Potencia del explosivo usado; con explosivos de baja potencia, hay que usar mayor cantidad de ellos y al revés. Por lo general en un trazo cualquiera, la regla para distribuir la cantidad de explosivo es la siguiente:
 - El corte lleva más explosivos.
 - Luego las cuñas.
 - Luego las ayudas laterales.

- Después la ayuda superior e inferior.
- Los arrastres.
- Las alzas son las que menos explosivos necesitan.

La cantidad de carga explosiva es de $\frac{3}{4}$ de la longitud del taladro.

2.6. CUIDADOS EN EL USO Y MANIPULEO DE EXPLOSIVOS:

- Esta prohibido abrir cajas de explosivos usando herramientas metálicas, solo usar cuñas de madera.
- La utilización y entrega de los explosivos estarán a cargo de personas especializadas responsables.
- Los cebos se prepararán cuidando que el detonador (fulminante) sea de la fuerza y seguridad adecuada para el explosivo y debe coincidir con el eje del cartucho.
- Los cebos no deben prepararse en los polvorines.
- El encapsulado se debe realizar con tenazas de cobre o aparatos especiales usados para este objeto.
- El atacado de los taladros se deberá hacer solo con atacadores de madera.
- En lo posible no atacar el cebo solo.
- El encendido de los taladros debe realizarse a horas establecidas y el encargado deberá estar acompañado de un ayudante.
- Cuando falla uno o más tiros, se debe impedir el ingreso de toda persona hasta transcurrido por lo menos 30 minutos.
- Está prohibido extraer las cargas de los tiros fallados
- Se prohíbe hacer taladros cerca de un tiro fallado, ni se debe utilizar los tacos de los taladros anteriormente disparados si estos tienen mas de 10 cm.
- En ningún caso se empleará guías de menos de un metro de longitud.
- Si existe abundante agua en los taladros se debe emplear guía impermeable o disparo eléctrico.

2.7. REGLAMENTOS DE SEGURIDAD:

2.7.1. Reglamento de seguridad para disparadores:

- Las ordenes por explosivos deben ser dadas únicamente por los supervisores.
- Solamente persona autorizadas por un supervisor puede llevar explosivos.
- La dinamita se debe transportar en una bolsa y la guía con los fulminantes en otra bolsa separada.
- Se prohíbe llevar otros materiales en las bolsas con explosivos.
- No fume ni permita que fumen cerca de los explosivos.
- Lleve siempre una guía de seguridad de 3 pies y un punzón de madera o de cobre.
- Cuando necesite usar la jaula nunca viaje junto con los explosivos.
- Si se tienen que usar locomotoras para el transporte, los explosivos deben viajar sobre una plataforma de madera provista de barandas para evitar la caída de las bolsas.
- Para llegar a los tajeos o chimeneas, use las escaleras y nunca suba los explosivos con el winche.
- En el lugar de trabajo, ponga las bolsas bajo un techo seguro y separadas entre sí por una distancia de 10 pies.

2.7.2. Para preparar cartuchos:

- Los cebos deben prepararse obligatoriamente solo después de terminada la perforación.
- Use siempre guía de 7' de largo por lo menos en los stopes y de 10' en los desarrollos.
- Coloque siempre el fulminante a lo largo del cartucho.
- Para colocar el fulminante, haga un hueco en el cartucho, siempre con un punzón de madera o de cobre y nunca con un clavo.
- No use guías que estén defectuosas.
- Nunca meta a la fuerza el fulminante dentro del cartucho.
- Si es necesario cortar los cartuchos a lo largo, use un cuchillo bien afilado.

- Nunca separe más cartuchos de los necesarios para cargar todo los taladros.

2.7.3. Para cargar los taladros:

- Colocar sus herramientas en un lugar protegido y alejado del disparo.
- Pruebe el terreno y desate si es necesario, antes de comenzar a cargar.
- Limpie bien los taladros, metiendo luego el atacador de madera para constatar que no hay trozos sueltos de mineral o roca que dificulte la carga.
- Párese siempre sobre un piso plano, limpio y firme. Si fuera necesario instale una plataforma firme pero fácil de sacar, como dos escaleras y una tabla.
- Use siempre atacador de madera y nunca varillas metálicas para meter los cartuchos en el taladro.
- Ponga primero un cartucho sin fulminante al fondo del taladro y luego continúe la carga.
- Al terminar de cargar, enrosque la guía, antes de seguir con la carga del siguiente taladro.
- Devuelva los explosivos sobrantes a la bodega.

2.7.4. Para encender Tiros:

- Respete siempre los horarios de disparo establecidos.
- Si el ayudante es nuevo, el supervisor debe estar siempre presente.
- Una sola persona no debe encender más de 15 guías.
- Para encender más de 15 guías use conectores.
- Corte oblicuamente un pedazo de 2" a los extremos de cada guía.
- Use siempre encendedores de alambre.
- Si se usa guía de 3 pies como chispeador, córtelo oblicuamente en un extremo y haga cortes oblicuos hasta tocar la pólvora, a una distancia de una pulgada uno de otro.
- Cortar guía de 3 pies para usarla como guía de seguridad.
- No utilizar nunca como chispeador la guía de seguridad.
- Luego de encender el chispeador encienda primero la guía de seguridad

de 3 pies y luego comience a encender las guías de los taladros.

- Comience el encendido por la guía de tiro que debe reventar primero.
- Mientras se chispea, una persona debe vigilar constantemente la quema de la guía de seguridad.
- Si la guía de seguridad termina de quemarse antes de haber concluido con el encendido de tiros, todo el personal debe abandonar el lugar inmediatamente, dejando las otras guías tal como estén.
- Después de terminar de chispear y al retirarse del lugar, abra siempre la válvula del aire.

2.7.5. Para reventar tiros fallados:

- Antes de comenzar una nueva perforación, busque siempre los tiros fallados del disparo anterior, lavando las caras del frente.
- Nunca trate de encender nuevamente la guía de un tiro fallado.
- Jamás trate de sacar los cartuchos de un taladro con cuchara.
- Si hay campo suficiente en el taladro, coloque un cartucho cebado con su guía de 7', si no hay campo, trate de sacar los cartuchos con agua a presión. Si, aún así, no fuera posible, de parte al supervisor.
- Nunca trate de aprovechar los tacos del disparo anterior para hacer un nuevo taladro.

2.7.6. Para poner plastas:

- No debe usarse una guía de menos de 6' en el cartucho; solo en caso de utilizar cordón de disparo con conector, se podrá usar guía de 3'.
- Nunca se meta por debajo de una chimenea atorada para colocar plastas. Use varillas de madera para llegar al mineral, utilizando cordón de disparo.
- Si la chimenea atorada tiene un camino al costado, ponga la plasta a través del entablado de separación entre ambos.
- Debe avisarse siempre al personal del tajeo, antes de disparar las plastas en los echaderos.
- Si las plastas se revientan en un tajeo, todo el personal debe abandonar el lugar antes del disparo.

- La corriente de la línea de trolley debe cortarse, si se sospecha que la caída del mineral por el buzón pueda romperla.

2.7.7. Para vigilar el lugar del disparo:

- Debe haber un hombre en todo sitio de entrada y alejado del lugar de disparo, para evitar que se metan intrusos.
- Si falta gente para vigilantes, pida ayuda al supervisor o a los de la labor vecina.
- Si alguien se acercara al lugar de entrada, el vigilante debe gritar "Tiro Tiro" varias veces, para alejar a los extraños.
- Los vigilantes deben contar los tiros a medida que revientan y no abandonar su puesto hasta que termine el disparo.
- No se debe reingresar en una labor disparada hasta 30 minutos después del último tiro, salvo para rescatar a un accidentado, usando el respirador apropiado.
- Nunca confíe la vigilancia a simples avisos colocados en los lugares de acceso.
- Informe al supervisor en caso de que hayan fallado algunos tiros.

2.7.8. Reglas de seguridad para el uso del ANFO:

- Preparación del ANFO.- La mezcla de ANFO debe ser preparada por personal autorizado, que conozca bien el trabajo y sepa los peligros a que se expone al personal de la mina si no usa los porcentajes indicados de nitrato de amonio y de petróleo.
- Siempre tratar al ANFO con el mismo o mayor cuidado que la dinamita.
- La bodega de petróleo debe estar siempre separada de la de nitrato de amonio, por el peligro de explosión si se produjera un incendio.
- Transportar el ANFO a las labores en plataformas de madera o dentro de cajones de madera cerrados. Proteger las bolsas con costales de yute o de lona.
- No transportar nunca las bolsas de ANFO sobre la locomotora.

- No dejar sobras de ANFO, ni bolsas vacías en las labores. El ANFO debe ser devuelto a la bodega y las bolsas sacadas a la superficie para ser enterradas o quemadas.
- Debe soplarse bien la máquina o cargador al terminar de usarlo. Antes de volver a usarlo debe probarse si está bien.
- El cargador debe tener siempre su línea de tierra, para descargar su electricidad estática.
- Los cebos deben prepararse y colocarse en los taladros con los mismos cuidados que cuando se carga solo con dinamita.
- Antes de cargarse los taladros estos deben estar bien soplados.
- No disparar con ANFO sin usar el atomizador de agua, y siempre teniendo en cuenta la dirección de la ventilación.
- Los tiros cortados o fallados, si los taladros no han estado húmedos pueden recargarse con un nuevo cebo, cerca del cuello del taladro. Si esto falla tiene que lavarse con agua a presión, para quitar el explosivo y luego cargar de nuevo.
- No entrar a la zona de disparo hasta que haya transcurrido 30 minutos, siempre que se tenga buena ventilación y se haya dejado abierta la válvula de aire comprimido para diluir los gases. Si por olvido se quedó cerrada o nota la presencia de vapores marrón anaranjado, NO ENTRE a la labor, DE AVISO a su jefe inmediatamente.
- Cumplir con las reglas que se tiene para el disparo con dinamita, para transporte, preparación de cartucho cebo, carga de taladros, encendido de tiros, reventar tiros fallados y vigilar el lugar de disparo.

MODULO TECNICO AMBIENTAL

3. SOSTENIMIENTO

Es el proceso que consiste en contener el desprendimiento de trozos de roca que pueden dañar al personal; esto permite estabilizar el techo y paredes de las labores mineras, para sostener una labor minera, se utilizan cuadros, los cuales deberán ser contruidos de madera redonda, a fin de que la labor no se derrumbe.

Clases de Terrenos:

Duros: No requieren de sostenimiento, por ello las labores mineras poseen un arco en el techo, para facilitar el sostenimiento de la labor.

Fracturado: Requiere de moderado sostenimiento, mediante cuadros.

Alterado: Requiere de sostenimiento intenso, para ser estabilizado, mediante cuadros de madera y enrejado, mallas metálicas y pernos de roca.

Materiales empleados:

Madera: Redondos, tablas, tacos y cuñas de eucalipto. En piques se requiere de madera especial para su recubrimiento e instalación de jaulas o skips.

Piedras: para construir muros secos
Pernos de anclaje, que pueden ser Helicoidales, Swellex u otro.

Concreto Armado: Cemento con fierro de construcción.

Sostenimiento en labores Horizontales:

Sostenimiento natural, cuando la roca es dura, se le da al techo un arco que permite su autosostenimiento, para ello se debe perforar las alzas (taladros de la corona) correctamente.

Sostenimiento con cuadros de madera, Cuando el terreno es suave, la parte inferior tiende a juntarse y para evitarlo, se coloca una longarina en el piso, allí se coloca los postes.

Sostenimiento de Tajeos

En Vetas: El autosostenimiento de produce Dejando puentes, en los caminos y hechaderos sin interrumpir el

acceso, así mismo deben dejarse pilares en él tajeo.

En Mantos y Cuerpos, Se deja pilares a intervalos (distancias) apropiadas, con la finalidad de impedir que se caigan planchones de la caja techo, produciéndose accidentes. A este método se llama cámaras y pilares.

Puntales de Madera siempre se deben colocar en forma perpendicular a las cajas, haciéndole una patilla.

Puntal en Línea, Se colocan en los hechaderos de mineral, en las chimeneas que se construyen, así como en los buzones.

Puntal de seguridad Sirven para sostener las cajas inestables. En la caja techo llevan una plantilla de madera para dar una mayor consistencia.

Muros Secos o Pircas.- Se utilizan principalmente para sostener rellenos, intercalándolos con puntales en línea, la roca usada es roca de caja o desmonte.

Derrumbes En caso de derrumbes o hundimientos en los tajeos o rellenos, lo primero que se tiene que ver es la seguridad del personal, antes de los requerimientos de producción y los costos.

Está prohibido adelgazar los pilares o extraerlos, primero hay que colocar un reemplazo antes de removerlo.

MODULO TECNICO AMBIENTAL

4. TRANSPORTE

Es una operación que consiste en llevar el mineral o desmonte extraído hacia el lugar de destino, que puede ser una cancha des desmonte o el lugar de tratamiento.

Cuando las labores son de dimensiones adecuadas, el transporte se puede realizar mediante carretillas, carros mineros, en caso contrario se utilizará sacos para el transporte manual.

Cuando el transporte es con carretilla, se tiene que contar con el espacio necesario para la circulación, de la carretilla y del personal que puede estar transitando.

Cuando el transporte es con carros minero, se requiere de línea de cauville u de listones si las ruedas son de acero, en el caso de ser las ruedas de goma, se requiere un piso sin guijarros, a fin de que no deterioren las llantas.

En el caso de que se tenga que elevar el mineral o desmonte a otro nivel; se requiere de Winche para este trabajo, el cual puede estar accionado por energía eléctrica o neumática, así como puede ser manual (malacate); esto depende de la cantidad de material a extraer, así como de la frecuencia de uso. Para una mina organizada, se requiere de una producción constante, por lo cual será necesario tecnificar la operación para obtener menor costo y mejores ingresos por ventas.

MODULO TECNICO AMBIENTAL

5. VENTILACIÓN

Toda labor minera subterránea tiene que ser construida adecuadamente, a fin de facilitar la salida de los gases de la voladura y de la respiración de las personas, así como del polvo en suspensión. La ventilación natural se produce en longitudes cortas, más allá de los 50 mts. El aire viciado no circula con facilidad en las labores horizontales, si la labor no es horizontal el humo producto de la voladura demorará mayor tiempo en ser disipado naturalmente.

Velocidad del Aire.- El aire en las labores subterráneas debe tener una velocidad mínima de 25 metros por minuto; esto permitirá que los gases y aire viciado de la labor sean disipados, para ello las labores deben ser construidas buscando que el aire circule normalmente, en caso contrario será necesario el uso de ventiladores.

Ventilador.- Es un aparato eléctrico que proporciona un flujo de aire fresco que permite ventilar una labor. Cuando la labor tiene más de 50 mts, y con un solo acceso, es necesario y obligatorio el uso de ventiladores.

Para facilitar la circulación del aire debe existir una entrada y salida de aire que debe ser independiente, y el aire debe ser dirigido hacia las labores de trabajo y circulación creando circuitos de ventilación.

MODULO TECNICO AMBIENTAL

6. MEDIO AMBIENTE

Es el conjunto de elementos vivos (plantas, animales), la energía solar, el agua, suelo y aire, que forman la delgada capa de la tierra que se llama biosfera donde vivimos y buscamos el sustento.

Del medio ambiente sacamos agua, sembramos plantas, criamos animales, construimos nuestras viviendas, en los ríos y mares pescamos, en los lugares donde hay mineral lo sacamos para luego procesarlo y venderlo

DONDE VIVIMOS?

- En la Tierra que es nuestro medio ambiente
- Donde habitamos



COMO USAMOS EL MEDIO AMBIENTE?

- Plantas y animales nos sirven para nuestro sustento.
- El suelo, para sembrar, hacer casas, explotar minas, hacer carreteras.
- Aire para respirar.
- Agua para alimentación, higiene y para que vivan peces y otras especies.
- La energía solar, nos proporciona energía y luz.

DEBEMOS CUIDAR EL MEDIO AMBIENTE?



Si lo debemos cuidar porque del medio ambiente obtenemos todo lo que usamos para vivir, si deterioramos el medio ambiente, las plantas, animales van a desaparecer, el agua se va a secar y no podremos vivir sin estos elementos esenciales.



CUANDO HACEMOS MINERIA QUE DAÑAMOS?

- a) **LA TOPOGRAFÍA DEL TERRENO**, es decir, su forma la modificamos
- Llenamos las quebradas de rocas,
 - Hacemos plataformas para campamentos
 - Hacemos construcciones: Plataforma para planta, carreteras
 - Hacemos socavones
 - Ensuciamos el suelo, con mercurio con cianuro, con aceite, con petróleo.

b) Ensuciamos el agua superficial

- En los ríos descargamos rocas, tierra, relaves, desperdicios, basura, desagüe de viviendas
- Ensuciamos las quebradas por donde pasa agua temporal que lleva los desperdicios, hasta el mar, el mar tiene plantas acuáticas, peces, mariscos y otros seres que cogen de las plantas contaminadas para alimentarse, luego el hombre pesca y come restos de mercurio, plomo, cobre y otros que le hace daño.
- Ensuciamos el agua de los ríos, que se contaminan de cianuro, Mercurio y metales que disuelve; el agua contaminada si se usa para riego, las plantas absorben los metales disueltos, si estas plantas lo comen los animales o las personas; estos metales que las plantas han absorbido se depositan en nuestro organismo o de los animales, entonces nos produce enfermedades que pueden provocar la muerte.

c) Ensuciamos el agua subterránea

- El agua que derramamos en el suelo, penetra en ella y llega al agua subterránea llevando los productos que usamos, que malogran el agua.
- El agua subterránea se usa para la alimentación y si está contaminada, nos hace daño, produce enfermedades.
- Si Hacemos Amalgamación Directa, el mercurio se deshace formando bolitas muy pequeñas que no las podemos ver "Harina de Mercurio"; Que al ser derramado al suelo se quedan en él y es transportado por el agua a las quebradas y llevadas a las chacras para regar, entonces las plantas absorben ese mercurio que luego come la gente y se contamina.
- También el mercurio se evapora Cuando quemamos (refogamos) y luego al enfriarse se vuelve líquido nuevamente y retorna al suelo, CONTAMINANDOLO
- El mercurio que se está quemando produce un vapor que al ser respirado por las personas daña su cerebro, volviendo violento, irritables a las personas, (loco)

6.1. Impacto del mercurio en la salud.-

Cuando el vapor producido en el refogado de amalgama es inhalado, así como la harina de mercurio, que es la forma frecuente de intoxicación, se produce envenenamiento por inhalación del mercurio, cuyos síntomas son:

- Dificultad para respirar.
- Tos.
- Sabor metálico.
- Dolor de cabeza.
- Náuseas, Vómitos.
- Dolores musculares.
- Diarrea
- Gingivitis y nefritis (insuficiencia renal, daño a los riñones)
- Dolor de pecho.
- Depresión.

6.2. Impacto Ambiental del Cianuro:

El Cianuro cuando es mal utilizado o sin las precauciones produce envenenamiento, porque es altamente toxico, por ello es necesario:

- El manipuleo y uso del cianuro debe ser realizado por personal especializado.
- El cianuro es un veneno de acción rápida, por lo que su uso requiere muchas precauciones.
- Se debe evitar inhalar polvo o gas de cianuro.
- No debe ingerirse alimentos ni fumar cuando se utilice los compuestos de cianuro.
- El cianuro no debe ser transportado o almacenado junto con productos alimenticios, bebidas u otro artículo de consumo.
- El manipuleo de soluciones de cianuro debe ser efectuado con el mayor cuidado, en áreas de buena ventilación, con guantes de látex y lentes protectores.
- Se debe evitar el contacto con ácidos o sales ácidas, ya que puede producirse ácido cianhídrico gaseoso que es muy venenoso.
- Para preparar una solución de cianuro primero debe colocarse agua, hidróxido de sodio (soda cáustica) u otro compuesto alcalino, hasta alcanzar el PH 11 en promedio.

- Durante la cianuración (en plantas metalúrgicas) se debe llevar un estricto control del PH, el que debe estar entre 10.5 y 11 en promedio, pero nunca debajo de 7, para evitar la formación del ácido cianhídrico (HCN), que en su estado gaseoso es muy venenoso.
- Los pozos con soluciones de cianuro o con soluciones residuales para reciclaje, deben estar bien protegidos, para impedir el acceso de personas no autorizadas y animales.
- El almacenamiento adecuado de las colas de lixiviación contaminadas con cianuro, impermeabilizando el piso para su depósito.
- La emisión de soluciones cansadas de cianuro, con contenido de cianuro, debe realizarse previa purificación (tratamiento).
- Siendo el Cianuro biodegradable, antes de la emisión al ambiente hay que reducir su concentración, a fin de que no cause daño.
- En caso de derrames de soluciones de cianuro, se debe neutralizar con hipoclorito y limpiar con agua alcalina.
- En las plantas de cianuración deben ser depositados los relaves sobre suelo impermeabilizado, para evitar la contaminación de los acuíferos, mientras transcurre el tiempo para su degradación natural.
- Al abandonar relaveras, se debe establecer un plan de recubrimiento con desmonte o material estéril, encima del cual se debe depositar una capa de tierra, con la finalidad de reforestar el área.