



## CUADERNO DE INSTRUCTOR

**MÓDULO:** INTRODUCCIÓN A LA EJECUCIÓN DE LA PERFORACIÓN  
MANUAL DE ROCAS EN MINA SUBTERRÁNEA

**PROGRAMA:** OPERADOR DE FORTIFICACIÓN E INFRAESTRUCTURA  
MINA SUBTERRÁNEA

Una iniciativa de:



Con la asesoría experta de:

Innovum | FCH  
FUNDACIÓN CHILE

## Contenido:

<b>MÓDULO: INTRODUCCIÓN A LA EJECUCIÓN DE LA PERFORACIÓN MANUAL DE ROCAS EN MINA SUBTERRÁNEA.....</b>	<b>3</b>
<b>1. Nociones Básicas de Perforación Manual de Rocas.....</b>	<b>3</b>
1.1. Procedimientos de Perforación Manual .....	4
1.2. Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos.....	15
1.3. ¿Qué es una perforación Manual? .....	15
1.4. Características de las máquinas perforadoras manuales.....	17
Actividad 1: Identificación de peligros y comprensión de las diferentes características de las máquinas perforadoras. ....	28
<b>2. Monitoreo y Ejecución de perforación manual de rocas.....</b>	<b>31</b>
2.1 Problemas y fallas más frecuentes .....	31
Actividad 2: Fallas más frecuentes y mal uso de las máquinas perforadoras manuales. ....	35
<b>3. Características de los aceros. ....</b>	<b>37</b>
3.1. Tipos de acero de perforación .....	37
3.2. Rangos de desgastes .....	43
Actividad 3: Características y parámetros de desgaste de los aceros de perforación. ....	50
<b>4. Ángulos de Perforación.....</b>	<b>52</b>
4.1. Diagramas de perforación .....	52
4.2. Fuerza de empuje en perforación .....	62
Actividad 4: Qué es un diagrama de perforación y sus características. ....	64
<b>5. Registro e Información.....</b>	<b>66</b>
5.1. Formatos de Registro de información .....	66
5.2. Entrega de novedades del turno .....	67
Actividad 5: Formatos para registro de información relevante. ....	68

## MÓDULO: INTRODUCCIÓN A LA EJECUCIÓN DE LA PERFORACIÓN MANUAL DE ROCAS EN MINA SUBTERRÁNEA

### 1. Nociones Básicas de Perforación Manual de Rocas.

**Aprendizaje esperado:** Reconocer cuáles son las condiciones adecuadas de un sector para realizar la perforación manual.

#### Conceptos Claves

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y PROCEDIMIENTO DE PERFORACIÓN MANUAL

COMPRENDER LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS DIFERENTES MÁQUINAS DE PERFORACIÓN MANUAL

Identificación de los riesgos asociados en la perforación manual

Características de las máquinas perforadoras y qué es una perforación manual

#### Introducción

La perforación es una de las operaciones unitarias más importantes dentro de la actividad minera. Han mostrado notables avances en el campo tecnológico y metodología de ejecución, sin embargo, los métodos y herramientas tradicionales siguen y seguirán siendo las alternativas clásicas y baratas utilizadas por el trabajador minero. Alentados por la notable alza en el precio de los metales, se siguen invirtiendo en la búsqueda de nuevos yacimientos, los cuales al final, nos proporcionarán una oportunidad de mejorar.

## 1.1. Procedimientos de Perforación Manual

### No se deberá realizar trabajos de perforación:

- Donde se esté cargando explosivos.
- Cuando la frente se encuentre cargada con explosivos.
- Si en la frente se encuentra un tiro quedado.
- Siempre los tiros, deberán perforarse a más de 20 centímetros de restos de tiros (culos).

Perforar a más de 20cm de restos de tiros

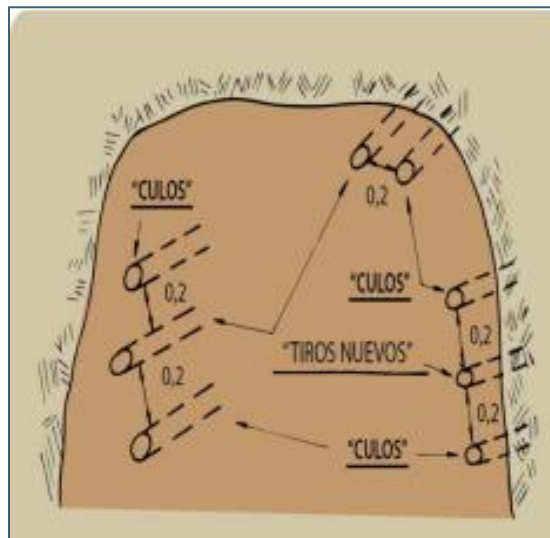


figura 1

- Al realizar la perforación de los tiros se debe ocupar toda la serie correspondiente de barras, partiendo siempre con la patera, para mantener la seguridad de la operación.

Antes de iniciar una operación de perforación, el personal a cargo deberá:



figura 2

- Revisar la galería en toda su longitud, lavar con agua la frente del disparo anterior para detectar restos de explosivos, procediendo a eliminarlos, ventilar para eliminar los gases del disparo anterior y acuñar los sectores que sean necesarios para evitar accidentes.
- Realizar trabajos de sostenimiento si es necesario.
- Revisar el equipo de perforación, el nivel de aceite en el pato lubricador, y la cantidad suficiente de agua disponible para la operación.
- También deberá verificar que tiene todas las herramientas y accesorios necesarios como barrenos, acuñadores y llave extractora de barrenos.
- Soplar las mangueras de aire antes de acoplar a la máquina.



figura 3

- El ingreso de piedrecillas e impurezas al interior de la perforadora ocasionara un atasco y revisar cañerías, uniones, collarines, arranques, coplas (chicago) y mangueras para evitar posibles fugas de aire. Deberá procederse de manera similar respecto de la red de agua.



figura 4

- Revise y asegure las conexiones para evitar accidentes.



figura 5

- Realice la conexión del agua y deje correr para votar las impurezas.



figura 6



- Compruebe el paso de aceite del Pato lubricador.



figura 7

- No pruebe la maquina sin antes tomar las medidas de resguardo.



figura 8



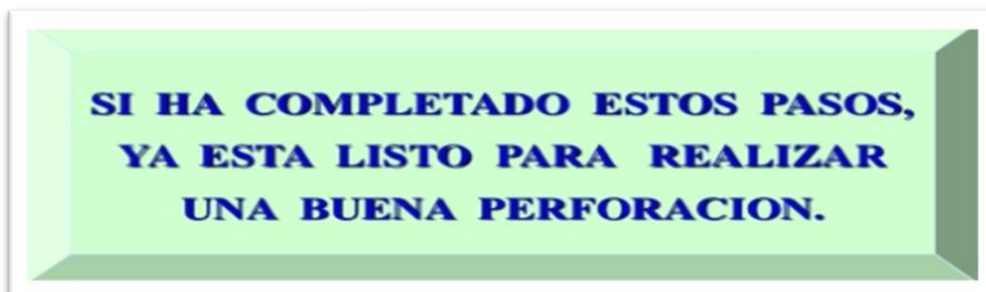
- La máquina se probará en marcha lenta y se verificará si pasa agua y aceite.



figura 9



figura 10



### Formas de perforar

- Verificar la dirección e inclinación de la labor, la distribución de los tiros en la frente, y ubicar la pata neumática de la perforadora con la inclinación adecuada para lograr el empuje necesario, de tal forma que el trabajador realice el menor esfuerzo posible.

Forma difícil de perforar

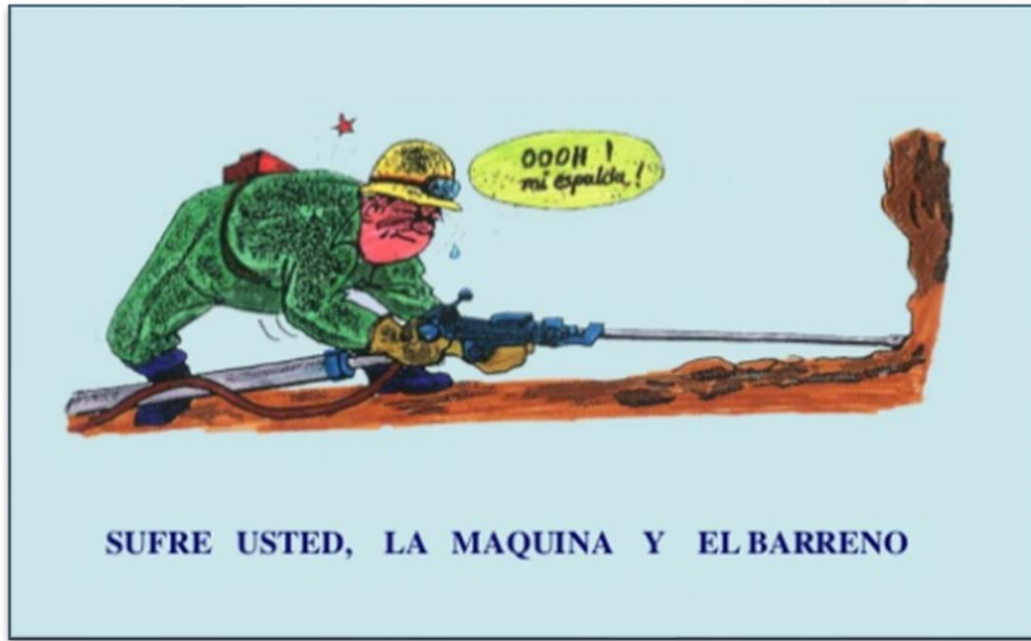


figura 11

## Forma fácil de perforar



figura 12

## Posición correcta para perforar



figura 13

- Lo que no debe hacer al momento de estar perforando, causara daños a la máquina y la barra.

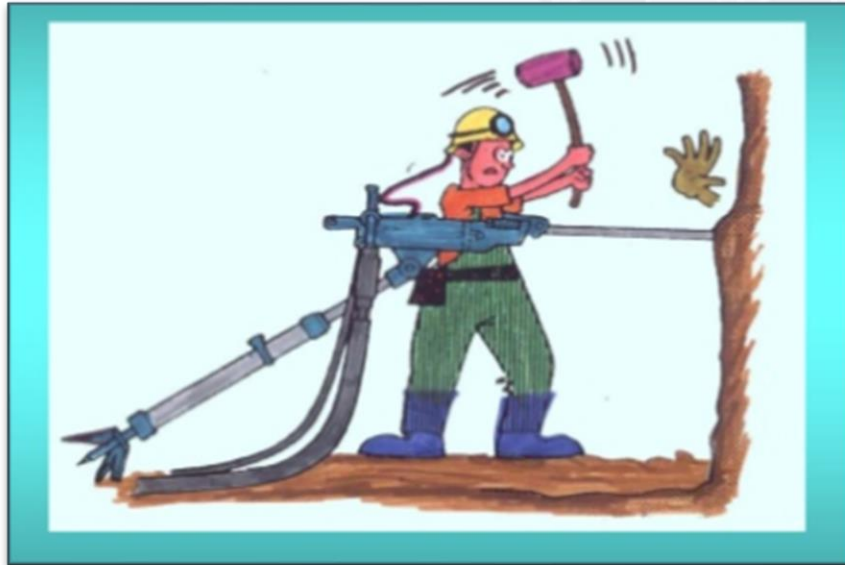


figura 14

- Mantenga una presión adecuada al momento de perforar



figura 15

- Siempre comience a perforar con el barrenado Patero, barrenos largos se pueden torcer y romperse.



figura 16

- No golpee la máquina perforadora, podría causarle daños considerables.



figura 17

- Todo tiro deberá ser de diámetro apropiado, de modo que los cartuchos de explosivos puedan ser insertos hasta el fondo del mismo, sin ser forzados, para no dañar el cebo.
- Al realizar la operación de barrido de los tiros, el perforista y su ayudante deberán tomar las precauciones de seguridad, ubicándose a un costado del tiro que se está perforando.
- Al terminar de perforar un tiro, la máquina debe ponerse en el mínimo de rotación, si la barra se atasca, se debe detener la máquina para desacoplarla y retirarla con el extractor.
- Retiro del Equipo de la Frente.



- Para retirar el equipo de la frente, deberá cerrarse la llave de paso de la conexión a la red, descargar el aire del circuito, abriendo la llave del equipo, desacoplar mangueras, pato y máquina, y ubicar el equipo en un lugar seguro y que no entorpezca el tránsito de las personas.
- Forma correcta de trasladar la máquina perforadora.



figura 18

- Una vez terminada la labor de perforación deje la maquina en un lugar seguro, cuide la del equipo de trabajo.



figura 19



## 1.2. Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos

### Riesgo un concepto clave

Un riesgo se define como una característica física o química de un material, proceso o instalación que tiene el potencial de causar daños a las personas, a la comunidad o al medio ambiente. El riesgo está definido académicamente como "Contingencia o proximidad de un daño". Es decir, los riesgos son propios de toda actividad humana. Pero el riesgo, en general, tiene una doble connotación, positiva y negativa; ganancias y pérdidas; éxitos y fracasos. Se debe tener presente que tanto el cambio, como la innovación, el desarrollo y el progreso, son imposibles de concebir y de conseguir sin que el factor riesgo se interponga como una variable relevante en nuestras decisiones y acciones

**Riesgo de Diseño:** Son aquellos que deben ser considerados cuando seleccionamos el método de explotación, y que tienen que ver con la proyección de las labores, equipos y componentes en general de lo que integra la infraestructura de cualquier método, podemos mencionar: Ventilación acorde con la producción Fortificación cuando se requiera Diseño de labores hay que considerar estructura geológica y estabilidad de pilares. Distribución adecuada de las labores en el método Forma y dimensiones de la sección de las labores

**Riesgos de Operación:** Los riesgos de la operación se deben a factores que interactúan para generar un accidente, como son:

- ✓ Factor humano: Conocimientos, entrenamiento, habilidad y motivación.
- ✓ Factor de la mecanización: Mantenimiento, desgaste, tecnología, etc.
- ✓ Factor ambiental: Pisos, iluminación, visibilidad, etc.
- Riesgos de operación se presentan en las operaciones minera de:
  - ✓ Perforación de rocas: En desarrollos de labores (avances)
  - ✓ En producción: En perforación secundaria

## 1.3. ¿Qué es una perforación Manual?

Es el sistema de perforación más convencional de perforación, utilizado por lo general para labores puntuales y obras de pequeña escala debido principalmente a la facilidad en la instalación de la perforadora y a los requerimientos mínimos de energía para funcionar (un compresor portátil). En este tipo de perforación se usan equipos ligeros operados por perforistas, esto nos permite realizar labores de perforación en zonas de difícil acceso de pequeña envergadura o donde no es

posible usar otras máquinas o no se justifica económicamente su empleo, principalmente por dimensiones y sin que sea necesario personal muy experimentado para la operación y mantención de las perforadoras, lo que significa un menor costo por metro perforado.

**Definición de la Perforación:** La perforación es la operación que se realiza con la finalidad de abrir tiros en el macizo rocoso, con una distribución y geometría adecuada, en donde se alojarán cargas explosivas. En pequeña minería, el sistema usual de perforación es el de rotopercusión que emplea energía neumática, y cuyos componentes principales son la perforadora manual, que es la fuente de la energía mecánica, las barras, que es el medio de transmisión de esa energía a partir de la acción de un pistón, el bit, que recibe la energía y es el elemento cortante de la roca, y el fluido de barrido que efectúa la limpieza y evacuación del “detritus” o “fragmentos de la perforación” producido. La perforación se utiliza en los avances de los frentes de explotación, así como en la construcción de chimeneas y piques. Esta operación se realiza en húmedo para mantener la calidad del aire, minimizando el riesgo de enfermedades profesionales. La adición de agua, permite además el barrido del mineral molido, la refrigeración de las barras y el sellado de las paredes del tiro en terrenos fracturados, evitando el atascamiento de las barras. Para realizar los trabajos de perforación, el personal a cargo deberá estar equipado con la ropa de trabajo, zapatos de seguridad (o botas), cascos, protección auditiva apropiada y antiparras, y verificar que no existan condiciones de trabajo insegura en el área a perforar. La perforación, sea cualquiera el método con que se lleve a cabo, se basa en el mismo principio, o sea en la percusión y el giro continuo de un barreno, de tal manera que cada giro produce un corte en la roca en diferente posición. El resultado final será la perforación de un taladro, cuyo diámetro será igual al diámetro máximo del filo cortante. Su propósito es abrir en la roca mineral huecos cilíndricos llamados taladros, que están destinados a alojar o colocar explosivo y sus accesorios en su interior.

**¿Para qué se perfora?:** La perforación se hace con el objetivo de arrancar o volar la máxima cantidad de roca o mineral situando el explosivo en el lugar apropiado (en este caso el taladro), a fin de lograr el objetivo con el mínimo de explosivos que se pueda. En otras palabras, la perforación se hace con el objeto de volar cierta porción de roca mineral, ya sea en un frente en un stope o tajeo, para lo cual analizamos primero la roca y luego perforamos una serie de taladros, de modo que nos permita usar relativamente poco explosivo para poder volar un gran volumen.

- **Perforación neumática:**

- ✓ Se realiza mediante el empleo de una perforadora convencional, Jack Leg para desarrollos horizontales y Stoper para desarrollos verticales, 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 presión óptima de trabajo de las perforadoras neumáticas recomendada fluctúa entre 85 y 95 PSI (libras por pulgadas cuadradas). Presiones mayores a 100 PSI pueden causar desgaste prematuro e incluso fracturas en algunas partes de la máquina, presiones inferiores a 80 PSI tienen un efecto negativo sobre la velocidad de penetración y con presiones de 60 PSI o menos el efecto es nulo. La presión del aire

debe medirse cuando el equipo está trabajando. El agua debe mantenerse con una presión máxima de 10 a 15 PSI menos que la presión del aire y no menor de 40 PSI para lo cual es necesario el uso de un manómetro.

- ✓ Suministro de Aire Comprimido La operación de máquinas perforadoras neumáticas requiere el suministro de aire comprimido, por lo que se debe contar con compresor y líneas de aire correspondientes

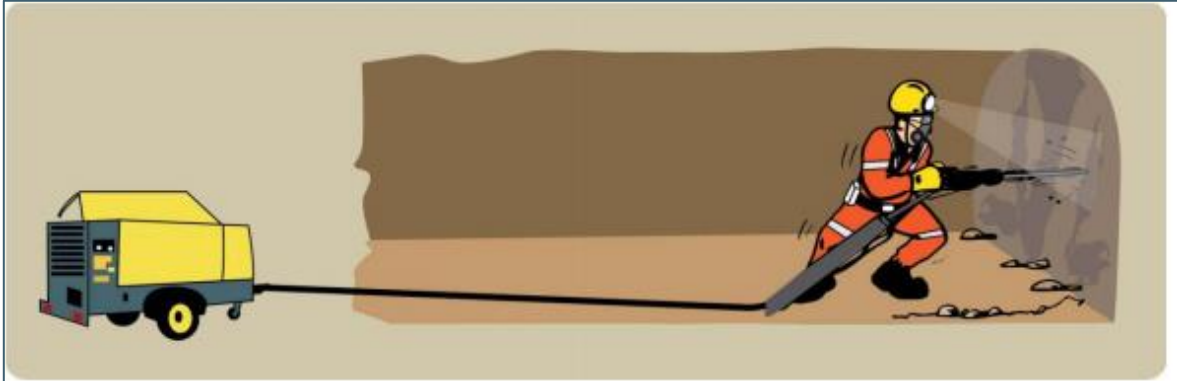


figura 20

#### 1.4. Características de las máquinas perforadoras manuales.

##### Cómo funcionan las perforadoras neumáticas

- ✓ En este tipo de perforadoras, el martillo es accionado por aire comprimido.
- ✓ Cilindro cerrado con una tapa delantera que dispone de una abertura axial donde va colocado el elemento porta barras, así como un dispositivo retenedor de barras de perforación.
- ✓ El pistón, que con su movimiento alternado golpea el vástago o culata a través de la cual se transmite la onda de choque a las barras.
- ✓ La válvula, que regula el paso de aire comprimido en un volumen determinado y de manera alternativa a la parte anterior y posterior del pistón.
- ✓ El mecanismo de rotación, ya sea de barra estriada o de rotación independiente.
- ✓ El sistema de barrido, que consiste en un tubo que permite el paso del aire hasta el interior de las barras.

Las longitudes de perforación que se alcanzan mediante este sistema de perforación neumático suelen no superar los 30 m debido a las importantes pérdidas de energía en la transmisión de la onda de choque y desviaciones que tienen lugar en la perforación.

- **Componentes principales de un sistema de perforación.**

- ✓ **Perforadora:** Fuente de energía mecánica.
- ✓ **Barreno o varillaje:** Es el método de transmisión de energía.
- ✓ **Broca:** Es que ejerce o aplica dicha energía sobre la roca.
- ✓ **Fluido de barrido:** Es el que efectúa la limpieza y evacuación de Ditritus producido, esta circulación de fluido limpia el taladro, controla el polvo, enfría la broca, roca y algunas veces puede ser usado para estabilizar las paredes del taladro.

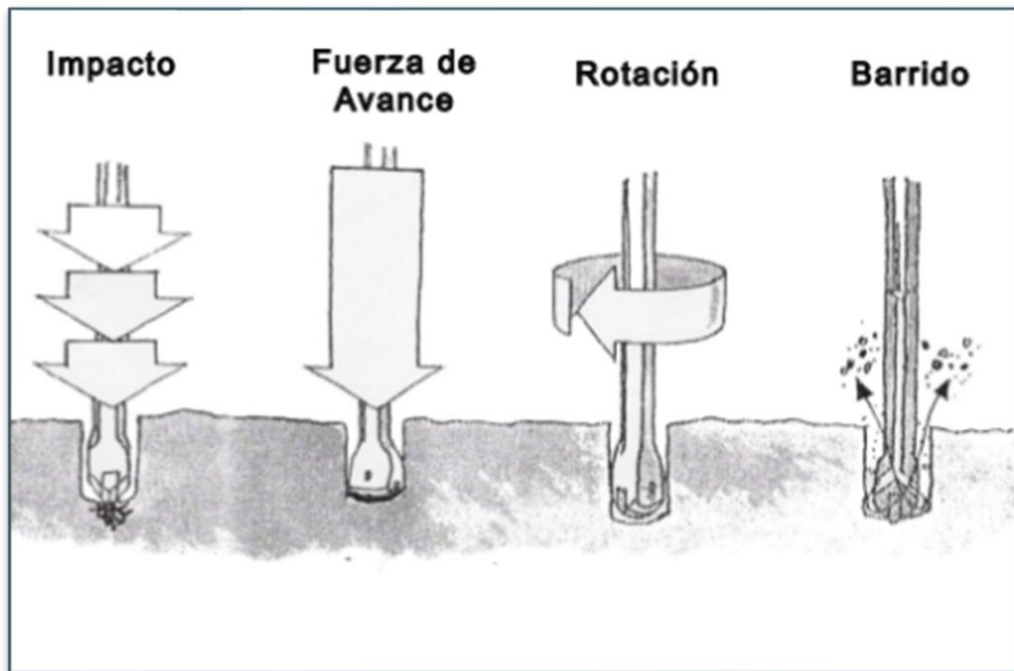


figura 21

- **Partes de una máquina perforadora.**

Toda máquina perforadora liviana consta de tres partes principales:

- ✓ Frontal
- ✓ Cilindro
- ✓ Cabeza

Estas tres partes van unidas entre sí por medio de dos pernos alargados con sus tuercas llamadas tirantes, que están situados a lo largo de la máquina y a ambos lados de ella.

➤ **Frontal.**

Consta de las siguientes partes:

- ✓ **La Bocina:** Recibe la espiga del barreno y lo hace girar.
- ✓ **La Grampa:** Con sus resortes va al extremo frontal y es el sujetador del barreno.
- ✓ **El Martillo:** Se encuentra en el interior del frontal y es el que golpea el culatín de la espiga.
- ✓ **Las dos orejas:** Donde se ajustan las tuercas de los tirantes.

➤ **El Cilindro.**

Es la parte más alargada de la máquina.

- ✓ **Dos guías laterales:** Donde asientan los tirantes.
- ✓ **La válvula de escape:** Por donde sale el aire después que ha hecho mover el martillo en el interior.
- ✓ **Mecanismos de golpe y rotación:** Son los que se encuentran en el interior del cilindro.

➤ **La Cabeza.**

Comprende las siguientes partes:

- ✓ **Los conductos de aire y agua:** Con sus conexiones y cedazos.
  - ✓ **La válvula de mando:** Para poner en funcionamiento la perforadora o simplemente para soplar.
  - ✓ **La aguja de agua:** Se introduce por el extremo libre de la cabeza, sirve para la inyección de agua.
  - ✓ **Las cabezas de los tirantes:** Que en los STOPER aseguran el pie de avance, haciendo una sola pieza; y en la JACK LEG aseguran la manilla o la empuñadura.
- **Empujadores**  
son los accesorios utilizados para dar el empuje que requiere la perforadora. Básicamente, un empujador consta de dos tubos:

- ✓ Un tubo exterior de aluminio o de un metal ligero y otro interior de acero, el que va unido a la perforadora.
- ✓ El tubo interior actúa como un pistón de doble efecto, controlándose su posición y fuerza de empuje con una válvula que va conectada al circuito de aire comprimido. Esto permite avanzar con la perforación y usar el accionamiento neumático del empujador para el avance respectivo.

- **Clasificación de las perforadoras.**

Se clasifican en dos grupos.

- ✓ **Perforadoras manuales o livianas:** Su principio es el empuje y el giro, o sea utiliza la barra de punzón. Se lleva a cabo con equipos ligeros manejados a mano de los perforistas, por ejemplo:
  - ✓ **JACK LEG:** Perforación horizontal e inclinada.
  - ✓ **STOPER:** Realiza perforación vertical hacia arriba, usadas en chimeneas, tajeos de explotación etc.
  - ✓ **JACK HAMMER:** Perforación vertical hacia abajo utilizados en piques, pozos, echaderos, etc.
  - ✓ **PICK HAMMER:** Son picadoras que se utilizan para hacer patillas, para romper pavimentos, etc.
- **JACK-LEG:** Perforadora con barra de avance que puede ser usada para realizar perforaciones-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. Barreno Controles Perforadora Cilindro o embolo de avance
- Máquina perforadora manual, para avances verticales (hacia arriba.)  
Barreno Controles Perforadora Manguera para el aire Cilindro, barra de avance Manguera para el aire



## JACK LEG



figura 22



### Características:

- Presión de trabajo 7,5 - 25 Mpa.
- Potencia de impacto 6 - 20 kW.
- Frecuencia de golpeo 2000 - 5000 golpes/min.
- Velocidad de rotación 1 - 500 RPM.
- 

figura 23



figura 24

## INTERIOR DE UN JACK LEG

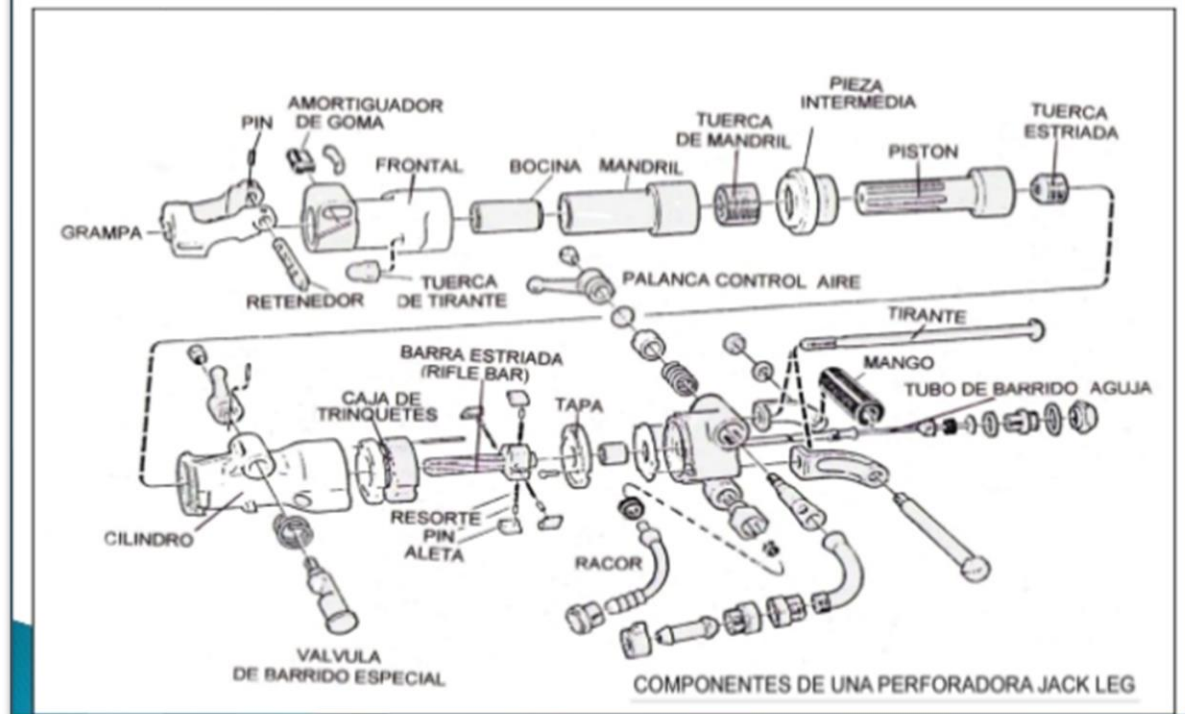


figura 25

- **STOPER** Perforadora que se emplea para la construcción de chimeneas y tajeado en labores de explotación (perforación vertical hacia arriba)



figura 26

#### Especificaciones Técnica del STOPER

### Características principales

#### • Especificaciones

Diámetro del cilindro	79.40 mm
Carrera del pistón	73.25 mm
Carrera útil del pistón	66.70 mm
Frecuencia de impacto	2250.00 gol/min
Longitud de la perforadora	1549.00 mm
Peso incluyendo la pata de avance	40.80 kg
Diámetro interior del cilindro avance	69.80 mm
Consumo de aire (620 kPa/90 psi)	4.90 m <sup>3</sup>



## USO DE STOPER



figura 27

JACK LEG V/S STOPER		
ESPECIFICACIONES	JACK LEG	STOPER
Carrera del pistón	73.25mm	73.25mm
Frecuencia de impacto	2250.0g/m	2250.0g/m
Longitud de la perforadora	686.0mm	1549.0mm
Peso de la perforadora	33.0kg	40.8kg
Peso de la pierna	15.0kg	-----
Carrera de la pierna de avance	1270.0mm	-----
Diámetro interior del cilindro de avance	67.0mm	69.8mm
Consumo de aire (620 kPa/90 psi)	4.9 m <sup>3</sup>	4.9 m <sup>3</sup>



figura 28

- **JACK HAMMER:** Utilizada para la perforación vertical o inclinada hacia abajo. El avance de esta máquina es mediante el peso propio de la perforadora.

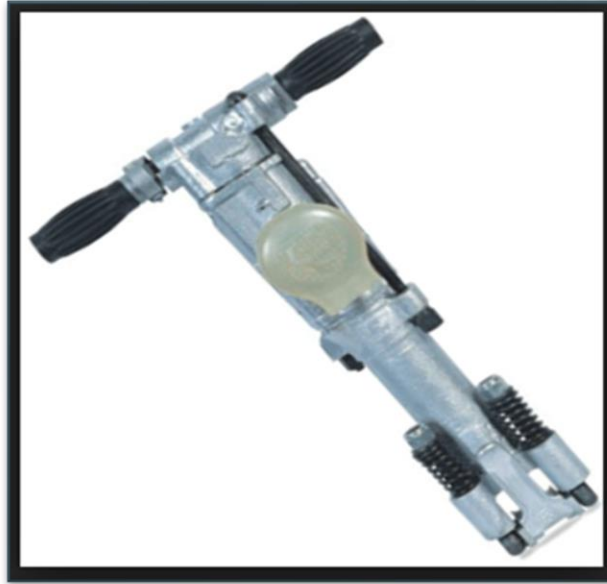


figura 29

### Características principales

- Peso: 17kg a 23 kg
  - Frecuencia: 2040 a 2100 golpes por minuto
  - Rotación: 130 a 170 rpm
- 
- **PICK HAMMER:** Son Maquinas que se utilizan para hacer patillas o para romper pavimentos etc.





figura 30

### Repaso de Conceptos Claves

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y PROCEDIMIENTO DE PERFORACIÓN MANUAL

COMPRENDER LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS DIFERENTES MÁQUINAS DE PERFORACIÓN MANUAL

Identificación de los riesgos asociados en la perforación manual

Características de las máquinas perforadoras y qué es una perforación manual

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



### Actividad 1: Identificación de peligros y comprensión de las diferentes características de las máquinas perforadoras.

- **Estrategia Metodológica**  
Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.
- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuesta de Situación Problemática	
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

#### 1. Objetivo

- Reconocer y comprender que es la perforación manual y los riesgos asociados a esta tarea, así como también las diferentes características de las máquinas perforadoras, respetando los reglamentos y procedimientos establecidos por la empresa.

#### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante.
- PC y proyector.
- Acceso a Internet.
- Registro de anotaciones.



### 3. Descripción de la Actividad:



Etapa	Especificaciones
<b>Inicio</b>	<p>La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor realicen lo siguiente: <b>Identifiquen los peligros que tienen el potencial para dañar al personal durante las tareas de perforación manual. Y de dónde pueden provenir estos. También deberán describir las diferentes características de las máquinas perforadoras manuales.</b></p> <p>Forman grupos de número de participantes acorde al total de asistentes a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio)</p>
<b>Desarrollo de la actividad</b>	<p>El instructor debe seguir las siguientes instrucciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:</p> <p><b>Explica la necesidad de conocer los riesgos asociados a la tarea de perforación manual y reconocer las características de las máquinas perforadoras</b></p> <p>Entregar indicaciones de seguridad y vela por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación a la actividad.</p> <p><b>Descripción a los participantes del paso a paso de la actividad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Identifican los diferentes riesgos asociados a la perforación manual.</li> <li>b) Reconocen las características técnicas de las diferentes máquinas perforadoras manuales.</li> <li>c) Identifican los sistemas de lubricación de una máquina perforadora manual.</li> <li>d) Realizan evaluación sobre los componentes de las diferentes máquinas perforadoras manuales.</li> <li>e) Identifican los elementos de protección personal que deben usar en la tarea de perforación manual.</li> <li>f) Definen que es una perforación manual</li> </ul> <p>Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones</p> <p>Término de la actividad</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participante realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario</li> </ul>
<b>Duración de la actividad</b>	180 minutos

#### 4. Cierre de la Actividad

El instructor reforzará la Identificación de los riesgos y peligros con el fin de determinar medidas de control en el desarrollo de la tarea, un buen análisis del Riesgo de la tarea nos va a permitir evitar y prevenir los accidentes en esta tarea.

Reforzará el uso de los elementos de protección personal de lo perforistas.

El instructor realizará un repaso por las diferentes máquinas perforadoras mencionando las diferentes características técnicas de cada una de ellas y para qué tipo de perforaciones son recomendadas. El instructor podrá utilizar videos explicativos para esta actividad en donde se logre identificar los temas antes mencionados.

## 2. Monitoreo y Ejecución de perforación manual de rocas.

**Aprendizaje esperado:** Comprender las etapas del ciclo de perforación manual de acuerdo a procedimientos de operación de la empresa.

### Conceptos Claves

#### IDENTIFICAR LAS FALLAS FRECUENTES EN LA PERFORACIÓN MANUAL

Identificar los problemas más frecuentes asociados a la tarea de perforación manual .

#### RECONOCER LAS FALLAS FRECUENTES POR EL MAL USO

Reconocer cuando los equipos de perforación fallan por el mal uso de estos.

### 2.1 Problemas y fallas más frecuentes

Los problemas más frecuentes asociados a la tarea de perforación manual son:

- Peligro al no controlar bien
- No recomendable para tiros largos.
- Pobre ambiente para el operador.
- Limitante con la altura de la Sección
- Alto nivel sonoro (perforación ruidosa, contacto directo con el polvo)
- Desvió de la perforación por la flexibilidad del varillaje
- Peligro al no controlar bien la válvula de circuito de aire

#### Fallas frecuentes por mal uso.

- Desgaste

El perforar con bocinas desgastadas produce deformación de la culata del barreno o de las estrías de la culata. Tal deformación acorta la vida de servicio de los accesorios.

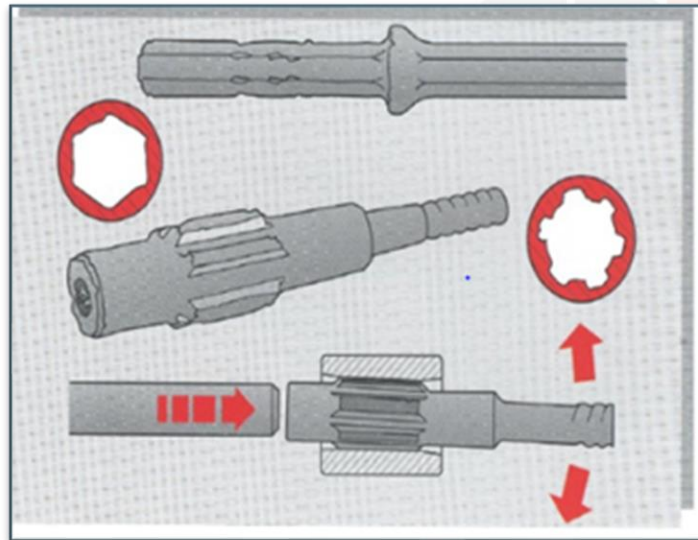


figura 31

- Una bocina gastada afectará a las otras partes y reducirá la vida útil de la perforadora.



figura 32

Una Bocina desgastada, a su vez gastará el pistón, el barreno y afectará el avance.



figura 33

Este shank ha sido dañado debido a una bocina gastada. El pistón ha producido impactos sobre las aristas dañando la superficie de impacto.



figura 34

La bocina también se desgasta frontalmente. Observe que el collar se proyecta dentro de la



bocina. Esto significa carreras del pistón más cortas y menor efectividad en la perforación.



figura 35

### Repaso de Conceptos Claves

IDENTIFICAR LAS FALLAS FRECUENTES EN LA PERFORACIÓN MANUAL

Identificar los problemas más frecuentes asociados a la tarea de perforación manual .

RECONOCER LAS FALLAS FRECUENTES POR EL MAL USO

Reconocer cuando los equipos de perforación fallan por el mal uso de estos.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



### Actividad 2: Fallas más frecuentes y mal uso de las máquinas perforadoras manuales.

- **Estrategia Metodológica**

El instructor a través de los procedimientos y videos demostrativos realizará actividades de identificación y la comprensión de las fallas más frecuentes de la tarea de perforación manual, así como también los daños que se provocarán por el mal uso del equipo.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuesta de Situación Problemática	
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

#### 1. Objetivo

- Reconocer y comprender las fallas más frecuentes y los daños asociados por un mal uso de la máquina de perforación manual.

#### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante.
- PC y proyector.
- Acceso a Internet.
- Registro de anotaciones.



### 3. Descripción de la Actividad:

Etapa	Especificaciones
<b>Inicio</b>	<p>La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor realicen lo siguiente: <b>Identifiquen los problemas más frecuentes en la perforación manual. También deberán describir los daños que se producen por mal uso del equipo de perforación manual.</b></p> <p>Forman grupos de número de participantes acorde al total de asistentes a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio)</p>
<b>Desarrollo de la actividad</b>	<p>El instructor debe seguir las siguientes instrucciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:</p> <p><b>Explica la necesidad de reconocer cuáles serán los daños asociados si usamos un equipo con algún componente desgastado.</b></p> <p>Entregar indicaciones de seguridad y vela por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación a la actividad.</p> <p><b>Descripción a los participantes del paso a paso de la actividad</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Identifican cuales son los problemas y gallas más frecuentes en la tarea de perforación manual.</li><li>b) Reconocen las consecuencias que se producirán por usar un equipo de perforación manual con algún componente desgastado.</li><li>c) Identifican en una máquina perforadora falla de desgaste por mal uso.</li><li>d) Identifican en un barreno los daños que se producen por usar una máquina perforadora con un componente desgastado.</li></ul> <p>Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones</p> <p>Término de la actividad</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Participante realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario</li></ul>
<b>Duración de la actividad</b>	60 minutos

### 4. Cierre de la Actividad

El instructor reforzará la Identificación de los componentes que sufren daños o desgaste por el uso inadecuado, poniendo en riesgo los aceros de perforación con daños irreversibles. Reforzará a los participantes cuáles son las fallas más frecuentes que afectan directamente al perforista en el uso de las máquinas de perforación manual.

### 3. Características de los aceros.

**Aprendizaje esperado:** Reconocer los parámetros de desgaste de los aceros de perforación

#### Conceptos Claves

##### CARACTERÍSTICAS DE LOS ACEROS DE PERFORACIÓN

Reconocer las características de los aceros de perforación y su construcción.

##### PARÁMETROS DE DESGASTE DE LOS ACEROS

Comprender los parámetros de desgaste de los aceros de perforación manual.

#### Introducción

Los aceros de perforación están fabricados por materiales de gran resistencia al desgaste y sus objetivos es obtener el mejor resultado en las diferentes tareas de perforaciones que son sometidos, bajo este concepto debemos conocer las diferentes características que reúnen cada uno de los diferentes aceros de perforación que podremos utilizar, y cuáles son sus parámetros de desgaste para no acortar la vida útil.

##### 3.1. Tipos de acero de perforación

#### Aceros de Perforación.

Los aceros de perforación deben ser capaces de soportar el fuerte desgaste y las mayores exigencias a los que son sometidos. Sus objetivos son obtener mayor vida útil, mayor velocidad de penetración y menor costo por metro perforado.

El Acero de las barras o barrenas, deben reunir las siguientes condiciones:

**Rigidez:** Esto es para reducir al mínimo las pérdidas de energía y mejorar la alineación. Esto dependerá principalmente del tamaño en longitud.

**Resistencia a la fatiga:** Para soportar los esfuerzos de tracción y compresión.

**Tenacidad del acero:** Para evitar rotura por altos esfuerzos en el inserto. Debe resistir los esfuerzos de tracción y compresión.

**Resistencia al desgaste del acero:** Para asegurar una larga duración de las roscas y el inserto que al perforar en roca dura con una elevada fuerza de impacto.

## **Barrenas y Cortes**

Son accesorios de perforación mediante los cuales se cortan los diversos tipos de rocas para el que poseen una elevada carga de rotura y una buena resistencia a la flexión. Las barrenas son lisas y generalmente de sección hexagonal o también circular. Son barras de acero de 22 a 32 mm de diámetro y se fabrican en longitudes de 0.60, 1.20 y 1.30m. Las barrenas son de 2 tipos.

### **Objetivos de los Barrenos.**

Son varillas de acero que tienen por objeto transmitir el golpe de la máquina al terreno (energía mecánica) donde se realiza la perforación, debido a que en el extremo del barreno está provisto de una o más filos cortantes de mayor dureza que la roca.

### **Tipos de Barrenos**

Los barrenos se clasifican según.

- ✓ **Según el Acero:** Se usa el acero hexagonal, hueco, de 7/8" de diámetro de cara a cara; el hecho está en el centro.
- ✓ **Según Dispositivo de Corte:** Se usa el barreno integral y las barras cónicas con brocas descartables. El que más se usa es el barreno integral. La mayoría de las herramientas de barrenación son barras de acero sometidas a tratamientos especiales (térmicos o carburación)

Los barrenos pueden ser de diferentes tipos:

- ✓ **Integrales:**  
Es el conjunto de barras que unen la fuente de energía mecánica (pistón) con la roca. Las barras integrales están constituidas por un culatín que está en contacto directo con el pistón de la perforadora y una barra que va unida a la broca, que es el elemento que está en contacto con la roca. Este dispositivo es el que ejerce el mecanismo de fractura y avance sobre el macizo rocoso. Esta es monoblock que son de una sola pieza con la barrena y la broca que posee una pastilla que es de **CARBURO DE TUNGSTENO**.
- ✓ **Extensión:** Son las que tienen brocas intercambiables fijado al extremo de la barra generalmente a tornillo.

### **Partes y características de los Barrenos.**

- **Culatín o Espiga.**

Es la parte del barreno que entra en la bocina de la máquina, cuyo extremo es llamado culatín.

El Culatín es de forma circular, plana y a escuadra con el eje del acero; al centro del culatín se encuentra una perforación de 11/32" de diámetro avellanado para facilitar la entrada de la aguja de agua de la máquina.

- **El Collarín**

Es una prominencia o anillo que sirve para mantener el barreno en una sola posición dentro de la bocina de la máquina, a fin de que el golpe o la carrera del martillo no variarán. Esta posición firme del barreno se consigue con la ayuda de la grampa de la máquina, quedando completamente sujetado el barreno dentro de la bocina.

- **Cuerpo o Vástago:**

Es la parte más larga del barreno y está comprendida entre el collar y el dispositivo de corte.

- **Cabeza o Bit**

Es el extremo donde está ubicado el dispositivo de corte que puede ser con una pastilla fija al acero, o una broca que entra a presión cuyos filos cortantes están en forma de cruz, botones, etc.

Barrenos integrales



figura 36



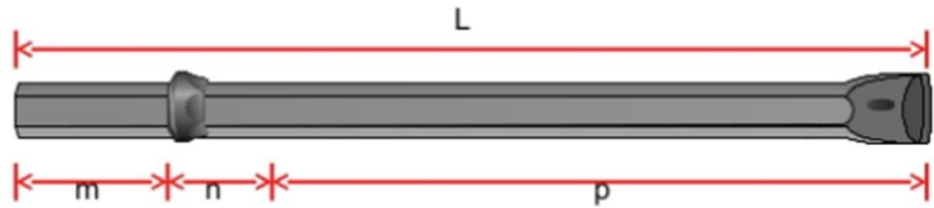


figura 37

cónicas

Barrenas

## DATOS TÉCNICOS DE ACERO DE PERFORACIÓN



**DONDE:**

**L = Longitud total de la barra integral**

**m = Longitud del culatín**

**n = Longitud que abarca la grampa de la perforadora**

**P = Longitud efectiva máxima de perforación**

figura 38

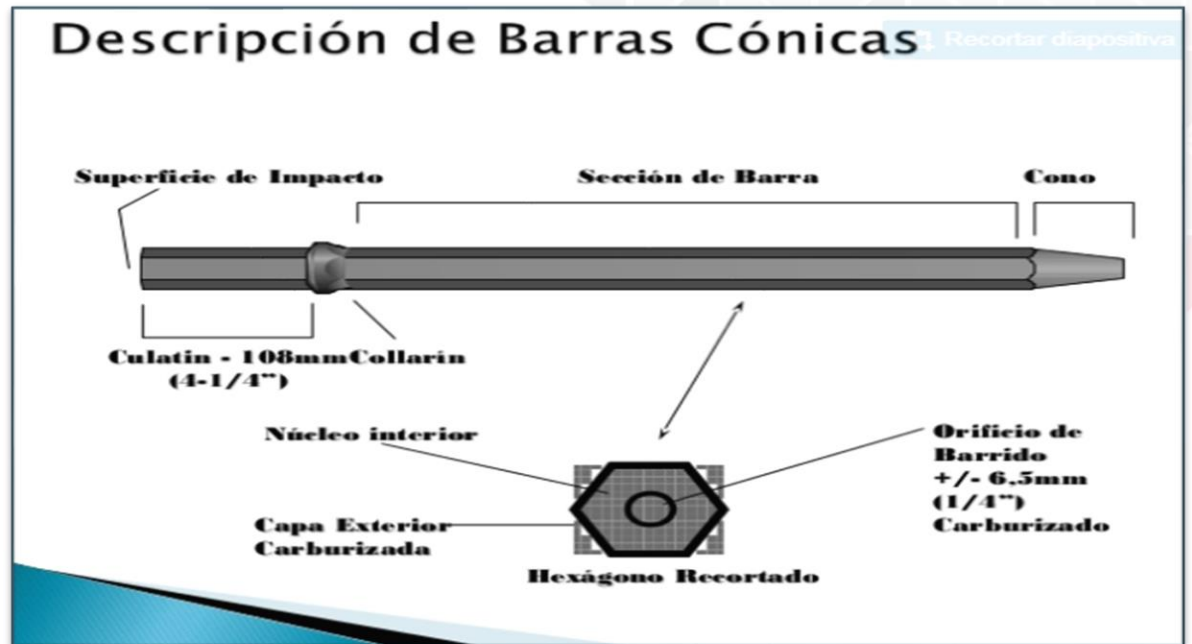


figura 39

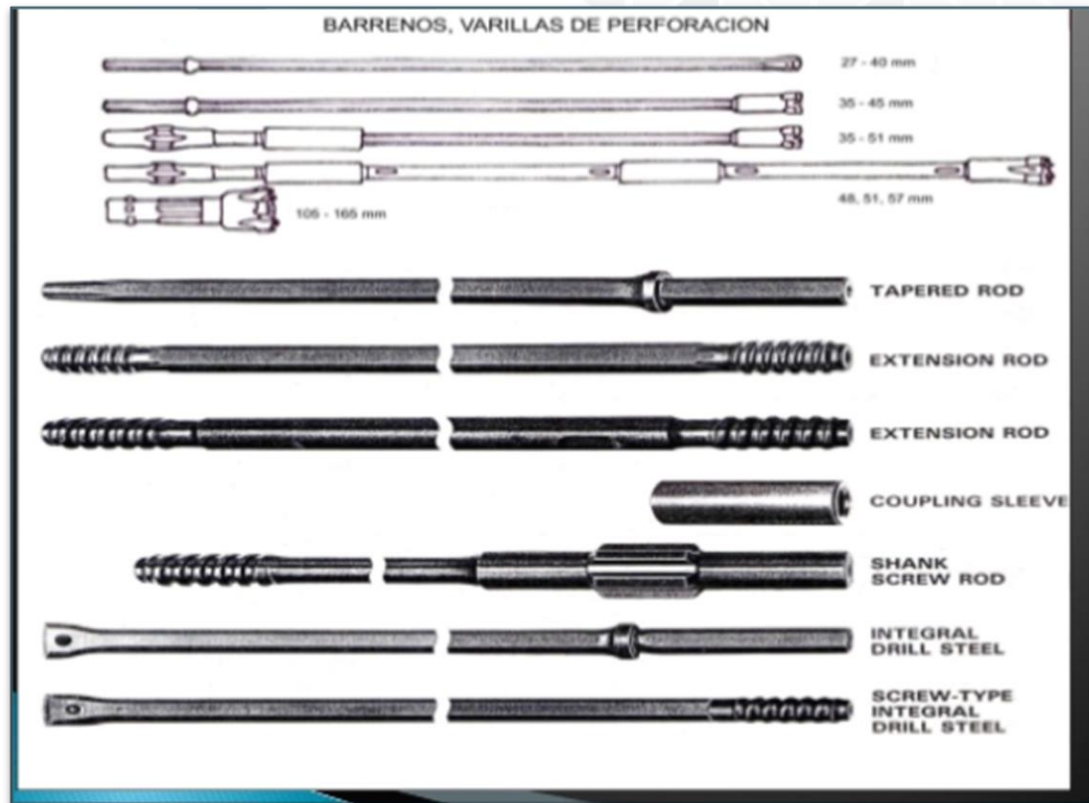


figura 40

### 3.2. Rangos de desgastes

El mantener los rangos de desgaste recomendados por el fabricante nos permitirá alargar la vida útil de los aceros de perforación, así como también cuidar nuestra máquina perforadora.

- **Desgaste del carburo de tungsteno.**
  - Si se permite que el desgaste sea excesivo, se reducirá la velocidad de penetración.
  - El desgaste diametral se produce en las rocas con alto contenido de cuarzo, que es muy abrasivo pudiendo desarrollarse el contra cono.

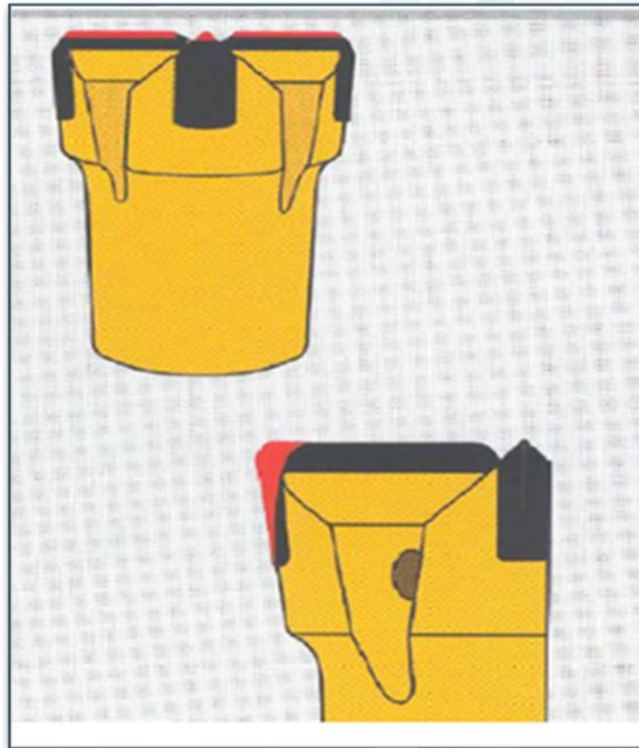


figura 41

- **Intervalo de afilado.**

- El barreno integral se debe afilar cuando el filo de corte tenga una anchura de 3mm medido a 5mm del extremo de la broca. La forma más fácil es usando la plantilla de afilar.
- La altura de contra cono en un barreno integral con desgaste diametral no debe exceder de 8mm.

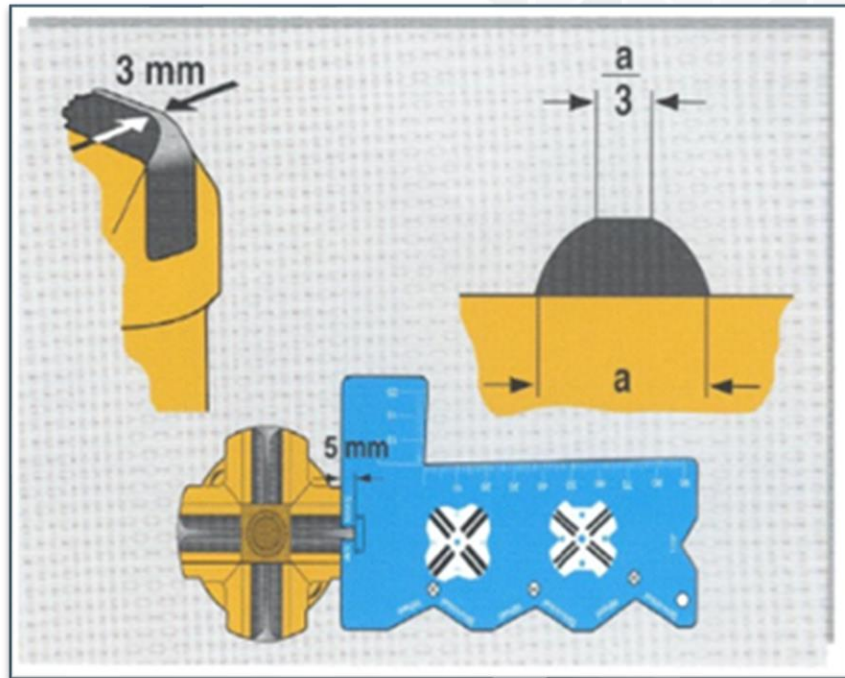


figura 42

- **Rutinas fijas de afilado.**

- El afilado se debe llevar a cabo después de un cierto número de perforaciones realizadas o al final de cada turno.
- Un barreno integral correctamente afilado debe tener un nuevo filo a lo largo de  $\frac{3}{5}$  de la plaquita.
- Todas las aristas vivas se deben rematar con una muela de afilar usada o con una piedra abrasiva.
- El ángulo de incidencia debe ser de 110 grados y el radio de curvatura plaquita de 80mm.



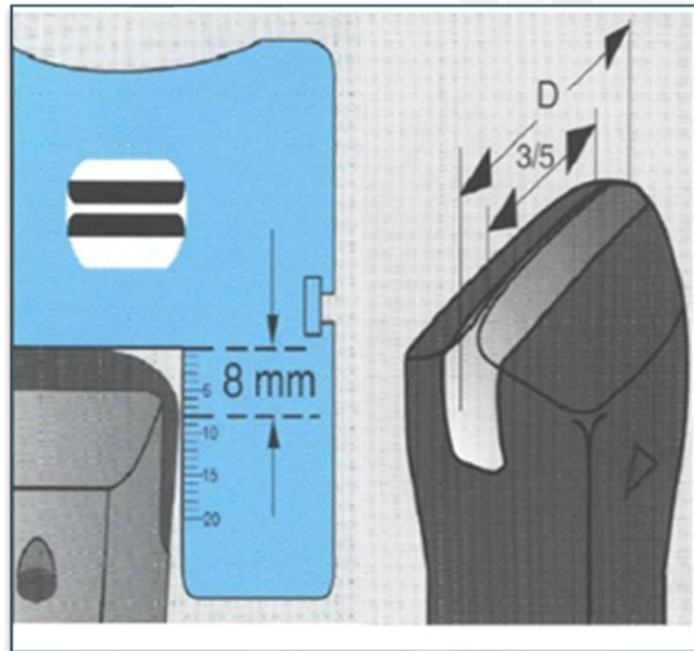


figura 43

- Los insertos desgastados de carburo desgastados se deben afilar hasta restablecer su forma original. La forma más sencilla es utilizar una muela de copa impregnada de diamantes sintéticos.
- Después de afilar de afilar los barrenos integrales, se debe comprobar el diámetro de la broca para cerciorarse de que aún se puede mantener en su serie

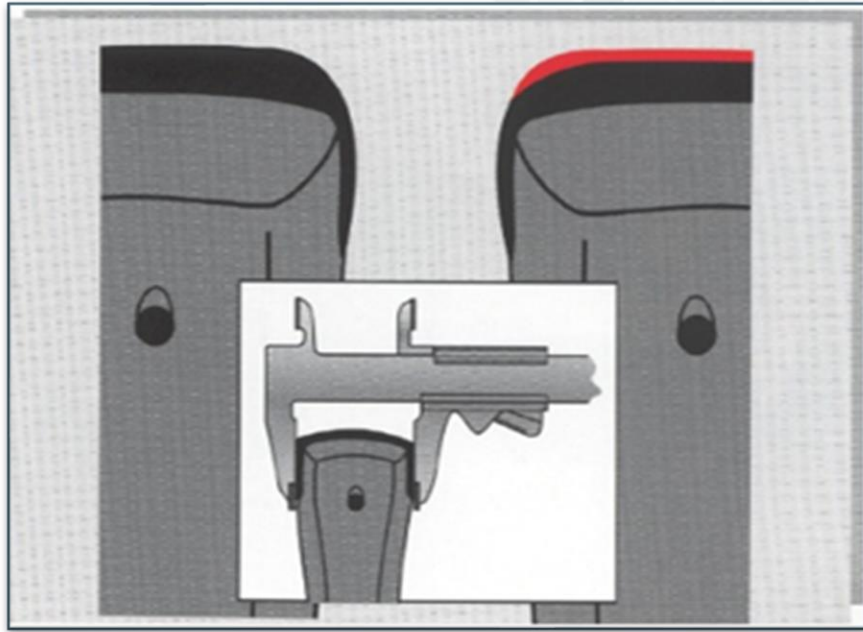


figura 44

- Es necesaria la utilización de agua como refrigerante en el afilado de barrenos, para evitar recalentamiento en el inserto y acortar su vida útil.



figura 45

Forma correcta de colocar los barrenos una vez afilados.



## Repaso de Conceptos Claves

### CARACTERÍSTICAS DE LOS ACEROS DE PERFORACIÓN

Reconocer las características de los aceros de perforación y su construcción.

### PARÁMETROS DE DESGASTE DE LOS ACEROS

Comprender los parámetros de desgaste de los aceros de perforación manual.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



### Actividad 3: Características y parámetros de desgaste de los aceros de perforación.

- **Estrategia Metodológica**

El instructor a través de los procedimientos y videos demostrativos realizara actividades de identificación de los aceros de perforación y de sus características y la comprensión de los parámetros de desgaste de los aceros de perforación indicados por el fabricante.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuesta de Situación Problemática	
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

#### 1. Objetivo

Reconocer las características de los aceros de perforación y comprender cuando debemos rectificar o afilar los aceros de perforación para mantener la vida útil de estos.

#### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante.
- PC y proyector.
- Acceso a Internet.
- Registro de anotaciones.



### 3. Descripción de la Actividad:

Etapa	Especificaciones
<b>Inicio</b>	<p>La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor realicen lo siguiente: <b>Identifiquen las diferentes características de los aceros de perforación y cuáles son los daños que generaremos si no sometemos los aceros de perforación al rectificado o afilado de acuerdo a las recomendaciones de desgaste del fabricante.</b></p> <p>Forman grupos de número de participantes acorde al total de asistentes a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio)</p>
<b>Desarrollo de la actividad</b>	<p>El instructor debe seguir las siguientes instrucciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:</p> <p><b>Explica la necesidad de controlar el desgaste de los aceros de perforación y reconocer cuando es el tiempo de rectificado.</b></p> <p>Entregar indicaciones de seguridad y vela por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación a la actividad.</p> <p><b>Descripción a los participantes del paso a paso de la actividad</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Identifican porque se deben rectificar los aceros de perforación.</li><li>b) Reconocen las características de los aceros de perforación.</li><li>c) Identifican los sistemas para poder identificar el desgaste de los aceros de perforación.</li><li>d) Identifican las formas correctas de almacenar los aceros de perforación.</li><li>e) Realizan evaluación de la identificación de las partes de un acero de perforación demostrado in situ por el instructor.</li></ul> <p>Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones</p> <p>Término de la actividad</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Participante realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario</li></ul>
<b>Duración de la actividad</b>	90 minutos

### 4. Cierre de la Actividad

El instructor reforzará la Identificación de las diferentes partes de un acero de perforación como también los parámetros de desgaste de estos.



## 4. Ángulos de Perforación.

**Aprendizaje esperado:** Reconocer la importancia de mantener el control del Angulo y del largo de los tiros perforados.

### Conceptos Claves

#### IMPORTANCIA DE LOS ÁNGULOS DE PERFORACIÓN

Reconocer la importancia de mantener los ángulos de perforación para obtener los resultados esperados en el desarrollo minero.

#### COMPRENDER EL DIAGRAMA DE PERFORACIÓN

Identificar las características de un diagrama de perforación.

### Introducción

La perforación manual o mecánica, el principio siempre será el mismo y con el objetivo de fracturar y volar la máxima cantidad de roca ya sea para galerías o túneles o simplemente para la extracción de mineral para procesos de molienda. Para que el proceso de perforación tenga los resultados deseados debemos manejar la información requerida para un diagrama de perforación.

#### 4.1. Diagramas de perforación

##### MARCACIÓN DEL DIAGRAMA DE PERFORACIÓN

El diagrama de perforación consiste en un esquema gráfico donde se señala la disposición de las perforaciones que permiten llevar una excavación en las dimensiones requeridas. El contorno debe marcarse con una línea segmentada y donde corresponde la perforación cruzar con una línea perpendicular.

**IMPORTANTE** Si la frente no tiene los clavos topográficos de centro y gradiente, no se debe marcar, a menos que se haga con apoyo topográfico.

- Marcación de la frente.
- ✓ La marcación de la frente es una operación que, consiste en materializar en terreno, las referencias topográficas, es decir, puntos de coordenadas que definen el rumbo e inclinación que debe llevar la labor, las cuales según el avance que se vaya teniendo, deben ser desplazadas cada cierto intervalo de distancia.

➤ IMPORTANTE.

- ✓ Si la frente no tiene los clavos topográficos del centro y gradiente, no se debe marcar, a menos que se haga con apoyo topográfico.
- ✓ Para realizar las marcaciones de un túnel, galería o cualquier labor minera se necesita el apoyo de ingeniería, y por intermedio de los topógrafos materializarán dichas referencias en terreno. Estas referencias son las líneas de Centro y la Gradiente, Spring Line.

• **Línea de Centro**

- ✓ Topografía de acuerdo a los datos entregados por ingeniería materializa la línea de centro en el túnel por intermedio de tarugos colocados en el centro del túnel(en forma longitudinal) espaciado uno de otro. Esta distancia sera de 2 metros uno de otro en la misma dirección, el mínimo de tarugos es de tres. Con la línea de centro se obtiene la dirección del túnel.
- ✓ **Línea centro** se marca proyectando la línea generada por las tres plomadas por el frente, al momento de fijar línea en la frente, las plomadas no deben moverse.

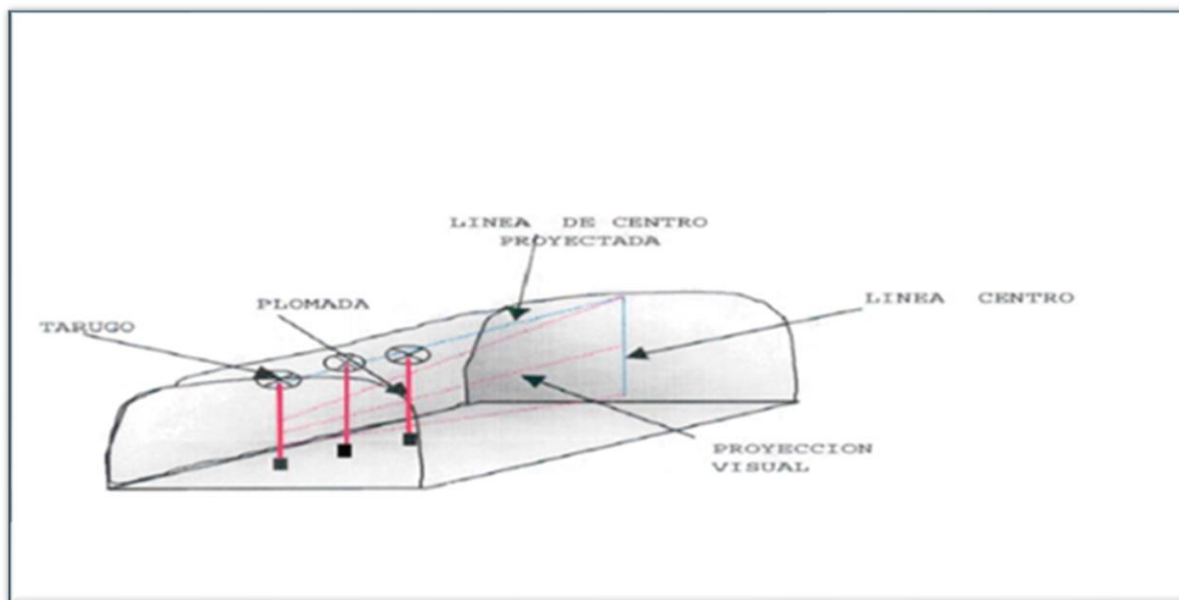


figura 46



figura 47

- **Gradiente**
  - ✓ Topografía de acuerdo a los datos entregados por topografía materializarán la gradiente también por intermedio de los tarugos, los cuales van colocados en ambas cajas del túnel, en cada caja colocarán 3 los cuales quedan perpendicular uno a otro, se instalarán a la altura que indica ingeniería. La gradiente nos da la horizontal del túnel.
  - ✓ **La Gradiente** se proyecta en el frente, utilizando lienzas tomadas de los respectivos clavos topográficos, lo más tensados posible, de tal manera que no se distorsione la proyección.

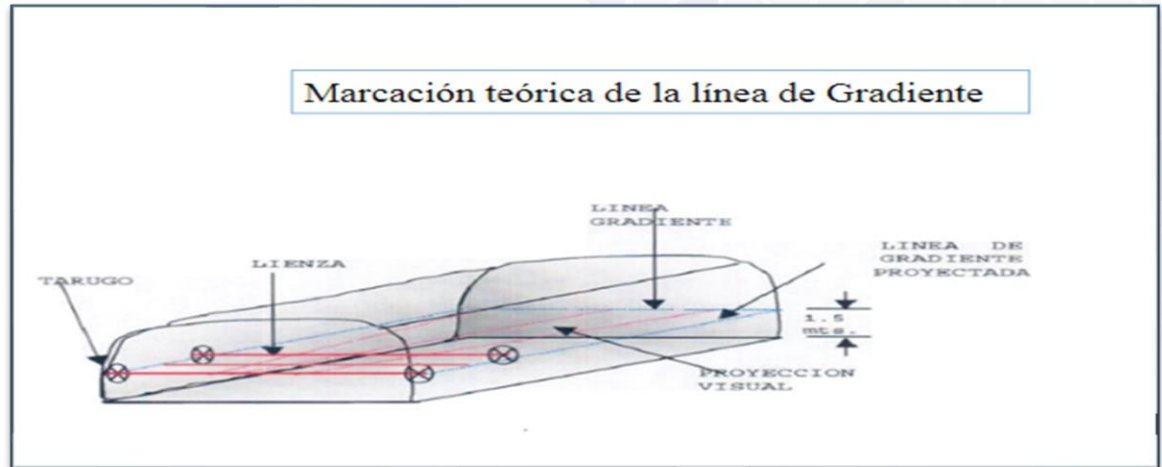


figura 48

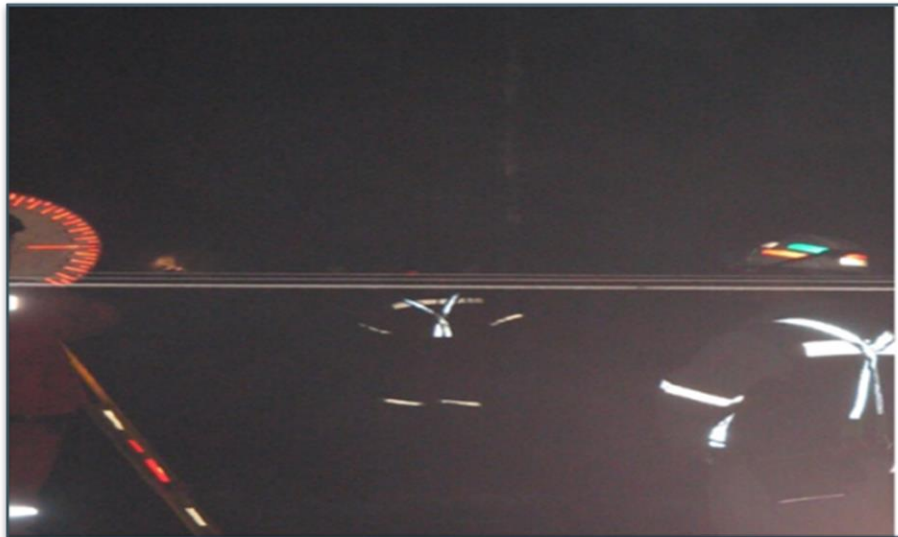


figura 49

- **Spring Line**
- ✓ Es la línea de intersección de las cajas con la curvatura o bóveda del techo.

### MARCACIÓN DEL DIAGRAMA DE PERFORACIÓN

El diagrama de perforación consiste en un esquema gráfico donde se señala la disposición de las perforación que permiten llevar una excavación en las dimensiones requeridas. El contorno debe marcarse con una línea segmentada y donde corresponde la perforación cruzar con una línea perpendicular.

IMPORTANTE

Si la frente no tiene los clavos topográficos de centro y gradiente, no se debe marcar, a menos que se haga con apoyo topográfico.



**figura 50**

La marca donde se perfora el tiro, siempre es un punto, en caso de una marca o que no corresponda, se borra o se marca con una X.



figura 51



## TUNELES o GALERIAS

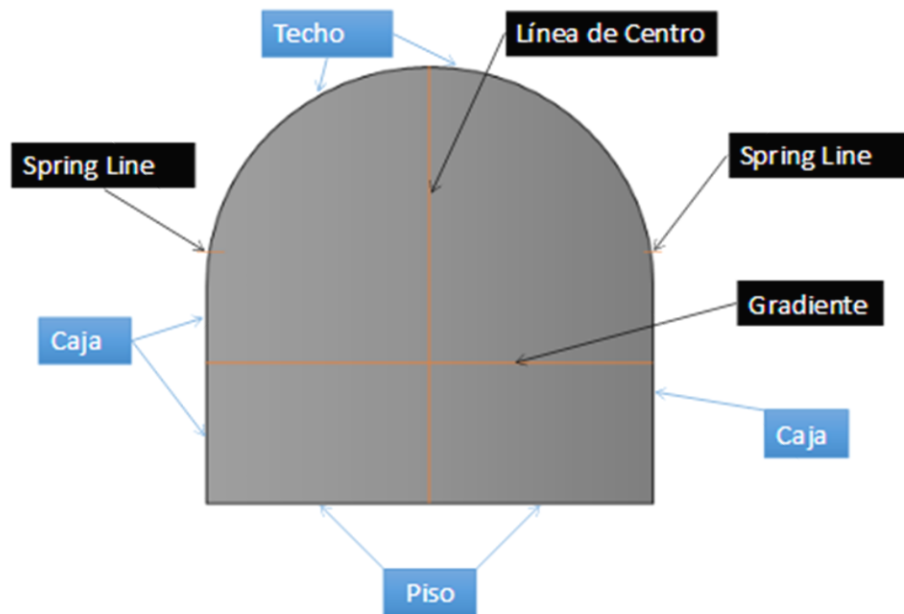


figura 52

### ZONAS DE PERFORACIÓN

- Rainuras + Tiros huecos(Cuele).
- Auxiliares de Rainuras.
- Zapateras.
- Auxiliares de Zapateras.
- Coronas.
- Auxiliares de Coronas.

# MINERIA SUBTERRANEA

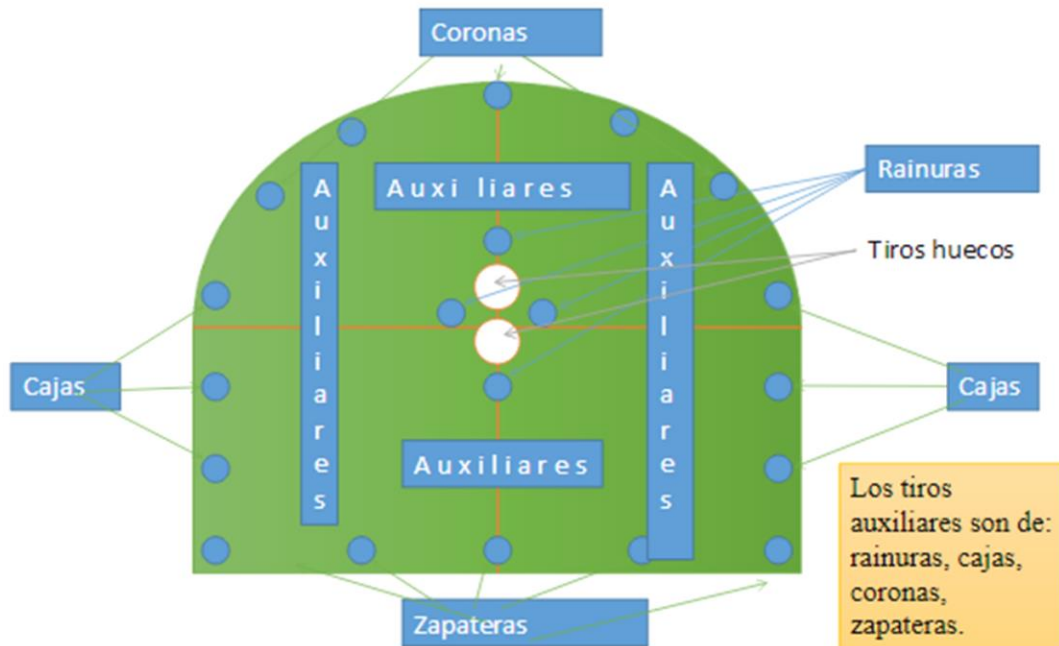


figura 53

- **Rainuras:** Conjunto de tiros del diámetro del diagrama de perforación de tiros, y de tiros huecos que son de mayor diámetro que los tiros normales del diagrama de perforación normalmente 3" 3 ½ y 4" de diámetro, que permiten en su profundidad crear la cara libre necesaria para que el resto de los tiros puedan ir saliendo (secuencia de disparo). El diseño de la rainura define con relativa importancia el éxito o fracaso del disparo, ya que en este caso no existe cara libre a diferencia de las tronaduras a rajo abierto.

Es la abertura que se forma primero en una frente, mediante algunos barrenos, o taladros que ocupan generalmente la parte central del diagrama de perforación, que tienen una disposición especial y son los que hacen explosión primero, el objeto de hacer en primer lugar el corte, es formar una cara libre.

- **Zapateras:** Zona de perforación situada en el piso y tiene por finalidad de darle el acabado al piso de la labor de acuerdo a la gradiente que se lleva.
- **Cajas:** Son perforaciones también de contorno o perimetrales, son las perforaciones laterales y son las que limitan el ancho de la excavación. Son aquellas perforaciones que

permiten dar la forma lateral a la labor, son perforaciones que van ligeramente dirigidos hacia fuera de la sección, con la finalidad de mantener la sección del frente.

- **Corona:** Son las perforaciones o taladros que se realizan en la parte superior de una excavación, denominada techo, son tiros de contornos o perimetrales. Se perforan ligeramente dirigidos al techo para mantener la sección.
- **Auxiliares:** son aquellas perforaciones que sirven para ampliar la cara libre formada por el corte, por lo general son perforaciones paralelas. Los tiros auxiliares son para las rainuras, cajas, coronas y zapateras.

### **IMPORTANTE**

Uno de los factores que incide directamente en la sobre excavación en una labor minera es la mala calidad de las perforaciones de las coronas y de las perforaciones de las cajas. Hay otros factores que también influyen.

- **Cara Libre:** Es lugar hacia el cual se desplaza el material cuando es disparado, por la acción del explosivo. La cara libre en una frente es una sola por ello la función del corte es abrir otra cara libre, o sea el hueco que forma el corte luego del disparo es otra cara libre a fin de que la acción del resto de las perforaciones del diagrama sea sobre más de una cara libre, con lo que se conseguirá una gran economía en la cantidad de los barrenos perforados y en la cantidad de explosivos. Para la perforación de la cara libre se perforan tiros huecos los cuales no se cargan con explosivo.

### **RAINURA – TIROS HUECOS**

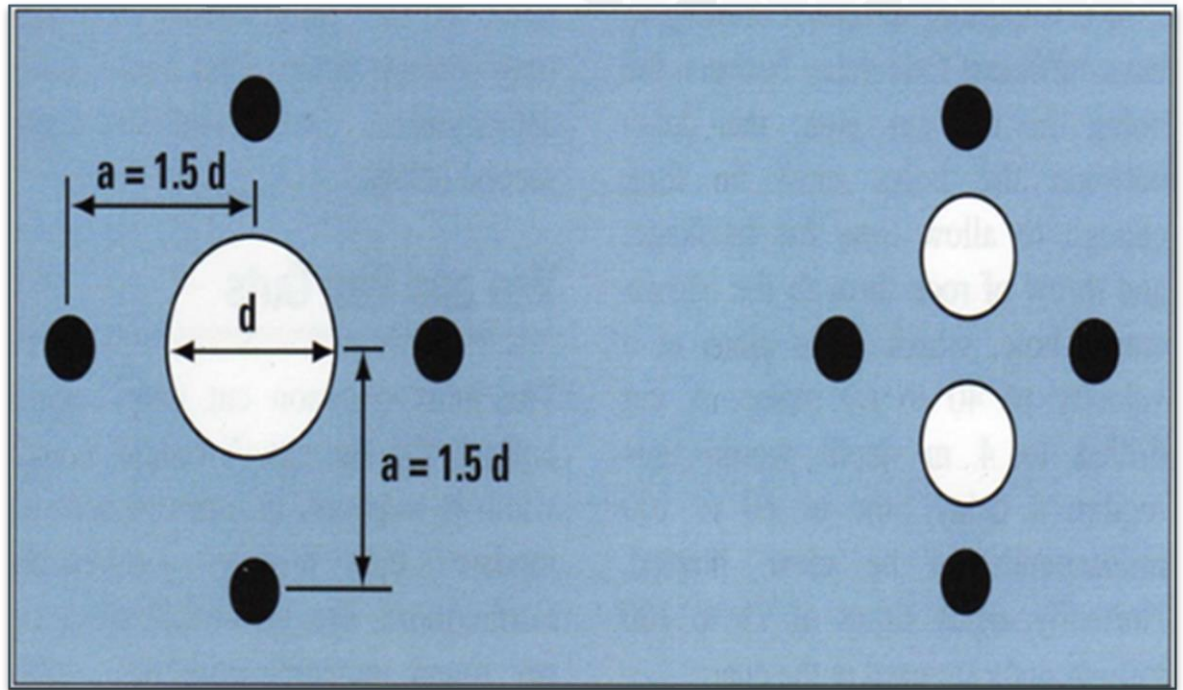


figura 54

## FACTORES DE LOS QUE DEPENDEN LA UBICACIÓN E INCLINACIÓN DE LAS PERFORACIONES

Clase de terreno donde se va a perforar

Los materiales que constituyen los macizos rocosos poseen ciertas características físicas que son función de su origen y de los procesos o geológicos posteriores que sobre ellos han actuado. El conjunto de estos fenómenos conduce a un determinado entorno, a una litología particular con unas heterogeneidades debidas a los agregados minerales. Y a una estructura geológica en un estado tensional característico, con un gran número de discontinuidades estructurales (planos de estratificación, fracturas, diaclasas, juntas, etc.)

Número de caras libres de la labor

En una labor cualquiera se llama cara libre de la zona que se desea volar, a cada uno de los lados que se desea volar (a cada uno de los lados que están libres), o sea en contacto con el aire. Así, por ejemplo, el frente de una galería, chimenea o piqueta tendrá una cara libre;

## FACTORES DE LOS QUE DEPENDEN LA UBICACIÓN E INCLINACIÓN DE LAS PERFORACIONES

Se refiere al tamaño que debe tener el material ya quemado. En general cuando más cerca se sitúan las perforaciones unos de otros, habrá mayor fragmentación; en un tajeo las perforaciones verticales producen mayor fragmentación que los horizontales.

#### FACTORES DE LOS QUE DEPENDEN LA UBICACIÓN E INCLINACIÓN DE LAS PERFORACIONES

El equipo de perforación. Aquí también hay que tener en cuenta la habilidad y destreza del perforista, pues hay ciertos tipos de trazos inclinados que resultan difíciles de perforar y a veces el uso de determinados equipos de perforación, sobre todo en la perforación de arranques y cueles donde tiene que dárseles la inclinación correcta.

#### EL TRAZO DE LA MALLA DE PERFORACIÓN DISPARO SIMULTÁNEO Y ROTATIVO

Cuando se disparan las perforaciones juntas, se dice que el disparo es simultáneo, pero si se disparan sucesivamente, de acuerdo a un orden de encendido previamente establecido el disparo será rotativo. El objeto del disparo rotativo es la formación y ampliación de las caras libres, razón por la cual se usa este sistema en los trabajos de la mina, ya que los frentes solo presentan uno o dos caras libres.

#### 4.2. Fuerza de empuje en perforación

##### ¿Qué es la fuerza de empuje?

Para obtener un efecto de penetración eficiente es preciso aplicar una fuerza de empuje que depende de la resistencia de la roca y del diámetro de perforación. Prácticamente, casi sin excepciones, esta fuerza de empuje se obtiene a partir de la presión que se aplique a través del embolo y la máquina perforadora, por el perforista, en el caso de las perforaciones manuales. Y en lo que es perforación mecánica esta fuerza la realiza un motor hidráulico. El empuje es necesario para que la broca siempre este en contacto con la superficie de perforación, la falta o exceso de empuje produce los siguientes efectos.

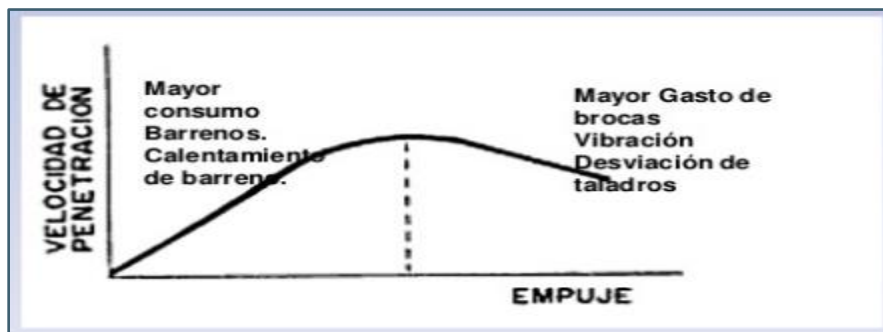


figura 55

Los detritus de roca formados por la perforación, deben ser evacuados para evitar que sean triturados por los elementos cortadores de la broca, para ello se suministra una circulación de aire adecuada para evacuar dichos detritus. También se debe suministrar agua para controlar el polvo producto de la perforación.

### Repaso de Conceptos Claves

#### IMPORTANCIA DE LOS ÁNGULOS DE PERFORACIÓN

Reconocer la importancia de mantener los ángulos de perforación para obtener los resultados esperados en el desarrollo minero.

#### COMPRENDER EL DIAGRAMA DE PERFORACIÓN

Identificar las características de un diagrama de perforación.



## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

### Actividad 4: Qué es un diagrama de perforación y sus características.



- **Estrategia Metodológica**

El instructor a través de los planos de perforación, procedimientos y videos demostrativos realizará actividades de identificación y la comprensión de un diagrama de perforación y sus características.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuesta de Situación Problemática	
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

#### 1. Objetivo

- Reconocer y comprender que es un diagrama de perforación y las características de este.

#### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante.
- PC y proyector.
- Acceso a Internet.
- Registro de anotaciones.

### 3. Descripción de la Actividad:

Etapa	Especificaciones
<b>Inicio</b>	<p>La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor realicen lo siguiente: <b>Identifiquen los nombres de un diagrama de perforación.</b></p> <p>Forman grupos de número de participantes acorde al total de asistentes a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio)</p>
<b>Desarrollo de la actividad</b>	<p>El instructor debe seguir las siguientes instrucciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:</p> <p><b>Explica la necesidad de realizar un diagrama de perforación antes de comenzar la tarea de perforación manual.</b></p> <p>Entregar indicaciones de seguridad y vela por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación a la actividad.</p> <p><b>Descripción a los participantes del paso a paso de la actividad</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Identifican en un plano los nombres de las diferentes partes de una galería.</li><li>b) Reconocen en un plano de perforación los nombres de las diferentes perforaciones para darle forma a una galería o túnel.</li><li>c) Realizan evaluación en relación a las características de cada una de las perforaciones de un diagrama de perforación y porque es importante la fuerza de empuje en la perforación.</li></ul> <p>Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones</p> <p>Término de la actividad</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Participante realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario</li></ul>
<b>Duración de la actividad</b>	60 minutos

### 4. Cierre de la Actividad

El instructor reforzará la Importancia de comprender en toda su amplitud un diagrama de perforación, ya que de este dependerá el desarrollo de una galería o túnel en función de trabajos de perforación manual designadas por la empresa.

## 5. Registro e Información.

**Aprendizaje esperado:** Reconocer el término del proceso de perforación manual dejando registro de información del estado de la zona de perforación para su entrega

### Conceptos Claves

#### REGISTRO DE INFORMACIÓN

Conocer los registros en los cuales se debe dejar la información tanto de la tarea de perforación como del estado del equipo de perforación.

#### ENTREGA DE NOVEDADES DEL TURNO

Conocer la información relevante que debe comunicar sobre la tarea de perforación manual.

### Introducción

En este capítulo el operador perforista deberá conocer la información relevante que debe comunicar de las etapas de la perforación, así como también identificar los formatos que debe utilizar para el registro de información.

#### 5.1. Formatos de Registro de información

- Confeccionar reporte en caso de detectar anomalías en el proceso de perforación manual o en el área donde se realizará la tarea de perforación manual, también debe operar de acuerdo a los procedimientos e instructivos de la empresa.
- Siempre que encuentre alguna condición sub-estándar (ejemplo zonas sin acuñar, planchones abiertos etc.) debe detener la tarea de perforación e informar al supervisor para tomar acciones correctivas, y deberá realizar el reporte de esta condición.

## 5.2. Entrega de novedades del turno

El Operador perforista deberá cumplir fielmente con la entrega de las novedades de final de turno.

Esta información debe ser clara en los aspectos de estado del equipo y ubicación de este y el avance de los trabajos realizados.

La información clara y oportuna para el turno entrante es de vital importancia ya que de esta manera evitará retrasos y demoras en el desarrollo de inicio del turno entrante, así como también la continuidad de las perforaciones pendientes en caso de una perforación de una frente u otra

### Repaso de Conceptos Claves

#### REGISTRO DE INFORMACIÓN

Conocer los registros en los cuales se debe dejar la información tanto de la tarea de perforación como del estado del equipo de perforación.

#### ENTREGA DE NOVEDADES DEL TURNO

Conocer la información relevante que debe comunicar sobre la tarea de perforación manual.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



### Actividad 5: Formatos para registro de información relevante.

- **Estrategia Metodológica**  
Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.
- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuesta de Situación Problemática	
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

#### 1. Objetivo

Reconocer y comprender cuales son los formatos que debo utilizar para registrar la información de los trabajos y condiciones de la perforación manual, así como también el estado de los equipos de perforación manual para el siguiente turno.

#### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante.
- PC y proyector.
- Acceso a Internet.
- Registro de anotaciones.



### 3. Descripción de la Actividad:

Etapas	Especificaciones
<b>Inicio</b>	La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor realicen lo siguiente: <b>Identifiquen la información relevante que debe registrar sobre la tarea de perforación manual y del estado del equipo de perforación.</b> Forman grupos de número de participantes acorde al total de asistentes a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio)
<b>Desarrollo de la actividad</b>	<p>El instructor debe seguir las siguientes instrucciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:</p> <p><b>Explica la relevancia que tiene la información que se dejara para el turno entrante.</b></p> <p>Entregar indicaciones de seguridad y vela por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación a la actividad.</p> <p><b>Descripción a los participantes del paso a paso de la actividad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Identifican porque la información debe ser clara.</li> <li>b) Reconocen cual es la información que se debe registrar.</li> <li>c) Identifican cuales son los reportes que debo utilizar.</li> </ul> <p>Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones</p> <p>Término de la actividad</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Participante realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario</li> </ul>
<b>Duración de la actividad</b>	30 minutos

### 4. Cierre de la Actividad

El instructor reforzara la Identificación de la información que es necesaria reportar para mantener una continuidad en la tarea de perforación manual con el turno entrante.

También lo importante que es el uso de los formatos adecuados para esta información y del estado del equipo.

El instructor podrá utilizar formatos de uso frecuente en esta tarea como repaso en aula y dar el énfasis a la importancia de su aplicación.



## SOCIOS CCM



Una iniciativa de:



Con la asesoría experta de:

