

Universidad Nacional de Ingeniería
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA,
MINERA Y METALURGICA



Herramientas para Perforación de Rocas por Percusión

Informe de Ingeniería

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS**

Carlos Natividad Lopez Mejía

Promoción 87 - II

Lima - Perú

1995

HERRAMIENTAS PARA PERFORACION DE ROCAS POR PERCUSION

INDICE

INTRODUCCION.

CAPITULO 1.- ASPECTOS GENERALES.

1.0 Rocas y minerales.

CAPITULO 2.- PERFORACION POR PERCUSION.

2.0 Descripción.
2.1 Características de los taladros.
2.2 Transmisión de energía.
2.3 Evacuación de detritus.
2.4 Avance.
2.5 Rotación.
2.6 Acero de perforación.
2.7 Inserto de metal duro.

CAPITULO 3.- BARRENOS INTEGRALES.

3.0 Descripción.
3.1 Series ó juegos de barrenos.
3.2 Perforación.
3.3 Intervalo de afilado.
3.4 Transporte y almacenamiento.
3.5 Vida útil.
3.6 Fallas Operacionales.
3.7 Factores que influyen en la vida útil de los barrenos integrales.
3.8 Cuidado y buen uso de barrenos.
3.9 Pruebas de Campo.

CAPITULO 4.- BARRAS CONICAS Y BROCAS DESCARTABLES.

4.0 Descripción.
4.1 Metodología de operacion.
4.2 Ventajas y desventajas de su uso.
4.3 Pruebas de Campo.

CAPITULO 5.- EQUIPO SECCIONADO.

- 5.0 Descripción.
- 5.1 Adaptador de culata.
- 5.2 Manguitos de acoplamiento.
- 5.3 Barras de perforación.
- 5.4 Brocas.
- 5.5 Equipo para escariado.
- 5.6 Mantenimiento de herramientas de perforación.

CAPITULO 6.- PERFORACION DE ROCAS - APLICACIONES.

- 6.1 Perforación con equipos de extensión.
- 6.2 Perforación de avance de galerías y túneles.

CAPITULO 7.- EVALUACION TECNICO-ECONOMICO, PRUEBAS DE CAMPO.

- 7.1 Prueba de barrenos integrales en mina C.M.H.S.A., año 1993.
- 7.2 Prueba de barrenos integrales en mina C.M.H.S.A., año 1994.
- 7.3 Evaluación técnico-económico de accesorios de perforación en la Cía. Minera Milpo S.A.
- 7.4 Evaluación técnica de brocas de botón en la Cía. Minera Milpo S.A.
- 7.5 Evaluación técnica de herramientas de perforación en mina San Rafael Minsur S.A.

CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA.

DEDICATORIA

A mamá Lucila por su sacrificio de toda la vida, a mis hermanos en especial a Betty y Rodolfo pues con su apoyo pude culminar mis estudios universitarios. Y a mi esposa Sandra por su constante motivación para emprender éste trabajo.

INTRODUCCION

Cuando la dinamita fue inventada por el científico Alfred Nobel surgen a mediados del siglo pasado las primeras perforaciones a percusión, se usaban entonces barrenos sin inserto de metal duro, lo que ocasionaba limitaciones, impuestos por la baja resistencia mecánica de los aceros utilizados, así como por las constantes paralizaciones para el reafilado por el excesivo desgaste de los mismos.

Es en la década de los años 30 de éste siglo cuando recién se empieza a usar como elemento de corte de los barrenos integrales los insertos de carburo de tungsteno y cobalto.

A partir de éste descubrimiento los fabricantes empezaron a perfeccionar su tecnología en búsqueda de herramientas de mayor rendimiento, mejor resistencia a la fatiga y al desgaste. Asimismo aparecen en el mercado equipos de perforación de mayor potencia tanto neumáticos como electro hidráulicos que desarrollan una alta performance.

Las formaciones rocosas que se encuentran con más frecuencia en minería y obras civiles son duras y abrasivas.

El método para perforarlas es por percusión. La energía necesaria para perforar la roca es generada por máquinas perforadoras y transmitidas a través de la barra de perforación en forma de onda de choque. El alto nivel de esfuerzo que ésto supone representa una elevada exigencia sobre las herramientas.

Los ingenieros enfrentan continuamente un reto para reducir sus costos de operacion. Entre las principales actividades que tienen mayor influencia en los costos de la operacion minera son, la perforación y la voladura de rocas.

La perforación de rocas es una de las actividades más importantes del ciclo de minado. El resultado de las otras operaciones dependerá directamente de la calidad de la perforación.

Esta actividad importante, que permite determinar el volúmen de mineral que se puede romper y beneficiar en la planta concentradora, utiliza, perforadoras y accesorios de perforación como barrenos, brocas, barras, etc., que tienen gran incidencia en el costo total de minado, razón por la cual se debe procurar un empleo óptimo de los equipos.

La selección correcta de las herramientas de perforación, el buen uso y el adecuado mantenimiento permitirá mantener costos unitarios de perforación bajos y obtener resultados económicos favorables.

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.0 ROCAS Y MINERALES.

1.0.1 La corteza terrestre.

La corteza terrestre está constituida por diferentes especies de rocas, las cuales están formadas por uno ó varios minerales.

Los minerales tienen distintas durezas y normalmente están clasificados de acuerdo a una escala de dureza relativa, conocida como escala de Mohs que va del 1 al 10.

1. Talco	Fácilmente se hace polvo.
2. Yeso	Fácilmente se raya con la uña.
3. Calcita	Difícilmente se raya con la uña.
4. Fluorit	Fácilmente se raya con un cuchillo.
5. Apatito	Se raya con un cuchillo.
6. Feldespato:	Difícil de rayar con un cuchillo.
7. Cuarzo	Raya el vidrio.
8. Topacio	Raya el vidrio, se raya con lija.
9. Corindón	Raya el vidrio, el diamante lo raya.
10. Diamante	Raya el vidrio.

1.0.2 Clasificación por origen de formación.

Las rocas son clasificadas en tres grupos, dependiendo del origen de su formación:

- Rocas Igneas (eruptivas).
- Rocas Sedimentarias.
- Rocas Metamórficas.

1.0.3 Clasificación por estructura.

Las rocas pueden también ser clasificadas de acuerdo a su estructura granular.

- Si los granos de los minerales están mezclados en una masa homogénea, la roca es masiva, por ejemplo el granito.
- En el caso de rocas estratificadas los granos de mineral están ordenados en capas, han sido compactados por presión y posiblemente también por calor.

1.0.4 Perforabilidad de las rocas.

La resistencia compresiva es una medida que indica la presión a que se puede someter en prueba una roca antes de que se quiebre.

La perforabilidad de la roca es inversamente proporcional a su resistencia compresiva.
Ejemplo: El cuarzo es un mineral muy común. Al ser muy duro el cuarzo (sílice), una roca con alto contenido de éste mineral será difícil de perforar.

La perforabilidad de las rocas depende, entre otras cosas, de la dureza de los minerales que la constituyen y del tamaño de los granos .

CAPITULO II

PERFORACION POR PERCUSION

2.0 DESCRIPCION.

La perforación por percusión es una técnica que se basa en el transporte de energía en forma de ondas de impacto a través de barras largas. El barreno para perforar, tiene detrás de la barra, un pistón como generador de energía.

El pistón golpea el extremo del barreno con una frecuencia superior a 50 golpes por segundo, la longitud de la onda de impacto, equivale a dos veces la longitud de trabajo del pistón.

Aquella parte del acero se comprime y se hace más corta y más gruesa. La onda de impacto se traslada a la broca con la velocidad del sonido en el acero, lo que significa 5,000 metros por segundo. El acero se mueve ininterrumpidamente mientras las ondas de impacto pasan longitudinalmente por la barra haciéndola más corta y gruesa y más larga y delgada de nuevo. Después de mucho tiempo y un gran número de ciclos de fatiga el acero se rompe. En el punto más débil se empiezan a desarrollar pequeñas fisuras convirtiéndose rápidamente en una grieta de fatiga causando la rotura del acero.

La forma de la onda de impacto es muy importante para la vida del acero. Una onda de alta amplitud agota el acero más rápidamente en comparación con ondas de baja amplitud. Una onda larga lleva consigo más energía que una onda corta y por consiguiente penetra más rápidamente.

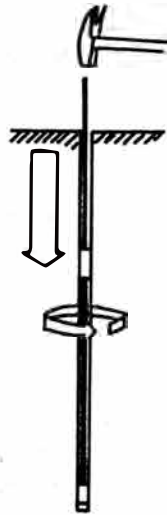
2.0.1 Tipos de perforación de rocas.

2.0.1.1 Perforación por percusión. También conocida como perforación con martillo, es el método más comúnmente usado con la mayoría de las rocas. Se usa tanto en máquinas con martillo en la cabeza (Top Hammer), como con martillo en el fondo del taladro (Down the Hole).

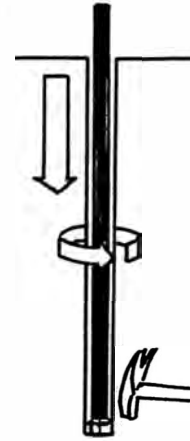
2.0.1.2 La perforación de rotación y trituración se usó primero en la perforación de pozos de petróleo, pero ahora se usa para la perforación y voladura, la perforación del piloto para chimeneas, el rimado de chimeneas y la perforación a sección completa de túneles (minado continuo).

2.0.1.3 El método de perforación por rotación y corte fue aplicado principalmente para rocas blandas con una resistencia compresiva de hasta 1500 bares.

2.0.1.4 El método de rotación abrasiva (conocido como perforación diamantina) se usa principalmente en la prospección para obtener testigos de la roca. El método se usa en la mayor parte de las minas existentes.

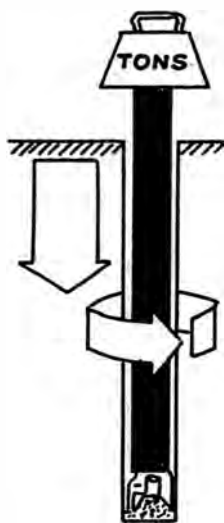


TOP HAMMER DRILLING

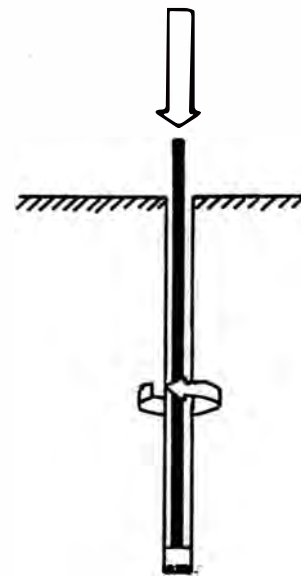


**DOWN-THE-HOLE
(DTH)**

2.0.1.1 PERFORACION POR ROTACION



**2.0.1.3 PERFORACION POR
ROTACION Y CORTE**



**2.0.1.4 PERFORACION POR
ROTACION ABRASIVA
(DIAMANTINA)**

2.1 CARACTERISTICAS DE LOS TALADROS.

Los taladros se caracterizan en general por cuatro factores:

2.1.1 Diámetro del taladro.

El diámetro del taladro depende de la finalidad por el que se ejecuta.

En la perforación de taladros para voladura son muchos los factores que influyen en la elección del diámetro, como ejemplo, la fragmentación que se desea obtener, el explosivo que será usado, las vibraciones que se permiten en el terreno.

En minas a cielo abierto y en canteras, trabajar con taladros de gran diámetro permiten menores costos de perforación y voladura por tonelada de material extraído.

En minas subterráneas, las dimensiones del taladro se limitan por el espacio disponible y la elección del equipo de perforación.

En el anclaje e inyección de cemento para sostenimiento, se elige el diámetro del taladro que ofrezca una seguridad satisfactoria.

2.1.2 Longitud del Taladro.

La longitud del taladro puede ser seleccionado de acuerdo a la elección del equipo de perforación.

En espacios pequeños o estrechos solo se pueden usar barras cortas.

En la perforación de taladros para voladura, tanto horizontales como verticales, se debe tener presente que la longitud del taladro es algo mayor que el avance requerido.

Es conocido el hecho en minería subterránea de, que la sección del túnel limita el avance que se puede obtener por disparo, y por ello no tiene objeto perforar taladros de longitud mayor al ancho del túnel, pues no se va a conseguir avances superiores a ésta última dimensión.

2.1.3 Rectitud y paralelismo de los taladros.

La rectitud del taladro varía con el tipo de roca, método de perforación y equipo de perforación usado.

El taladro para voladura debe ser lo más derecho posible cuando se perfore taladros más profundos, para que el explosivo se coloque en el lugar correcto y el efecto de la voladura sea el deseado.

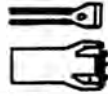
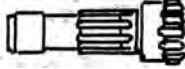

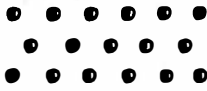








Para controlar la desviación de los taladros, se usan distintos tipos de dispositivos guías, por ejemplo: Broca Guía, Barra Guía, etc.

El paralelismo entre taladros es un factor determinante para una buena voladura tanto en perforaciones horizontales (frentes de avance), como verticales (tajeos).

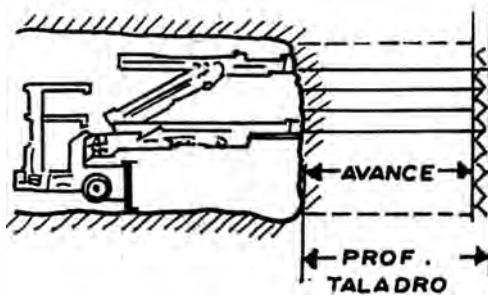
2.1.4 Estabilidad de los Taladros.

Otro aspecto esencial de un taladro es que éste permanezca "abierto" hasta el momento en que se utilice, para cargarlo con explosivo u otros fines.

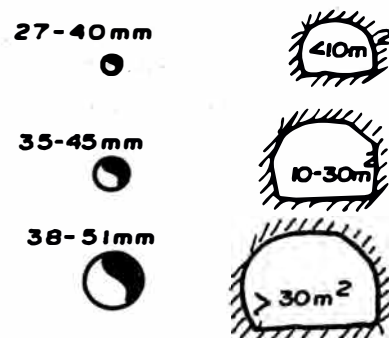
En determinadas condiciones, por ejemplo cuando se perfora en material suelto o en roca blanda (con tendencia a desprenderse y bloquear el barreno) es esencial revestir el taladro con mangueras o tubos de P.V.C.

27-127 mm 1 1/16 - 5 ins	85-216 mm 3 3/8 - 8 1/2 ins	100-435 mm 4 - 17 ins
		
		
		
		

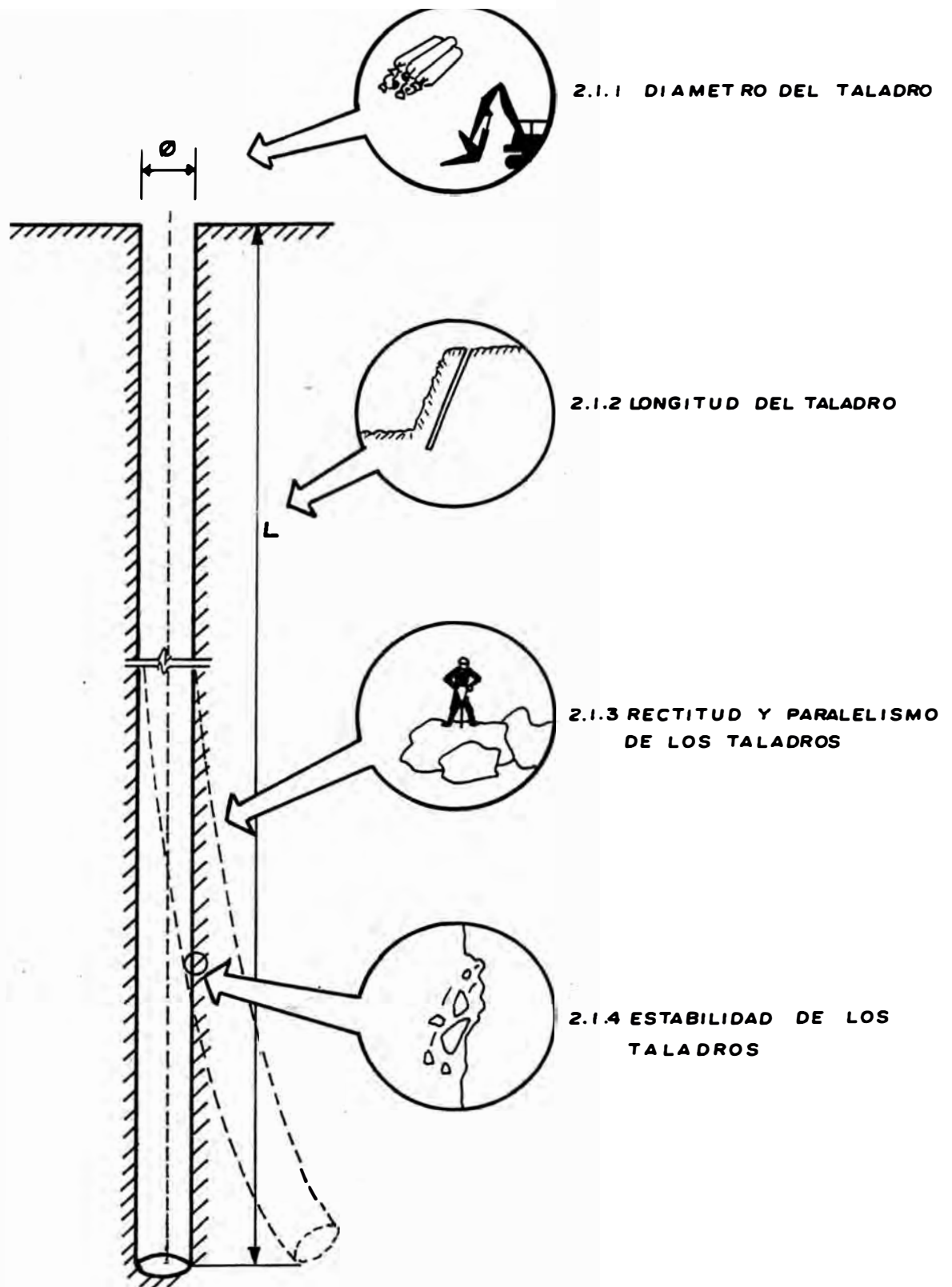
LA SELECCION DE LA BROCA (TIPO Y DIAMETRO)
 ESTA EN FUNCION DEL EQUIPO DE PERFORACION, SECCION
 DE TRABAJO, FRAGMENTACION, ETC.



EN EL AVANCE DE TUNELES, EL AVANCE
 EFECTIVO ES MENOR QUE LA LONGITUD
 DEL TALADRO.



EL DIAMETRO DEL TALADRO
 ESTA EN FUNCION DE LA
 SECCION DEL TUNEL.



2.1 CARACTERISTICAS DE LOS TALADROS

2.2 TRANSMISION DE ENERGIA.

En la perforación por percusión se transmite la energía de una perforadora por el acero y el inserto de metal duro de la broca a la roca, donde se realiza el trabajo de trituración.

El componente principal en una perforadora es el pistón, que se lanza hacia adelante y golpea la culata del barreno. La energía cinética del pistón se transmite al barreno en la forma de una onda de choque a una velocidad de aproximadamente 5,000 metros por segundo.

Para poder transmitir la mayor cantidad de energía posible, manteniendo al mismo tiempo una larga vida del barreno, la onda de choque ideal debe ser extendida y tener un bajo nivel de esfuerzos uniformemente distribuido.

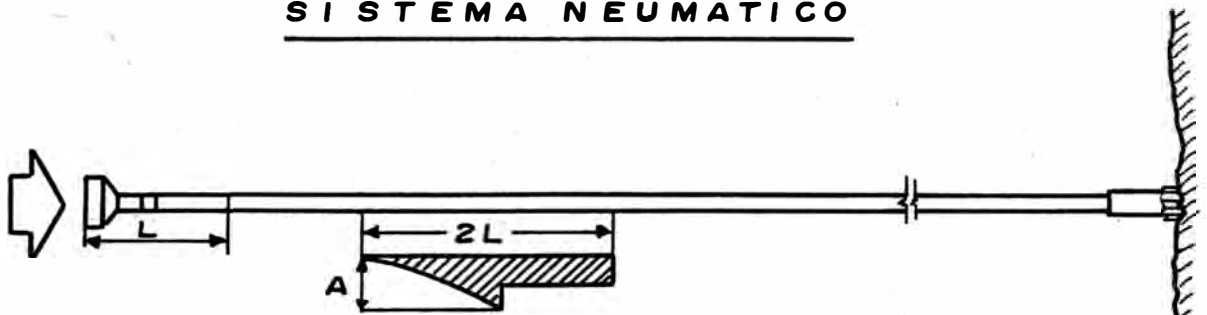
Cuando se requiera perforar taladros largos puede ser necesario acoplar varias barras. En cada acoplamiento se reflejará una parte de onda de choque.

También el movimiento de la onda de choque en el acero origina fricciones entre las roscas de la barra y el manguito de acoplamiento, ésto causa desgaste en las roscas y pérdida de energía en la forma de generación de calor.

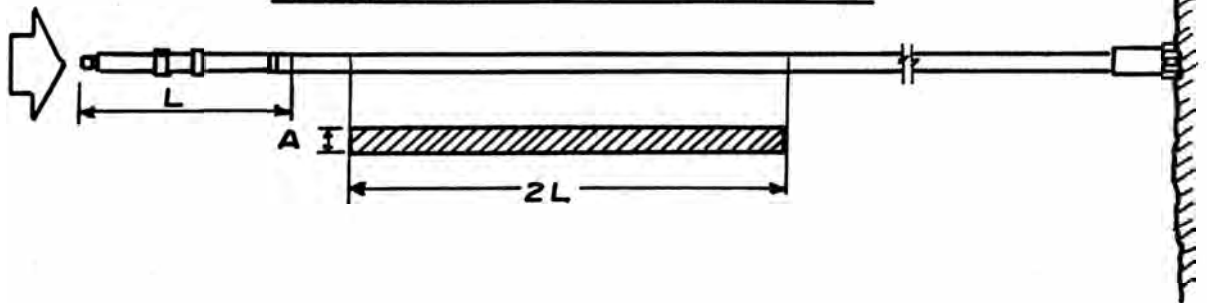
La energía en la onda de choque que llega a la broca se transforma en trabajo de perforación en la superficie de contacto entre el inserto y la roca.

En la perforación con martillo en el fondo (D.T.H.) se transmite la energía de la misma forma, pero con la ventaja de que el pistón de la perforadora golpea directamente a la broca.

S I S T E M A N E U M A T I C O



S I S T E M A H I D R A U L I C O



2.1 T R A N S M I S I O N D E E N E R G I A

2.3 EVACUACION DE DETRITUS.

Para que se pueda realizar la perforación se debe mantener limpio el fondo del taladro, o sea, se deben sacar continuamente de éste las partículas de roca que se han soltado. Esto, se hace con un medio de barrido, aire o agua, que es forzado al fondo del taladro por el orificio central de barrido del barreno y canales de barrido de la broca. Los detritus se sacan a presión del taladro por el espacio entre la barra y la pared del taladro.

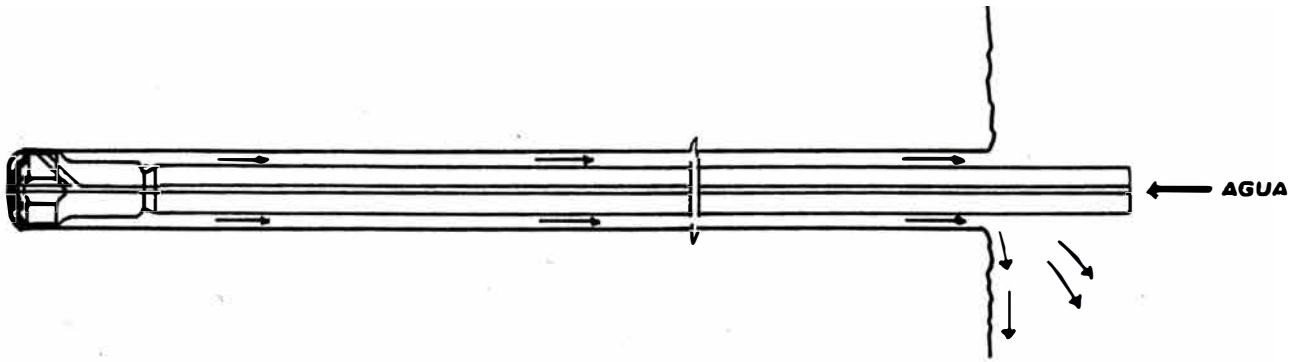
El uso del agua como medio de barrido cumple también la finalidad de proteger al perforista del polvo de la perforación, éste es muy dañino para la salud de las personas, pues su acumulación en los pulmones produce enfermedades irreversibles, tales como la Silicosis.

El barrido con agua se usa en la perforación de subsuelo, desde que el polvo que se forma durante la perforación es colectado eficazmente por el agua.

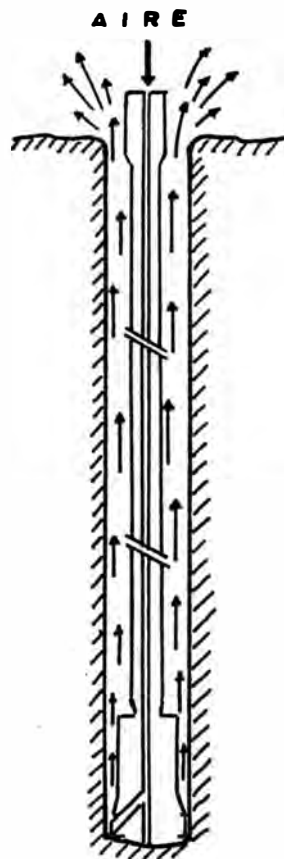
El barrido con aire se usa en la perforación a cielo abierto, cuando se perfora con equipos de martillo en el fondo (D.T.H.), ó con los track drills.

Un barrido insuficiente puede originar:

- Un mayor riesgo de atascamiento del varillaje.
- Una reducción de la velocidad de perforación.
- Un incremento del desgaste diametral de la broca.



BARRIDO CON AGUA



BARRIDO CON AIRE

2.3 EVACUACION DE DETRITUS

2.4 AVANCE.

La broca debe estar en contacto con el fondo del taladro todo el tiempo que dure la perforación.

En la perforación con martillo en la cabeza se encuentra la perforadora montada en un soporte que corre a lo largo de una viga con deslizadera. Generalmente la fuerza de avance es transmitida mecánicamente al soporte por medio de una cadena, tornillo ó cable. En la perforación con máquinas neumáticas livianas (Jack legs, Stoppers) la fuerza de avance es transmitida por un mecanismo llamado pie de avance.

La fuerza de avance puede ser regulada según la roca a perforar y también en relación al peso de la perforadora, es importante que la fuerza de avance sea tan grande, que la broca siempre esté en contacto con la roca en el fondo del taladro.

Una fuerza de avance demasiado baja puede originar lo siguiente:

Deficiente transmisión de energía, desacoplamiento de las roscas y un desgaste prematuro de las roscas.

Baja velocidad de penetración.

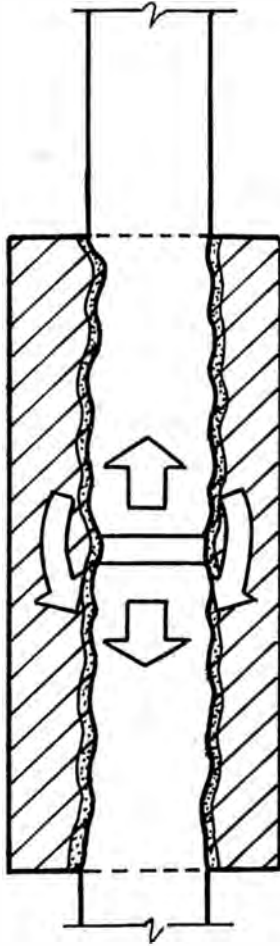
Las señales de fuerza de avance insuficiente son los calentamientos y traqueteos de los manguitos de acoplamiento.

Una fuerza de avance demasiado alta puede originar lo siguiente:

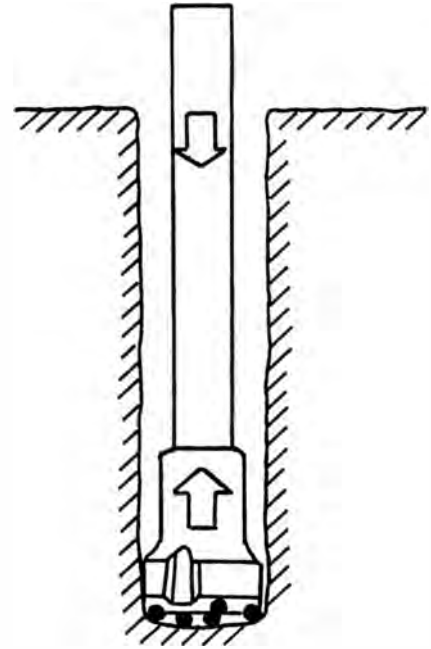
Riesgo de atascamiento, especialmente en roca suave.

Pésima estabilidad, con el riesgo de deflexión del varillaje.

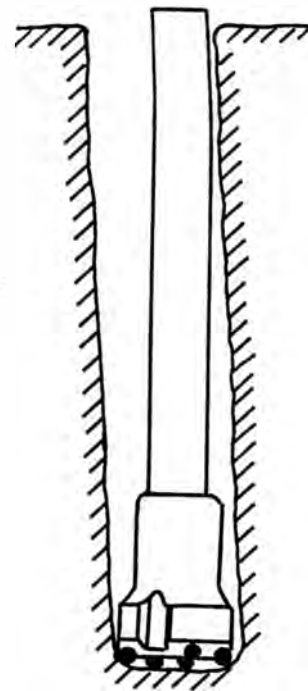
Baja velocidad de penetración, ya que disminuye la velocidad de rotación.



**FUERZA DE AVANCE
DEMASIADO BAJA ,
OCASIONA DESACOPLAMIENTOS**



FUERZA DE AVANCE CORRECTO



EXCESIVA FUERZA DE AVANCE

2.4 AVANCE

2.5 ROTACION.

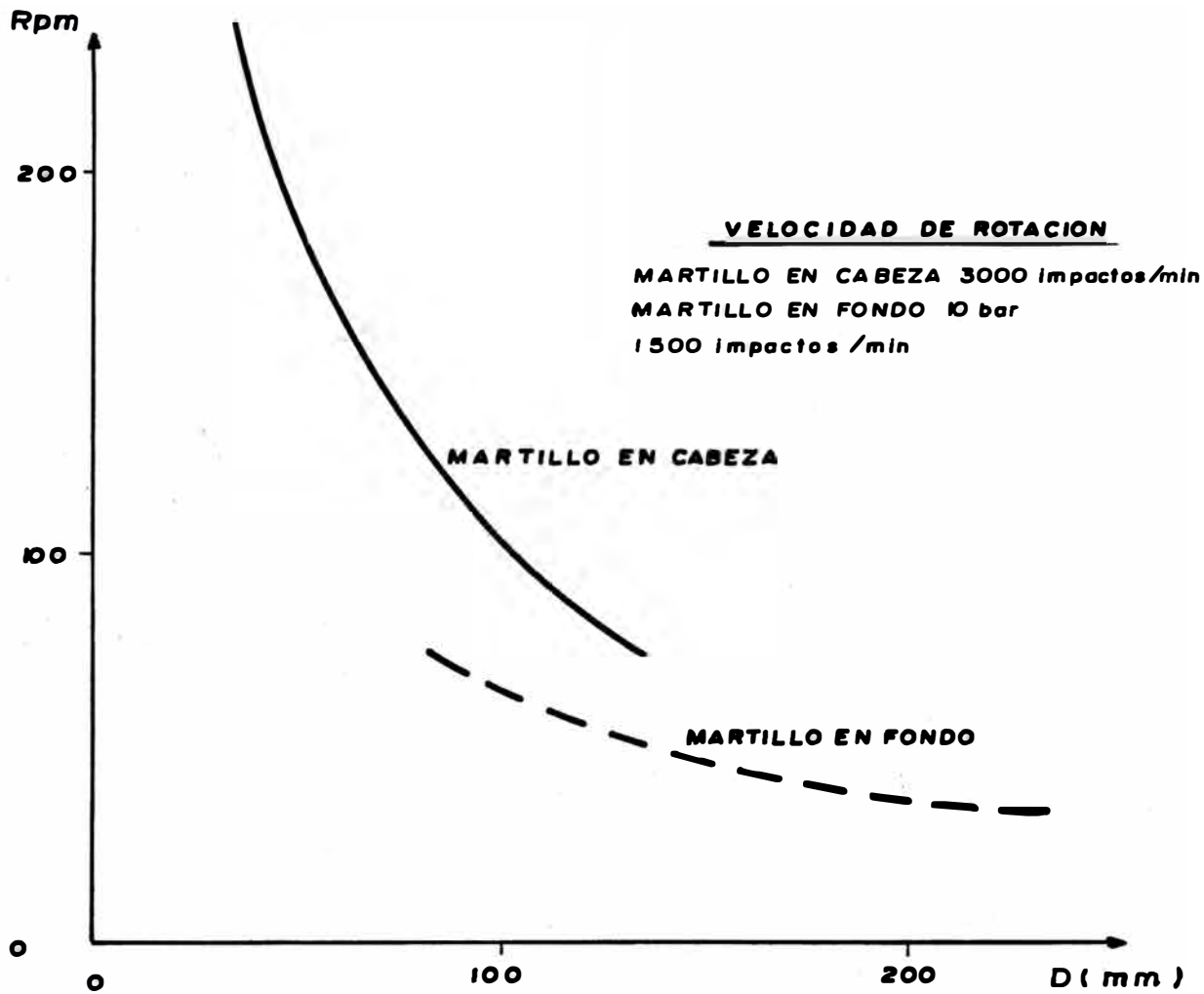
El principio de la rotación es que la broca dé vuelta entre cada golpe del mecanismo de percusión para que trabaje en una nueva parte del fondo del taladro.

El mecanismo de rotación con un martillo en la cabeza puede estar incorporado en la perforadora, o encontrarse en un motor de rotación separado.

La rotación se transmite al barreno por la bocina de la máquina perforadora.

En la perforación con martillo en el fondo (D.T.H.) el mecanismo de rotación corre por la deslizadera detrás del último tubo de perforación sin entrar en el taladro.

El giro entre cada golpe se debe adaptar de tal manera que asegure una rotura óptima de roca en el taladro, se debe impedir que los insertos de plaquitas o botones den golpes en el mismo punto de la roca varias veces.



2 IMPACTOS	3 IMPACTOS	4 IMPACTOS	(°)
			10°
			20°

MODELO DE IMPACTO EN FUNCION DE LA ROTACION; PARA BROCA DE BOTONES

2.5 ROTACION

2.6 ACERO DE PERFORACION.

Los requerimientos generales que debe cumplir el acero para la perforación de rocas son:

- Alta resistencia a la fatiga.
- Alta resistencia a la torción.
- Alta resistencia al desgaste.

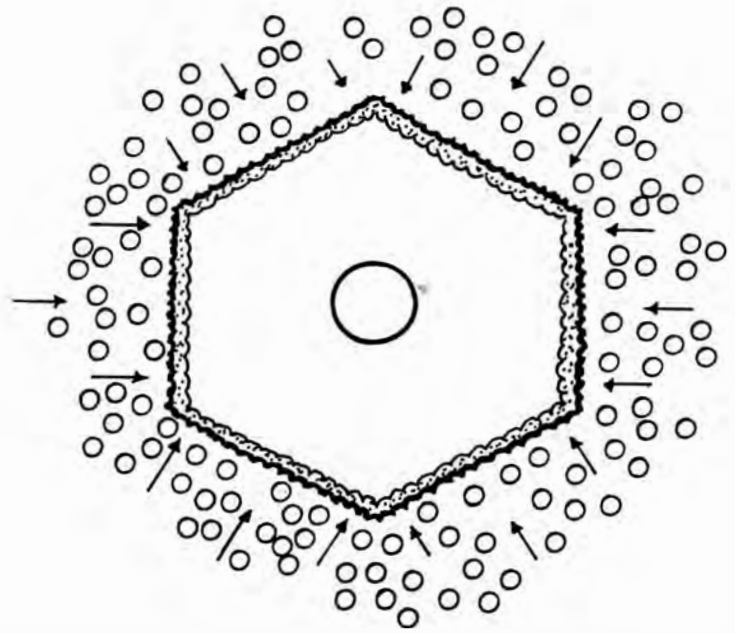
El acero en las rocas se desgasta normalmente por los pequeños movimientos que se producen entre el manguito de acoplamiento y la barra cuando pasa la onda de choque.

Las culatas se desgastan por la abrasión mecánica del pistón y el buje que transmite la rotación.

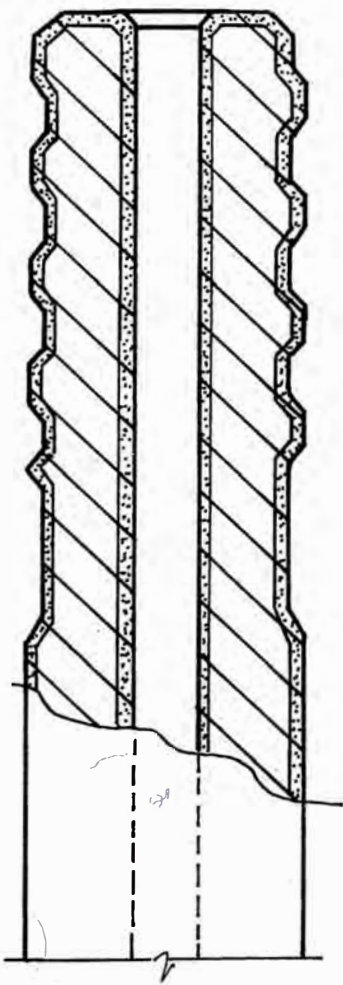
Un acero de perforación que nos da un rendimiento óptimo es el que se ha obtenido del acero con núcleo endurecido (dándole una alta resistencia a la rotura por fragilidad), y endurecimiento superficial. Esta combinación permite alta resistencia al desgaste y alta resistencia a la fatiga.

Existen una variedad de tratamientos que se aplican al acero de perforación para hacerlos más resistentes:

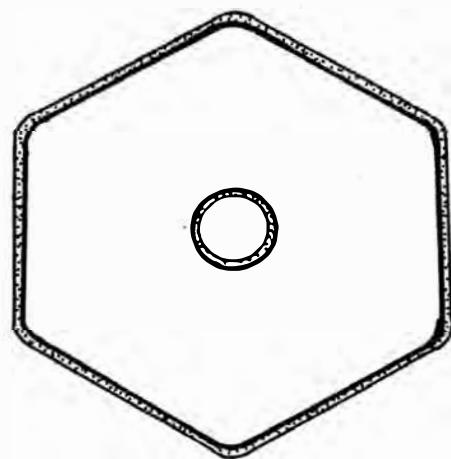
- Tratamiento térmico.
- Carburización.
- Bombardeo de perdigones.
- Protección contra la oxidación.



CHORRO DE PERDIGONES



CARBURIZACION



PROTECCION CONTRA LA
CORROSION SR

2.6 ACERO DE PERFORACION

2.7 INSERTO DE METAL DURO.

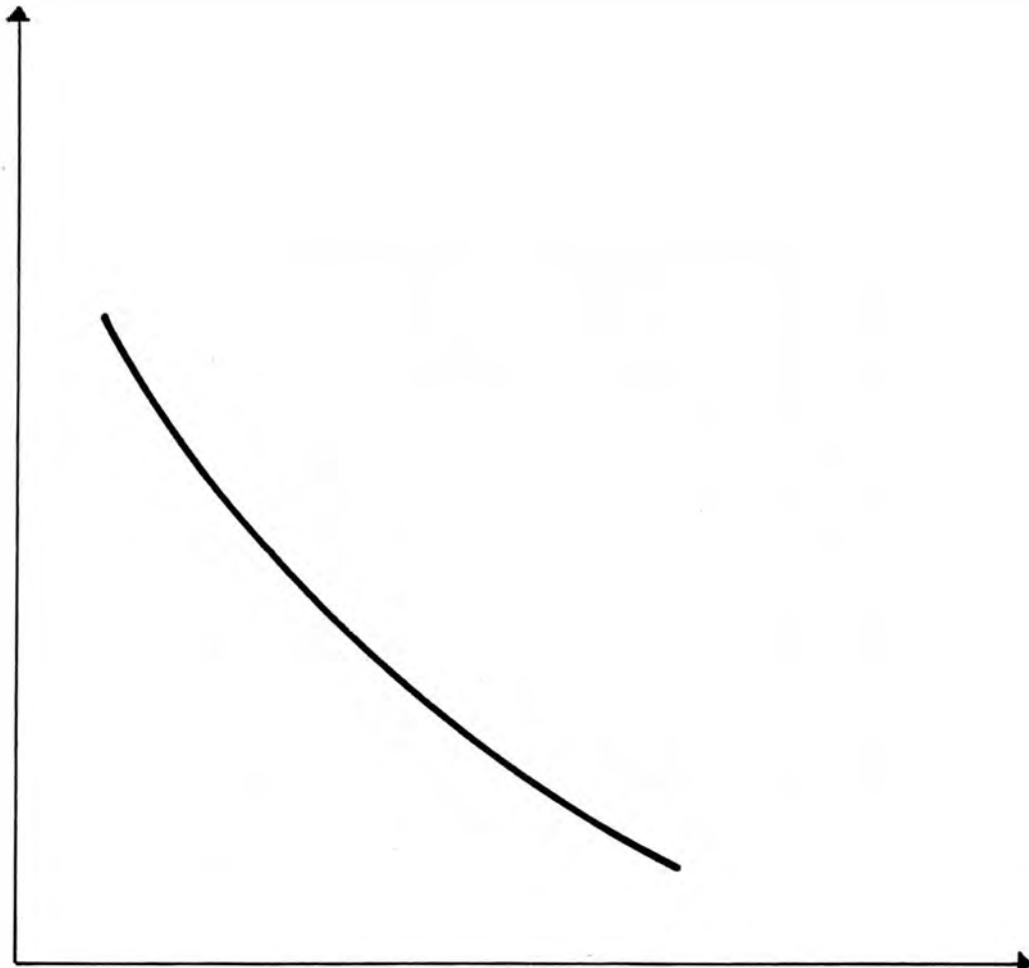
El metal duro (inserto del barreno integral o botón de la broca de botones) para la perforación de roca es una mezcla sinterizada de carburo de tungsteno y cobalto. El carburo de tungsteno dá al metal duro la dureza y resistencia al desgaste, mientras que el cobalto dá la tenacidad.

2.7.1 Inserción de metal duro.

Los insertos se sueldan en un encaje fresado en el acero. Como soldadura se usa generalmente plata o bronce. El material de soldar debe adherirse bién tanto al acero como al metal duro y debe tener alta resistencia a la fatiga.

Los botones se fijan por contracción o presión en frío. En el ajuste por contracción, se hacen taladros en el cuerpo de la broca la cual es después colocada al calor con la finalidad de dilatar los taladros para luego colocar los botones; cuando se enfría, el acero se contrae en los taladros y se fijan firmemente los botones.

**RESISTENCIA
AL DESGASTE**



TENACIDAD

2.7 INSERTO DE METAL DURO

CAPITULO III

BARRENOS INTEGRALES

3.0. DESCRIPCION.

El barreno integral es una barra de acero hexagonal hueca, consta de una culata endurecida en un extremo (que se coloca en el buje de la perforadora) y un collarín forjado; una longitud de barra hexagonal y una broca forjada con inserto de metal duro en el otro extremo.

Se usa comúnmente una culata hexagonal de 108 mm. de longitud y transmite el movimiento de rotación.

El collarín delimita la penetración del barreno al interior de la perforadora, recibiendo de ésta la presión de avance, sirve además para asegurar el barreno a la perforadora, impidiendo una eventual pérdida de la herramienta en perforaciones inclinadas o verticales.

El elemento de corte o inserto de Carburo tiene propiedades que desempeñan un papel muy importante en la perforación, éstos son: la dureza, la tenacidad y la resistencia al desgaste. La dureza es necesaria para que el borde de la pieza incrustada no sufra deformaciones en su trabajo de trituración de la roca. Sin suficiente tenacidad la pieza incrustada se fracturaría pronto al ser martillada contra la roca. Es preciso una gran resistencia al desgaste para que la proporción del consumo del carburo incrustado sea lo mas baja posible.

A los barrenos integrales se les aplica diferentes tratamientos a fin de darle una mayor resistencia al acero de perforación.

Tratamiento térmico, le da un templado al acero que lo hace resistente a fatigas prematuras.

Tratamiento mecánico, como el "perdigoneo", donde se proyectan pequeñas bolitas de acero sobre la barra mantenida en continua rotación, para que reciban un tratamiento uniforme, proporciona una dureza superficial del acero.

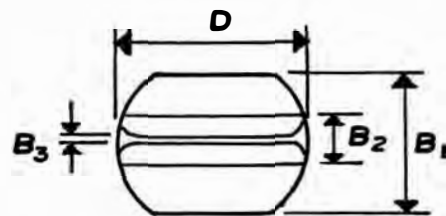
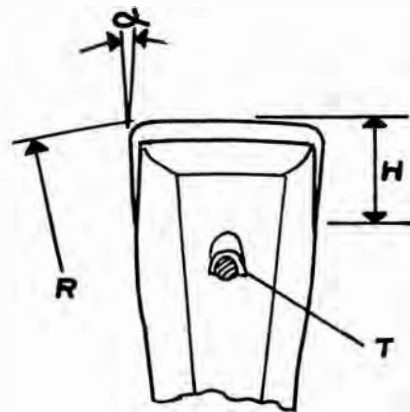
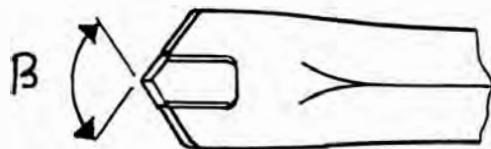
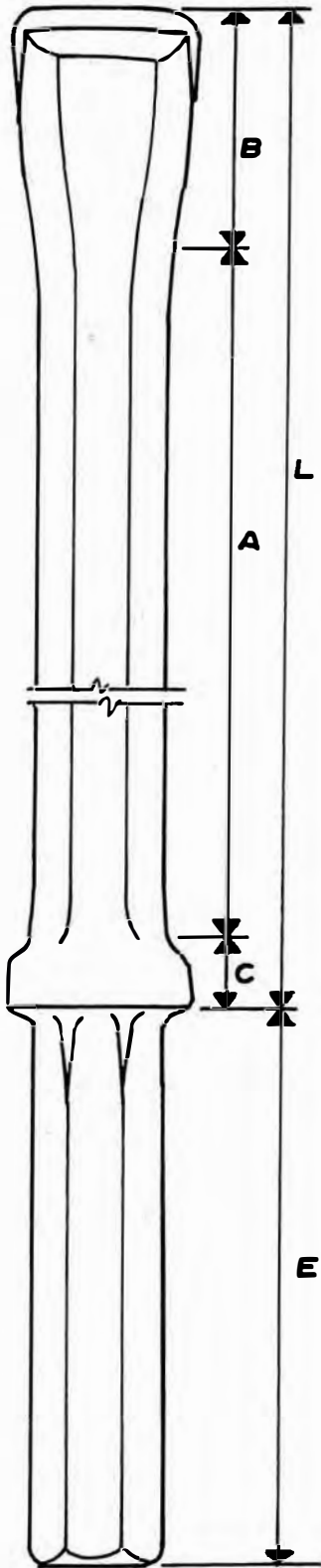
Tratamiento químico de superficie, es un baño de ácido fosfórico que se aplica en toda la barra así como el orificio de barrido formando una capa antioxidante.

Este tratamiento protege al acero de la corrosión de los ambientes húmedos.

BARRENOS INTEGRALES

NOMENCLATURA

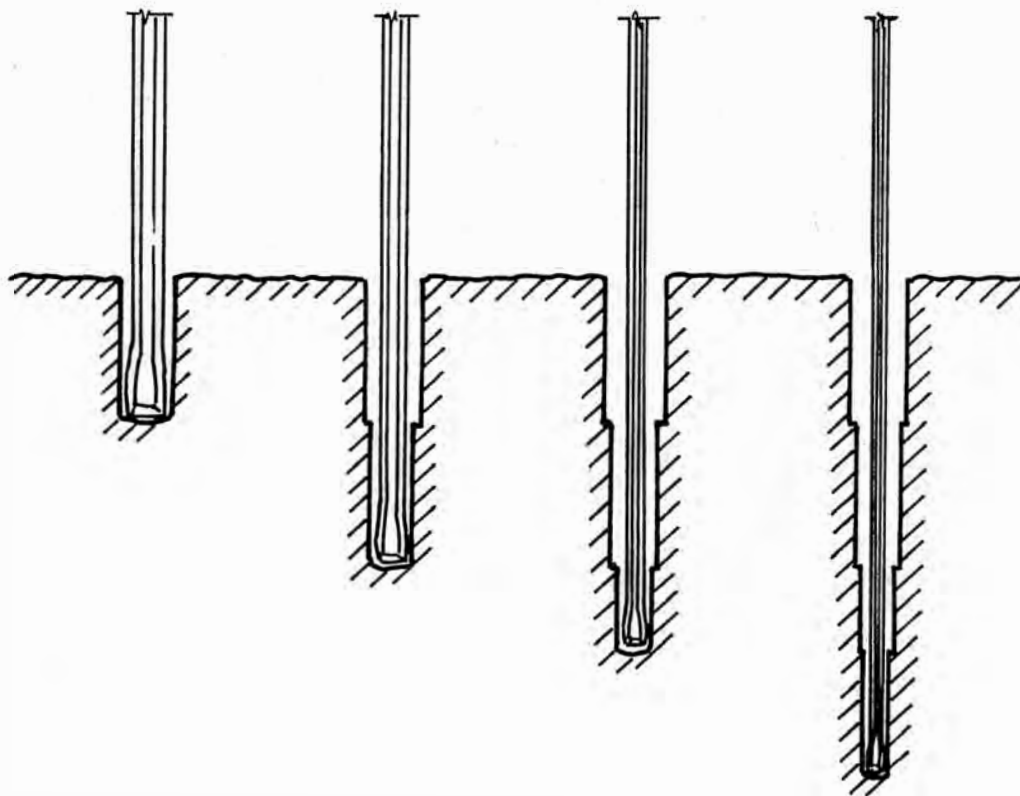
- A BARRA
- B BROCA
- B₁ ANCHURA DE LA BROCA
- B₂ ANCHURA DE LA PLAQUITA
- B₃ ANCHURA DEL FILO DE CORTE
- C COLLARIN
- D DIAMETRO DE LA BROCA
- E CULATA
- H ALTURA DE LA PLAQUITA
- L LONGITUD EFECTIVA
- R RADIO DE LA PLAQUITA
- T ORIFICIO DE BARRIDO
- α ANGULO DE CONICIDAD
- β ANGULO DE INCIDENCIA



3.1. SERIES DE BARRENOS INTEGRALES.

Los barrenos integrales son fabricados en juegos o series que constan de dos o más unidades de diferentes longitudes. Se tiene entonces que el barreno tiene una longitud dada y que no puede ser aumentada. Cuando el primer barreno ha sido introducido por completo, se cambia por un barreno más largo para continuar perforando. La perforación se hace por consiguiente en etapas y por cada etapa se debe reducir el diámetro del inserto para poder introducir el barreno en el taladro sin problemas de atascamiento.

Los barrenos están ordenados en series donde el diámetro del barreno disminuye al aumentar la longitud.



1º

2º

3º

4º

3.1 JUEGO DE BARRENOS INTEGRALES

3.2. PERFORACION CON BARRENOS INTEGRALES.

Una etapa importante de la perforación es el emboquillado, el cual debe iniciarse en una posición correcta en relación al plano donde se trabaja.

Con un barrido adecuado y la percusión y avance mínimos se irá operando la máquina perforadora a fin de obtener una pequeña penetración en la roca que servirá como guía para proseguir con la perforación, inmediatamente pueden incrementarse las presiones de percusión y avance hasta conseguir la velocidad de penetración adecuada.

Se recomienda que el inicio de la perforación cuando se trabaja con máquinas livianas (jak legs), se haga con dos hombres, Uno para sujetar el barreno alineado y otro para accionar la máquina.

El conjunto perforadora-barreno integral debe permanecer alineado todo el tiempo que dure la perforación, en caso contrario se producirá flexionamiento de la barra, ocasionando grandes esfuerzos y en consecuencia posibles fallas.

La presión de avance debe asegurar que los impactos transmitidos por el pistón a través de la barra y la broca sean transferidos a la roca por un contacto efectivo constante en el fondo del taladro.

Si consideramos que en promedio las perforadoras neumáticas proporcionan impactos del orden de los 2000 por minuto y las perforadoras hidráulicas 2,900 impactos por minuto, podemos darnos cuenta de la alta energía envuelta en el proceso.

Por otro lado, continuamente debe verificarse las condiciones de operación de las máquinas perforadoras, su lubricación, la presión del aire comprimido y la presión del agua para barrido. Se ha establecido que la presión del agua debe ser un Bar menor que la presión del aire comprimido como mínimo para evitar el retorno del agua dentro de la perforadora y elimine la lubricación que siempre debe estar presente.

3.2.1 Barrenos doblados y tapados.

No todos los barrenos doblados deben ser descartados.

Frecuentemente se pueden enderezar, ya sea en el hueco perforado o con la ayuda de una prensa. Pero hay que recordar que de un barreno enderezado no se puede esperar la misma vida útil que de otro que no lo haya sido.

Puede ocurrir que un barreno quede con el orificio de barrido obstruido, para sacar el cuerpo obturador es recomendable usar un tubo de cobre porque es posible que se encuentre material explosivo que puede ser detonado. Los barrenos desatorados deben ser usados inmediatamente pues en la limpieza es probable que se haya dañado la capa antioxidante.

3.2.2 Cuidado y mantenimiento.

El material duro en los insertos se desgasta durante la perforación. La mayor parte del desgaste es causado por abrasión contra el fondo del taladro y las paredes del taladro, cuando va girando la broca.

Si el desgaste llegara a ser excesivo disminuye la velocidad de penetración y tanto el metal duro como las piezas de acero quedan sujetos a esfuerzos anormales.

Por ésto se debe afilar el metal duro con regularidad para restaurar su forma original.

Pruebas efectuadas han comprobado que cuando se realiza una perforación con un inserto a punto de afilar se observa una disminución de la velocidad de perforación de cerca del 8 %.

Cuando el desgaste supera en 1 mm de éste punto, si se sigue perforando, la velocidad de perforación se reducirá en un 25 %.

Distintos tipos de rocas causan distintos grados y formas de desgaste.

3.2.2.1 El desgaste **frontal** ocurre cuando uno perfora una roca dura, como granito y gneis. El metal duro se desgasta en su altura y llega a tener una apariencia roma, que en los insertos soldados llega a ser más ancho hacia la periferia, debido al camino más largo que debe tomar la periferia de la broca.

Una vez afilado la broca, con ayuda del calibrador se verificará el ángulo de corte igual a 110 grados y el radio de curvatura igual a 80 mm.

Finalmente el filo de corte debe ser rebajado muy suavemente con una piedra descartada, esto se hace para evitar perforar con un "filo de cuchillo" que puede ocasionar roturas prematuras de la pastilla.

3.2.2.2 El desgaste **diametral** ocurre en rocas abrasivas con un gran contenido de cuarzo. El metal duro en la periferia de la broca se desgasta anormalmente, de tal manera que se produce una contraconicidad y desaparece el ángulo de incidencia de la broca.

En esas condiciones una broca trabaja acuñaada a la roca, generando grandes tensiones en sus extremos. Además de la disminución de la velocidad de perforación puede acarrear rotura de pastilla, debido al aumento de esfuerzos de torción de la misma broca.

No se debe permitir que la contraconicidad (o sea la distancia entre el punto más alto de la broca y el punto donde empieza el ángulo de incidencia) sobrepase los 8 mm.

Para el afilado, se procede similar al afilado por desgaste frontal, pero tratando de reducir en éste caso altura de la pastilla, para que sea posible restaurar el ángulo de cono libre.

Para evitar una reducción excesiva de la altura de la pastilla, también se recomienda un afilado complementario en los extremos laterales de la broca, a fin de eliminar totalmente la contraconicidad.

Existen dos tipos de desgaste asociados a ésta operación:

- Desgaste Helicoidal. Este desgaste típico es frecuente en perforaciones con baja rotación o insuficiencia de barrido, asociada a una presión de avance excesiva, provocando desgaste de la pastilla alrededor de las extremidades opuestas de la pastilla.

Para corregir el desgaste helicoidal, cuando no está muy profundo, basta con eliminar la parte saliente de la pastilla, manualmente, en la afiladora.

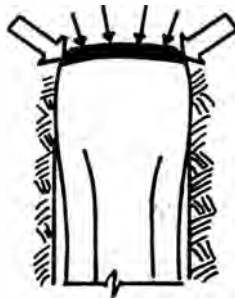
- El desgaste de los flancos laterales. Originado de la perforación en algunas rocas blandas, y abrasivas; cuando la rotación y el barrido son insuficientes

El desgaste excesivo expone a la pastilla a una rotura prematura. Se corrige eliminando las partes salientes de la pastilla y por una combinación de afilado frontal y diametral.

3.2.2.3 El desgaste tipo piel de reptil se forma en rocas que causan poco desgaste al metal duro. La superficie del metal duro queda fatigada y aparece un patrón de microfisuras, que se parece mucho a la "piel de reptil", especialmente en las esquinas del inserto. Estas microfisuras superficiales deben eliminarse en cuanto se descubran, de lo contrario penetran más profundo en el metal duro y causan que se suelten pedazos más grandes de metal duro. En ciertos tipos de roca no aparece ningún tipo de desgaste visible. Pero el metal duro debe ser afilado de todas maneras para que no se presenten daños de fatiga. El intervalo recomendado es de 400 pies por pieza.



DESGASTE FRONTAL



DESGASTE DIAMETRAL



DESGASTE HELICOIDAL

3.3 INTERVALO DE AFILADO.

A menudo es poco práctico medir los desgastes en cada barreno o broca en el lugar de trabajo. Por ésto es necesario establecer rutinas fijas de reafilado en los lugares establecidos. Las brocas por ejemplo, se reafilan después de un cierto número de taladros, después de cada turno, etc.

Un reafilado demasiado temprano no es necesariamente desfavorable, ya que se saca menos metal duro cada vez que se hace un reafilado y ésto no tiene ningún efecto negativo en la economía.

3.3.1 Máquina de afilar Barrenos integrales.

Los barrenos integrales pueden ser afilados manualmente, pero es sumamente difícil obtener resultados correctos tales como restituir el ángulo de corte y su radio en una sola operación.

Esas dificultades e imperfecciones del afilado manual que se han observado constantemente, recomienda que se utilicen máquinas especiales de afilado semiautomáticas.

El funcionamiento de éstas máquinas es por medio de electricidad o aire comprimido.

Estas máquinas através de un fijador posicionan al barreno en relación a la piedra de afilado, de manera tal que por medio de movimientos oscilatorios se permite la recomposición del ángulo correcto y del radio de la broca.

La presión que se ejerza con la piedra de la broca es importante. Una presión excesiva quemará el inserto, una deficiente presión dará origen a un pulimiento de la pastilla y a la aparición de microfisuras; en ambos casos se puede provocar la rotura de la pastilla.

Otro aspecto importante es usar en forma constante el agua como refrigerante desde el inicio del afilado, si no se usara, se recalentará el inserto produciéndose una recristalización que puede provocar la rotura de la pastilla en cualquier momento.

Después de reafilar un barreno integral hay que medir el diámetro para verificar que todavía se puede seguir usando en la serie respectiva.

Es de suma importancia para la economía de la perforación que las piedras que se usan para afilar las herramientas de perforación sean los realmente apropiados para afilar metal duro.

Las piedras de afilar deben ser capas de carburo de silicio con aglutinante vitrificado con una dureza y tamaño de grano correctos.

3.4 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO.

Un daño en la capa superficial de una pieza de acero puede ser el punto de partida de una falla prematura. El acero, es una herramienta de perforación, que está sometido a altos esfuerzos por la onda de choque transmitidas desde el pistón de la perforadora. Estas herramientas están diseñadas para soportar tales esfuerzos **verticales**. Sin embargo ya que tienen una capa superficial dura pero quebradiza, son sensibles a impactos externos particularmente laterales.

Las llaves que se usan para destrabar un barreno deben estar siempre en buenas condiciones y no deberán dejar marcas en el acero, caso contrario será el punto de partida de una rotura.

Hay que embalar los barrenos y las piezas de metal duro de tal manera que durante el transporte no se dañen.

Se debe evitar transportar los barrenos con ácidos corrosivos, de igual manera evitar colocar sobre los barrenos , máquinas o cosas pesadas.

En cuanto al almacenamiento debe colocarse en lugares protegidos de las lluvias y el intemperismo, y guardarse ordenadamente con sus protectores de plástico de acuerdo a las dimensiones existentes.

3.5 VIDA UTIL DEL BARRENO.

La vida útil del barreno integral no depende exclusivamente de la calidad del acero utilizado en su fabricación. Una herramienta de excelente calidad puede ser destruída prematuramente por operación incorrecta o como resultado de condiciones desfavorables durante la perforación.

Es difícil determinar la vida útil del barreno, dada la complejidad de factores que intervienen en su duración.

La dureza o abrasividad de la roca va a tener efecto directo en la performance de la herramienta, Asimismo la existencia de determinados tipos de estructuras geológicas pueden inducir desvíos en la perforación ocasionando con ello la formación de esfuerzos adicionales de flexión y torción.

En cuanto al manipuleo y almacenamiento hay que seguir las recomendaciones descritas anteriormente.

La existencia de perforadoras de mayor o menor potencia, así como el tipo de accionamiento hidráulico o neumático puede tener influencia en la vida útil, teniendo en cuenta la mayor o menor cantidad de esfuerzos que van a ser transmitidas.

El estado de conservación de la máquina perforadora es importante, asimismo los bujes de rotación, cuando están gastados dañan la culata del barreno. Pistones gastados que impactan al barreno en ángulo, provocando daños en la superficie de impacto del barreno (culatín), disminuyen de esa forma la vida útil.

Cabe destacar aquí la importancia de la lubricación para prevenir problemas en la culata del barreno. asimismo un aceite de lubricación inadecuado, sucio o contaminado provocará desgaste prematuro de la culata del barreno, buje de rotación y pistón de la máquina perforadora.

El desgaste del buje de rotación se controla con un calibrador especial que mide el grado de desgaste.

En cuanto a la operación se debe tener en cuenta los detalles de la perforación como: Alineamiento barreno-perforadora, presión de avance, presión de agua y presión de aire.

El afilado como ya se ha mencionado representa uno de los factores mas importantes para prolongar la vida útil del barreno integral.

Finalmente luego de haber visto todos los factores que influyen en la vida útil del barreno integral, se recomienda, que la manera correcta de determinar su rendimiento, es evaluar in situ con pruebas de campo el comportamiento de los barrenos integrales en condiciones normales de operación.

3.6 FALLAS OPERACIONALES.

3.6.1 Daños de la culata.

3.6.1.1 Rotura de la culata.

Causas probables: Excesivo desgaste del buje de rotación, lubricación insuficiente o inadecuada, presión de agua mayor que la del aire, rotura de la empaquetadura del barrenado integral (H25). El agua lava la lubricación, se inicia el desgaste de la culata recristalizándose el acero hasta que termina por romperse.

3.6.1.2 Superficie de impacto dañado.

(conocido en nuestro medio como culatín champeado).

Causas probables:

- Buje de rotación gastado y pistón de la perforadora gastado.

Cuando ocurre ésta falla es común que la aguja de barrido se rompa o se quede dentro del barrenado.

3.6.1.3 Hexágono gastado de la Culata.

Causas probables:

- Lubricación insuficiente o inadecuada.
Presión de agua mayor que la presión del aire.
El agua ingresa a la perforadora y lava la lubricación, es entonces que se inicia un progresivo desgaste de las aristas del hexágono de la culata hasta quedar casi redondeado, dañando de ésta forma el buje de rotación y la aguja de barrido de la máquina perforadora.

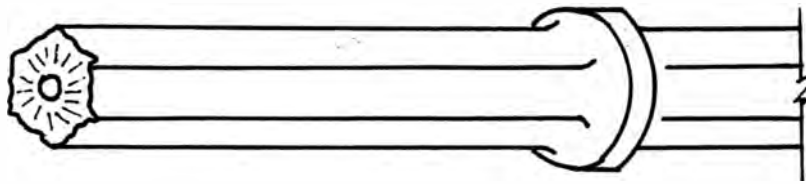
3.6.1.4 Rotura del collarín.

Causas probables:

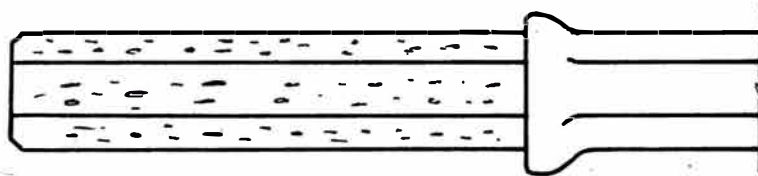
- Desgaste del buje de rotación o defecto de fabricación en el radio de curvatura.
Baja presión de avance que ocasiona golpes en vacío y traqueteo entre culata y buje.



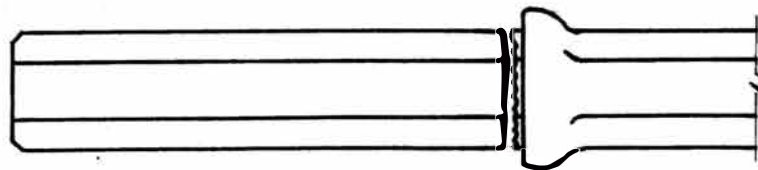
3.6.1.1 ROTURA DE LA CULATA



**3.6.1.2 SUPERFICIE DE IMPACTO
DAÑADA**



**3.6.1.3 HEXAGONO DE LA CULATA
GASTADO**



3.6.1.4 ROTURA DEL COLLARIN

3.6.2 Daños en el cuerpo.

3.6.2.1 Rotura del cuerpo entre el collarín y la broca.

Causas probables:

- Flexión causada por el desalineamiento entre barreno y perforadora.
- Flexión causada por excesiva presión de avance.
- Golpe externo.

Marca profunda inadecuada.

Estos últimos se reconocen por la presencia de una rosa de falla externa en el punto de rotura.

3.6.2.2 Rotura del cuerpo en la broca.

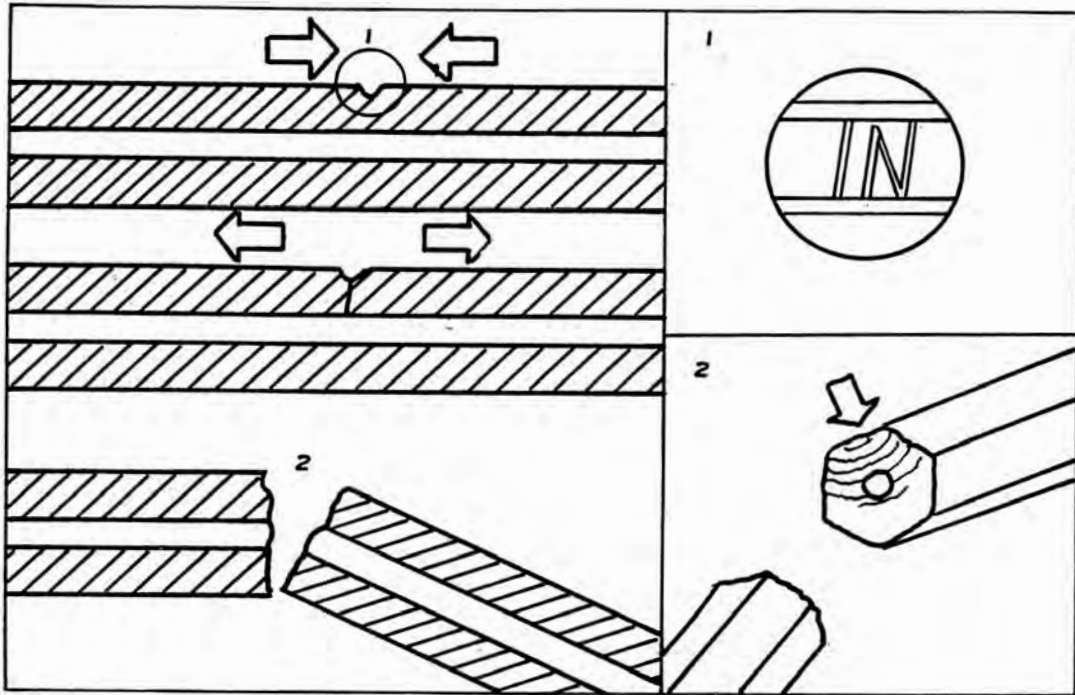
Causas probables:

- Torsión causada por broca atascada en la roca.
- Torsión causada por acuíñamiento de broca con contracono.

3.6.2.3 Rotura del cuerpo por falla del tubo de barrido.

Causas probables :

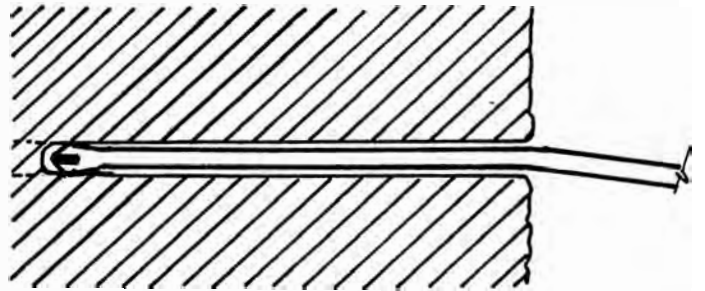
- Almacenamiento en ambiente corrosivo.
- Agente de barrido con elemento corrosivo.
- Oxidación prematura del orificio de barrido, por defecto de fabricación.



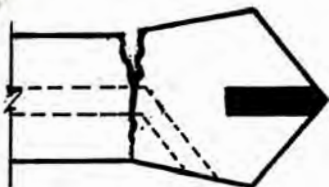
ROTURA DEL CUERPO POR MARCA PROFUNDA.



ROSA DE FALLA EN EL PUNTO DE ROTURA.



BARRENO TORCIDO.



ROTURA DEL CUERPO EN LA BROCA.

3.6.3. Falla del inserto.

3.6.3.1 Expulsión de la pastilla.

Causas probables :

- Presión de avance insuficiente (mal contacto entre la broca y el fondo del taladro).
Falla en la soldadura.

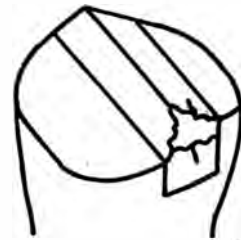
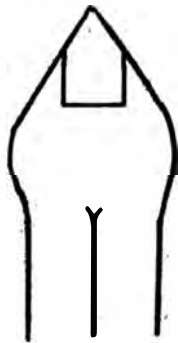
3.6.3.2 Otros tipos de falla de inserto.

Causas probables :

- Desgaste frontal ó diagonal muy acentuado (sobreperforación).
Desgaste de flancos, dejando expuesto la pastilla.
- Microfisuras formada por desgaste tipo piel de reptil.
Pedazos de metal duro en el fondo del taladro.
Torción provocada por enclavamiento de la broca en la roca.
Continuación de la perforación con broca de mayor diámetro que el anterior.



3.6.3.1 EXPULSION DE LA PASTILLA



3.6.3.2 DESGASTE DE FLANCOS

3.6.3 FALLA DEL INSERTO

3.6.4 Fallas por afilado incorrecto.

3.6.4.1 Afilado muy agudo (ángulo de corte menor de 110 grados)

Falla provocada : Fisuras transversales.

Acción preventiva

- Afilar manteniendo ángulo de corte a 110 grados.
Ajustar la afiladora.
- Evitar afilado manual.

3.6.4.2 Afilado muy obtuso (ángulo de corte mayor a 110 grados)

Falla provocada : Inserto totalmente dañado.

Acción preventiva

- Afilar manteniendo ángulo de corte a 110 grados.
- Ajustar afiladora.
- Evitar afilado manual.

3.6.4.3 Afilado tipo filo de cuchillo.

Falla provocada : Fisuras transversales.

Acción preventiva

- Después de afilar matar el filo con una piedra de afilar desechada, repasando la piedra por el filo de corte y las aristas de la pastilla .

3.6.4.4 Inserto Sobreperforado.

Falla provocada : Filo triturado

Acción Preventiva

- No dejar el filo de corte con un ancho mayor a 3 mm., medido a 5 mm. de la pastilla.

3.6.4.5 Destemplado de la pastilla.

Falla provocada : Fisura a lo largo de la plaquita.

Probable Corrección :

Cuando se afila con refrigeración por medio de agua, ésta debe ser abundante y constante, además de estar orientado al punto de contacto entre la pastilla y la piedra de afilar.

3.6.4.6 Afilado irregular.

Falla provocada : Fisuras transversales,
inserto triturado.

Probable Corrección

- Evitar afilado manual.
- Entrenar y capacitar al operador.

3.6.4.7 Presencia de Contracono.

Falla provocada : Esquina de inserto triturada.

Probable corrección

Eliminar el contracono con un afilado correcto y verificar con el calibrador que la lectura sea menor a 8mm. de contracono.

3.6.4.8 Permanencia de "piel de reptil"

Falla provocada : Filo de inserto triturado.

Probable corrección

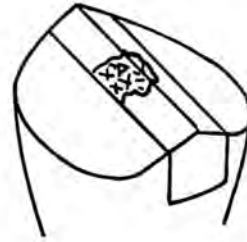
Al afilar asegurese de la eliminación total de las microfisuras, afilando más veces los extremos laterales de la pastilla.

3.6.4.9 Permanencia el filo de corte en diagonal.

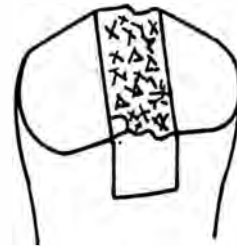
Falla provocada : Filo de inserto triturado.

Probable corrección

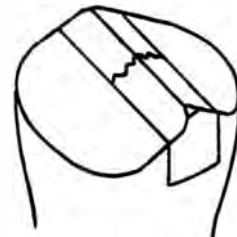
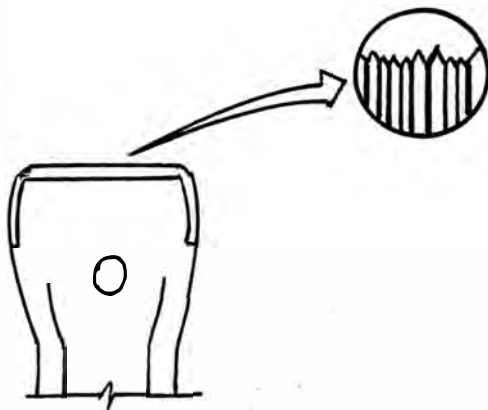
- Evitar afilado manual. y ajustar la afiladora.



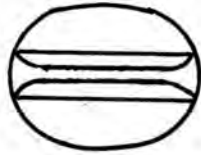
3.6.4.1 AFILADO MUY AGUDO



3.6.4.2 AFILADO MUY OBTUSO



3.6.4.3 AFILADO TIPO FILO DE CUCHILLO



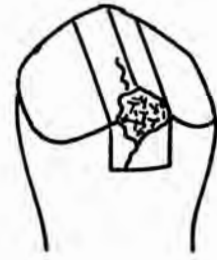
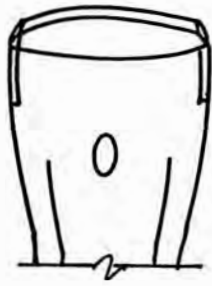
3.6.4.4 INSERTO SOBUPERFORADO



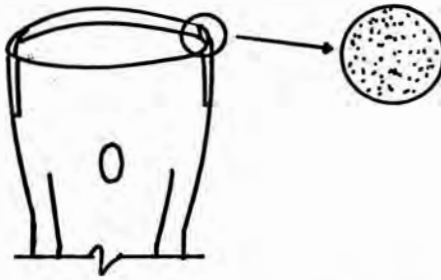
3.6.4.5 DESTEMPLADO DE LA PASTILLA



3.6.4.6 AFILADO IRREGULAR



3.6.4.7 PRESENCIA DE CONTRACONO



3.6.4.8 PERMANENCIA DE "PIEL DE REPTIL"



3.6.4.9 PERMANENCIA DEL FILO DE CORTE EN DIAGONAL

3.7 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA VIDA UTIL DE LOS BARRENOS INTEGRALES.

3.7.1 Transporte y Almacenamiento.

La influencia en la vida útil del barreno integral por las características de transporte o almacenamiento representa un diez por ciento.

Para que ésta operación no cause daños prematuros hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Empaque adecuado, que permita manipular y almacenar ordenadamente.
Transporte y estiba propios.
- Almacenamiento bajo techo.

Con esto se evita:

- El pandeo de los barrenos.
- La oxidación por intemperismo.

3.7.2 Método de operación.

El método de perforación tiene una mayor incidencia sobre la vida útil de los barrenos integrales que puede representar cerca del veinte por ciento.

3.7.2.1 Orientación de la perforación:

- Horizontal.
- Vertical.
- Inclínada.

3.7.2.2 Juego de barrenos.

- Uso correcto de los barrenos en serie

3.7.2.3 Presiones de trabajo:

- Presión de agua.
Presión de aire.

3.7.2.4 Tipos de roca

Dura.
Suave.
- Abrasiva.
Fracturada.

3.7.2.5 Intervalo de afilado

Es el número de metros que puede perforarse con un barreno integral antes de enviarlo al afilado.

Este parámetro se establece en forma práctica definiendo el número de taladros que se pueden perforar de acuerdo a las condiciones del terreno.

Al efecto de no respetar el intervalo de afilado se le denomina: Sobreperforación.

El intervalo de afilado permite establecer el número de barrenos integrales que se requieren en una guardia o turno, sin el riesgo de que se incurra en una sobreperforación.

3.7.3 Afilado de los barrenos integrales.

El cuidado y mantenimiento de los barrenos integrales tiene una gran influencia en la vida útil de los barrenos integrales. (setenta por ciento de influencia).

3.7.3.1 Tipos de desgaste producidos.

Desgaste frontal	Roca dura no abrasiva
Desgaste diametral	Roca dura abrasiva
	Roca semidura y barrido inadecuado.
Desgaste Helicoidal	Roca blanda y barrido inadecuado.

3.7.3.2 Cuándo afilar ?

Por desgaste frontal: Cuando el ancho del filo de corte del inserto sea de 3 mm. medido de la periferia del inserto.

- Por desgaste diametral: Cuando la altura del contracono sea de 8 mm. medido desde el filo del inserto hasta el lugar donde empieza la conicidad.

3.7.3.3 Cómo afilar ?

- Objetivo Restaurar los siguientes parámetros.
 - Angulo de corte = 100 grados.
 - Radio de curvatura = 80 mm
 - Filo de corte = $3/5 D$
 - Contracono 6 mm
 - Matar el filo.
- Medios empleados :
 - Afilado frontal
 - Afilado diametral
- Recursos necesarios :
 - Operarios calificados.
 - Equipo de afilado en buen estado.
 - Piedras de afilar adecuados.
 - Calibradores.
 - Taller adecuado.

3.7.3.4 Efecto negativo del sobreafilado.

Disminución considerable de la vida útil del barreno.

Al sobreafilar, o al afilar de un extremo al otro, se está desgastando el inserto de carburo de tungsteno afilando y no perforando.

Importante es evitar el sobreafilado.

Está demostrado que un afilado innecesario de 1.0 mm por vez, reduce la vida útil del barreno en aproximadamente 50 % de la vida normal.

3.7.3.5 Parámetros de descarte.

Por desgaste frontal: Cuando la altura del inserto sea igual o menor a 9 mm.

Por desgaste diametral : En función del diametro mínimo requerido para introducir el cartucho de dinamita y guía en el taladro.

Ejemplo:	- Diámetro del cartucho	22 mm
	Diámetro de la guía	05 mm
	Tolerancia	02 mm
	Diámetro de desgaste	<hr/> 29 mm

3.7.3.6 Efectos negativos de usar piedras de afilar inadecuadas.

- Inserto quemado causas
 - Piedra de grano fino
 - Piedra de grano muy duro
 - Mucha presión al afilar
 - Afilado sin agua

- Inserto rayado Causas
 - Piedras de grano muy grueso
 - Piedras de grano muy duro
 - Alta rotación de la afiladora
 - Desgaste del eje del motor

En ambos casos se produce la destrucción del inserto de carburo de tungsteno, y por lo tanto, el descarte del barreno integral.

3.7.3.7 Efectos negativos de la sobreperforación.

- Disminuye la velocidad de penetración.
- Mayor consumo de aire comprimido
- Mayor costo de mantenimiento
- Aparición de contracono
- Peligro de rotura del inserto

3.8 CUIDADO Y BUEN USO DE BARRENOS INTEGRALES.

3.8.1 Tener cuidado al iniciar la perforación.

Nunca comenzar con mucha presión de percusión. Hacer con fuerza de alimentación reducida, hasta que el barreno se haya introducido unos centímetros en la roca, luego continuar con toda la presión de percusión necesaria. Esto eliminará la tensión en el acero y en el inserto.

3.8.2 Perforar cualquier tipo de roca sin atascarse.

La experiencia de los perforistas hace que el éxito de la perforación sea total.

Se puede "tomar el pulso" al barreno si se domina su trabajo.

Cuando la perforación es correcta, el "pulso" que se siente también es correcto... La ley de la sensibilidad... Siempre que no "sienta" la perforación normal. Hay que detener la máquina antes de encontrar nuevas dificultades.

3.8.3 Nunca perforar con el avance retrasado.

El avance (fuerza que presiona la broca contra la roca) en una máquina Jak leg está dado por el "pie de avance" de la perforadora, su función principal es hacer que la energía de impacto se transmita a la roca y corte la roca.

Cuando el avance está retrasado la broca no está en contacto con la roca. Por tanto, la energía que se envía del pistón de la perforadora a la broca, ésta no ejecuta ningún trabajo, retornando a la máquina y provocando daños a ésta y al barreno.

3.8.4 El agua del barrido debe llegar siempre al extremo de la broca.

El agua para barrido cumple dos funciones importantes:

Evacuar las partículas finas del fondo del taladro para evitar remoliendas y atracos innecesarios. Prevenir enfermedades producto del polvo de la perforación, ya que ésta es evacuada en forma de lodo.

En los agujeros profundos... primero soltar el agua. Ver que el líquido salga del barreno antes de hacer funcionar la máquina perforadora.

Demora tiempo para que el agua llegue hasta el extremo de la broca... pero, el taladro en seco por corto tiempo, es lo suficiente como para atracar el barreno.

El lodo debe ser retirado del taladro para que permita la rotación libre.

3.8.5 Utilice siempre herramientas adecuadas.

Las herramientas apropiadas son más fáciles de manejar y más rápidas.

Para destrabar un barreno nunca golpearlo con otros metales pues éstos dejan microfisuras que terminan por ocasionar la rotura del barreno.

Tampoco utilizar una llave stilson porque los dientes de la llave originarán el mismo problema. Utilizar para ello un Sacabarreno.

3.8.6 Afilado oportuno.

Hay que saber cuando se debe parar de perforar con un barreno.

Continuar perforando con un barreno sobreperforado será una penetración lenta y dura, y si se excede, solamente se conseguirá atracarla.

La sobreperforación es la causa más común de roturas de inserto.

Llevar el barreno a tiempo para su reafilado, o utilizar una rectificadora portátil de afilar cerca del lugar de trabajo, ó llevar los barrenos directamente al taller de afilado.

Es importante mantener la rectificadora en perfectas condiciones para conservar las brocas en óptimas condiciones de operación.

El afilador tiene un papel importante en realzar el resultado de la perforación. Afile cuidadosamente, conserve sus barrenos, ahorre tiempo y dinero evitando problemas durante la perforación.

Un mal afilado representa fatiga para los insertos que se harán notar más tarde durante la perforación.

El sobreafilado no significa extra penetración.

El reafilarse excesivamente los extremos hasta las esquinas, significa el debilitamiento del inserto... y reduce en mitad la vida del barreno.

Los extremos y las esquinas sobre-afiladas se descantilan fácilmente, en especial cuando se inicia la perforación.

3.8.7 Controlar el buen estado de su barreno integral.

Comprobar que el barreno integral está en buenas condiciones de trabajo.

Examinar para comprobar, su desgaste, rajaduras o descantilladuras. También examinar el collarín por cualquier signo de daño.

Asegurese que la broca tenga el diámetro apropiado.

3.8.8 Dar buen trato a los barrenos integrales.

No dejar el barreno en contacto con el agua o el barro. Resguarde la culata y la bocina del lodo.

No utilizar el barreno como palanca para levantar cosas pesadas, pueden torcerse.

No arrojar los barrenos desde zonas altas o chimeneas, primero porque pueden ocasionar accidentes y segundo porque al caer puede dañarse el inserto.

Con el tiempo y por el continuo martilleo, el barreno sufre de "fatiga" ... pero el acero puede soportarla... a no ser que se debilite... por daños (aún la pequeña raspadura puede tornarse en rotura) y la falla se hace presente.

La enfermedad del barreno es la oxidación y la corrosión.

La corrosión añadida a la fatiga, pueden acabar con el barreno mucho antes de su tiempo normal.

3.8.9 Revisar la lubricación de la perforadora.

Antes de iniciar la perforación debe revisarse la lubricadora y rellenarla de aceite. Después hay que revisar que el aceite llegue hasta la bocina de la máquina, para ésto hay que hacer lo siguiente:

Percutar en vacío y colocar frente a la perforadora un papel o la palma de la mano a fin de poder verificar luego de un minuto si es que realmente llega aceite a éste punto, en caso contrario regular la lubricadora hasta conseguir el objetivo.

Una falta de lubricación ocasiona recalentamiento por la fricción entre el barreno y la bocina de la máquina perforadora, el acero se recrystaliza provocando finalmente la rotura de la espiga o culata.

Otra causa común de ésta falla es producto del lavado del aceite de la lubricación por efectos de la alta presión del agua, que retorna del taladro hasta la perforadora invadiendo el motor inclusive.

Para evitar ésta situación se debe tratar de mantener siempre la presión de agua menor en un bar que la presión de aire.

3.8.10 Cambio de partes de la perforadora sujetas a desgaste.

Hay que reemplazar la bocina evitando utilizarla con mucho desgaste. El perforar con una bocina desgastada, somete al barreno a excesiva torsión que produce esfuerzos innecesarios y provoca el atascamiento del barreno y su rotura.

Compruebe el desgaste de la bocina antes de cada perforación con el calibrador.

Asimismo hay que evitar perforar con máquinas cuyo pistón este dañado o gastado. Una falla común por trabajar así es la rotura de la superficie de impacto (culatín).

3.9 PRUEBAS DE CAMPO - DETERMINACION VIDA UTIL.

Las pruebas del campo son muy importantes fuentes de información, y los resultados que se obtengan de éstas, nos servirán para determinar muchos parámetros, en nuestro caso de barrenos integrales podemos determinar la vida útil, el intervalo y la velocidad de perforación.

Es recomendable que las pruebas se realicen en condiciones normales de operación y el seguimiento se haga día a día hasta la culminación de la prueba.

3.9.1 Se debe contar con lo siguiente:

Un manómetro de aguja para agua y aire.
Nos servira para comprobar las presiones existentes tanto de agua como de aire. En caso de ser la presión del agua igual o mayor a la presión del aire, corregir antes de iniciar la prueba.

Un pie de rey.
Nos ayudara a medir el desgaste de la pastilla tanto en operación como en afilado.

Un calibrador de barrenos integrales.
Hay que comprobar antes y después del afilado, el ángulo de corte, radio de curvatura, desgastes, contraconicidad.

Un calibrador de bujes.
Hay que medir el estado de desgaste del buje de rotación de la máquina perforadora.

Un cronómetro.
Medir los tiempos de perforación de cada taladro.

Una cinta métrica de acero.
Medir la longitud de los taladros.

Una libreta de campo.
Anotar todos los datos y observaciones posibles.

3.9.2 Identificación del barreno:

- 1º Identificar marca y procedencia del barreno integral (si es nacional o importado).
- 2º Características físicas : Longitud del barreno, diámetro de la broca, altura del inserto, etc.
- 3º Marca de identificación : A todos los barrenos que participan de la prueba debe marcarseles en el collarín con una nomenclatura fácil de entender.

3.9.3 Registro de datos.

1. Fecha / turno.
2. Labor / zona / seccion.
3. Tipo de roca (suave, dura, mineral, etc.)
4. Número de herramienta en prueba.
5. Altura del inserto.
6. Diámetro del inserto.
7. Tipo de perforación (horizontal, vertical, inclinada,etc.)
8. Equipo de perforación (marca, modelo,número de serie)
9. Operador.
10. Supervisor de la prueba.
11. Presión de aire.
12. Presión de agua.
13. Estado de la bocina de la perforadora.
14. Presencia de lubricación.

3.9.4 Cuando se inicie la perforación tomar nota de:

- * Tiempo de perforación por taladro.
- * Longitud efectiva de perforación.

3.9.5 Cuando se haya terminado de perforar deberá medirse:

- * Desgaste frontal y/o diámetroal.
- * Altura del inserto.
- * Diámetro del inserto.
- * Contracono.

Posteriormente debe llevarse al taller de afilado, donde se afilará correctamente de acuerdo al desgaste presentado.

Terminada la operación de afilado, se medirán nuevamente los valores de:

- * Altura del inserto.
- * Diámetro del inserto.
- * Contracono.
- * Angulo de corte.
- * Radio de curvatura.

Y verificar que estén listos para reiniciar la perforación.

Este proceso continuará hasta que los barrenos sean descartados.

Con los datos tomados se determina la vida útil del barreno integral y se puede hacer la evaluación técnica-económica del caso.

CAPITULO IV

BARRAS CONICAS Y BROCAS CONICAS DESCARTABLES

4.0 DESCRIPCION.

Las barras cónicas, son barras hexagonales con una culata endurecida en un extremo y un collarín forjado, una longitud de barra de forma hexagonal; y en el extremo de la punta en forma cónica.

La conicidad de la barra puede ser de 12 grados (Canadá, Australia) y 11 grados (E.E.U.U., Perú), no existiendo ventajas en la utilización de alguna de éstas medidas.

Las barras cónicas son fabricadas en juegos o series, que constan de dos o más unidades de diferentes longitudes, (medidas iguales a las longitudes de los barrenos integrales).

También se puede obtener una barra cónica de un barreno integral descartado por desgaste del inserto. Primeramente se selecciona el barreno (sin daño en la culata, barra derecha, hexágono con mínimo desgaste). Luego se efectúa el corte de la longitud deseada y es torneada en el extremo un cono de 11 grados en una superficie suave, libre de gotas u otras imperfecciones.

Este sistema permite reducir costos al reutilizar la barra del barreno integral descartado, sin embargo no debe esperarse una vida útil similar al de una barra cónica nueva.

Los principios de perforación con barras cónicas son los mismos que para los barrenos integrales.

Las brocas descartables o brocas cónicas son aquellas donde los elementos de corte están diseñados en "Cruz", Equis" y "botones", una de sus características es que se acopla a la barra con una lina de bronce para facilitar su desmontaje.

Se le conoce como descartable pues no requiere mantenimiento (afilado) durante su vida útil, es decir se usa y luego se deshecha.

Para el paso del agua, estas brocas tienen orificios (central o laterales), dependiendo de la cantidad y presión del agua; para presión alta, las brocas tienen 4 orificios laterales y no tienen orificio central; para presiones de agua baja tienen un orificio central y 2 ó 4 laterales. El número de orificios no debilita la broca, ya que el tratamiento térmico se realiza después de haber realizado los orificios.

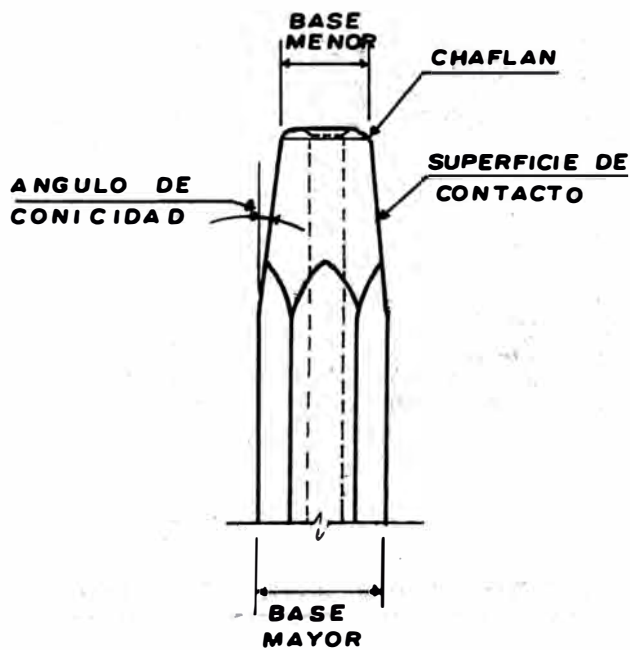
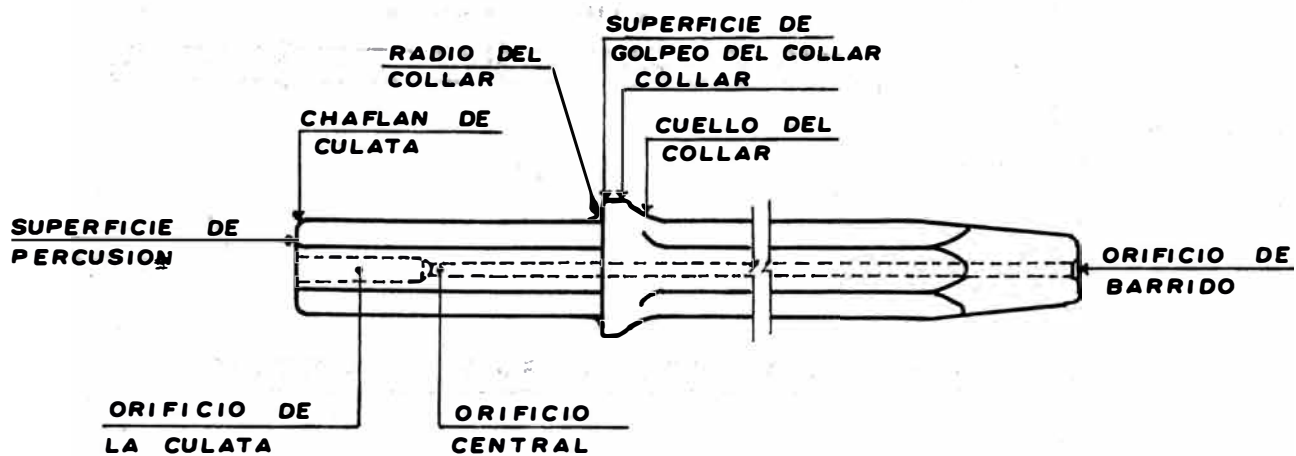
El diámetro de las brocas cónicas es variable:

Para barras cónicas de 7/8"

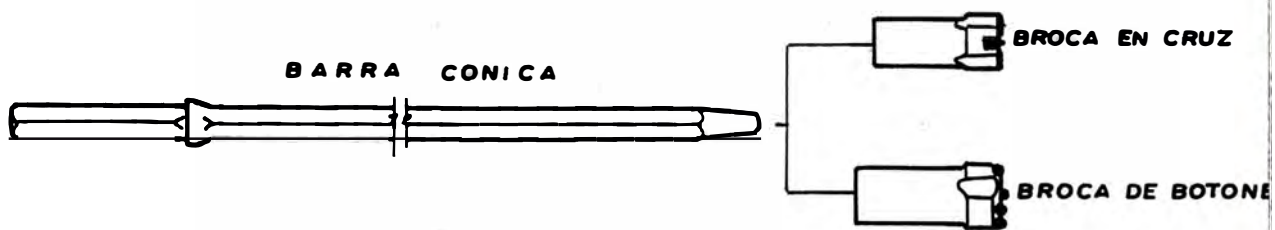
1 1/4" (32 mm), 1 3/8" (35 mm) y 1 5/8" (41 mm)

Para barras cónicas de 1"

1 1/4" (38 mm) y 2" (51 mm).



BARRAS CONICAS



SISTEMA BARRA CONICA - BROCA DESCARTABLE



BROCAS CONICAS DESCARTABLES

4.1 METODOLOGIA DE OPERACION CON BROCAS DESCARTABLES.

La vida útil de una broca descartable dependerá, entre otros factores, del manipuleo y almacenamiento, metodología de operación y mantenimiento de éstas

Antes de empezar la perforación, asentar firme la broca sobre la roca, de tal manera que los primeros golpes del pistón sean transmitidos totalmente sin causar sobre-esfuerzos a la broca, la misma que deberá estar siempre bajo presión para evitar que la vibración tienda a desajustarlo del barreno, con lo que se perderán los insertos.

Los primeros pies del taladro deberán realizarse con baja rotación y baja presión de avance.

Cuidado y buen uso:

Mantener una presión de avance constante sobre la roca mientras se perfora.

- Las brocas no deben golpearse, se pueden dañar las pastillas y deformar los aceros.

Cuando se cambie de barreno, asegurarse de que la broca se halle dentro del taladro (al fondo).

Cuando una broca se fracture o rompa durante la perforación, se debe parar inmediatamente y retirar los fragmentos de inserto rotos, pues cualquiera de éstos, dejados en el taladro, destruirá la siguiente broca. En éstos casos se recomienda iniciar otro taladro.

El atascamiento de las brocas en los taladros se produce mayormente cuando se atraviesa zonas de fisura, estratificación fina, panizo, fallas y también en terrenos demasiado sueltos, cuando el agua no es suficiente para evacuar los detritus del fondo del taladro.

Una broca usada mas allá de su vida útil reduce la velocidad de perforación.

4.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

Ventajas:

- Costos de perforación menores.
- Se puede utilizar la barra hasta para tres brocas.
Permite reutilizar barrenos descartados conificados.
- Mejor velocidad de penetración en terrenos de dureza media a baja.
La operacion con las brocas descartables es sencilla.

Desventajas:

- Se atascan con mucha facilidad en terrenos sueltos o fisurados.
- Baja velocidad de penetración en roca de alta dureza.
- Requiere mejores presiones de aire comprimido
- Por su tamaño pueden ser fácilmente sustraídas.

4.3 PRUEBAS DE CAMPO.

El desarrollo de las pruebas con equipo cónico es muy similar al de barrenos integrales, por tanto hay que seguir los mismos pasos cuando se tenga que hacer una evaluación de éste tipo.

Hay que tener en cuenta, que la vida útil de la barra es totalmente independiente al de la broca cónica.

Por otro lado la evaluación puede limitarse en el caso de las barras cónicas hasta que el cono se haya desgastado, ó en todo caso continuar con la evaluación, restableciendo el cóno de la barra hasta que ocurra alguna falla que limite su operación.

Similar comentario puede hacerse de la broca cónica, es decir considerar en la evaluación el afilado, ó simplemente descartar la broca cuando el filo del inserto presente desgaste, en algunas minas es usual reafilear éstas brocas, aún cuando no han sido diseñadas para darles mantenimiento.

CAPITULO V

EQUIPO SECCIONADO

5.0 DESCRIPCION.

Se conoce como equipo seccionado a la columna de perforación compuesto por varios elementos que se van acoplando linealmente para transmitir la energía de la máquina perforadora y romper la roca.

La columna está compuesto por:

- Adaptador de culata (Shank adapter).
- Manguitos de acoplamiento.
- Barra de perforación.
- Broca.
- Adaptador piloto.
- Broca escariadora.

Actualmente con la mecanización de la minería, el barrenos integral tiene ciertas limitaciones; por ello el uso del equipamiento seccionado en la perforación de rocas ha alcanzado una gran difusión por sus altos ritmos de avance en la excavaciones de superficie como subterráneas.

Este sistema nos permite :

- Realizar taladros con diámetros superiores a 42 mm.
- Grandes profundidades de perforación.
- Mayor mecanización de las operaciones.
- Mejores rendimientos (mayor velocidad de perforación).
- Reducir costos de operación.

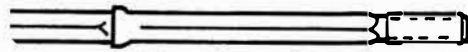
5.1 ADAPTADOR DE CULATA.

El primer componente de toda columna de perforación es el adaptador de culata, éste se instala dentro de la perforadora y su función es transmitir la energía de impacto y rotación, desde el pistón hasta la barra de perforación.

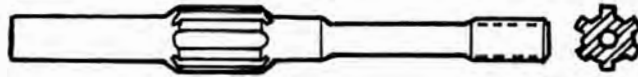
Todo adaptador tiene una superficie de impacto, zona donde el pistón golpea a éste a una frecuencia de 50 por segundo; estrías que sirven para la rotación y roscas para el acoplamiento a la barra de perforación. Estas roscas pueden ser machos o hembras.

El acero del adaptador de culata debe tener una alta resistencia al desgaste, por cuyo motivo a los adaptadores se les imprime una dureza superficial mediante un proceso de carburización.

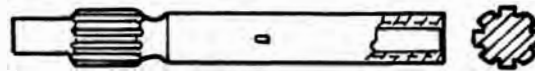
El barrido puede ser central o lateral, en el primer caso, el tubo de barrido entra en el adaptador de culata a través de la empaquetadura que se encuentra en la parte posterior y en el segundo caso el adaptador tiene un orificio de barrido lateral situado en la sección entre las estrías y la rosca.



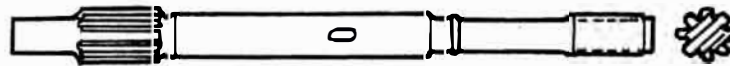
CULATA HEXAGONAL 22x108 mm



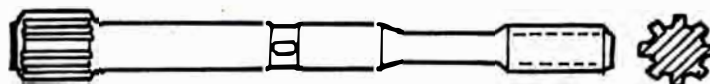
BBE 57



COP 1032 HD



COP 1238



TAMROCK HL 500

ADAPTADORES DE CULATA

5.2 MANGUITOS DE ACOPLAMIENTO.

Los manguitos de acoplamiento ó acoples simplemente, se emplean para mantener las barras unidas, de tal manera que la transmisión de energía sea eficaz.

Existen diferentes clases de manguitos:

5.2.1 Manguito Retractil. Tiene estrías en forma helicoidal y se utilizan con brocas retractiles (facilitan la extracción del varillaje en terrenos panizados).

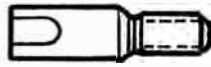
5.2.2 Manguito Guía. Tiene estrías longitudinales externas y se utilizan con brocas guía, para mejorar el alineamiento del taladro.

5.2.3 Manguito con aletas. Tiene aletas de gran diámetro y se usan para estabilizar la columna de perforación en taladros de gran profundidad.

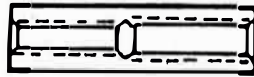
5.2.4 Manguitos adaptadores. Se usan ocasionalmente cuando las dimensiones de rosca de la columna de perforación es distinta de la rosca del adaptador de culata.



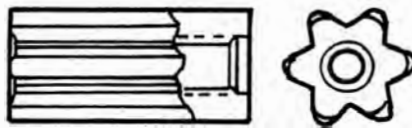
MANGUITO DE ACOPLAMIENTO



ADAPTADOR DE BROCA



MANGUITO DE REDUCCION



MANGUITO GUIA

MANGUITOS DE ACOPLAMIENTO

5.3 BARRAS DE PERFORACION.

Las barras de perforación se utilizan en la perforación de taladros largos (taladros cuya longitud es resultado del acoplamiento de varias barras) y también en la perforación de avance de galerías (la profundidad del taladro es igual a la longitud de una barra). Se utilizan tanto en perforación de superficie como subterránea.

5.3.1 Tipos de Barras.

- Barras con culata integral en un extremo y roscada en el otro.

Barras para avance de galerías. En éstas barras, un extremo tiene una rosca de mayor diámetro (donde va el shank) que el otro, donde se instala la broca. La barra por lo general tiene sección hexagonal.

- Barras de extensión. Tienen el mismo tamaño de rosca en ambos extremos. Estas roscas pueden ser macho - macho, ó macho - hembra. La barra por lo general es redonda.

Tubos de perforación. Se emplean en la perforación de taladros de gran diámetro.

Barras Guía. Son utilizadas para mejorar el alineamiento del taladro, se instala una barra primero, junto con una broca guía o retractil.

5.3.2 Tipos de Rosca.

La función de las roscas es unir los elementos de la columna de perforación. Es importante que la unión de los componentes se mantenga en contacto y permitan una transmisión directa de la energía.

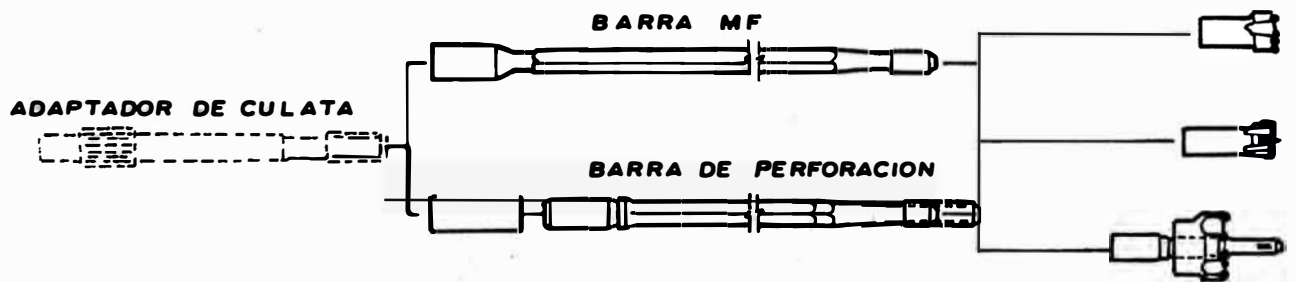
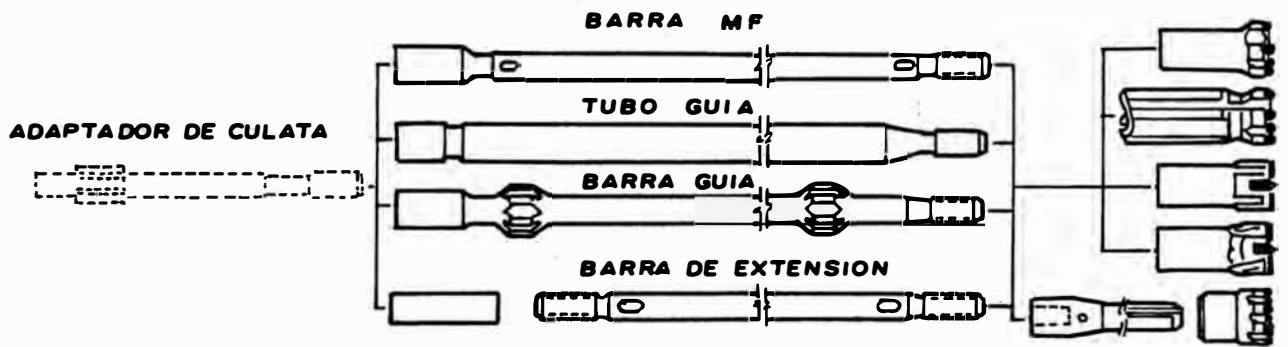
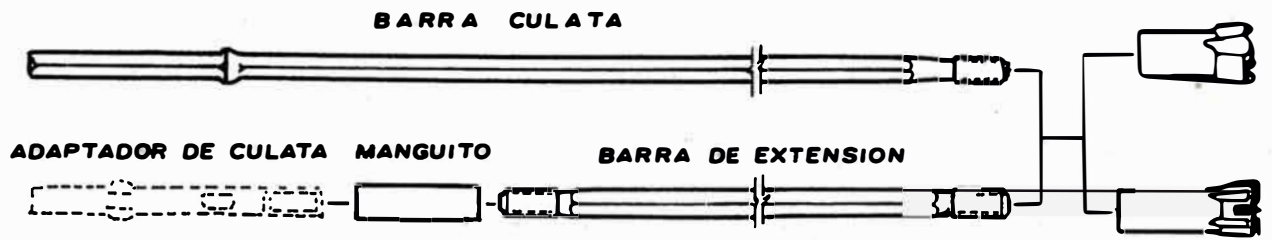
La energía de percusión cuando no es transmitida efectivamente a la roca, se refleja a la columna ocasionando un recalentamiento de las partes roscadas, dañándolas irreversiblemente.

Los tipos más comunes de rosca son:

Rosca R, tiene una mayor difusión, se usa en tamaños de 22 a 38 mm. Una de sus características es que se aprieta frecuentemente.

Rosca T, se fabrica en tamaños de 38, 45 y 51 mm. una de sus características es su facilidad de desacoplado.

Rosca S, se fabrica únicamente de 51 mm. es una rosca intermedia entre la R y la T.



BARRAS DE PERFORACION

5.4 BROCAS.

La broca es el componente del varillaje que realiza el trabajo de trituración y corte de la roca. El frente de las brocas está provisto de botones o plaquitas de carburo cementado.

Las brocas tienen generalmente una rosca hembra en cuya base hay un tope que transmite la energía desde el extremo de la barra.

Todas las brocas tienen orificios de barrido por donde el agente (agua o aire) es suministrado para la limpieza del taladro. Asimismo existen ranuras en la broca que sirven para la evacuación del detritus del fondo.

La broca está diseñada de tal forma que en la zona de corte su diámetro es mayor que en la zona de la rosca, ésto a fin de dar a la broca la holgura necesaria con las paredes del taladro.

5.4.1 Tipos de Brocas.

5.4.1.1 Broca de botones.

Se encuentran en tamaños de 35 mm. para adelante. Los botones son insertos de forma cilíndrica que son colocados en la matriz de acero a presión y están distribuidos en dos áreas de la broca; central y periférica. Dependiendo del diámetro y diseño los botones tendrán el mismo tamaño o los centrales serán más pequeños que los otros.

5.4.1.2 Brocas Retractiles.

Estas brocas poseen grandes ranuras a lo largo de la broca, el diámetro en toda la longitud de la broca es muy similar. Se utiliza para conseguir taladros más rectos y en caso de atascamientos es fácil de extraer.

5.4.1.3 Brocas guía.

El diseño de éstas brocas permite obtener taladros más rectos en formaciones rocosas extremadamente difíciles de perforar.

5.4.1.4 Broca de botones cónicos.

El diseño de éstas brocas permite que tengan un buen comportamiento en rocas blandas. Una característica de éstas brocas es que ofrece una mejor velocidad de penetración.

5.4.1.5 Brocas en Cruz.

Las plaquitas de la broca están distribuidas en ángulo recto unas con otras. Se fabrican en diámetros hasta 64 mm.

5.4.1.6 Brocas en Equis.

Las brocas en equis tienen ángulos de 75 y 105 grados respectivamente entre cada par de plaquitas. Se utilizan para grandes diámetros (64 mm. a más).

5.4.2 Brocas para Martillo en el Fondo.

Estas brocas se fabrican con distintas formas de culata para adaptarlas a los diferentes tipos de nmartillos existentes en el mercado. Normalmente los diámetros oscilan entre 85 y 215 mm.

El orificio de barrido se encuentra en el centro de la broca y el agente de barrido que normalmente es aire comprimido se suministra a través de un tubo en el centro de la perforadora.

Las brocas que actualmente se utilizan en las minas con equipos D.T.H. son brocas de botones y tienen las mismas ventajas que las brocas de botones roscadas.

Existen tres tipos de brocas para D.T.H.

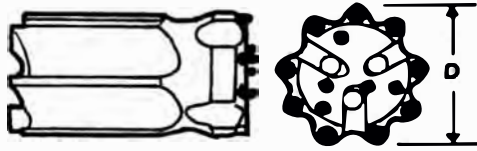
- Broca de frente Plano (flat face)
- Broca de Centro Rebajado (Convexo)
- Broca de Centro Cóncavo



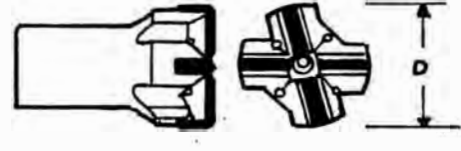
BROCA DE BOTONES



BROCA EN CRUZ



BROCA DE BOTONES, RETRACTIL

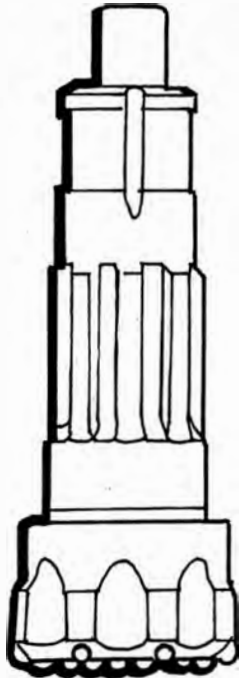


BROCA EN X



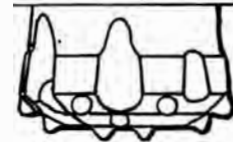
BROCA GUIA

BROCAS

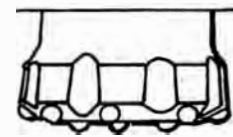


BROCA D.T.H.

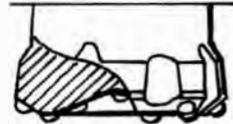
**BOTONES
BALISTICO**



**FRENTE
PLANO**



CONCAVO



TIPOS DE BROCA D.T.H

5.5 EQUIPO PARA ESCARIADO.

Este sistema consta de lo siguiente:

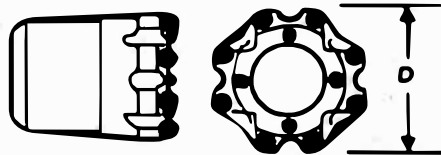
- Adaptador piloto.
- Broca escariadora.

El adaptador con broca piloto (sirve de guía y ayuda a limpiar el taladro) se acopla a la barra mediante una rosca, la broca es introducida en el adaptador y se sujeta a ésta por presión. La broca es generalmente de botones y su función es ampliar el diámetro de los taladros de arranque (por ejemplo de 41 ó 45 mm. hasta 76, 89 ó 102 mm).

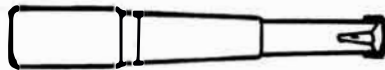
En la perforación de túneles, el ancho, es uno de los factores limitantes del avance por disparo. Existen diferentes tipos de arranques y en la mayoría de ellos se emplean uno ó más taladros vacíos para facilitar la salida de la voladura. Se ha demostrado que cuanto mayor es el diámetro del taladro central de arranque, mayor es el avance que se obtiene por disparo.



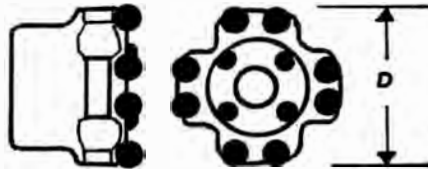
ADAPTADOR PILOTO



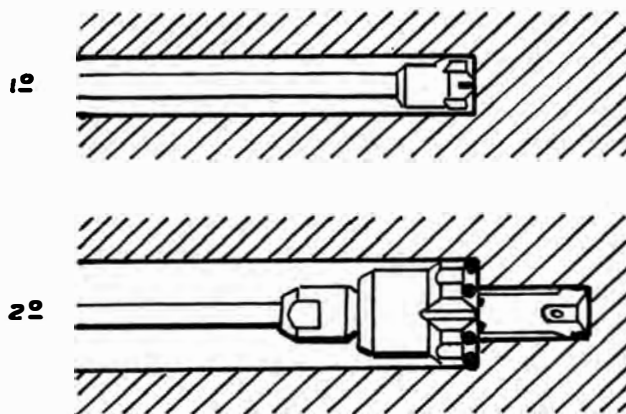
BROCA ESCARIADORA DE BOTONES



ADAPTADOR PILOTO



BROCA ESCARIADORA DE BOTONES



ESCARIADO DE TALADRO

5.6 MANTENIMIENTO DE HERRAMIENTAS DE PERFORACION.

5.6.1 Desgaste de insertos.

El metal duro de las plaquitas o botones de las brocas se ve sometido a desgaste durante la perforación. La mayor parte del desgaste se produce por la abrasión al girar la broca contra el fondo y las paredes del taladro. Si el desgaste llega a ser excesivo, disminuirá la velocidad de penetración y tanto el carburo cementado como los demás elementos de la columna estarán sometidos a una fatiga anormalmente alta. Por éste motivo es importante afilar el metal duro a intervalos regulares para restablecer su forma original. Cada tipo de roca produce un tipo de desgaste diferente.

El desgaste frontal se produce cuando se perfora en roca dura. La altura del metal duro disminuye a medida que avanza el desgaste.

El desgaste diámetro se produce cuando se perfora en roca abrasiva (rocas con alto contenido de cuarzo). El metal duro de la periferia experimenta un desgaste anormalmente alto y se forma un contracono, lo que hace que disminuya el ángulo de conicidad de la broca.

El desgaste tipo piel de reptil se produce en las rocas que producen muy poco desgaste en el carburo cementado. La superficie del metal duro se fatiga y se forman microfisuras. Estas deben eliminarse mediante afilado.

5.6.2 Intervalos de Afilado.

Las brocas de botones se deben afilar solo si la velocidad de perforación disminuye considerablemente o si el metal duro empieza a mostrar señales de daño. El afilado debe hacerse cuando el desgaste de los botones alcanza un tercio de su diámetro.

Las brocas de plaquitas se deben afilar cuando el filo de corte tenga una anchura de 3 mm. medido a 5 mm. del extremo de la broca. No se debe permitir que el contracono sobrepase los 6 mm.

Las brocas de botones dan mayores intervalos de afilado de cuatro a cinco veces más que las brocas de insertos. Esta implica costos más bajos para el afilado, menos tiempo improductivo para el cambio de brocas y un número menor de brocas en uso en el lugar de trabajo.

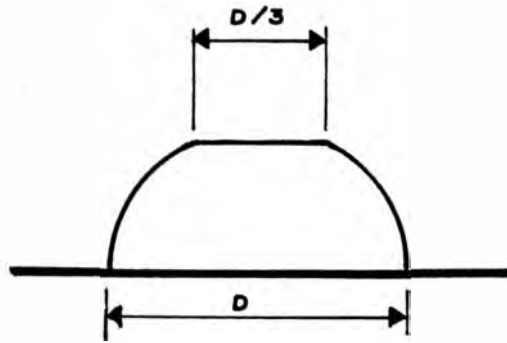
Las brocas de botones dan frecuentemente también una vida útil más grande y una mejor velocidad de perforación. Las brocas de insertos dan en ciertas ocasiones, taladros más derechos que las brocas de botones.

Establecer rutinas fijas de afilado es en realidad más conveniente pues da mejores resultados. Por ejemplo se puede afilar después de un número determinado de taladros o al final de cada guardia, etc. incluso se puede afilar aún antes de tiempo (que no es necesariamente antieconómico) .

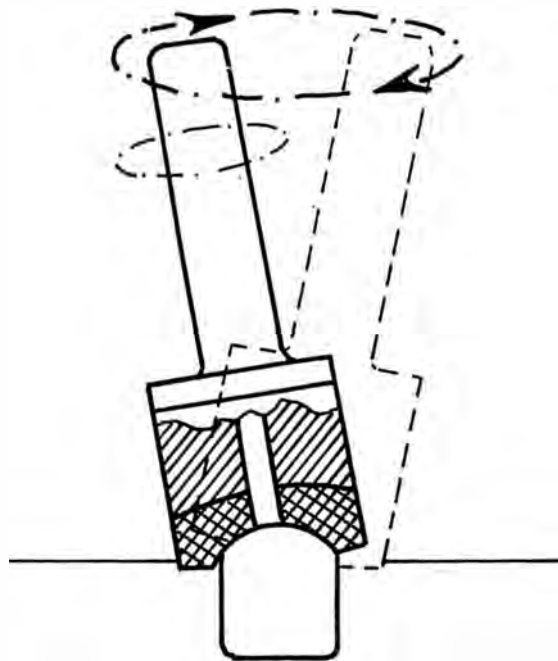
5.6.3 Afilado.

Los botones de las brocas se deben afilar hasta restablecer su forma esférica original, también se debe rebajar el acero del frente de la broca a fin de que sobresalgan los botones.

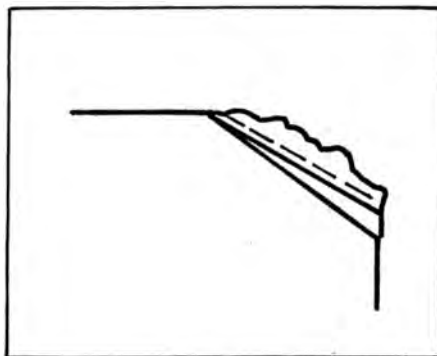
En el afilado de las brocas de plaquitas se debe tener cuidado en mantener el ángulo entre ellas, ésto se logra rectificando continuamente el ángulo de corte de la piedra. Debe evitarse el afilado manual.



**AFILAR CUANDO EL DESGASTE DEL BOTON
ALCANZA D/3.**



FORMA COMO DEBE AFILARSE EL BOTON.



**EL BOTON ROTO DEBE SER ESMERILADO
PARA EVITAR DAÑO A LOS OTROS BOTONES.**

5.6.4 Cuidados y buen uso en operación.

5.6.4.1 Tenga cuidado al iniciar el taladro, coloque la deslizadera firmemente apoyada sobre la roca. No comience con mucha presión, o introduzca el acople con toda fuerza en las roscas del adaptador o la barra. Haga el taladro con baja presión de avance hasta que la broca empate correctamente.

5.6.4.2 Perforar con baja presión de avance causa daños al acero. La columna empezará a castañetear (traqueteo de roscas).

La velocidad será reducida y las uniones roscadas se aflojarán.

La perforación con uniones sueltas origina deficiente transmisión de energía por el varillaje y los esfuerzos anormales que se derivan generan altas temperaturas con posible rotura por fatiga. Un acople o una broca muy calientes, que no pueden agarrarse con la mano, es señal de problemas.

5.6.4.3 Engrase las roscas para evitar el lodo, se reduce el desgaste y la fricción y se facilita el desacoplamiento. Siempre limpie antes de engrasar.

5.6.4.4 Haga circular uniformemente las barras de extensión así como los manguitos de acoplamiento, para que el desgaste sea parejo en todo el equipo. Cada juego de barras debe ser separado en orden de uso para el próximo taladro.

5.6.4.5 Cuando se utiliza aire como agente de barrido en la perforación en seco, se necesitará el máximo de aire para mantener la barra lo mas fría posible.

Use varias barras en rotación para evitar el sobrecalentamiento.

5.6.4.6 En perforación de taladros largos hay que descartar todo el juego de barras simultáneamente por desgaste de roscas. Está demostrado que intercambiar barras nuevas con usadas, éstas últimas dañan a las nuevas y por otro lado se corre el riesgo de que se pierdan dentro del taladro.

5.6.4.7 Para sacar la broca de la barra nunca accione la percusión en vacío pues se corre el riesgo de que los botones de las brocas se salgan. Para retirar mantenga la broca contra la roca y percute sin presión de avance y usando agua, así logrará aflojar las roscas.

5.6.4.8 Cuando se perfore con equipos hidráulicos hay que tener siempre presente que la calibración correcta de los parámetros de perforación del equipo son muy importantes. Todo el resultado de la perforación dependerá de estos factores.

Los parámetros son:

- Presión de avance,
- Presión de percusión,
- Presión de rotación,
- Presión de agua

5.6.4.9 La velocidad de rotación deberá adaptarse al diámetro de la broca y a la frecuencia de impactos de la perforadora. A mayor diámetro menor velocidad. Una rotación excesiva desgasta el metal duro con gran rapidez, especialmente los botones de la periferia.

5.6.4.10 Durante la perforación deberá ajustarse la presión de percusión de acuerdo al tipo de roca que se perfore.

Si la roca es blanda y fisurada, reducir la percusión.

CAPITULO VI

PERFORACION DE ROCAS : APLICACIONES.

6.1 PERFORACION CON EQUIPOS DE EXTENSION.

6.1.1 Perforación Manual.

Generalmente se hace perforación manual con equipo de extensión, cuando se necesitan hacer taladros de exploración con la finalidad de recuperar el detritus producto de la perforación. Estos taladros tienen una longitud promedio de veinte a treinta metros.

El taladro, se inicia con una barra de cuatro o cinco pies dependiendo de la sección donde se esté trabajando y se va acoplando una tras otra hasta llegar a la longitud deseada.

Este sistema ayuda a determinar la presencia de cuerpos mineralizados así como las leyes del mismo y permite a los geólogos de una manera bastante económica controlar las características del lugar de trabajo.

El principal problema que uno enfrenta en éste tipo de perforaciones es el referido al desgaste prematuro de roscas. La razón está en que generalmente se perfora con equipos neumáticos, entonces el peso de la columna vence a la presión de avance que empuja y debe mantener la broca pegada contra la roca. La energía de percusión al no llegar a la roca retorna por la columna aflojando las partes roscadas y dañandolas profundamente (la energía se libera en forma de calor). Para evitar ésta situación debe trabajarse con buena presión de aire (entre 5 y 6 bares) y restringir los taladros a menores longitudes.

6.1.2 Perforación de banqueo.

Este tipo de perforación implica el perforar taladros para volar los bancos, y es el método de voladura más sencillo. El banco se caracteriza porque la roca volada se lanza hacia una cara libre.

La altura de los bancos varia de entre unos metros a 15 ó 20 metros y los diámetros utilizados dependerá principalmente del grado de fragmentación que se quiera obtener.

La perforación de bancos se efectúa tanto en aplicaciones de superficie como subterráneas. Puede ser descendente, ascendente u horizontal.

6.1.2.1 Superficial.

La perforación en obras superficiales, tales como minas, canteras, canales, carreteras, etc. con Track Drills es ampliamente conocido. Estos equipos requieren energía neumática para la perforación, asimismo para trasladarse de un lugar a otro.

Los Track Drills pueden estar montados sobre orugas, llantas o una combinación de cadenas y llantas.

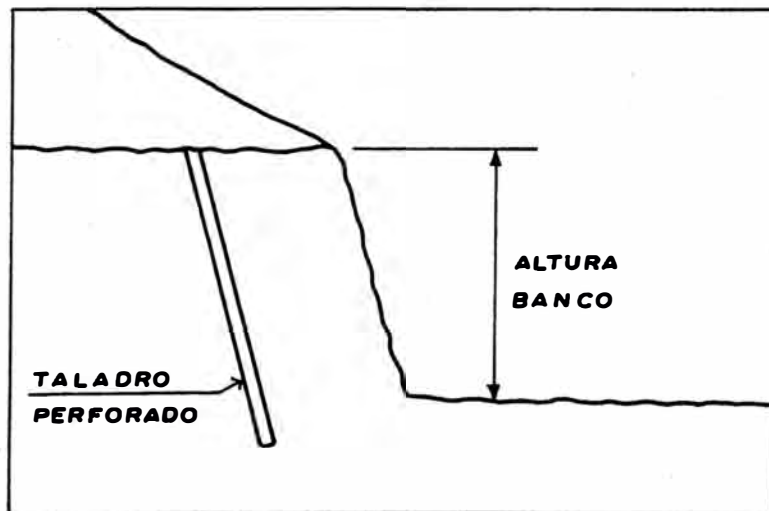
Actualmente existen equipos de perforación accionados por energía diesel-hidráulica. Estos tienen un motor diesel que les da autonomía de movimiento y a su vez provee la energía necesaria para accionar las bombas hidráulicas para la perforación.

En ambos casos la perforación que pueden ejecutar éstos equipos es vertical hacia abajo e inclinada cuando sea necesario.

Utilizan para perforar una o varias barras acopladas en serie, asimismo trabajan con brocas en cruz o botones.



EQUIPO DE PERFORACION



DISEÑO DE BANCO
(Minería Superficial)

Las ventajas del equipo diesel hidráulico sobre el neumático ya ha sido ampliamente debatido, pero para ciertas aplicaciones no deja de tener vigencia.

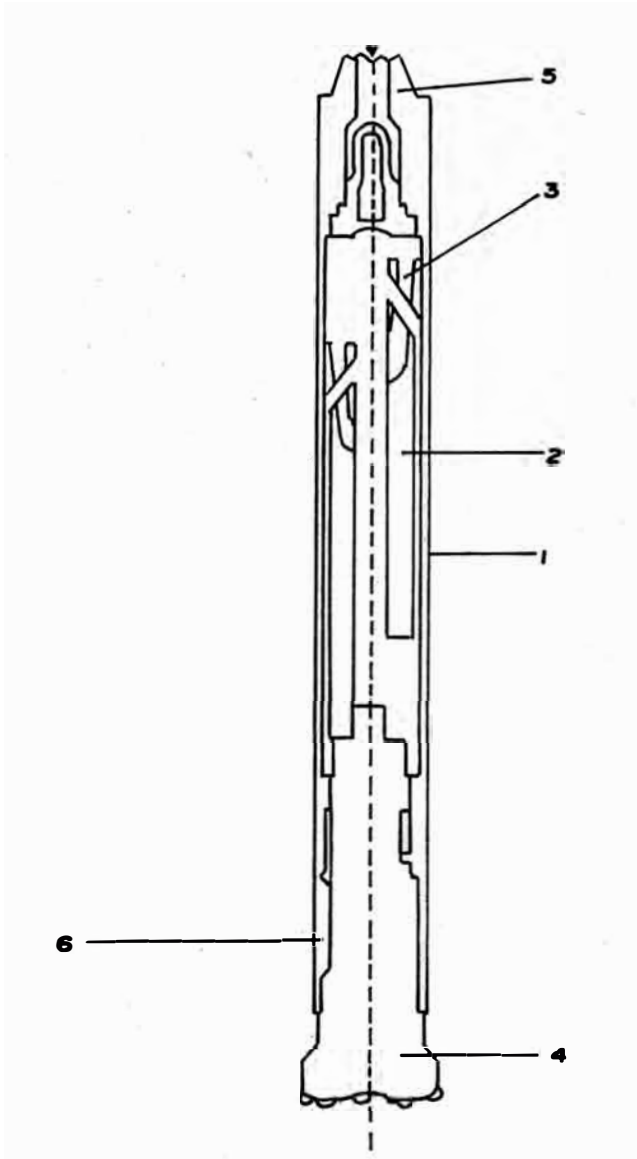
Estos equipos con ciertas modificaciones son utilizados para la perforación de Down The Hole (D.T.H.). Este sistema nos permite hacer perforaciones rectas y de gran diámetro a un costo relativamente bajo.

El principio del D.T.H. es un martillo que perfora en el fondo del taladro, golpeando directamente sobre la broca, lo que reduce sumamente las pérdidas de energía a través del varillaje.

Para la perforación con D.T.H. se utilizan tubos con rosca cónica API. Son relativamente pesados y las longitudes varían desde 1.5, 3 ó 6 metros.

Hasta el momento todos los martillos D.T.H. son neumáticos y aprovechan el aire comprimido para producir el golpe del pistón y para el barrido del taladro.

El martillo D.T.H. debería clasificarse como rotativo, debido a que giran en el sentido de las manecillas del reloj y requieren de un dispositivo separado de rotación.



COMPONENTES PRINCIPALES

- 1 CILINDRO**
- 2 PISTON**
- 3 SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AIRE COMPRIMIDO**
- 4 CORONA CON ESPIGA PARA RECIBIR LOS GOLPES DEL PISTON**
- 5 TAPA ANTERIOR PARA SOSTENER EL CONJUNTO**
- 6 TAPA POSTERIOR PARA SOSTENER EL CONJUNTO**

DIAGRAMA DE LA OPERACION DEL MARTILLO D.T. H.

6.1.2.2 Subterráneo.

Está muy difundido el método de perforación por taladros largos o Long Hole en nuestro medio. Con éste sistema se hacen taladros de gran longitud (entre 20 y 40 metros) y diámetros que varían entre 45 y 64 mm.

Es muy importante que en éste tipo de perforaciones haya una mínima desviación de los taladros, para que los resultados de la voladura sean los óptimos.

La perforación se hace con equipos neumáticos o hidráulicos, donde se van acoplando barras una tras otra hasta completar la longitud determinada. El equipo puede perforar en forma radial ó abanico 360 grados alrededor de su eje, sin cambiar a una nueva posición.

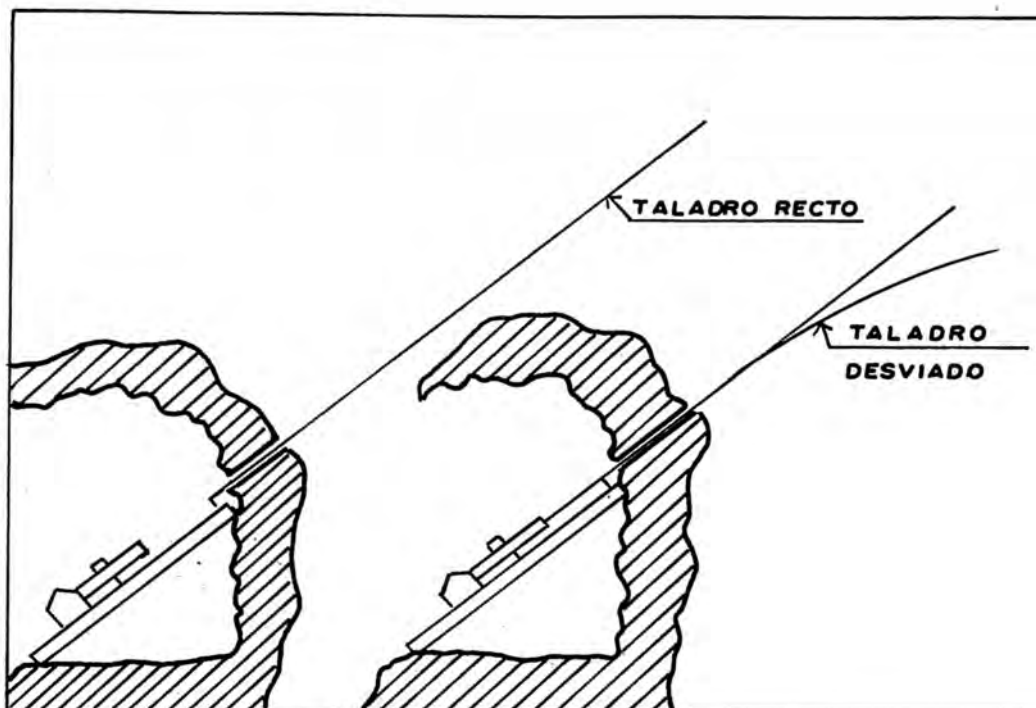
Las ventajas de éste sistema son:

Alta velocidad de perforación, debido al mínimo desplazamiento del equipo, ya que desde una sola posición se perforan entre 30 y 40 taladros.

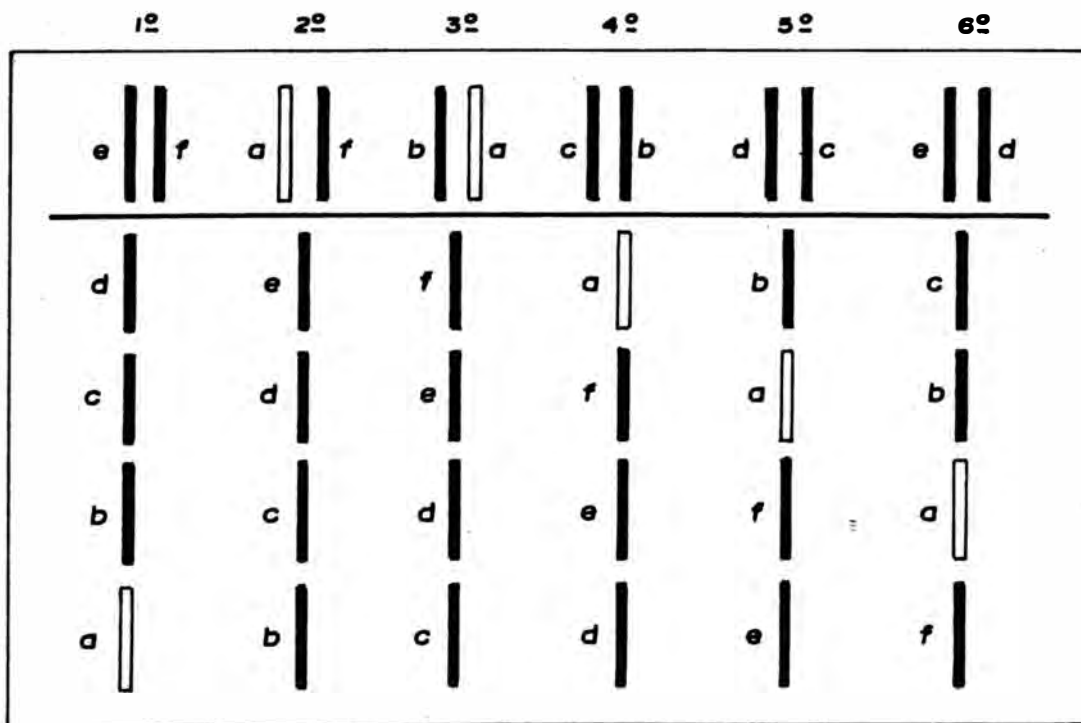
Facilita el control de la perforación, por encontrarse todas ellas concentradas en un punto.

Emplea un equipo sencillo, liviano y facil de operar.

- Alto rendimiento por hombre-guardia.



PERFORACION DE TALADROS LARGOS



ROTACION DE LAS BARRAS DE EXTENSION EN TALADROS LARGOS

6.2 PERFORACION DE AVANCE DE GALERIAS Y TUNELES.

Se trata de la perforación de taladros para la excavación de túneles o galerías. Debido a la ausencia de una cara libre, es necesario disponer una abertura (arranque) para dar salida a la roca volada.

La perforación puede efectuarse con máquinas neumáticas o hidráulicas

Las perforadoras neumáticas prácticamente han sido desplazadas por las hidráulicas, los factores que han puesto límite al desarrollo de éstas máquinas son:

- El consumo de aire comprimido.
- La tensión de la barra de perforación.
- El peso de la máquina y su volumen.
- La presión limitada del aire comprimido.

Para obtener una mayor potencia en una perforadora neumática es necesario aumentar la presión de aire y área del pistón de tal magnitud que, tanto el tamaño de la perforadora y su peso, así como la red de distribución del aire comprimido llegan a proporciones excesivas. Los pistones de mayor diámetro también producen un exceso de fatiga en los aceros de perforación lo que reduce su vida útil.

La introducción de la energía hidráulica ha significado un gran paso en la técnica de la perforación. Con el sistema hidráulico se han obtenido presiones hasta 40 veces superior a la presión del aire comprimido, sin ningún inconveniente práctico.

La perforadora hidráulica tiene en su diseño muchas similitudes a una perforadora neumática. Posee un pistón que transmite la energía de impacto a la barra de perforación y una válvula de control que dirige el fluido hidráulico a presión generando el movimiento alternativo en avance y retroceso del pistón.

La parte rotatoria difiere de la perforadora neumática solamente en que es propulsada por un motor hidráulico en lugar de uno de aire. Utilizando un pistón largo y delgado que trabaje con alta presión hidráulica, hasta 250 bares, no solo se transmite una cantidad de energía mas alta sino que también disminuyen las tensiones en la barra de perforación. Estas características del pistón dan como resultado un grado de penetración superior en comparación con las perforadoras neumáticas.

Las principales ventajas de los equipos de perforación hidráulica son:

Aumento en la velocidad de perforación. En la práctica se ha llegado a obtener 50 % ó más de mayor velocidad de penetración que la perforadora neumática.

- Con el sistema neumático no hay posibilidad de cambiar los parámetros de perforación.

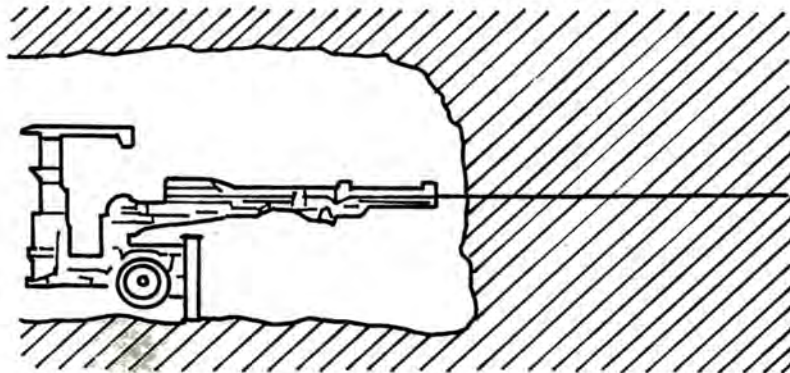
En el caso del sistema hidráulico se puede cambiar fácilmente la presión y así variar la energía por golpe, la frecuencia y la potencia.

En muchas perforaciones hidráulicas, la presión de barrido puede ser aumentado por encima de los 10 bares.

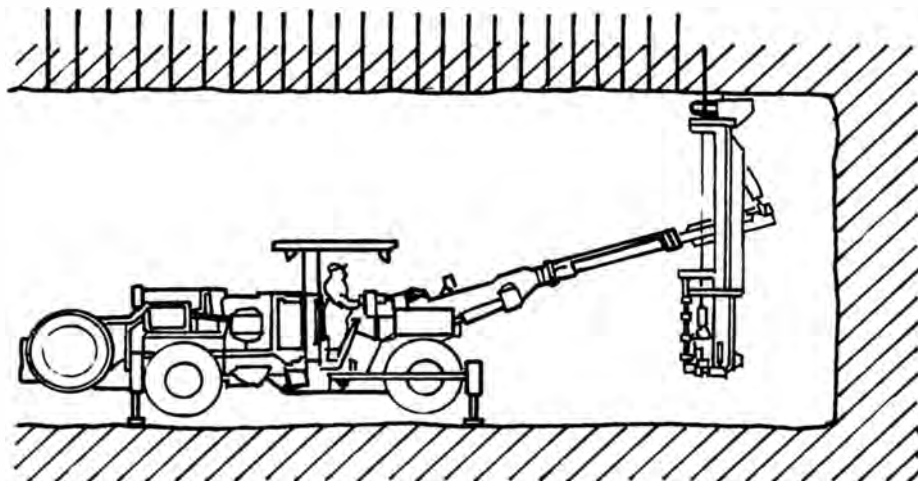
El sistema hidráulico es más eficiente que el neumático. Una perforadora hidráulica normalmente necesita un tercio de la energía consumida por una neumática de igual rendimiento.

La perforadora hidráulica mejoró notablemente el medio ambiente ya que no tiene escape de aire, por lo tanto el nivel de ruidos es mucho más bajo.

Por otra parte, el hecho de que no exista escape de aire con aceite de lubricación y agua de condensación hace que el ambiente de trabajo del operador sea mucho más limpia tanto por respiración como por visibilidad, ya que no se forma neblina.



PERFORACION EN FRENTES
(AVANCE DE GALERIA)



PERFORACION PARA SOSTENIMIENTO
EN MINERIA SUBTERRANEA

CAPITULO VII

EVALUACION TECNICO-ECONOMICO PRUEBAS DE CAMPO

7.1 PRUEBA DE BARRENOS INTEGRALES EN CONSORCIO MINERO HORIZONTE S.A. - PATAZ - AÑO 1993.

OBJETIVO.-

Evaluar el rendimiento tecnico de los barrenos integrales marca Sandvik Coromant de procedencia Sueca y compararlos con los rendimientos actuales de Fagersta Secoroc.

RESUMEN DE OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES.-

1. Para efectuar esta prueba se coordinó la adquisición de quince barrenos Sandvik Coromant, que se concretó con el pedido de mina N° LM-103-93 por lo siguiente:

05 * 714-0840-65
05 * 714-1839-65
714-2438-65

2. Distribución de los barrenos integrales para la prueba:

Bar. No	Long.	Sección	Labor
IN 1	6'	Fernandini	Galería 194
IN 2	6'	Fernandini	Galería 194
IN 3	6'	Rumpuy	Crucero 034
IN 4	6'	Bernabé	Tj.396 Veta Rosa
IN 5	6'	Bernabé	Tj.396 Veta Rosa
IN 6	8'	Bernabé	Tj.396 Veta Rosa
IN 7	8'	Bernabé	Tj.396 Veta Rosa
IN 8	8'	T. Horizonte	Crucero 1230
IN 9	8'	T. Horizonte	Crucero 1230
IN 10	8'	T. Horizonte	Crucero 1230

3. Características geológicas de las labores:

Sección	Tipo de roca
Fernandini	Cuarzo Blanco Dura y abrasiva
Rumpuy	Granodiorita Dura y abrasiva
Bernabé	Cuarzo Piritita Dura y abrasiva
Túnel Horizonte	Granodiorita Alterada : Media

4. Condiciones operacionales de la prueba:

La prueba se realizó en condiciones normales de operación, es decir se perforó en labores iguales de explotación, mismos perforistas, iguales características geológicas, similares condiciones en el sistema de afilado e iguales presiones de aire comprimido y agua para barrido.

5. Supervisión y control:

El desarrollo de la prueba estuvo supervisado por el suscrito Ing. Edgar Atahumán V. y el Ing. Carlos López Mejía, representante de Sandvik del Perú S.A.

El personal de apoyo para el control diario de perforación estuvo conformado por las siguientes personas:

- Sr. Carlos Flores Z. Sección Fernandini
- Sr. Benedicto Godoy Q. Sección Rumpuy
- Sr. Moisés A. Zenteno Sección Bernabé
- Sr. Moisés A. Zenteno Túnel Horizonte.

6. Promedio vida útil barrenos Fagersta Secoroc:

El siguiente cuadro ha sido elaborado por el departamento de Ingeniería en base a los reportes efectuados en los primeros meses de perforación.

Labor	Vida útil F. Secoroc
Fernandini	400 pies/pieza
Rumpuy	450 pies/pieza
Bernabé	300 pies/pieza
Túnel Horizonte	650 pies/pieza

7. El rendimiento promedio alcanzado por los barrenos integrales Sandvik Coromant se muestran en el siguiente cuadro resumen :

Labor	Vida útil Prom. (pie/pza)	Tiemp. Perf. (min/pie)
Fernandini	502	0.40
Rumpuy	755	0.30
Bernabé	330	0.60
Tunel Horizonte	780	0.20

8. Cuadro Comparativo.

Labor	Vida útil promedio				Diferencia	
	F.S.	%	SVK	%	Pies	%
Fernandini	400	100	502	125.5	102	25.5
Rumpuy	450	100	755	167.8	305	67.8
Bernabé	300	100	330	110.0	30	10.0
Túnel Horizonte	650	100	780	120.0	130	20.0

F.S. Fagersta Secoroc
SVK Sandvik Coromant

Estos resultados demuestran que los barrenos integrales Sandvik Coromant tienen una mayor vida útil que los barrenos Fagersta Secoroc, lo que se traduce en **menores costos por pie perforado.**

RECOMENDACIONES FINALES.-

1. Incrementar el volúmen de agua en los frentes de perforación (cambiando los diámatros de las mangueras de 1/2" a 1") con la finalidad de mejorar el barrido en el fondo del taladro y evitar así la remolienda de los detritus, ya que la roca por su alta abrasividad desgasta excesivamente el diámetro de los barrenos.

2. Instalar un taller de afilado de barrenos integrales en el túnel Horizonte y otro taller en Bernabé, pues éstas dos zonas carecen de éste servicio que es muy importante para lograr una "vida útil" óptima de los barrenos integrales.

3. Continuar con la evaluación del rendimiento de los barrenos Sandvik Coromant a fin de Standarizar su uso en ésta unidad.

ANALISIS ECONOMICO.

1. Consumo promedio mensual de barrenos integrales en todas las zonas de la mina. (promedio de los tres últimos meses).

Labor	Consumo mensual Piezas	(%)	Vida útil pies/pza
Fernandini	45	30	400
Rumpuy	30	20	450
Bernabé	20	13	300
Túnel Horizonte	15	10	650
Candelaria	30	20	
Bonita y otros	10	07	
Total	150	100	

2. Cálculo de los pies perforados por mes utilizando los rendimientos de Fagersta Secoroc, en aquellas secciones donde se efectuó la prueba.

Nota: El total de barrenos asciende a 110 piezas.

Labor	Promedio pies perforados al mes		
Fernandini	45 pza * 400 pies/pza	=	18,000 pies
Rumpuy	30 pza * 450 pies/pza	=	13,500 pies
Bernabé	20 pza * 300 pies/pza	=	6,000 pies
Túnel Horizont	15 pza * 650 pies/pza	=	9,750 pies
	Total	-	47,250 pies

3. Cálculo del número de barrenos Sandvik Coromant que se utilizaría, considerando la misma cantidad de pies perforados por mes.

Labor	Número de barrenos Sandvik Coromant		
Fernandini	18,000 pies/mes / 502 pies/pza	=	36 pz
Rumpuy	13,500 pies/mes / 755 pies/pza	=	18 pz
Bernabé	6,000 pies/pza / 330 pies/pza	=	18 pz
Túnel Horz	9,750 pies/pza / 780 pies/pza	=	13 pz
	Total	=	85 pz

4. Cálculo del ahorro anual en US Dólares.

Comparando los cuadros observamos que para realizar mensualmente la misma cantidad de pies perforados utilizaremos veinticinco barrenos integrales menos, empleando la marca Sandvik Coromant.

Esta diferencia representa anualmente:

25 Pzas/mes * 12 meses/año = 300 Barrenos Integrales

Transformando en Dólares, Obtenemos:

300 pzas/año * 90.00 US\$/pza = US\$ 27,000.00

(No incluye en el precio el I.G.V.)

5. Conclusión.

Se genera un ahorro de US\$ 27,000.00 dólares al año en costos de perforación utilizando los barrenos Sandvik Coromant.

6. Sumario del reporte diario.

En las siguientes paginas se encontrarán los sumarios del reporte diario de la prueba de barrenos integrales.

PRUEBA DE BARRENOS INTEGRALES

MARCA: SANDVIK COROMANT	TIPO: B.I.	CIA. MINERA: C.M.HORIZONTE S.A.	JUEGO No: MARCA: IN 1
TIPO DE ROCA: CUARZO BLANCO	ZONA DE TRABAJO: FERNANDINI	LABOR: GALERIA 194	CODIGO: 714-1839-65 (6')
REALIZADO POR: ING. C. LOPEZ	SUPERVISADO POR: DPTO. INGENIERIA	APROBADO POR: ING. E. ATAHUANAN	FECHA: 26-10-93

SUMARIO DEL REPORTE DIARIO

FECHA	PIES PERFORADO	PIES PERF ACUMULADO	NUMERO AFILADAS	DIMENS. INSERTO		TIEMPO PERFORACION PROMEDIO (min/pie)
				DIAMETRO (mm)	ALTURA (h)	
13-10-93	45.0	45.0		39.0	19.0	0.40 min/pie
15-10-93	72.0	117.0	01	37.5	18.0	
15-10-93	33.0	150.0	02	36.0	17.0	
18-10-93	100.0	250.0	03	34.0	16.0	
20-10-93	100.0	350.0	04	32.5	15.0	
21-10-93	120.0	470.0	05	31.0	14.0	
				30.0	13.0	

OBSERVACIONES :

DESCARTADO POR DIAMETRO MINIMO

PRUEBA DE BARRENOS INTEGRALES

MARCA: SANDVIK COROMANT	TIPO: B.I.	CIA. MINERA: C.M.HORIZONTE S.A.	JUEGO No: MARCA: IN 2
TIPO DE ROCA: CUARZO BLANCO	ZONA DE TRABAJO: FERNANDINI	LABOR: GALERIA 194	CODIGO: 714-1839-65 (6')
REALIZADO POR: ING. C. LOPEZ M.	SUPERVISADO POR: DPTO INGENIERIA	APROBADO POR: ING. E. ATAHUAMAN	FECHA: 26-10-93

SUMARIO DEL REPORTE DIARIO

FECHA	PIES PERFORADO	PIES PERF ACUMULADO	NUMERO AFILADAS	DIMENS. INSERTO		TIEMPO PERFORACION PROMEDIO (min/pie)
				DIAMETRO (mm)	ALTURA (h)	
19-10-93	125.0	125.0		39.0	19.0	0.40 min/pie
20-10-93	138.0	263.0	01	36.5	18.0	
21-10-93	138.0	401.0	02	33.5	16.0	
23-10-93	125.0	526.0	03	32.0	13.0	
				30.0	12.0	

OBSERVACIONES :

DESCARTADO POR DIAMETRO MINIMO.

PRUEBA DE BARRENOS INTEGRALES

MARCA: SANDVIK COROMANT	TIPO: B.I	CIA. MINERA: C.M.HORIZONTE S.A.	JUEGO No: MARCA: IN 3
TIPO DE ROCA: GRANODIORITA	ZONA DE TRABAJO: RUMPUY	LABOR: CRUCERO 034	CODIGO: 714-1839-65 (6')
REALIZADO POR: ING. C. LOPEZ M.	SUPERVISADO POR: DPTO. INGENIERIA	APROBADO POR: ING. ATAHUAMAN	FECHA: 26-10-93

SUMARIO DEL REPORTE DIARIO

FECHA	PIES PERFORADO	PIES PERF ACUMULADO	NUMERO AFILADAS	DIMENS. INSERTO		TIEMPO PERFORACION PROMEDIO (min/pie)
				DIAMETRO (mm)	ALTURA (h)	
13-10-93	102.0	102.0	—	39.0	19.0	0.30 min/pie
14-10-93	98.0	200.0	01	38.0	18.0	
15-10-93	144.0	344.0	02	37.0	17.0	
18-10-93	163.0	507.0	03	35.5	16.0	
19-10-93	104.0	611.0	04	34.0	15.0	
21-10-93	60.0	671.0	05	32.0	14.0	
23-10-93	84.0	755.0	06	31.0	13.0	
				30.0	12.0	

OBSERVACIONES :

DESCARTADO POR DIAMETRO MINIMO.

PRUEBA DE BARRENOS INTEGRALES

MARCA: SANDVIK COROMANT	TIPO: B.I.	CIA. MINERA: C.M.HORIZONTE S.A.	JUEGO No: MARCA: IN 4
TIPO DE ROCA: CUARZO PIRITA	ZONA DE TRABAJO: BERNABE	LABOR: TJ. 396 VETA ROSA	CODIGO: 714-1839-65 (6')
REALIZADO POR: ING. C. LOPEZ M.	SUPERVISADO POR: DPTO. INGENIERIA	APROBADO POR: ING. E. ATAHUAMAN	FECHA: 26-10-93

SUMARIO DEL REPORTE DIARIO

FECHA	PIES PERFORADO	PIES PERF ACUMULADO	NUMERO AFILADAS	DIMENS. INSERTO		TIEMPO PERFORACION PROMEDIO (min/pie)
				DIAMETRO (mm)	ALTURA (h)	
14-10-93	55.0	55.0	—	39.0	19.0	0.60 min/pie
15-10-93	55.0	110.0	01	37.0	18.0	
16-10-93	30.0	140.0	02	36.0	17.0	
18-10-93	45.0	185.0	03	34.5	16.0	
19-10-93	84.0	269.0	04	33.0	15.0	
21-10-93	60.0	329.0	05	31.0	14.0	
				30.0	13.0	

OBSERVACIONES :

DESCARTADO POR DIAMETRO MINIMO.

PRUEBA DE BARRENOS INTEGRALES

MARCA: SANDVIK COROMANT	TIPO: B.I.	CIA. MINERA: C.M.HORIZONTE S.A.	JUEGO No: MARCA: IN 5
TIPO DE ROCA: CUARZO PIRITA	ZONA DE TRABAJO: BERNABE	LABOR: TJ. 396 VEGA ROSA	CODIGO: 714-1839-65 (6')
REALIZADO POR: ING. C. LOPEZ	SUPERVISADO POR: DPTO. INGENIERIA	APROBADO POR: ING. E. ATAHUAMAN	FECHA: 26-10-93

SUMARIO DEL REPORTE DIARIO

FECHA	PIES PERFORADO	PIES PERF ACUMULADO	NUMERO AFILADAS	DIMENS. INSERTO		TIEMPO PERFORACION PROMEDIO (min/pie)
				DIAMETRO (mm)	ALTURA (h)	
18-10-93	45.0	45.0	—	39.0	19.0	0.60 in/pie
19-10-93	45.0	90.0	01	37.5	18.0	
20-10-93	45.0	135.0	02	35.5	17.0	
21-10-93	72.0	207.0	03	34.0	16.0	
22-10-93	60.0	267.0	04	33.0	15.0	
23-10-93	72.0	339.0	05	32.0	14.0	
				30.0	13.0	

OBSERVACIONES :

DESCARTADO POR DIAMETRO MINIMO.

PRUEBA DE BARRENOS INTEGRALES

MARCA: SANDVIK COROMANT	TIPO: B.I.	CIA. MINERA: C.M.HORIZONTE S.A.	JUEGO No: MARCA: IN 6
TIPO DE ROCA: CUARZO PIRITA	ZONA DE TRABAJO: BERNABE	LABOR: TJ.396 VETA ROSA	CODIGO: 714-2438-65 (8')
REALIZADO POR: ING. C. LOPEZ M.	SUPERVISADO POR: DPTO. INGENIERIA	APROBADO POR: ING. E. ATAHUAMAN	FECHA: 26-10-93

SUMARIO DEL REPORTE DIARIO

FECHA	PIES PERFORADO	PIES PERF ACUMULADO	NUMERO AFILADAS	DIMENS. INSERTO		TIEMPO PERFORACION PROMEDIO (min/pie)
				DIAMETRO (mm)	ALTURA (h)	
14-10-93	66.0	66.0	—	39.0	19.0	0.60 min/pie
15-10-93	45.0	111.0	01	37.5	18.0	
16-10-93	60.0	171.0	02	36.0	17.0	
18-10-93	16.0	187.0	03	35.0	16.0	
19-10-93	60.0	247.0	04	34.0	15.0	
22-10-93	50.0	297.0	05	32.0	14.0	
23-10-93	40.0	337.0	06	31.0	13.0	
				30.0	12.0	

OBSERVACIONES :

Descartado por diametro minimo.

PRUEBA DE BARRENOS INTEGRALES

MARCA: SANDVIK COROMANT	TIPO: B.I.	CIA. MINERA: C.M.HORIZONTE S.A.	JUEGO No: MARCA: IN 7
TIPO DE ROCA: CUARZO PIRITA	ZONA DE TRABAJO: BERNABE	LABOR: TJ.396 VETA ROSA	CODIGO: 714-2438-65 (8')
REALIZADO POR: ING. C.LOPEZ M.	SUPERVISADO POR: DPTO. INGENIERIA	APROBADO POR: ING. E. ATAHUAMAN	FECHA: 26-10-93

SUMARIO DEL REPORTE DIARIO

FECHA	PIES PERFORADO	PIES PERF ACUMULADO	NUMERO AFILADAS	DIMENS. INSERTO		TIEMPO PERFORACION PROMEDIO (min/pie)
				DIAMETRO (mm)	ALTURA (h)	
18-10-93	40.0	40.0	—	38.0	19.0	0.60 min/pie
19-10-93	40.0	80.0	01	37.0	18.0	
20-10-93	80.0	160.0	02	36.0	17.0	
21-10-93	36.0	196.0	03	35.0	16.0	
22-10-93	60.0	256.0	04	33.0	15.0	
23-10-93	59.0	315.0	05	31.0	14.0	
				30.0	13.0	

OBSERVACIONES :

Descartado por diametro minimo

PRUEBA DE BARRENOS INTEGRALES

MARCA: SANDVIK COROMANT	TIPO: B.I.	CIA. MINERA: C.M.HORIZONTE S.A.	JUEGO No: MARCA: IN 8
TIPO DE ROCA: GRANODIORITA ALT.	ZONA DE TRABAJO: TUNEL HORIZONTE	LABOR: CRUCERO 1230	CODIGO: 714-2438-65
REALIZADO POR: ING. C. LOPEZ M.	SUPERVISADO POR: DPTO. INGENIERIA	APROBADO POR: ING. E. ATAHUAMAN	FECHA: 26.10.93

SUMARIO DEL REPORTE DIARIO

FECHA	PIES PERFORADO	PIES PERF ACUMULADO	NUMERO AFILADAS	DIMENS. INSERTO		TIEMPO PERFORACION PROMEDIO (min/pie)
				DIAMETRO (mm)	ALTURA (h)	
18.10.93	100.0	100.0	—	38.9	19.0	0.20 min/pie
19.10.93	108.0	208.0	01	37.0	18.0	
20.10.93	112.0	320.0	02	36.0	17.0	
21.10.93	110.0	430.0	03	35.0	16.0	
22.10.93	84.0	514.0	04	34.0	15.0	
23.10.93	100.0	614.0	05	33.0	14.0	
25.10.93	152.0	766.0	06	32.0	13.0	
				30.0	12.0	

OBSERVACIONES :

Descartado por diametro minimo.

PRUEBA DE BARRENOS INTEGRALES

MARCA: SANDVIK COROMANT	TIPO: B.I.	CIA. MINERA: C.M.HORIZONTE S.A.	JUEGO No: MARCA: IN 9
TIPO DE ROCA: GRANODIORITA ALT.	ZONA DE TRABAJO: TUNEL HORIZONTE	LABOR: CRUCERO 1230	CODIGO: 714-2438-65 (8')
REALIZADO POR: ING. C. LOPEZ M.	SUPERVISADO POR: DPTO. INGENIERIA	APROBADO POR: ING. E. ATAHUAMAN	FECHA: 26-10-93

SUMARIO DEL REPORTE DIARIO

FECHA	PIES PERFORADO	PIES PERF ACUMULADO	NUMERO AFILADAS	DIMENS. INSERTO		TIEMPO PERFORACION PROMEDIO (min/pie)
				DIAMETRO (mm)	ALTURA (h)	
14.10.93	115.0	115.0	---	38.9	19.0	0.20 min/pie
17.10.93	75.0	190.0	01	37.0	18.0	
18.10.93	115.0	305.0	02	36.0	17.2	
20.10.93	105.0	410.0	03	35.3	16.0	
21.10.93	135.0	545.0	04	34.0	15.1	
22.10.93	90.0	635.0	05	33.4	14.0	
23.10.93	105.0	740.0	06	32.0	13.3	
				30.2	12.0	

OBSERVACIONES :

Descartado por diametro minimo.

PRUEBA DE BARRENOS INTEGRALES

MARCA: SANDVIK COROMANT	TIPO: B.I.	CIA. MINERA: C.M.HORIZONTE S.A.	JUEGO No: MARCA: IN 10
TIPO DE ROCA: GRANODIORITA ALT.	ZONA DE TRABAJO: TUNEL HORIZONTE	LABOR: CRUCERO 1230	CODIGO: 714-2438-65 (8')
REALIZADO POR: ING. C. LOPEZ M.	SUPERVISADO POR: DPTO. INGENIERIA	APROBADO POR: ING. ATAHUAMAN	FECHA: 26-10-93.

SUMARIO DEL REPORTE DIARIO

FECHA	PIES PERFORADO	PIES PERF ACUMULADO	NUMERO AFILADAS	DIMENS. INSERTO		TIEMPO PERFORACION PROMEDIO (min/pie)
				DIAMETRO (mm)	ALTURA (h)	
18-10-93	120.0	120.0	—	38.0	19.0	0.20 min/pie
19-10-93	128.0	248.0	01	37.0	18.0	
19-10-93	120.0	368.0	02	36.0	17.0	
20-10-93	132.0	500.0	03	35.0	16.0	
21-10-93	136.0	636.0	04	34.0	15.0	
22-10-93	120.0	756.0	05	33.0	14.0	
23-10-93	78.0	834.0	06	31.0	13.0	
				30.0	12.0	

OBSERVACIONES :

Descartado por diametro minimo

7.2 PRUEBA DE BARRENOS INTEGRALES EN CONSORCIO MINERO HORIZONTE S.A. - PARCOY - PATAZ.

OBJETIVO.-

Evaluar el rendimiento técnico de los barrenos integrales **Atlas copco** y **Sandvik coromant** en condiciones normales de operación.

Del mismo modo determinar los parámetros de perforación, tales como el intervalo de afilado, tiempo de perforación y control de desgaste.

OBSERVACIONES.-

1. La prueba se llevó a cabo del 20 de abril al 02 de junio de 1994.
2. Distribución de los barrenos integrales para la evaluación técnica, se muestran en el siguiente cuadro:

Barreno	Marca	Sección	Labor	Long.
I 1	Atlas C.	Rumpuy	Crucero 034	6´
I 2	Sandvik C.	Rumpuy	Crucero 034	6´
I 3	Atlas C.	Bernabé	California	6´
I 4	Sandvik C.	Bérnabe	California	6´
I 5	Atlas C.	Bernabé	Cámara Sur V4	6´
I 6	Sandvik C.	Bernabé	Cámara Sur V4	6´

Nota: Considerando que en toda la mina de Consorcio Minero Horizonte se utiliza en mayor porcentaje (70%) el barreno de seis pies (6´) de longitud, es que la prueba se realizó con ésta medida, por ser estadísticamente mas representativa.

3. Características del tipo de roca predominante:

Sección	Labor	Tipo de roca	Dureza
Bernabé	Cx 030	Granodiorita Cloritizada	Media
Rumpuy	Cx 034	Granodiorita Cloritizada	Media
Bernabé	Califor	Granodiorita Cloritizada	Media
Bernabé	C.Sur V4	Cuarzo Blanco y Pirita	Alta
Horizont	Túnel	Granodiorita	Media

4. Condiciones operacionales de la prueba:

La prueba se realizó en condiciones normales de operación, es decir se perforó en labores iguales de explotación, similares características geológicas, similares condiciones en el sistema de afilado e iguales presiones de aire comprimido y agua para barrido.

5. Supervisión y control del desarrollo de la prueba:

A cargo del departamento de Ingeniería y de los representantes de Atlas Copco Peruana S.A. y Sandvik del Perú S.A.

La toma de datos (mediciones, control de tiempos, etc.) estuvieron a cargo exclusivamente del personal del Departamento de Ingeniería.

CONCLUSIONES.-

1. El rendimiento promedio alcanzado por cada barreno se muestra en el siguiente cuadro resumen:

Barreno No	Total perforado (pies)	Dimensiones finales	
		Diam (mm)	Alt (mm)
I 1 Atlas	1073.49	32.70	08.10
I 2 Sandvik	1146.98	32.60	08.20
I 3 Atlas	1230.87	30.90	08.00
I 4 Sandvik	1376.87	30.80	08.30
I 5 Atlas	244.32	30.20	10.70
I 6 Sandvik	250.69	29.80	10.90

* Todos los barrenos se descartaron por desgaste.

2. El Departamento de Ingeniería realizó del 02 al 27 de marzo de 1994, una prueba comparativa simultánea, en el Túnel Horizonte (Túnel 1230) cuyos resultados se muestran en el siguiente cuadro adjunto:

Barreno No	Total perforado (Pies)	Dimensiones finales	
		Diam (mm)	Alt (mm)
IN 1 Atlas	1231.85	32.00	10.00
IN 2 Sandvik	1425.79	32.00	10.00

3. Velocidad de perforación.

Se ha podido determinar que la presión del aire comprimido, cuando se está perforando tiene una relación directa en el desgaste del barreno, es decir, a menor presión de aire comprimido, habrá mayor tiempo de perforación, por lo tanto esto originará un mayor desgaste del inserto del barreno.

El siguiente es un cuadro resumen de éstas mediciones:

Presión de aire comprimido	Tiempo de perforación por taladro
40 P.S.I.	07 minutos
50 P.S.I.	05 minutos
60 P.S.I.	03 minutos 45 seg.
70 P.S.I.	03 minutos 30 seg.
80 P.S.I.	03 minutos 10 seg.

4. Intervalo de afilado.

El tipo de roca predominante en la unidad minera de Consorcio Minero Horizonte es una Granodiorita Cloritizada, medianamente dura, el desgaste que origina ésta roca es **frontal**.

Cuando se perfore en Granodiorita hay que afilar el barreno cada 15 taladros como máximo.

El otro tipo de roca (veta) es un cuarzo lechoso con pirita en venillas, el desgaste que origina ésta roca es **diametral** por su gran abrasividad.

Cuando se perfore en éste tipo de roca, sacar a afilar el barreno cada 8 taladros como máximo.

ANALISIS TECNICO ECONOMICO

Con los resultados obtenidos de la evaluación técnica, hacemos el análisis económico, a fin de determinar la mejor alternativa en cuanto a costos unitarios.

Este análisis económico se realizara en forma independiente para cada tipo de roca existente en la unidad minera de Consorcio Minero Horizonte; la razón es por que la vida útil de los barrenos integrales difiere en cada caso, y promediar sin considerar éste factor nos daría un resultado erróneo.

El siguiente cuadro muestra el total de pies perforados mensuales en cada tipo de roca, en las diferentes unidades de la mina.

Tipo de roca	Pies perforados al mes
Roca de dureza Media	87,000 Pies
Roca de dureza Alta	46,000 Pies
	<hr/>
Total	133,000 Pies

Cuadro resumen de rendimientos por marca.

Barreno	Pies perforados	Tipo de roca
I 1 Atlas	1073.49	Dureza Media.
I 3 Atlas	1230.87	Dureza Media.
IN 1 Atlas	1231.85	Dureza Media.
I 2 Sandvik	1146.98	Dureza Media.
I 4 Sandvik	1376.87	Dureza Media.
IN 2 Sandvik	1425.79	Dureza Media.
I 5 Atlas	244.32	Dureza Alta.
I 6 Sandvik	250.69	Dureza Alta.

EVALUACION ECONOMICA.

1. Roca de dureza media.

En el siguiente cuadro se muestra la eficiencia por marca en éste tipo de roca.

Detalle	Atlas C.	Sandvik C.
Pies perforados	3,536.21	3,949.64
Número de barrenos	03	03
Rendimiento por pieza	1,178.73	1,316.55
Factor eficiencia	1.00	1.11
Diferencia (%)		11.70

Cálculo del número de barrenos en función del rendimiento.

Detalle	Atlas C.	Sandvik C.
Pies perf. al mes	87,000.00	87,000.00
Rendimientos por pza.	1,178.73	1,316.55
Número de Barrenos	73.80	66.08

2. Roca de dureza alta.

En el siguiente cuadro se muestra la eficiencia por marca en éste tipo de roca.

Detalle	Atlas C.	Sandvik C.
Pies Perforados	244.32	250.69
Número de barrenos	1	1
Rendimiento por pza.	244.32	250.69
Factor Eficiencia	1.00	1.02
Diferencia (%)		2.60

Cálculo del número de barrenos en función del rendimiento:

Detalle	Atlas C.	Sandvik C.
Pies perf. al mes	46,000.00	46,000.00
Rendimientos por pza.	244.32	250.69
Número de barrenos	188.27	183.49

Cuadro Resúmen:

Tipo de roca	Barrenos requeridos	
	Atlas C.	Sandvik C.
Roca de dureza Media	73.80 pzs.	66.08 pzs.
Roca de dureza Alta	188.27 pzs.	183.49 pzs.
Total	262.07 pzs.	249.57 pzs.

Ahorro anual en dólares.

Considerando el precio promedio del barreno de 6' igual a US\$ 80.00 (precio no incluye I.G.V.) para cada marca.

El ahorro que se obtiene es el siguiente:

Detalle	Atlas Copco		Sandvik C.	
Costo total/mes		262.07*80.00		249.57*80.00
	US\$	20,965.60	US\$	19,965.60
Total Anual	US\$	251,587.20	US\$	239,587.20
	Ahorro anual		US\$	12,000.00

CONCLUSION.

Se genera un ahorro de US\$ 12,000.00 dólares al año en costos de perforación utilizando los barrenos Sandvik Coromant.

7.3 EVALUACION TECNICO-ECONOMICO DE ACCESORIOS DE PERFORACION EN LA COMPAÑIA MINERA MILPO S. A.

OBJETIVO.-

Determinar el rendimiento de las barras hexagonales con culata y Rosca Tandem (rosca doble), Broca en Cruz Heavy Duty de 41 mm. de diámetro y de las brocas de botones cónicos, para reemplazar el uso de los barrenos integrales de 13 pies por una pulgada con la finalidad de estandarizar productos que ofrezcan el menor costo por pie perforado.

OBSERVACIONES.-

1. El seguimiento se realizó del 07 al 24 de abril de 1992.

La supervisión de la prueba estuvo a cargo del Ing. Eutemio Calderón, jefe del programa de desarrollos de la mina Milpo.

2. La prueba se desarrolló en el Nivel -280, Galerias -280_22 y -280_24, con dos Jumbos neumáticos Tamrock Minimatic de dos brazos de perforación cada uno y equipados con perforadoras E-410 Tamrock.

3. Parámetros de perforación observados de los Jumbos:

Las presiones promedio de los Jumbos neumáticos son:

Presión dinámica de aire	4.5 a 5.2 Bares
Presión de avance	3.5 a 4.0 Bares
Presión dinámica de agua	6.2 a 7.0 Bares

4. El tipo de roca predominante en la zona de trabajo es una Caliza marmolizada; la característica principal de ésta roca es su alta dureza y su baja abrasividad.

CONCLUSIONES.-

Resumen de rendimientos.

1. Barras con culata hexagonal 7802-7640-20.

El rendimiento promedio alcanzado por las cuatro barras es de 2,226 pies por pieza tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Barra Nº	Vida útil (pies)	Observaciones
1	2,160	Descarte por desgaste de rosca
2	2,400	Descarte por rotura de rosca
3	2,364	Descarte por desgaste de rosca
4*	480	Rotura prematura de la espiga
5	1,980	Descarte por "culatín dañado"

Promedio: 2,226 pies perforados.

* Nota: La barra número 4 falló prematuramente por causas operacionales. La máquina perforadora sufrió un desperfecto y dejó de lubricar, al continuar con la perforación se provocó la rotura de la barra en la espiga. No se incluye para el cálculo del promedio.

2. Brocas en Cruz y Brocas de Botón Cónico.

El promedio alcanzado por las brocas en cruz heavy duty de código 7732-1441-42 R25 * 41 mm. es de 2,000 pies perforados y el promedio alcanzado por las brocas de botón cónico de código 7732-2441-35 R25 * 41 mm. es de 2,400 pies por pieza.

La velocidad de perforación de la broca de botones cónico es 25 % más rápido que la de las brocas en cruz tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Broca	Vida útil (pies)	Veloc perf. min/tal	Intervalo Afilado
Cruz	2,000	9.0	20 Tal.
Botón	2,400	6.5	60 Tal.

Análisis Económico.

1. Precios y rendimientos:

Los precios y la vida útil son los siguientes:

Accesorio de Perforación	Código	Precio USD	Vida útil Pies/Pza.
Barra culata hexag.	7802-7540-20	205.00	2,000
Broca en cruz H.D.	7732-1441-42	106.00	2,000
Broca Botón cónico.	7732-2441-35	109.00	2,400
Barreno integral	737-4040-34	194.87	800

* Los precios son al 30.04.92. No incluyen I.G.V.

2. Costos unitarios :

Sistema: Barra culata + Broca en cruz.

(205.00 + 106.00) / 2,000 = 0.155 \$/p.

Sistema: Barra culata + Broca botón cónico.

(205.00) / 2,000 + (109.00) / 2,400 = 0.148 \$/p

Sistema: Barreno integral.

(194.87) / 800 = 0.243 \$/p.

El sistema barra con culata hexagonal y broca de botón cónico es la columna de perforación que tiene menor costo unitario, tal como se aprecia en el siguiente cuadro resumen:

Columna de perforación	Cost. Unit. USD/Pie	Indice (%)
Barra con culata y broca de botón	0.148	100
Barra con culata y broca en cruz	0.155	105
Barreno integral	0.243	164

3. Comparación de las velocidades de perforación:

La velocidad de perforación promedio de la broca de botones cónicos es de 6.5 Min/Tal, y es más rápida que la broca en cruz que demora 9.0 Min/Tal, y a su vez más rápida que el barreno integral que es de 11.0 Min/Tal.

La mayor velocidad de perforación que tiene la broca de botones cónicos permite obtener un menor tiempo de utilización del jumbo neumático y un menor costo de perforación por metro.

4. Ventajas operacionales logradas con cada columna:

Es mucho más fácil llevar un juego de brocas del lugar de trabajo al taller de afilado, que cargar dos barrenos integrales de trece pies, más de 600 metros por el mismo motivo, lo cual en muchas ocasiones por evitar ésto se sobreperfora el barreno integral, dañándolo irreversiblemente.

RECOMENDACIONES.-

1. Reemplazar el uso de los Barrenos integrales por el sistema: Barra con culata y broca de botones cónicos para la perforación en mina ya que ofrecen menores costos unitarios y mejores condiciones de operación.
2. La ventaja de la rosca Tandem es, que una vez que se gaste la rosca donde va la broca o el adaptador éste se corte seccionalmente y se pueda usar la rosca de la barra que continúa tras la eliminada.

Asimismo es importante rebajarle 1 a 2 mm. el filo dándole forma de chaflan.

3. Es importante mantener la presión del agua para para barrido un Bar menor a la presión del aire comprimido. Se evitará lavado de lubricación y rotura de empaques del barreno.

4. Se ha probado que la velocidad de penetración tiene una relación directa con la presión de aire comprimido existente en la labor:

Presión dinámica de aire (P.S.I.)	Veloc. Perf. (Min / Tal)
70.0	9' 45"
85.0	7' 15"
95.0	6' 45"

7.4 EVALUACION TECNICA DE BROCAS DE BOTONES EN LA COMPAÑIA MINERA MILPO S. A.

OBJETIVO.-

Efectuar la evaluación de brocas de botones para determinar el ahorro de explosivo, reduciendo el diámetro del taladro de 45 mm. a 41 mm. en la perforación de " frentes " con el Jumbo hidráulico Tamrock.

OBSERVACIONES.-

1. La evaluación se llevó a cabo del 22 de julio al 08 de agosto de 1993.

La supervisión de la prueba estuvo a cargo del Ing. Eutemio Calderón, jefe del programa de desarrollos de la mina Milpo, y del representante de Sandvik del Perú S.A.

Permanentemente estuvieron informados del avance de la prueba los ingenieros Celso Cámac, asistente de la superintendencia general y Teódulo Quispe, Superintendente de mina.

2. La prueba se desarrolló en la zona IV, Galería principal -280 con el Jumbo Tamrock Monomatic de un brazo.
La perforadora es una HL 538 Tamrock.
3. Parámetros de perforación observados en el Jumbo:

Las presiones promedio del Jumbo hidráulico son:

Presión de rotación	50 a 60 Bares
Presión de percusión	120 a 130 Bares
Presión de avance	120 a 150 Bares
Presión de agua	5.5 Bares

4. El tipo de roca predominante en la zona de trabajo es una Caliza marmolizada; la característica principal de ésta roca es su alta dureza y su baja abrasividad.
5. El explosivo usado es Anfo en bolsas de 25 Kg. La sección de la galería es de 4.00 x 3.50 mt.

CONCLUSIONES.-

Desarrollo de la prueba.

1. Parámetros de voladura usando brocas de botones de 45 mm. de diámetro y broca rimadora de 89 mm. de diámetro en los taladros de arranque.

Herramientas de Perforación:

- Broca de botones DP60, 45 mm. (1 3/4"), R 32
7733-0545-60
Barra de perforación R38-Hex32-R32-12'
7854-8637-20
- Adaptador piloto R 32
7822-3526
- Broca Rimadora de 89 mm (3 1/2")
7722-4889-S45

Taladros perforados:

- | | |
|------------------------------------|------------|
| Taladros cargados con examon | 34 |
| Taladros cargados con dinamita | 05 |
| Número de bolsas de examon | 06 |
| Veloc. de perforación promedio | 3'39"/tal. |
| - Eficiencia de avance por frente: | 90 a 95 % |

2. Parámetros de voladura usando unicamente broca. de botones de 41 mm. incluso en los taladros de arranque.

Herramientas de perforación:

- Broca de botones DP 60, 41 mm. (1 5/8") R 28;
7739-0541-60
- Barra de perforación R38-Hex28-R28-12'
7854-7637-20

Número de taladros perforados : 42

Taladros cargados con examón	34
- Taladros cargados con dinamita	05
Taladros sin cargar	03
- Número de bolsas de examón usado	05
Veloc. de perforación prom.	2'43"/tal.
- Eficiencia por avance	40 %

3. Parámetros de voladura usando broca de botones de 41 mm. y broca rimadora de 76 mm. en los taladros de arranque.

Herramientas de perforación:

- Broca de botones DP 60 - 41 mm. R 28
7739-0541-60
- Barra de perforación R38-Hex28-R28-12'
7854-7637-20
- Adaptador piloto R 28
7822-1526
- Broca rimadora de 76 mm.
7722-4876-S45

Número de taladros perforados:

- Taladros cargados con examón	34
Taladros cargados con dinamita	05
Taladros sin cargar	03
- Número de bolsas de examón usado	05
- Eficiencia por avance en frentes	60 %

CONCLUSIONES.-

1. La vida útil de las herramientas en prueba alcanzaron en promedio:

Broca de botones DP 60	2300 pies/pza.
Barra de perforación 12'	7000 pies/pza.
2. Al cargar los taladros de 45 mm. de un frente se consume 06 bolsas de examón, si los taladros son de 41 mm. consumen solo 05 bolsas, es decir hay un ahorro de una bolsa.
3. La velocidad de perforación se incrementa con brocas de menor diámetro.

4. La eficiencia de avance por frente es determinante, mientras que con brocas de 45 mm. se obtiene de 90 a 95 %, con brocas de 41 mm. se tiene hasta 60 % en el mejor de los casos.
5. La barra R38-Hex28-R28-12' más delgada que la R38-Hex32-R32-12', tienden a flexionarse cuando se les aplica toda la presión de avance (120 Bares).
6. La broca escariadora de 3 1/2" de diámetro usada en los taladros de arranque mejoró la eficiencia de los disparos, al arrojar eficiencia sobre el 90 % y buena fragmentación.

RECOMENDACIONES.-

1. No se recomienda la reducción del diámetro del taladro, pues si bien se ahorra una bolsa de examón por frente, la eficiencia por avance es bastante baja.
2. En cuanto al sistema actualmente usado se recomienda:
 - El afilado oportuno y correcto de las brocas de botones DP 60 que debe efectuarse cuando menos luego de perforar un frente ó 42 taladros.

La afiladora de broca de botones debe estar instalada en la bodega de desarrollos nivel -280 para facilitar el afilado de las brocas y con sus accesorios apropiados, aceitera (chancha), portabrocas, etc.
3. Al usar las brocas rimadoras debe tenerse mucho cuidado en conservar el paralelismo con el taladro ya perforado, de lo contrario puede ser causa de falla prematura.

7.5 EVALUACION TECNICA DE HERRAMIENTAS DE PERFORACION EN MINA SAN RAFAEL - MINSUR S.A.-

INTRODUCCION.-

El presente informe describe objetiva y técnicamente los trabajos de perforación desarrollados durante la evaluación técnica efectuados durante la semana del 14-07-1993.

Las labores se realizaron bajo la supervisión del Ing. Jaime Bocanegra de Minsur S. A. y el Representante de Sandvik del Perú S. A.

OBJETIVO.-

Determinar el rendimiento de las brocas de botones DP 60 (R28 * 41 mm) tipo 02, tipo 05 de Sandvik Coromant y otros accesorios de perforación, con la finalidad de estandarizar productos que ofrezcan el menor costo y el mayor rendimiento, en la unidad minera San Rafael, cuya litología está representada por un pórfido granodiorítico (roca intrusiva) de alta dureza y de abrasividad media a alta.

SEGUIMIENTO.-

Los trabajos para analizar las performances de las brocas DP, se realizaron en el Nv. 4310, con un Jumbo Boomer H-127 Atlas Copco, con dos perforadoras hidráulicas COP 1032 con los siguientes parámetros promedio de presión:

Presión de rotación	50 a 60 Bares.
- Presión de percusión	160 a 180 Bares.
Presión de avance	70 a 80 Bares.
- Presión de agua	10 Bares.

Cuadro de rendimientos de las brocas de botones:

Número de broca	01	02	03	04
Tipo ó Diseño	02	02	05	05
Número de taladros	132	50	149	120
Pies efectivos/taladro	11	11	11	11
Pies perforados	1452	550	1639	1320
Velocidad perforación	4.08	4.01	4.23	3.92
Número de Afiladas	08	03	08	07

Cuadro de rendimientos de las brocas en cruz:

Número de broca	05	06
Tipo ó Diseño	Normal	Normal
Número de taladros	74	72
Pies efectivos/taladro	11	11
Pies perforados	814	792
Velocidad perforación	3.68	3.44
Número de afiladas	15	14

Nota:

- La velocidad de penetración está dada en pies por minuto.
- La broca número 02 (del tipo 02) no continuó trabajando por que se rompió la barra dentro del taladro, quedandose ésta allí.
- La broca número 02 (tipo 05) se quedó junto con la barra entrampada dentro del taladro, pudiendo haber perforado con seguridad 20 taladros más, puesto que se encontraba en buenas condiciones.

Velocidad de penetración:

- Broca en cruz 3.56 pies/minuto.
- Broca de botón tipo 02 4.05 pies/minuto.
- Broca de botón tipo 05 4.08 pies/minuto.

Intervalos de afilado:

- Broca en cruz 6 Taladros.
- Broca de botón tipo 02 15 Taladros.
- Broca de botón tipo 05 15 Taladros.

El resultado obtenido a la fecha con el adaptador piloto y la broca rimadora son excelentes. Han permitido reducir el número de taladros por frente y se ha logrado mejores eficiencias en cuanto a avances.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-

1. Por los resultados obtenidos se concluye que para éste tipo de roca, la broca más conveniente es la broca de botones DP 60 de tipo 05.
2. El afilado de las brocas de botones se debe realizar cada intervalo de:

Cada 17 taladros en roca semidura.
Cada 13 taladros en roca dura.
3. La vida útil de una copa de afilar se puede medir en aproximadamente 60 brocas afiladas (300 botones).
4. Es muy importante una buena presión de agua para el barrido del detritus del fondo del taladro, de ésta forma se logra evitar remolienda de material, por tanto desgaste innecesario del acero de la broca.

CONCLUSIONES

La correcta selección de las herramientas de perforación, es un proceso que tiene mucha influencia en la operación y en el control de costos.

El conocimiento de los principios básicos de perforación de rocas, nos ayudará a determinar mediante evaluaciones el mejor producto, que sin lugar a dudas será el que nos dé menor costo por metro perforado.

Las pruebas de campo son las herramientas efectivas para demostrar cuales son los rendimientos reales de los productos en determinadas condiciones de operación.

Las evaluaciones de campo deben ser permanentes, a fin de verificar que la calidad de los productos se mantienen invariables, se recomienda efectuar pruebas con productos de nueva tecnología con la finalidad de mejorar la calidad de las técnicas de perforación.

Es recomendable tener un sistema de control de rendimientos de las herramientas de perforación, éste control debe reportar vida útil por pieza, consumos, intervalos de afilado, motivo de falla.

Muy importante es el cuidado y mantenimiento de las herramientas de perforación, pues es la única manera de garantizar que el producto nos va dar el 100% de su vida útil.

Capacitar constantemente al personal involucrado en la perforación, a fin de que los trabajos sean cada vez más eficientes y no haya problemas de fallas prematuras por causas operacionales.

Se recomienda en éstos casos trabajar con los proveedores a fin de que sus técnicos asistan en los centros de operaciones, capacitando y entrenando a los operadores y técnicos en el correcto uso de las herramientas de perforación.

BIBLIOGRAFIA

1. Manual de herramientas de perforación
Autor: Ing. Roberto Salinas (F. Secoroc)
2. Manual de perforación de rocas
Teoría y Aplicaciones
AB Sandvik Rock Tools
3. Manual de perforación de rocas
Atlas Copco Rock Tools
4. Guía de selección de herramientas de perforación
Atlas Copco
5. XXII Convención de Ingenieros de Minas del Perú
Instituto de Ingenieros de Minas del Perú
6. Movimientos de tierras
H.L. Nichols, Jr.
7. Planeamiento, Inversión, Mantenimiento y
reemplazo de equipo en minería.
Promoción Minas UNI 84-I
8. II Conversatorio de minería sin rieles
INGEMMET
9. Reportes de pruebas de campo. Div. Minería
Sandvik del Peru S.A.