

24. 191



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

EQUIPO DE BARRENACION

TRABAJO ESCRITO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
PRESENTA:
DOMINGO VARGAS DIEGO



U. N. A. M.

MEXICO, D. F.

1986



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

Página

ANTECEDENTES HISTORICOS.	1
I. INTRODUCCION	2
II. COMPRESORES.	7
2.1 Aire Comprimido.....	7
2.2 Fundamentos de la Compresión del Aire.....	8
2.3 Leyes Fundamentales de los Gases.....	8
2.4 Energía Necesaria para Comprimir Aire.....	11
2.5 Propósito de la Compresión y Aplicaciones..	12
2.6 Métodos de Compresión.....	13
2.7 Clasificación de los Compresores.....	14
2.8 Estructura y Tipo de Compresores.....	16
III. PISTOLAS DE PISO.....	20
3.1 Principio.....	20
3.2 Mecanismo de Percusión.....	20
3.3 Descripción.....	21
3.4 Pistolas Demoledoras.....	22
3.5 Clasificación de las Perforadoras de Piso..	23
3.6 Aplicaciones.....	27
IV. PERFORADORAS DE CARRILES.....	29
4.1 Descripción.....	29
4.2 Clasificación de las Perforadoras de Carriles.	29
4.3 Perforadoras Montadas sobre Ruedas.....	30
4.4 Perforadoras Montadas sobre Orugas.....	30
4.5 Perforadoras Neumáticas de Martillo Percutor. Frontal (Downhole).....	33
4.6 Aplicaciones.....	33

V.	PERFORADORAS DE TORRE...	36
5.1	Generalidades.....	36
5.2	Mecanismo de Rotación.....	36
5.3	Descripción.....	37
5.4	Perforadoras de Cable o Pulseta.....	38
5.5	Perforadoras Rotatorias con Herramientas ... Abrasivas.....	39
5.6	Aplicaciones.....	41
VI.	PERFORADORAS MULTIPLES.....	42
6.1	Descripción.....	42
6.2	Aplicaciones.....	47
VII.	CONTRAPOCERAS.....	48
7.1	Descripción.....	48
7.2	Aplicaciones.....	49
VIII.	HERRAMIENTAS PARA BARRENACION.....	51
8.1	Generalidades.....	51
8.2	Acero Hueco de Barrenación.....	51
8.3	Acero Integral.....	52
8.4	Acero Hueco Seccional de Barrenación.....	55
8.5	Brocas.....	58
8.6	Características de las Brocas con Insertos. de Carburo de Tungsteno (Bocas de Botones y Bocas de Plaquitas).....	61
8.7	Brocas Espirales (Giratorias).....	64
8.8	Coronas.....	66
8.9	Bocas de Perforación Odex.....	68
8.10	Cabezas Escariadoras.....	74
8.11	Perforadoras Dentro del Barreno.....	76
8.12	Trépanos.....	79
8.13	Aspectos Económicos sobre el Acero..... de Perforación.....	80
IX.	EQUIPOS NEUMATICOS AUXILIARES.....	81
9.1	Conductores de Aire Comprimido.....	81
9.2	Pérdida de Presión Neumática en las Tuberías y Mangueras.....	82

9.3	Selección y Cálculo de los Conductos de Aire Comprimido.....	Página 87
9.4	Lubricantes de Línea (Aceiteras).	88
9.5	Colectores de Polvo.....	88
9.6	Carretes.....	91
	CONCLUSIONES.....	92
	BIBLIOGRAFIA.....	94

ANTECEDENTES HISTORICOS

La mayoría de las herramientas para barrenación son de accionamiento neumático es decir de aire comprimido que es el portador de la energía, pero también las hay de accionamiento hidráulico.

El término "Neumático" proviene de la palabra griega - "Pneuma", que significa "Aliento" ó "Soplo". Por eso se llama Neumática a la rama que se basa en el aprovechamiento de la energía de la sobrepresión, previamente generada a la presión atmosférica.

La Neumática es una técnica moderna, pero que es consecuencia de hechos pasados hace cientos de años, ya que antes del año cero de nuestra era ya se tenía conocimiento de la descripción de unos dispositivos neumáticos. Estos antiguos aparatos fueron diseñados principalmente con motivo de culto o para la guerra.

Entre los que se tiene conocimiento y que se inventaron hace aproximadamente 100 años se pueden citar : El freno de aire comprimido, el martillo remachador, el perforador de percusión, así como otros sistemas neumáticos para tranvías y ferrocarriles.

CAPITULO I

INTRODUCCION

En este trabajo llamado "Equipo de barrenación" se abarcan los compresores, las herramientas neumáticas e hidráulicas, así como sus accesorios y equipos auxiliares. Al decir barrenación, o barrenos se está ha**blando** de la horadación del terreno practicada por medio de herramien**tas** manuales y/o mecánicas, con la finalidad de hacer barrenos destina**dos** a alojar explosivos para aflojar roca, cuando ésta no puede ser eco**nómicamente** aflojada y excavada por medio de otros dispositivos y herra**mientas**.

Es muy común confundir la palabra barrenación definida en el párra**fo** anterior; con perforación; perforar es practicar la horadación del tarreno con la finalidad de formar hoyos o agujeros que servirán para usos más permanentes, como en el caso de perforaciones para explotación de petróleo, perforaciones destinadas a obtener muestras de roca y/o tratar a estas por medio de procedimientos especiales con la finalidad de mejorar sus cualidades mecánicas, para anclajes, para alojar cables, para venti**lación**. etc.

Eventualmente, cuando así convenga, una misma máquina puede ser em**pleada** en trabajos de barrenación ó en la ejecución de perforaciones; pero como quedó antes señalado la barrenación es exclusivamente destinada a alojar explosivos y fragmentar las rocas.

La finalidad primordial del presente trabajo es el de agrupar todo el equipo necesario en los trabajos de barrenación, conociendo sus características y sus aplicaciones para poder hacer una selección adecuada -

ó adaptar el equipo disponible a las necesidades del trabajo, para obtener el máximo rendimiento de las unidades.

Como se sabe el equipo de barrenación es una fuerza vital para los proyectos de ingeniería, particularmente para los llamados de construcción pesada; como son: Caminos, túneles, presas, etc., ya que mucho dependen de la productividad del equipo la cantidad de trabajo a realizar, por eso se tiene que hacer una debida planeación de los equipos necesarios.

Además de los factores antes mencionados que se deben tomar en cuenta y que afectan la selección del equipo, también se depende de las condiciones técnicas y económicas.

Los diversos equipos de barrenación incluidos en el presente trabajo, estan clasificados de acuerdo a su montaje.

Un compresor de aire, es una unidad de potencia que necesita de un motor ya sea eléctrico, diesel ó de gasolina, para generar su energía de aire comprimido por eso se clasifica como unidad motriz.

La clasificación del equipo con respecto a su operación se hace en base a los trabajos de construcción en los que ha de utilizarse y conociendo los aspectos específicos del trabajo u operación.

En este caso, los compresores quedan agrupados junto con las bombas, porque son los equipos que trabajan con fluidos, mientras que las perforadoras quedan agrupadas junto con las dragas, las cortadoras, etc.

Ahora con el desarrollo de recientes máquinas y la apertura de nuevos campos de aplicación, se ha optado en algunas ocasiones por los sistemas hidráulicos que han significado un gran paso en la técnica y para es-

ta caso particular, en la barrenación. En la perforación hidráulica se usa un aceite, en vez de aire comprimido para impartir la energía.

El desarrollo de las perforadoras hidráulicas, ha sido estimulado por la necesidad de aumento de eficiencia de las máquinas, ya que hay un límite en la fuerza disponible para la perforación neumática. Esto se debe a las limitaciones prácticas de la presión del aire comprimido, que da cifras de consumo de aire y áreas de pistones de tal magnitud, que tanto el tamaño, su peso y la red de distribución de aire comprimido, llegan a proporciones excesivas.

Las herramientas ya sean neumáticas o hidráulicas, tienen sus ventajas y desventajas y estas se deben de conocer al tomar una decisión.

A cada una de las herramientas incluidas en este trabajo, corresponde un procedimiento de perforación y la elección del procedimiento depende no sólo del fin que se persiga sino también de la naturaleza de los terrenos en que se esté trabajando. Así, los procedimientos que pueden emplearse se dividen en dos grandes grupos:

Percusión y

Rotación.

En los métodos por percusión, la barrena, con un movimiento de vaivén, choca con fuerte violencia entre la roca, mientras que en los métodos por rotación, la barrena gira con relativa lentitud contra la roca, de modo que la boca de la barrena muerde y tritura. Estos son los métodos mecánicos que se usan en la actualidad para la perforación, aun que han sido propuestos otros métodos para la desintegración de rocas,

como son: Técnicas de láser, por calentamiento eléctrico, fusión, ondas de presión de descargas eléctricas, ultrasonidos, chorros de agua, etc.

El factor importante al elegir un método es la velocidad para perforar en la roca o el suelo.

Las velocidades de perforación variarán con diversos factores, tales como el tipo y tamaño de la herramienta, la dureza del suelo o roca, la profundidad de los barrenos, el trazo de perforación, el tiempo perdido debido a otras operaciones como las maniobras de cambio de lugar, de colocación, cambios de broca, etc.

Resumiendo, los promedios de barrenación varían según:

- Tipo de Equipo
- Manejo y Aprovechamiento de Equipo y
- Las Características del Material.

Los diversos tipos de máquinas perforadoras que usualmente se emplean en los trabajos de barrenación, que entre otras razones son elegidas de acuerdo con la dureza, tenacidad y compacidad de las rocas, del tipo y tamaño de la obra, de la profundidad y tamaño de los barrenos, etc. realizan el trabajo bien sea por trituración, corte, abrasión o fusión; para fines prácticos estas máquinas se clasifican como sigue:

I.- PERFORACION POR PERCUSION.

- a) Perforadoras de percusión por cable, o de pulseta.
- b) Perforadoras de percusión directa con pistón, que pueden ser de accionamiento neumático o eléctrico.
- c) Perforadoras neumáticas de martillo o taladro de per -

cusión, que incluyen a las rotarias de percusión; pudiendo ser operadas manualmente o por medio de mecanismos especiales (carros de alimentación).

II.- PERFORACION POR ROTACION.

- a) Perforadoras rotarias con herramienta (broca) cortante.
- b) Perforadoras rotarias con herramienta (broca) abrasiva.
- c) Perforadoras rotarias con herramienta (broca) trituradora.

III.- PERFORACION POR FUSION.

- a) Perforadoras de fusión
- b) Perforadoras de chorro o flama.

CAPITULO II

COMPRESORES

2.1 Aire Comprimido2.1.1 Definición

El aire comprimido es el aire atmosférico sometido a una compresión más o menos fuerte, para que a la salida nos de la presión que sea necesaria en cada caso para las correspondientes aplicaciones.

2.1.2 Generalidades.

El aire comprimido constituye una energía como otra cualquiera. Esta energía se produce en unas máquinas llamadas compresores.

Es preciso transportar el aire comprimido desde el punto de producción o almacenamiento, hasta su lugar de utilización. La transportación del aire comprimido se puede realizar con tubos de acero, unidos mediante manguitos, ó mangueras.

Las canalizaciones (tubos y/o mangueras), deben calcularse en función del caudal de aire comprimido, necesario para las herramientas y las pérdidas de carga, que dependen a su vez del diámetro del tubo y de la longitud de la canalización.

Al comprimir el aire se produce calor, que por razones técnicas y de seguridad, tiene que ser expulsado. Esta es una de las razones, por la que se construyen los compresores con varios escalones, en los que el aire comprimido es enfriado mediante refrigeradores, situados en puntos intermedios entre los distintos escalones de compresión.

La refrigeración puede ser por aire (aletas de refrigeración) que favorecen la dispersión del calor en la atmósfera, por agua o por un baño de aceite.

También se usan post-enfriadores para el aire comprimido a su presión final, para enfriarlo a la temperatura de utilización. Este enfriamiento sirve también para separar la humedad, reduciendo con ello la condensación y las pérdidas que ocurren en las tuberías que conducen el aire comprimido. El aire frío arrastra menos humedad y mejora el funcionamiento de las herramientas neumáticas.

La capacidad del aire para absorber humedad disminuye con la presión y aumenta con el calor. Como el aire caliente comprimido entra en el tanque de almacenamiento, estos efectos, a menudo se equilibran, pero cuando el aire se enfría en el tanque de almacenamiento o en las tuberías, se puede producir una condensación abundante, especialmente en los días húmedos.

2.2 Fundamentos de la Compresión del Aire.

La compresión del aire a la presión atmosférica o alguna otra presión de admisión, hasta una presión mayor, depende de la presión y la temperatura medidas en el seno del fluido gaseoso.

La "Presión Manométrica", es la presión medida en exceso a la presión atmosférica, la cual, al nivel del mar y a las condiciones normales de temperatura y humedad, es igual a 1.0336 Kg/Cm^2 (14.7 libras por pulgada cuadrada ó PSI). Dicho con mayor exactitud, la Presión Manométrica es aquella que opera arriba de la presión del aire ambiente. La "Presión Absoluta" es aquella que se mide a partir del vacío completo o presión cero, y es igual a la Presión Manométrica más la Presión Atmosférica.

La temperatura de referencia que tiene significación en las mediciones de la compresión de aire es el cero absoluto, el cual equivale numéricamente a 273° abajo de cero en la Escala Centígrada (460° abajo de cero en la Escala Fahrenheit). En consecuencia, $0^{\circ} \text{ A} = 273^{\circ} \text{ C}$.

2.3 Leyes Fundamentales de los Gases.

Puesto que el aire es un gas, se comporta como tal y está sujeto a las leyes fundamentales de Termodinámica que los rigen.

Por lo que a éste trabajo respecta, son de interés solamente las leyes que afectan a la presión, temperatura y transmisión del aire comprimido.

Las leyes naturales aplicables a la compresión de aire fueron descubiertas originalmente por los científicos Boyle y Charles.

2.3.1 Ley de Boyle- Mariott

Establece que, cuando un gas es sometido a un cambio en su presión, manteniéndolo a una temperatura constante, el producto de la presión por el volumen permanece constante; lo que se expresa por medio de la ecuación siguiente:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = K \quad (\text{Proceso Isotérmico})$$

En la que:

P_1 = Presión inicial absoluta

P_2 = Presión final absoluta

V_1 = Volumen inicial

V_2 = Volumen final

K = Constante

2.3.2 Ley de Charles- Gay Lusac

Establece que el volumen de un peso dado de gas mantenido a presión constante varía en proporción directa con la temperatura absoluta del mismo, y se expresa como sigue:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = K$$

En la que:

T_1 = Temperatura absoluta inicial.

T_2 = Temperatura absoluta final.

Combinando las dos leyes anteriores, se puede plantear por medio de la ecuación siguiente el comportamiento general de un gas.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} = \text{Una nueva constante}$$

En la práctica es imposible lograr la compresión isotérmica, ya que al comprimir un gas en los cilindros, aumenta la temperatura del mismo - por lo que se recurre a los distintos dispositivos enfriadores colocados, bien sea en serie entre los varios pasos de un compresor o a la salida - del mismo.

Los compresores fabricados para utilizarlos en las instalaciones - destinadas a la construcción de obras, procesan la compresión en condiciones intermedias entre el tipo adiabático y el tipo isotérmico, procurando comprimir el gas a la temperatura más baja, con la finalidad de reducir - la potencia y trabajos necesarios.

En la figura 2-1 se muestra el diagrama teórico presión-volumen, de un ciclo de compresión que correspondería a un gas perfecto procesado en un cilindro del tipo reciprocante.

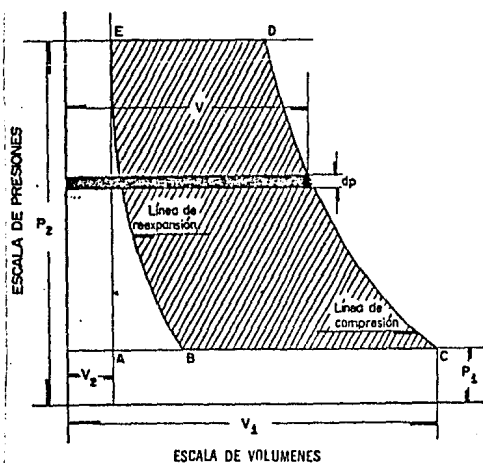


Fig. 2-1 Gráfica esquemática del ciclo de compresión isotérmica de un gas perfecto.

El aire entra a la cámara del cilindro a una presión P_1 , la que no necesariamente es la presión atmosférica; una vez terminado el ciclo, el aire es descargado del compresor a una presión P_2 ; para la presión P_1 corresponde un volumen V_1 . Cuando el pistón comprime el aire, la gráfica presión-volumen sigue la línea C-D hasta el máximo en D donde se logra la presión P_2 , en cuyo momento se abre la válvula de descarga del cilindro, permaneciendo la presión constante mientras el volumen decrece hasta V_2 ,

siguiendo la línea D-E en la gráfica. En realidad el punto E representa el fin de la carrera del pistón. Al llegar el pistón al final de su carrera que corresponde al punto E, la válvula de descarga del cilindro se cierra, en tanto que el pistón recorre su carrera de regreso mientras que la presión decrece, lo que se representa por la línea E-B en la gráfica, hasta el final de la carrera en que se tendrá de nuevo una presión P_1 cuando la válvula de entrada del cilindro se abre nuevamente, terminando el ciclo de compresión.

Obsérvese que siempre habrá un volumen de aire atrapado que no es expulsado, pues bien, el espacio ocupado por éste volumen de aire, recibe el nombre de espacio muerto u holgura. Esta holgura sirve para proporcionar un cojín de aire, que impide el impacto del émbolo sobre la cabeza del cilindro, el cual haría que fallara el bloque del motor; y también para eliminar la parte más difícil de la compresión, en el volumen más pequeño, lleno de aire fuertemente comprimido.

2.4 Energía Necesaria para Comprimir Aire.

Cualquiera que sea la compresión de que se trate, el trabajo es una función tanto de la presión como del volumen, y puede expresarse como $W = f(P, V)$. El trabajo puede determinarse mediante una forma modificada de la ley de Boyle, que se expresa como sigue,

$$P_1 V_1^n = P_2 V_2^n = \text{Constante},$$

En la cual, $n=1.0$ para la compresión isotérmica, y 1.4 para la compresión adiabática. Para la compresión isotérmica, la relación es la ley de Boyle, transformada de la ecuación $P_1 V_1 = P_2 V_2 = \text{una constante}$:

$$W = P_1 V_1 \log_e \frac{P_2}{P_1}$$

Para el aire aspirado al nivel del mar y 15.5°C (60°F), de manera que siendo $P_1 = 1.034 \text{ Kg/Cm}^2$;

$$W = 23.842 V_1 \log_{10} \frac{P_2}{P_1}$$

En donde $W = \text{trabajo en m-Kg}$, si V_1 está expresado en metros cúbicos. Ahora, si se reconoce como antes, que la potencia (hp) es una medida del trabajo, siendo un hp (métrico) igual a 75 Kg-m/Seg. o 4500 Kg-m/min , entonces:

$$\text{hp (métrico)} = 5.298 V \log_{10} \frac{P_2}{P_1}$$

2.5 Propósito de la Compresión y Aplicaciones.

2.5.1 Compresor.

2.5.1.1 Definición.- Se llama compresor a toda máquina que impulsa aire, gases o vapores, ejerciendo influencia sobre las condiciones de presión. Dicho de otra manera, son máquinas que absorben el aire atmosférico, lo comprimen, y lo envían por tubos o mangueras a las herramientas.

2.5.2 Propósito de la Compresión.

Los compresores tienen varios propósitos como son:

- a) Transmitir potencia.
- b) Proveer aire para combustión.
- c) Transportar y distribuir gas.
- d) Circular gases durante proceso.
- e) Para acelerar reacciones químicas, etc.

En este caso lo más interesante es el de transmitir potencia a través de un sistema de aire comprimido para mover las herramientas de perforación y la potencia necesaria que dará velocidad al fluido de perforación para el barrido.

2.5.3 Capacidad de los Compresores.

La capacidad de los compresores se refiere al flujo del aire o gas-comprimido, entregado de acuerdo a las condiciones de temperatura, presión atmosférica y composición del aire a la entrada del compresor.

La capacidad de los compresores debe de rebasar, por lo menos un treinta por ciento a la cantidad de aire necesaria para accionar las herramientas, esto es como una reserva para compensar las pérdidas por fugas. Además debe preverse la contracción del aire al enfriarse, porque se pierde presión, y así obtener una buena presión final.

Cuando el consumo de aire comprimido es grande, conviene instalar dos o más compresores, debido a que si falla el único compresor, se produce el paro de todas las herramientas neumáticas en muy poco tiempo, porque la reserva del depósito solo es suficiente para cubrir unos pocos minutos de trabajo. Por el contrario, si se dispone de un equipo formado por varios compresores y se produce la falla de uno de ellos, aún es posi

ble el funcionamiento, aunque sea limitado de las herramientas neumáticas.

La presión final del compresor no debe ser mucho más alta que la presión de trabajo necesaria para las herramientas neumáticas, puesto que más compresión cuesta más dinero para producirla y existen más pérdidas por fuga de gas.

2.5.4 Aplicaciones.

Generalmente éstas máquinas que se utilizan para comprimir el aire a altas presiones, y para el accionar de los diferentes equipos de perforación, son muy comunes en los trabajos de conservación de establecimientos industriales, en la explotación de minas y canteras, y para el uso general de herramientas neumáticas en grandes obras de construcción.

2.6 Métodos de Compresión.

Existen cuatro métodos para comprimir un gas, dos del tipo intermitente y dos de flujo continuo.

Estos métodos son:

a) Confinar cantidades consecutivas de un gas en un depósito, reducir el volumen aumentando la presión y expulsando el gas comprimido.

b) Confinar cantidades consecutivas de gas en un depósito, transportarlo sin cambio de volumen a la descarga y comprimir el gas al retornar desde el sistema de descarga y expulsar entonces el gas comprimido fuera del depósito.

c) Comprimir el gas por la acción mecánica producida por la rotación a altas velocidades de impelentes o rotores de paletas que imparten velocidad y presión al gas que está circulando, la velocidad es posteriormente convertida en presión en los difusores fijos o paletas según el caso.

d) Forzar la mezcla del gas por una esprea de alta velocidad sobre el mismo o diferente tipo de gas (vapor de agua) y convertir la alta velocidad de la mezcla en presión en un difusor.

Los compresores que usan los métodos a y b son del tipo intermitente y son conocidos como compresores de desplazamiento positivo, los que utilizan el método c son conocidos como compresores dinámicos y los que utilizan el método d son conocidos como compresores eyectores y normalmente operan con vacío en la succión.

La compresión, cualquiera que sea el tipo de máquina, puede hacerse en una, dos o más etapas.

El sistema de compresión en varias etapas, es una manera de minimizar las pérdidas de potencia debidas al calor generado entre la admisión del aire y su descarga a una presión mucho mayor. Es por eso que existan:

2.6.1 Compresores de una Etapa.

Son máquinas que comprimen el aire de la presión atmosférica a la presión de descarga deseada, en una sola etapa.

2.6.2 Compresores de dos Etapas.

Son máquinas que comprimen el aire en dos operaciones separadas. La primera operación comprime el aire a una presión intermedia, mientras que en la segunda operación se comprime a la presión de descarga.

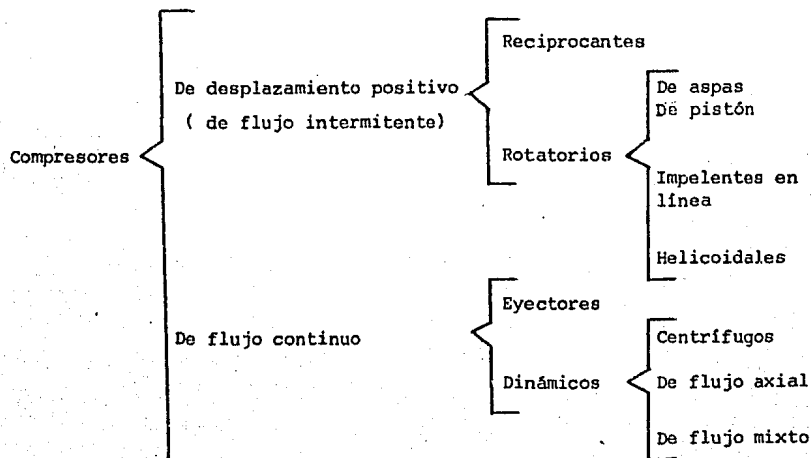
2.6.3 Compresores de Etapas Múltiples.

Son los compresores que producen la presión final deseada a través de dos o más etapas.

Los motores de accionamiento de los compresores pueden ser eléctricos, diesel o de gasolina.

2.7 Clasificación de los Compresores.

Dependiendo del tipo y forma en que se comprime el aire y considerando que pueden ser de uno, dos o más pasos, los compresores se clasifican como sigue:



2.7.1 Compresores de Desplazamiento Positivo.

2.7.1.1 Compresores Reciprocantes.

Los compresores reciprocantes dependen de un pistón, que se mueve hacia atrás y hacia adelante en un cilindro, para efectuar la compresión del aire. El pistón puede comprimir al moverse en una o en dos direcciones, para el primer caso se llama de simple acción y para el segundo como de doble acción, el compresor puede tener uno o más cilindros.

2.7.1.2 Compresores Rotatorios.

Estos compresores son parecidos a los compresores reciprocantes. La diferencia principal está en que los compresores rotatorios funcionan con un impulsor rotatorio que fuerza el paso del aire, a través de una cámara curvada de confinamiento, para comprimirlo a una presión mayor, además de trabajar a mayor velocidad y requiere más potencia para una entrega dada.

2.7.1.2.1 Compresores de Aspas.

En estos compresores, unas aspas radiales se desplazan en un rotor excéntrico en un cuerpo cilíndrico. El gas atrapado entre las aspas del rotor, es comprimido y desplazado. En la figura 2-2 se representa el ciclo de compresión en este tipo de compresores.

2.7.1.2.2 Compresores de Pistón.

Estos compresores utilizan pistones para comprimir y desplazar el aire. El motor acciona los pistones que comprimen el aire en los cilindros. Un sistema de válvulas permite que el aire comprimido se lleve al depósito de almacenamiento.

2.7.1.2.3 Compresores Impelentes en Línea.

En estos compresores, dos impelentes de forma tubular, confinan el aire y lo acarrearán desde la entrada hasta la descarga. No hay compresión interna.

2.7.1.2.4 Compresores Helicoidales.

En estos compresores, dos rotores interconstruidos cada uno en forma helicoidal, comprimen y desplazan el aire. La compresión del aire se efectúa entre los lóbulos y canales. La aspiración y descarga (entrada y salida) de aire se realiza automáticamente al girar los rotores con lo cual se eliminan válvulas y mecanismos de sincronización adicionales. En la figura 2-3 se muestran los lóbulos y canales de un compresor helicoidal.

2.7.2 Compresores de Flujo Continuo.

2.7.2.1 Compresores Eyectores.

Son máquinas que mezclan el gas al paso en una espesa de alta velocidad, posteriormente convierte la velocidad de la mezcla en presión en un difusor.

2.7.2.2 Compresores Dinámicos.

Son aquellos en los que la acción dinámica (de alta velocidad) de las aspas o impulsores rotatorios, imparten velocidad y presión al aire contenido en un espacio confinado.

Estos compresores generalmente se usan en los campos del petróleo, del procesamiento de materiales y de los productos químicos.

2.7.2.2.1 Compresores Centrifugos.

Estos compresores son máquinas en las cuales la compresión se lleva a cabo por medio de una hélice giratoria o impulsor que le imparte velocidad al flujo de aire para proporcionarle la presión deseada. El flujo principal es radial.

2.7.2.2.2 Compresores Axiales.

En estos compresores la aceleración es obtenida por la acción de - rotores de aspas (paletas) redondeadas aerodinámicas cuidadosamente diseñadas, situadas de manera que, al girar, el aire se mueve hacia el borde saliente de los álabes. Los espacios que quedan entre los álabes son tales que en ellos se produce un efecto de difusión y deceleración a medida que el aire se mueve hacia el borde del grupo siguiente de paletas móviles.

2.7.2.2.3 Compresores de Tipo Mixto.

Los impelentes tienen forma combinada de ambos tipos, axial y centrífugo.

2.8 Estructura y Tipos de Compresores.

2.8.1 Estructura de los Compresores.

Los compresores están constituidos de las siguientes partes: Motor de accionamiento, acoplamiento, compresor, enfriador intermedio situado entre la primera y segunda fase del compresor, refrigerador posterior - que está situado después de la segunda fase del compresor, un depósito de aire comprimido. Además la máquina se complementa con una serie de dispositivos, en especial los filtros para retener el polvo del aire aspirado y los controles para la presión del aire.

En la figura 2-4 se muestra al sistema de inyección de aceites para la refrigeración.

2.8.2 Tipos de Compresores.

Los compresores pueden ser portátiles y estacionarios. Existen también unidades conjuntas de tractor compresor que son como cualquier otra máquina con la ventaja que son autopropulsados.

2.8.2.1 Compresores Portátiles (transportables).

Son aquellos como su nombre lo indica que se pueden transportar fácilmente de un lugar a otro, gracias a su montaje sobre chasis con ruedas (neumáticas o de acero) o sobre plataformas.

Generalmente los modelos de compresores portátiles pueden ser utilizados en los trabajos de construcción unos cuantos minutos después de haber sido puestos en marcha; empleando medios adecuados, prácticamente pueden conducirse a todos los frentes de trabajo; su movilidad es de gran utilidad en los casos en que por el tipo de trabajo es necesario estarlos cambiando frecuentemente de sitio, como en las excavaciones en roca para estructuras o bancos de préstamo en los que conviene apartarlos de los frentes de trabajo después de terminada la barrenación, durante el poblado y cargado de explosivos, a fin de ponerlos a salvo de posibles averías causadas por fragmentos de roca lanzados durante las voladuras. En la figura 2-5 se muestra un compresor del tipo portátil.

2.8.2.2 Compresores Estacionarios(fijos).

Se trata en este caso de instalaciones de gran potencia completadas con una serie de canalizaciones de distribución de aire comprimido. Los compresores del tipo estacionario son muy poco empleados en nuestro medio, ya que su utilización solamente resulta justificada y económica en instalaciones muy grandes y para abastecer obras que durarán mucho tiempo. En general, no es económico instalar compresores estacionarios en obras cuya ejecución durará menos de un año.

En las obras de ingeniería civil, los diversos frentes de trabajo se encuentran dispersos y frecuentemente se van desplazando, por lo que los compresores fijos resultan inconvenientes, ya que las líneas de conducción tienden a alargarse en forma antieconómica.

Las instalaciones de plantas de compresión fijas por lo general requieren de la construcción de una casa de máquinas que las aloje, así como de sistemas de conducción más refinados.

Generalmente se utilizan en trabajos permanentes, tales como minas o canteras. En la figura 2-6 se muestra un compresor del tipo estacionario.

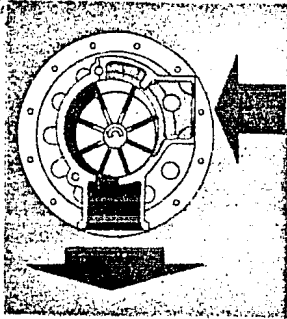


Fig. 2-2 Ciclo de compresión en un compresor de aspiras.

Ciclo de compresión

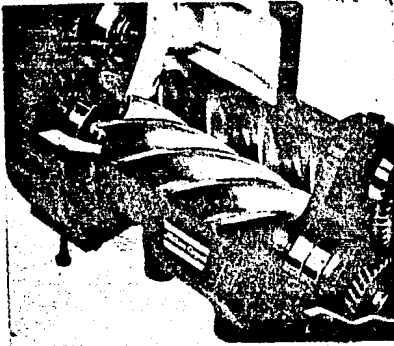
Cada etapa de compresión consiste de un rotor con aspiras, encerrado en un cilindro de compresión sellado. El rotor está colocado en posición no concéntrica con el cilindro. Las aspiras deslizantes insertadas radialmente en el rotor, crean sectores sellados de capacidad variable. Estos sectores aumentan o disminuyen de tamaño, conforme las aspiras deslizantes siguen el contorno del cilindro de compresión.

Las lumbreras de admisión están colocadas de manera que el aire entre al cilindro de compresión cuando aumenta la distancia entre el rotor y la pared del cilindro.

Cuando las aspiras están totalmente extendidas, el volumen del sector está a su máxima capacidad. Un ligero movimiento rotacional aísla el sector lleno de aire, de las lumbreras de admisión.

A medida que el sector gira hacia las lumbreras de descarga, su volumen disminuye por la convergencia entre las paredes del cilindro y el cuerpo del rotor. Esta disminución en el volumen del sector continúa hasta que se alcanza la máxima compresión. Conforme el sector pasa por las lumbreras de descarga, el aire comprimido es liberado y se repite el ciclo.

El principio rotatorio de compresión da por resultado una entrega de aire suave y libre de pulsaciones.



Básicamente, el compresor de tornillo consiste de dos rotadores helicoidales engranados. El rotor macho tiene cuatro lóbulos y gira un 50% más rápido que el rotor hembra de seis acanaladuras. La compresión del aire tiene lugar entre los lóbulos y las acanaladuras. Las entradas y salidas de aire se abren y cierran automáticamente al girar los rotadores con lo cual se elimina la necesidad de válvulas y mecanismos de sincronización adicionales.

Fig.2-3 Lóbulos y canales de un compresor helicoidal o de tornillo.

Fig. 2-4 Sistema de inyección de aceite

La inyección de aceite lubricante tiene tres funciones...lubricación, enfriamiento y sello de tolerancias. El aceite es inyectado por presión y pasa a través de la cámara de compresión mezclado con el aire.

Esta mezcla aire-aceite limita altamente el aumento de temperatura del aire durante la compresión... y también sirve como lubricante y sello de presión de aire. Después de pasar a través del compresor, el aceite se separa del aire, es enfriado y filtrado. La separación es efectiva en extremo, reduciendo a un mínimo el consumo de aceite.

El flujo de aire y aceite se muestra aquí para compresores de dos etapas. El flujo a través de unidades de una etapa es similar.

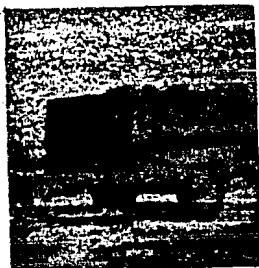
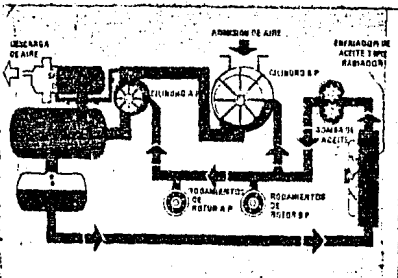


Fig. 2-5 Compresor del tipo portátil



Fig. 2-6 Compresor del tipo estacionario.

PISTOLAS DE PISO

La mayoría de las perforadoras de piso utilizan el método de perforación por percusión, y dichas perforadoras pueden ir montadas en diferentes dispositivos de empuje para su mayor aprovechamiento, debido a esto es que reciben otros nombres según el dispositivo alimentador que utilicen, así tenemos las perforadoras de carriles y las perforadoras múltiples. A continuación se describe el principio y los mecanismos de percusión.

3.1 Principio.

El elemento básico en las perforadoras neumáticas de percusión es un pistón que se mueve en forma recíproca dentro del cilindro de la perforadora, golpeando en cada ciclo completo el zanco o espiga del acero de barrenación. La energía es transmitida por el acero de barrenación hasta la broca, que a su vez golpea la roca en el fondo del barreno fragmentándola en pequeñas partículas que son desalojadas del agujero por medio de una corriente de aire o de aire y agua que son inyectados desde la perforadora a través de un conducto coaxial interior en el acero de barrenación, llamado conducto de circulación o de "soplado".

La broca realiza un sucesivo cincelado en el fondo del barreno, ya que está de un movimiento giratorio, sufriendo un desplazamiento angular en cada ciclo completo del pistón de la perforadora, con lo cual se logra que los filos de la barrena golpeen en posición diferente en cada golpe sucesivo.

3.2 Mecanismo de Percusión.

Las válvulas del cilindro están diseñadas de modo que al terminar la carrera de avance del pistón, éste golpee con su cuello o vástago el extremo del zanco o espiga del acero de barrenación que se encuentra acoplado directamente en el broquero de la perforadora. En la carrera de retroceso, la correspondiente válvula se cierra con la oportunidad necesaria para que en la cámara superior quede atrapado un cierto volumen de aire comprimido que tendrá la finalidad de servir como amortiguador, evitando que la cabeza del pistón golpee la culata de la cámara superior.

3.3 Descripción.

La perforadora de mano o pistola de piso presenta un cuerpo constituido por un recipiente cilíndrico hueco por el que desliza un pistón, figura 3-1.

La fuerza motriz es el aire comprimido que es alimentado por un compresor a través de una manguera flexible de goma, y es admitido por un juego de conductos y lumbreras, alternativamente sobre uno y otro lado del pistón, que describe así un movimiento alternativo.

Se complementa con una empuñadura en forma de pistola o "T" la cual permite al perforista aplicar con ambas manos la presión de avance.

La herramienta de ataque es una barrena que puede ser hueca o llena, algunas son terminadas en forma de punta o en forma de rosca que sirve para adaptarle una broca de acero, o de carburo de tungsteno.

A través del hueco de la barrena circula una corriente de aire comprimido para sacar el polvo y los fragmentos de piedra triturada, así como para lubricar adecuadamente la broca, o se inyecta agua a presión, para humedecer y formar un suelo lodoso evitando el polvo en la zona de trabajo.

Por lo general, las perforadoras de piso se emplean para barrenar "en seco" en trabajos a cielo abierto en sitios donde no existen problemas de ventilación ni peligro derivado de polvo de rocas ricas en materiales silíceos. En algunos casos las perforadoras se equipan con un recipiente o receptáculo colector de polvo conectado a la línea de circulación de la perforadora.

En trabajos de barrenación subterránea, como túneles, las perforadoras se equipan con mangueras conectadas a una fuente de suministro de agua para poder barrenar "en húmedo", lanzando una corriente de aire-agua mezclados, al fondo del barreno con fines de limpieza del mismo y para evitar el polvo derivado de la extracción de las partículas de roca.

Estas perforadoras, por su peso y volumen son apropiadas para ser manipuladas por un solo hombre, y generalmente la energía que utilizan, es el aire comprimido como se mencionó anteriormente, pero en algunos pocos modelos, llevan incorporado al equipo un motor de gasolina.

Estas pistolas de piso tienen un rendimiento muy variable, que depende del modelo y de la resistencia que pueda ofrecer la dureza del ma

terial atacado.

Existen diferentes tipos y modelos de pistolas, habiendo algunos que trabajan únicamente a base de percusión, otras que tienen barrenas giratorias y aquellos modelos especiales que no llevan entre la perforadora y la broca una barrena intermedia.

Es importante mencionar que las pistolas de piso pueden ser acopladas a un brazo o elemento auxiliar figura 3-2, que está diseñado para acoplarse perfectamente a estos elementos de perforación, este mecanismo alimentador empujador del tipo telescópico se ajusta por medio de una válvula integral, para que mantenga una adecuada presión y haga avanzar a la perforadora montada sobre el mismo, en la medida que progrese la barrenación.

Cuando llevan este tipo de mecanismo de empuje a estas perforadoras se les conoce como piernas o brazos neumáticos o bien "Stopers".

Este tipo de mecanismo generalmente está formado por una barra que aloja un pistón que se desplace dentro de su correspondiente cilindro, suministrando, así, en forma automática, tanto la fuerza de empuje necesaria como el movimiento sincrónico que va haciendo avanzar a la perforadora, a medida que se va barrenando más profundo.

Este mecanismo facilita al operador la perforación tanto en posición horizontal como vertical o inclinada hacia arriba.

3.4 Pistolas Demoledoras.

Como un caso particular se pueden citar las pistolas demoledoras o mejor conocidas como "Rompedoras de Pavimentos", figura 3-3, son construidas bajo los mismos principios y técnicas que las perforadoras de piso, y prácticamente son perforadoras neumáticas de mano con ligeras modificaciones que las hacen aptas para ser utilizadas en trabajos de demoliciones, se clasifican igual que las perforadoras de piso, de acuerdo con su peso, con el tipo de retén o portaherramienta y con el mango de que están dotadas.

En la figura 3-4 se ilustran diversos modelos de herramientas que opcionalmente pueden ser montadas en las máquinas neumáticas de demolición, para habilitarlas en diversos trabajos.

Las perforadoras de mano o de piso se clasifican en la forma siguiente:

Muy ligeras, que corresponden a la clase 35 libras, y cuyos pesos son del orden de 30 a 40 libras, o menores.

Ligeras, que corresponden a la clase 45 libras, con pesos del orden 41 a 54 libras.

Medianas, que corresponden a la clase 55 libras, con pesos comprendidos entre 55 y 64 libras.

Pesadas, de clase de 65 libras y mayores.

Estas perforadoras montadas sobre dispositivos de empuje telescópico, tienen la ventaja de que pueden barrenar empleando acero seccional equipado con brocas intercambiables, bien sea del tipo de "Usos múltiples" o con inserto de carburo de tungsteno, puesto que la fuerza de empuje de los dispositivos resulta adecuada para estos tipos de brocas. Además se pueden emplear tramos de acero seccional de mayor longitud, con lo que se gana en rendimientos reduciendo los tiempos perdidos en maniobras.

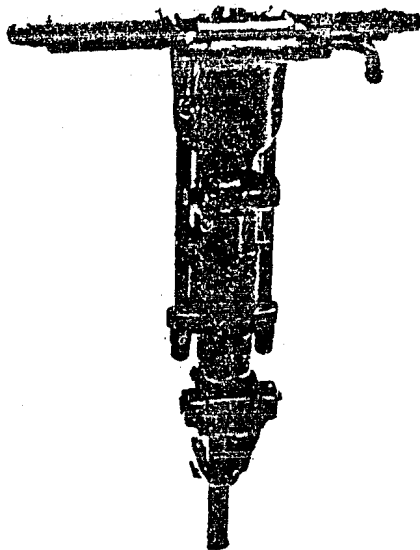


Fig. 3-1 Perforadora de piso



Fig. 3-2 Perforadora de pierna y espiga (stoper)

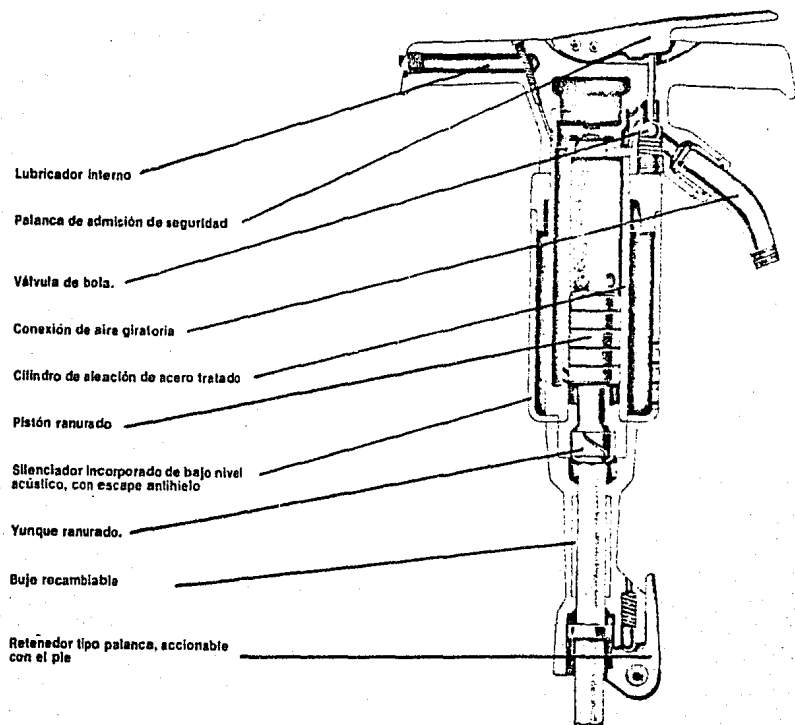


Fig. 3-3 Pistola demoledora

Herramienta	Culata hexagonal 22 x 82,5 mm	Culata hexagonal 25 x 108 mm	Culata hexagonal 28 x 160 mm	Culata hexagonal 32 x 160 mm
	TEX 11	TEX 21, 25E	TEX 21, 25E 31, 41	TEX 31, 41
A. Pico	3083 3066 **)	3083 3030 *)	3083 3049 **)	3083 3047 **)
B. Cincel estrecho	3083 3067 **)	3083 3031 *)	3083 3050 **)	3083 3048 **)
C. Cincel ancho	-	3083 3032	3083 3052	3083 3051
D. Cuna	3083 3068	3083 3078	3083 3054	3083 3055
E. Cuna	-	-	3083 3056	3083 3057
F. Asada	-	-	3083 3052	3083 3053
G. Cortacables	3083 3075	3083 3077	3083 3050	3083 3061
H. Para	3083 3065	3083 3033	3083 3058	3083 3059
I. Pison	-	-	3083 3071 3	3083 3072 3
J. Saca	3083 3069	-	-	-
K. Batidor de betón	3083 3070	-	-	-

*) se suministra también con aislamiento, el pico y el cincel estrecho tienen mango de plástico atreado de la caña.

**) se suministra también con longitud de un metro.

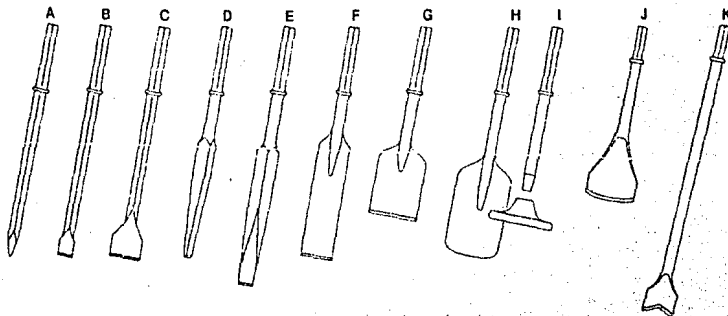


Fig. 3-4 Herramientas operativas para las pistolas demoldadoras

3.6 Aplicaciones.

Estas máquinas son usuales para la barrenación manual en trabajos a cielo abierto, en minas y canteras, cuando van acopladas al brazo auxiliar se utilizan básicamente en trabajos subterráneos de perforación horizontal, vertical e inclinada, pero en paredes y techos de poca altura. Dichos brazos o piernas telescópicas de empuje, tienen una vasta aplicación en trabajos de túneles y minería, como se mencionó anteriormente, ya que con las mismas se les dá una versatilidad a las perforadoras manuales, obteniéndose con ellas rendimientos muy satisfactorios.

Los "Stoppers" se utilizan muy poco en trabajos de ingeniería civil ya que su aplicación se limita a perforaciones verticales para instalación de pernos de anclaje, y eventualmente para afine en los túneles.

Las perforadoras estándar de piso no son adecuadas para la perforación vertical hacia arriba, ya que el polvo y el agua de la perforación escurren por el acero, penetrando en el broquero de la perforadora, con el consecuente deterioro prematuro de ciertas partes de la misma. Es por estas razones por las que se fabrican perforadoras especialmente diseñadas para ser montadas en empujadores telescópicos verticales para barrenación hacia arriba, las que están equipadas con sellos especiales de protección en el broquero o en el porta-herramientas, así como de conductos que lanzan una corriente de aire por el broquero entre el espacio anular comprendido entre éste y la espiga del acero de barrenación correspondiente.

Su aplicación, de éstas perforadoras de piso depende mucho de su peso, así; las muy ligeras generalmente se utilizan en trabajos de barrenación secundaria, barrenación de moneo, anclajes y labores de minas. Su aplicación es económica para practicar barrenos de 1.50 a 2.50 metros de profundidad aproximadamente, empleando acero de barrenación de 7/8" a 1" de diámetro.

Las ligeras, que por lo general se utilizan en trabajos de barrenación secundaria para afine y moneo, resultando económicas para perforar barrenos del orden de 5 metros como máximo, empleando acero de barrenación de 7/8 " a 1" de diámetro.

Las medianas, por lo general se utilizan en trabajos de barrenación de bancos a cielo abierto en carreteras, presas y obras de inge -

niería civil, así como en túneles, cuando se encuentran convenientemente montadas y equipadas. Se utilizan en barrenación hasta de 7.20 metros de profundidad, empleando acero de 7/8" A 1" de diámetro.

Las pesadas, se utilizan para perforación manual hasta profundidades del orden de 7.6 metros como máximo, empleando acero de barrenación de 1 1/4" de diámetro aproximadamente, o mayor. Este tipo de perforadora, opcionalmente pueden montarse sobre piernas o columnas telescópicas dotadas de mecanismos alimentadores de empuje, mencionadas anteriormente.

Las demoledoras de pavimentos, encuentran su aplicación en la demolición de mampostería y/o concreto, pavimentos asfálticos e hidráulicos en calles, carreteras o aeropistas, y en general en los trabajos de demolición, así como en diversos trabajos, según la herramienta empleada como palas, taladradoras, remachadoras, ajustadoras de tuerca, etc. Aumentando considerablemente así sus posibilidades de aplicación.

Las perforadoras con motor integral de combustión interna, sólo son económicamente utilizables en trabajos de explotación o en muy-pequeñas obras ubicadas en apartadas localizaciones geográficas, ya que su precio de adquisición es muy elevado, e igual sus costos de operación, comparativamente con respecto a las de motor neumático.

CAPITULO IV

PERFORADORAS DE CARRILES

4.1 Descripción.

Son máquinas que consisten básicamente de una perforadora neumática articulada a una gufa de acero o mástil, que accionada por medios neumáticos o hidráulicos, gira, sube o baja a lo largo del propio mástil. Este tipo de mecanismo de alimentación tiene su más amplio campo de aplicación en las perforadoras especializadas en barrenación horizontal.

A este tipo de perforadoras se les conoce como "Drifter" que en inglés significa "Galería" porque originalmente fueron diseñadas para trabajos de barrenación horizontal en galerías de minas y en túneles. En la práctica pueden realizar barrenos horizontales, verticales e inclinados, siempre y cuando se encuentren adecuadamente montadas.

Las perforadoras de carriles, mejor conocidas como perforadoras de columna, porque se suelen montar sobre barras verticales (Columnas) u horizontales sobre las que se deslizan para atacar una amplia faja de frente de barrenación.

Las perforadoras de columna "Drifters" emplean modernas brocas intercambiables con insertos de carburo de tungsteno, teniendo una longitud de avance muy grande que permite la utilización de secciones de acero de barrenación muy largas, con la consecuente reducción en los tiempos perdidos en maniobras y, el incremento de los rendimientos. Cuando van solamente montadas sobre su columna son especialmente aptas para la barrenación en túneles.

4.2 Clasificación de las Perforadoras de Carriles.

Las perforadoras de carriles, básicamente se clasifican por el tipo de alimentador y por el diámetro del pistón percusor, como sigue:

Por motor de alimentación.

Neumático con mecanismo de tornillo

Neumático con mecanismo de cadena.

Por el diámetro del pistón:

Ligeras diámetros hasta de 3 1/2"

Medianas diámetros de 4" a 4 1/2"

Pasadas diámetros de 5" y mayores.

Se fabrican en rangos comprendidos entre 125 y 375 libras aproximadamente, dependiendo del tipo, capacidad y montaje.

El constante incremento en el tamaño, peso y capacidad general de las perforadoras neumáticas del tipo de columna, y su campo de aplicación cada día más amplio y generalizado, originó el tipo de perforadora montada sobre carros integrales dotados de ruedas o de orugas.

4.3 Perforadoras Montadas Sobre Ruedas.

Las perforadoras montadas sobre ruedas, figura 4-1, generalmente se clasifican de acuerdo con el avance efectivo de la perforadora desplazándose sobre el mástil, la longitud máxima de los cambios de acero seccional de barrenación y la capacidad nominal del correspondiente "Drifter" como sigue:

Clasificación	Avance Efectivo	Cambio de Acero	Diámetro del Pistón del "Drifter"
Ligeras	2.40 m	1.80 m	hasta 3 1/2"
Medianas	3.60 m	3.00 m	3 1/2" a 4"

4.4 Perforadoras Montadas Sobre Orugas.

Las perforadoras neumáticas montadas sobre carros de orugas se clasifican como sigue:

Clasificación	Avance Efectivo	Cambio de Acero	Diámetro del Pistón de la Perforadora
Medianas	4.2 m	3.0 m	4" a 4 1/2"
Pesadas		6.0 m	4 1/2" y mayores

Estas perforadoras son generalmente de accionamiento de percusión habiendo también rotatorias, y el motor que controla los movimientos puede ser de gasolina o diesel, pero con frecuencia se tienen las accionadas por medio de un compresor que transmite por medio de mangueras el aire comprimido que requieren. En la figura 4-2 se muestra una perforadora de tipo columna y su compresor.

Las perforadoras montadas sobre ruedas u orugas se caracterizan por tener tracción propia y por ser de tipo oscilante o rígidas, manteniéndose por medio de un mecanismo hidráulico, en contacto directo-

con el terreno, aún cuando éste sea irregular en el caso de las montadas sobre orugas.

La posición de la guía o columna, que permite usar largos tramos de barras de perforación sin que éstas afecten la estabilidad de la máquina, facilitan la aplicación de la barrena en direcciones y posiciones diferentes.

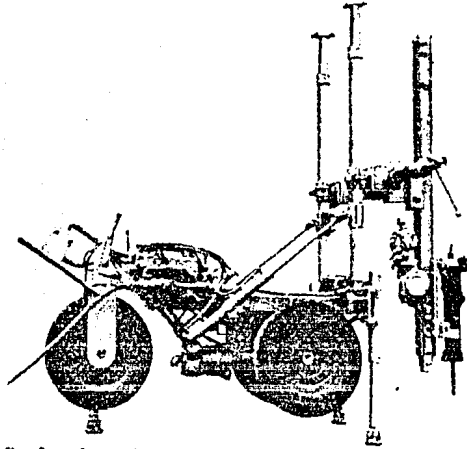


Fig. 4-1 Perforadora de columna montada sobre un carro de tres ruedas.

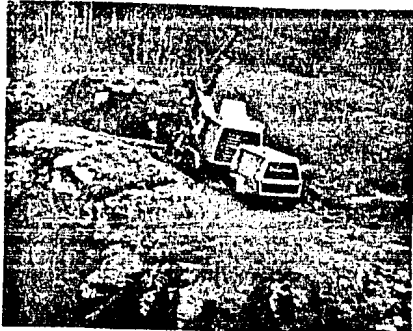


Fig. 4-2 Perforadora de columna con brazo hidráulico y su respectivo compresor.

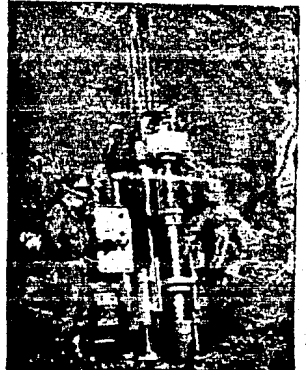


Fig.4-3 Martillo Downhole.

4.5 Perforadoras Neumáticas de Martillo Percutor Frontal(Downhole).

Los martillos de percusión frontal son perforadoras de mástil, y tienen la particularidad común a todos los "Wagondrill" de poder girar con movimiento de campana sobre un plano vertical. Sobre dicho mástil se encuentra montado un motor neumático que imparte movimiento de rotación independiente a la "Sarta" de perforación, siendo desplazante a lo largo del mástil por un dispositivo de cadenas accionado por un segundo motor neumático que constituye el motor alimentador de avance o empuje.

El martillo percutor frontal Downhole, constituye por sí mismo una perforadora, con la particularidad de que en su extremo inferior lleva directamente montada la correspondiente broca que es directamente golpeada por el cuello o vástago del pistón percutor en el movimiento recíprocante de éste. La broca, a su vez, tiene un movimiento recíprocante, ya que su vástago se desplaza con una carrera muy corta dentro del broquero del martillo, al cual se encuentra asegurada por medio de un perno de retención que impide se salga del mismo, la figura 4-3 muestra un martillo Downhole.

Lo que la diferencia de las demás perforadoras de mástil es que la perforadora, propiamente dicha, va en el fondo del barreno.

4.6 Aplicaciones.

Eventualmente, algunas de las perforadoras de columna ligeras pueden ser desmontadas y utilizadas como perforadoras de mano en trabajos de barrenación de piso, aunque sus rendimientos son reducidos, puesto que el dispositivo de empuje debe ser adecuado a la capacidad de la perforadora.

Cuando las perforadoras de carriles van montadas sobre carros con ruedas se conocen como "Wagondrill" y el mástil puede ser accionado por medios manuales, mecánicos, neumáticos, o bien ir montados en un brazo de accionamiento hidráulico, poniéndolo en diversas posiciones para ejecutar barrenación vertical, horizontal o inclinada. Su empleo más común es en la barrenación de excavaciones a cielo abierto, por su tamaño, tienen muy poca aplicación en los túneles y excavaciones subterráneas.

Las perforadoras neumáticas montadas sobre ruedas principalmente

en trabajos en bancos y canteras donde se requieren barrenos a diámetros del orden de 2" a 4" y hasta 10 a 15 metros de profundidad.

Cuando estas perforadoras van montadas sobre carros de orugas - reciben el nombre de "Trackdrill" y son máquinas muy pesadas fundamentalmente para trabajos de barrenación muy profunda a diámetros de 3" o mayores. Son máquinas extremadamente versátiles, gracias a la amplitud de movimientos que les dispensan los pistones neumáticos que accionan a la articulación del mástil de perforación.

Al igual que las perforadoras montadas sobre carros de ruedas, las montadas sobre carros de orugas sólo conviene utilizarlas en barrenos con diámetros grandes, de 3" a 5", con lo que se pueden cargar los barrenos con una alta densidad de explosivos en cartuchos de gran diámetro, para obtener resultados más económicos, además pueden operar con acero seccional de barrenación de longitudes muy grandes, con lo cual se reducen los tiempos de maniobras, aumentando en forma muy notable sus correspondientes rendimientos, en la figura 4-4 se puede observar algunas de sus aplicaciones.

Los martillos percutores son utilizados cuando conviene perforar a diámetros del orden de 2 1/2" a 6 1/2" y a profundidades mayores de las que comúnmente es posible o conveniente barrenar empleando las perforadoras neumáticas comunes pesadas del tipo de columna, montadas sobre carros de ruedas (Wagondrill) u orugas (Trackdrill).

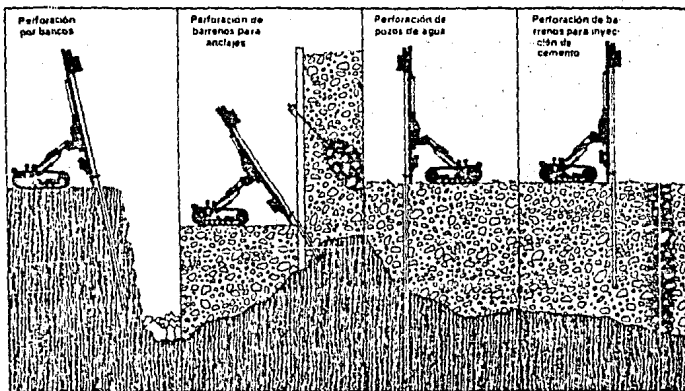


Fig. 4-4 Algunas aplicaciones de las perforadoras de columna montadas sobre orugas.

CAPITULO V

PERFORADORAS DE TORRE.

5.1 Generalidades.

La mayoría de las perforadoras de torre desarrollan la perforación por rotación o sea que las brocas y el acero deben tener un movimiento rotatorio destinado a que en cada impacto subsecuente, los filos de broca ataquen una superficie fresca en la roca, con la finalidad de tener un avance más efectivo.

5.2 Mecanismos de Rotación.

Para impartir el movimiento de rotación se utilizan dos sistemas. Uno de ellos aprovecha el movimiento recíprocante del propio pistón de la perforadora, y en el otro se monta un dispositivo auxiliar constituido por un motor neumático.

Prácticamente todas las perforadoras están equipadas con el primer sistema para evitar la necesidad de un motor auxiliar de rotación como en el caso de las perforadoras del tipo martillo percusor frontal (Downhole).

Este sistema consiste en un pistón hueco en cuyo interior se encuentra alojada una barra con un rayado en forma de espiral, conocida como "Rifle" o "Barra de Rayado de Rifle". El rifle tiene en su parte superior un trinquete que le sirve de cabezal en la culata del pistón, que es el que gira un cierto ángulo en cada carrera de regreso del pistón. Es justamente el conjunto del rifle con su trinquete y la contratuerca del rifle, lo que constituyen el mecanismo de rotación que hace girar al pistón en un sólo sentido en la carrera de regreso del mismo, haciendo que éste sea seguido por el rayado de la barra de rifle. Aunque en algunos casos es también posible durante la carrera de avance.

El extremo del vástago o cuello del pistón tiene ranuras que a su vez hacen girar el broquero y sus elementos asociados.

El primer sistema es el más ampliamente empleado, en tanto que el segundo se utiliza solamente en ciertos casos, en especial en perforadoras muy pesadas en las que conviene aprovechar al máximo la energía del pistón, y que por la naturaleza de la roca convenga impartir a la broca fuerte momento de rotación.

5.3 Descripción.

Normalmente son máquinas autopropulsadas que realizan la perforación por medio de una tubería suspendida desde el mástil o torre y conectada a su respectivo compresor por medio de mangueras y un encastre giratorio (Swivel), las que en su extremo inferior llevan montada una barrena que normalmente es del tipo tricónico de roles giratorios.

La modalidad de éstas perforadoras de torre son las montadas sobre la parte posterior de un camión o sobre orugas, cuyas características hacen de éstas perforadoras una herramienta básica dentro del grupo de las máquinas de autopropulsión.

En general la potencia de éstas máquinas que puede ser suministrada por el motor del vehículo o por un motor adicional de gasolina, diesel o eléctrico, puede llevarse a cabo también mediante un compresor, como se mencionó anteriormente, montado sobre el camión o remolcado atrás de éste, y entonces todas las maniobras de operación serán a base de aire comprimido.

El operador puede tener controles separados para el golpeo o martinete, para la velocidad de rotación, para la presión de alimentación y para soplar su barreno con aire. La perforadora de torre montada sobre orugas tiene la ventaja de llegar a los lugares inaccesibles para la perforadora montada sobre camión.

Todos los movimientos y ajustes de posiciones para perforación, son realizados por potencia neumática o hidráulica.

Las perforadoras grandes son especiales para servicio pesado, muy populares en la actualidad, y ofrecidas por varios fabricantes importantes de equipos de perforación y de compresión, diseñadas para iniciar barrenos de precisión en terrenos accidentados.

Actualmente las perforadoras de torre que se encuentran en una gran variedad de tipos y tamaños, montadas tanto en camiones de ruedas como en orugas, figuras 5-1, 5-2 y 5-3, varían desde los modelos más sencillos, que funcionan mediante el golpeo de la broca sobre la superficie del terreno semejante a la acción de un cincel, hasta las grandes máquinas que utilizan barrenas giratorias y taladros de hélice o de tornillo, son aparatos que se caracterizan principalmente porque la maniobra de perforación se desarrolla a través de la torre o pluma y por

que en casi todos los modelos la posición vertical es utilizada únicamente para el trabajo, mientras que la horizontal es exclusiva para cuando la máquina es transportada, como se ve en la figura 5-4.

En este tipo de perforadoras el movimiento rotatorio de la barrena es transmitido a la tubería de perforación por medio de una mesa rotatoria. Los roles de la barrena son los que realizan el corte, los que giran en sentido contrario al movimiento de la barrena. Por el interior de la tubería de perforación se inyecta el aire que sirve como medio enfriador de la herramienta y como limpiador, expulsando al exterior del barreno las partículas producidas por el corte.

5.4 Perforadoras de Cable o Pulseta.

Las perforadoras de cable o pulseta realizan su trabajo por medio de una pesada barrena o trépano unida a un vástago y un encastre giratorio (Swivel Socket) suspendido de la máquina por medio de un cable que se encuentra en su extremo opuesto parcialmente enrollado en un tambor. El trabajo se realiza accionando la "Sarta de perforación" (conjunto de herramientas suspendidas del cable) haciéndola subir y descender en forma recíproca por medio de una leva que acciona los tambores correspondientes.

La máquina consta principalmente de una torre o mástil donde se encuentra el tambor de donde suspende el cable, además dicha torre puede ir montada en un chasis sobre patines, semiremolques de dos ruedas o remolques tirados por un camión; en casos muy especiales se emplean sobre una montura de orugas. Son accionadas por un motor diesel o de gasolina.

En la carrera de descenso la "Sarta de Perforación" se deja caer libremente, siendo el impacto sobre la roca el que produce la perforación al fragmentarla y triturarla; durante las carreras sucesivas, la sarta sufre ligeros giros sobre su eje con lo que se obtiene que el o los filos de la barrena se vayan desplazando radialmente en el curso de la perforación. Según la naturaleza del material a perforar, el diámetro de la perforación, profundidad, etc., las máquinas de este tipo se suelen equipar con una muy amplia variedad de herramientas que unidas forman la llamada "Sarta de Perforación".

La limpieza del barreno en el caso de este tipo de perforadora, se hace con una constante corriente ascendente de un fluido conocido como lodo de perforación, o bien por medio de un balde de diseño especial para este tipo de maniobras, interrumpiendo la perforación.

5.5 Perforadoras Rotatorias con Herramientas Abrasivas.

Las perforadoras de diamante, con motor neumático o de gasolina, son las más utilizadas en trabajos de perforación empleando brocas de acero con insertos de diamantes, las que gracias a un movimiento rotatorio realizan la perforación por abrasión de la roca. En este tipo de perforadoras el corte se extrae, en algunos casos por medio de una corriente de lodos, y en otros, por medio de tubos muestreadores, cuando se pretende obtener corazones o núcleo de muestras con fines exploratorios o en trabajos de tratamiento de rocas de cimentaciones.

Estas máquinas pueden ser de torre o montadas sobre una mesa de diseño especial.

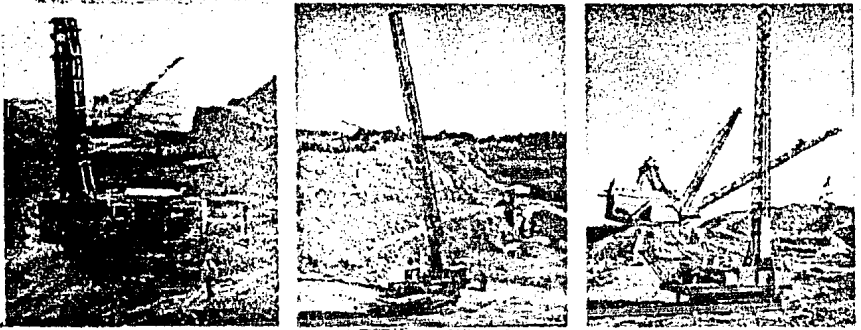


Fig. 5-1 Diversos montajes de las perforadoras de torre.

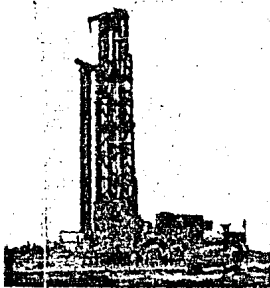


Fig. 5-2 Perforadora de torre sobre carro de ruedas

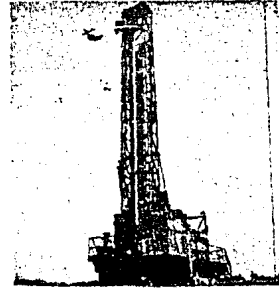


Fig. 5-3 Perforadora de torre montada sobre carro de orugas.

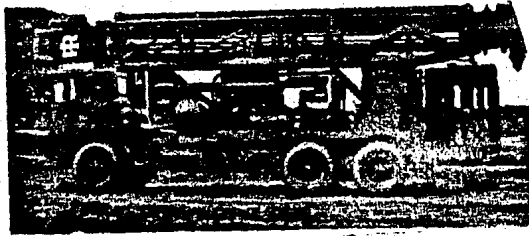


Fig. 5-4 Perforadora de torre en posición de transporte.

5.6 Aplicaciones.

Las perforadoras rotatorias neumáticas de torre se emplean en obras muy grandes para barrenar en rocas suaves a grandes diámetros, cuando se requiera obtener roca grande sin estricta limitación en su grado de tamaños.

En general, la barrenación por medio de perforadoras rotatorias en la actualidad de encuentra limitada a trabajos en minas, grandes canteras y otras obras similares. Se utilizan principalmente en la construcción, cuando los trabajos cambian con frecuencia.

Con las perforadoras de cable o pulseta se pueden perforar agujeros verticales; y justamente mantener el agujero dentro de la verticalidad, suele ser uno de los problemas más serios con que generalmente tropiezan los trabajos con este tipo de máquina. Su utilización en el campo de barrenación es muy limitada, puesto que conviene utilizarlas en barrenos de diámetros muy grandes (6" hasta 12") en aquellos casos en que no sea práctico o económico el empleo de otras máquinas más chicas.

Se utilizan generalmente en explotaciones de canteras muy grandes y permanentes.

Las perforadoras de diamante tienen su principal campo de aplicación en los trabajos de exploración geológica y las perforaciones para inyectado de rocas de cimentación, así como en trabajos de minería, porque debido a su elevado costo de operación, especialmente por lo que respecta al consumo de brocas, prácticamente no se emplean en labores de barrenación, pero dado el caso, de mucha necesidad, y la disponibilidad de la maquinaria se podría emplear para barrenación.

PERFORADORAS MULTIPLES

6.1 Descripción

En trabajos de minería y de túneles, cuando se trata de barrenar secciones muy grandes, es una práctica generalizada y muy conveniente montar numerosos "Drifters" sobre un carro perforador, y que generalmente se les conoce como "Jumbos" al efecto construídos, con la finalidad de conducir los trabajos de excavación a sección completa, obteniéndose ahorros en tiempos y costos.

Las empresas fabricantes del equipo de perforación suelen vender, sobre pedidos, estructuras diseñadas para servir como "Jumbos", es decir carros de barrenación para túneles, los que opcionalmente pueden ser remolcados, o del tipo autopropulsado, como cuando se arman sobre el chasis de un camión. Los "Jumbos" muy grandes por lo general tienen que ser del tipo de remolque debido a su elevado peso.

Desde luego, debe tenerse presente que la fabricación de un "Jumbo" debe hacerse especialmente para cada caso o problema y sólo requiere de un poco de observación, estudio e ingenio, por lo que en la práctica se pueden fabricar en los propios sitios de las obras, diseñándolos para el caso específico. Construyéndose los apoyos con perfiles tubulares, con tramos de tubería para aire comprimido o cualquier otro material que resista el peso de las perforadoras y sus guías.

En estos aparatos (Jumbos) en donde tanto las herramientas de perforación como sus operadores van montados sobre la plataforma, permitiendo que la barrenación se realice simultáneamente en todas las perforadoras.

Hoy se utilizan los Jumbos universales que, gracias a unos brazos articulados, movidos por gatos hidráulicos, pueden adoptar todas las posiciones.

Estos aparatos que se construyen con una gran variedad de formas, incluyendo a las plataformas sencillas y dobles, que soportan a los perforistas y a todas y a cada una de las perforadoras, son máquinas que generalmente permiten atacar un mismo frente a distinto nivel y diferentes posiciones simultáneamente.

Los jumbos son voluminosos pero pueden replegarse durante la carga, principalmente cuando las galerías y túneles son estrechos.

Actualmente se utilizan carros de barrenación o Jumbos montados en llantas de hule o sobre orugas, especialmente cuando la rezaga se retira en camiones, pero pueden ir también sobre rieles si la rezaga se retira a través de estos por medio de vagonetas, en las figuras 6-1 , 6-2, 6-3, 6-4, 6-5 y 6-6 se muestran varios tipos de jumbos que se utilizan en la actualidad.

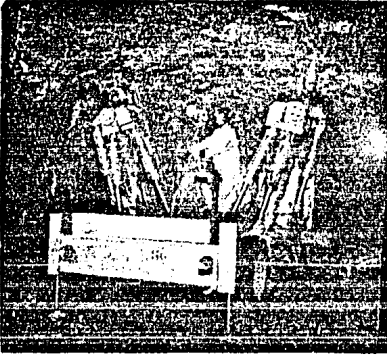


Fig. 6-1 Jumbo para perforación en anillos y abanicos

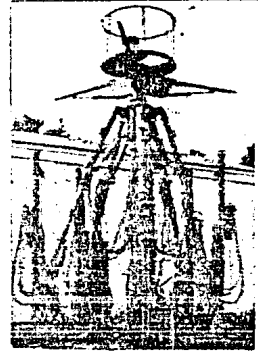


Fig. 6-2 Jumbo para ahonde en tiros

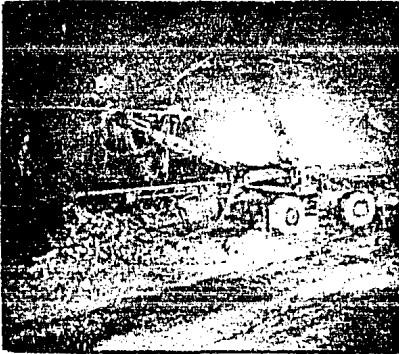


Fig. 6-3 Jumbo "Rampmaster"

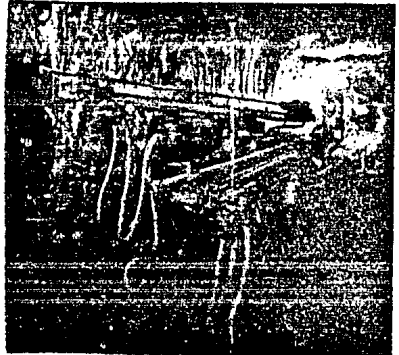


Fig. 6-4 Jumbo sobre rieles

El jumbo para perforación en anillos y abanicos, figura 6-1, es una variedad de estilos para una mayor producción en todas las condiciones. Montada sobre orugas o en llantas, de uno o varios brazos, en línea o laterales. Tiene alimentación a base de tornillo y centralizador hidráulico con bujes reemplazables y es de construcción robusta.

El Jumbo para ahonde en tiros, figura 6-2, consiste en cinco brazos hidráulicos, con alimentación a base de cadena a las perforadoras neumáticas y gatos estabilizadores hidráulicos. Se le pueden adaptar brazos fijos o con extensión. Se pueden utilizar en tiros de hasta 9.15 m (30') de diámetro.

El jumbo "Rampmaster" figura 6-3 tiene dos o tres brazos, con perforadoras neumáticas o hidráulicas, dirección hidráulica, con articulación que permite cambios bruscos de dirección, adaptado para rampas muy inclinadas y túneles, sólo requiere un operador para su operación. Perfora en un frente y se mueve con facilidad a otro frente mientras se truena y se rezaga la primera.

La figura 6-4 muestra el jumbo sobre rieles, con este jumbo se reducen los costos de operación en frentes de 1.83 X 2.13 a 6.71 X 3.96 (6' X 7' a 22' X 13'). Tiene emplazamiento totalmente hidráulico, con 2 emplazadores de rotación axial de 360° para una eficiente cobertura, es de fácil operación con un operador solamente, es completamente mecanizado, seguro y de rápido afianzamiento en posición de operación con tres gatos hidráulicos.

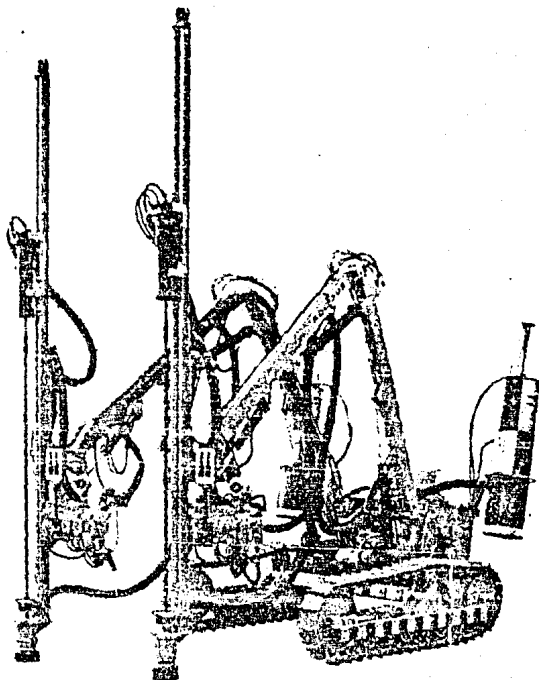


Fig. 6-5 Jumbo sobre oruga, se utiliza generalmente a cielo abierto.

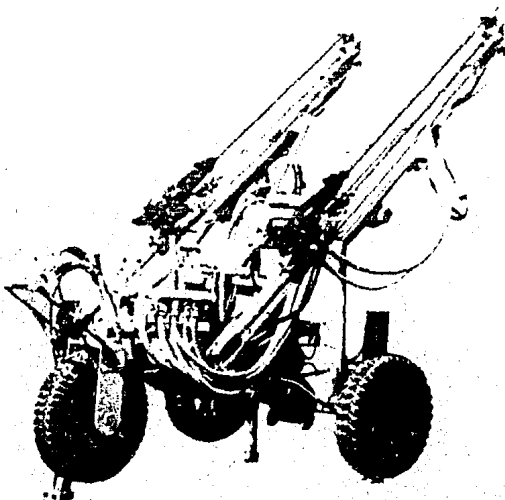


Fig. 6-6 Jumbo sobre un vagón de tres ruedas.

6.2 Aplicaciones.

Generalmente se utilizan para la barrenación previa a los explosivos en la mayoría de los trabajos subterráneos como son las minas, túneles y galerías, así como tiros de ventilación.

Cuando van montadas las perforadoras de mástil en carros de orugas o de ruedas son utilizados principalmente en canteras y minas a cielo -abierto, así como trabajos de obras públicas y otra serie de aplicacio_ nes especiales tales como perforaciones para anclajes, inyecciones de-cemento, prospecciones.

CAPITULO VII

C O N T R A P O C E R A S

7.1 Descripción .

Son máquinas especiales para la perforación inversa, o sea que la perforación final la ejecutan en el sentido contrario al ordinario, ya que primeramente se hace un agujero llamado "agujero piloto" en la manera ordinaria a través de la capa que separa el túnel o galería de la superficie, hasta que la broca sobresalga en el otro extremo. Se quita la broca, y se instala una cabeza escariadora. Se utiliza una rotación en la dirección de la perforación, con la alimentación tirando en vez de empujar. Cada vez que la alimentación llega al extremo de su carrera se quita un tramo de barrena.

Los escombros caen dentro del túnel y son removidos por cualquier método conocido.

En la figura 7-1 se muestra una contrapocera perforando en forma vertical y en la figura 7-2 se muestra otra perforando en forma inclinada.

En la actualidad estas máquinas son completamente automáticas y tienen muchas características nuevas, siendo un sistema para que lo opere un sólo hombre. El empuje y el torque proporcionan la capacidad que optimiza la penetración y la duración de los cortadores, incluso en formaciones de roca extremadamente dura.

El sistema de accionamiento que utiliza un convertidor de frecuencias, proporciona un control continuo de la velocidad, y está accionado por motores "standard" de inducción de corriente alterna.

Llevar consigo una computadora de microprocesamiento, un impresor de lectura en el panel del operario para el mando y control de las diferentes operaciones y funciones durante la excavación.

Los fabricantes disponen de muchos otros sistemas computarizados para fabricar las máquinas según los requerimientos específicos del cliente.

Este sistema también se puede adquirir como una unidad controlada por un robot programado.

Existen diferentes métodos de perforación con estas máquinas-

que dependen del fin que se persiga, es por eso que se debe de consultar al fabricante de todas las características de las mismas, ya que son ellos los que más conocen este sistema, teniendo en cuenta sus ventajas y desventajas, porque se encuentran en constante investigación y llevan sus registros de los hechos más importantes donde accionan sus productos. En la figura 7-3 se muestra solamente la máquina sin la cabeza escariadora, donde se puede apreciar el tablero de control de dicha contrapocera.

Estas máquinas contrapoceras existen en capacidades de 150 a 200 HP con control de torsión y de velocidad variable, tienen control por medio de botones, las cabezas escariadoras que utilizan como herramientas de corte, tienen perfil esférico para distribuir la carga en una forma proporcional para una vida más larga de los cortadores, hacer recortes más grandes para una perforación más rápida y requieren menos energía.

7.1 Aplicaciones.

Se utilizan principalmente en la minería, para abrir chimeneas o tiros de ventilación, en el campo de la construcción, para perforar lumbreras en los diversos túneles, y en las casas de máquina de los proyectos hidroeléctricos, etc.

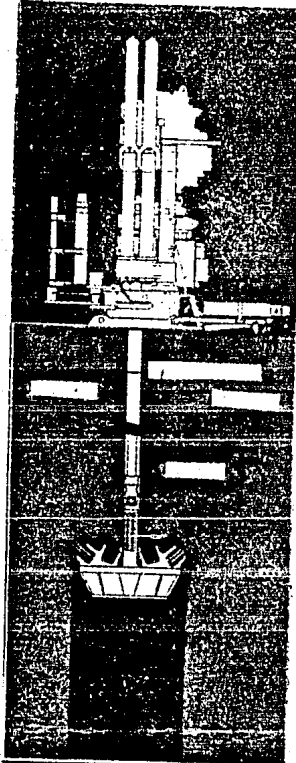


Fig. 7-1 Contrapocera perforando en forma vertical.

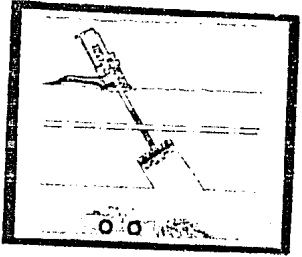


Fig. 7-2 Contrapocera perforando en forma inclinada.

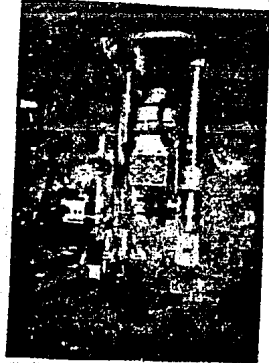


Fig. 7-3 Contrapocera

CAPITULO VIII

HERRAMIENTAS PARA BARRENACION

8.1 Generalidades.

La barrenación en la actualidad, generalmente se lleva a cabo con perforadoras neumáticas de pistón recíprocante, y se realiza empleando barras de acero sometidas a tratamientos especiales (térmicos o de carburización), las que pueden ser del tipo llamado "Acero de Barrenación", "Acero Hueco de Barrenación" o "Acero Seccional". Cualquiera que sea el tipo de acero, en el extremo inferior de la "Sarta de Barrenación" se encuentra montada la correspondiente broca que es la que directamente ataca el fondo del barreno.

Las barras usadas son de acero al carbón, o acero aleado con Cromo-Molibdeno en el caso de aceros suecos, normalmente de forma hexagonal y a veces redonda.

Estas barras son huecas para permitir el paso del aire para el barrido, su longitud es variable y va aumentando en incrementos de 0.60m.

Las principales herramientas que acopladas a los diferentes equipos de perforación que permiten formar barrenos en las rocas y en el suelo, son las brocas, y estas tienen diferentes formas y tamaño según el trabajo a realizar.

8.2 Acero Hueco de Barrenación.

Por acero hueco de barrenación se conocen las barrenas dotadas de un hombro con conexión para montar sobre el mismo una broca del tipo intercambiable, fundamentalmente existen dos tipos de conexión; uno a base de espiga con rosca a la cual se atornilla la broca, y el otro con espiga ahusada a la cual se adapta la broca a presión.

Este tipo de acero es semejante al integral, sometiéndose al mismo tratamiento térmico, y a las forjas necesarias en sus partes constituyentes, endureciéndose sus superficies por procedimientos térmicos que aumentan su resistencia y duración.

}

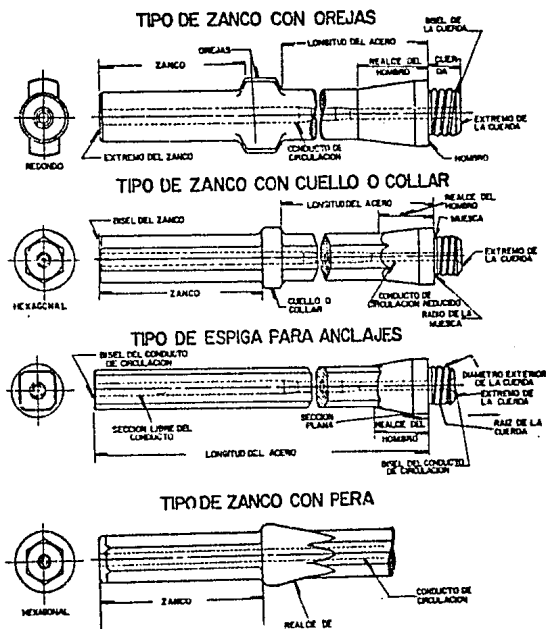


Fig. 8-1 Nomenclatura estándar del acero hueco de barrenación.

8.3 Acero Integral.

El llamado "Acero Integral de Barrenación" está formado por una sola pieza en la que se encuentran incorporados todos los elementos de la "Sarta de Barrenación", como son la espiga o zanco, que es la pieza que se ajusta al broquero de la perforadora; el cuello o collar, que sirve como elemento de ajuste y soporte en el broquero y portaherramienta de la perforadora; el cuerpo o vástago del acero, que es de longitud variable, según las necesidades del caso; la correspondiente broca; el conducto de soplado o limpieza.

En la actualidad, prácticamente todos los aceros integrales de barrenación son aceros tratados térmicamente y formados de aleaciones especiales que les dan ciertas propiedades adecuadas de dureza para resistir el desgaste, así como de capacidad de carga, teniendo en su extremo, en la broca, un inserto de carburo de tungsteno en forma de --

cíncel, que es fácilmente maquinable con fines de afilado, lo cual se hace de acuerdo con ciertos requisitos y recomendaciones que los propios fabricantes señalan.

Cada barrena tiene una longitud determinada que no puede variar se, cuando la primera barrena ha perforado la roca en toda su longitud, se retira y se sustituye por una más larga. La perforación, consecuentemente, se realiza por etapas, reduciéndose en cada una de ellas el diámetro del inserto, al objeto de que la barrena no llegue a atascarse dentro del barreno.

Las barrenas integrales se agrupan en series, en las cuales el diámetro disminuye a medida que aumenta su longitud. El diámetro final más pequeño, es función del tamaño de los cartuchos de explosivo.

La longitud de las barrenas de una serie viene determinada por la longitud de avance.

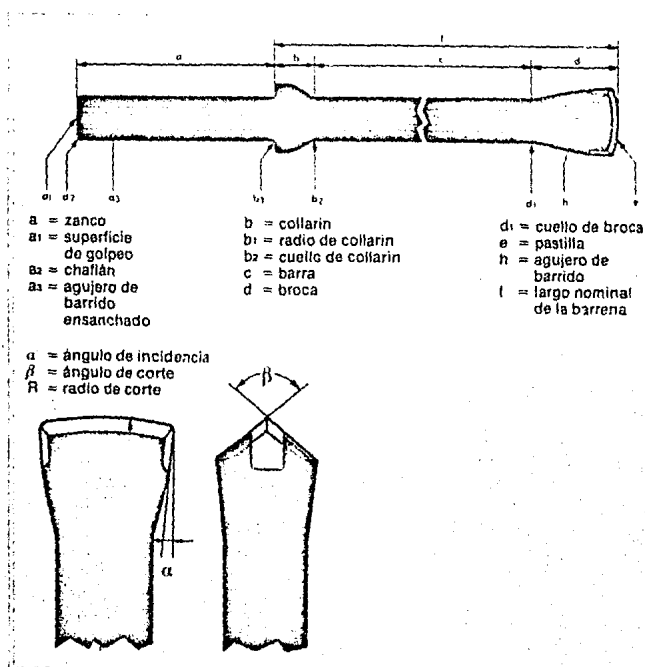


Fig. 8-2 Nomenclatura de las barrenas integrales, extremo de barrena integral, broca tipo cíncel con inserción de pastilla de carburo de tungsteno.

Las barrenas empleadas pueden ser de boca recta o cincel, en estrella o en Z; la de forma recta consta de un solo bisel, la de cruz o inserto múltiple consta de dos biseles que se cortan en ángulo recto, las de forma de estrella constan de varios biseles y las de Z con un bisel orientado según su diámetro y los otros dos horizontales.



Fig. 8-3 Barrena tipo cincel

Dentro de las barrenas integrales, las del tipo cincel son las que más se utilizan. Su afilado es sencillo y en condiciones normales dan un buen rendimiento de perforación.



Fig. 8-4 Barrena de pequeño diámetro

Constituyen un diseño especial de las barrenas integrales tipo cincel. Se utilizan para la realización de pequeños barrenos. Poseen una velocidad de penetración muy elevada, necesitando consecuentemente un mayor espacio para la extracción del detritus. Este mayor espacio se ha logrado forjando el extremo de la boca y practicando un alojamiento para el inserto, que tiene mayor anchura que los flancos de la propia barra.



Fig. 8-5 Barrena de inserto múltiple.

La forma de la boca que tienen estas barrenas reduce el riesgo de atresques. Por esta razón se utilizan en la perforación mecanizada de rocas blandas y fisuras, asegurándose así una perforación exenta de dificultades.

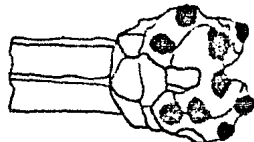


Fig. 8-6 Barrena con boca de botones

Se utilizan en la perforación de rocas escasamente abrasivas y de fácil penetración; por ejemplo en la minería del carbón.

Las barrenas se doblan con frecuencia por accidente, mal manejo, o al volar las que se atorán en los barrenos. En general, las barrenas delgadas y las largas son las que se dañan más a menudo y más seriamente, casi siempre se pueden enderezar en un taller de herrería a un costo menor que el de reemplazarlas.

8.4 Acero Hueco Seccional de Barrenación.

Por acero hueco seccional de barrenación se entiende barras de acero hueco dotadas con rosca en cada uno de sus extremos, las que son surtidas por los fabricantes en diámetros y longitudes variables para emplearse en barrenación muy profunda, acoplando cada barra a la subcuenta por medio de coples o manguitos roscados.

La cada vez creciente capacidad de las perforadoras neumáticas de pistón recíprocante, especialmente en las montadas sobre columnas, carros con ruedas u orugas, o dispositivos semejantes equipados con potentes motores alimentadores de empuje, ha creado la necesidad de contar con aceros de barrenación de alta resistencia, equipados con rosca de un diseño adecuado, que a la vez que sean resistentes y durables no presenten problemas en las operaciones de conectar y desconectar las uniones entre sí. Es por ello que en la actualidad, la mayoría de los aceros seccionales de barrenación son sometidos a un proceso de carburización, tanto en su superficie exterior, como en la interior del conducto de circulación de soplado o limpieza.

El acero seccional de barrenación tiene su más amplio campo de aplicación en trabajos ejecutados en rocas duras, barrenos muy profundos preferentemente de grandes diámetros, y muy especialmente en las perforadoras equipadas con motores neumáticos de alimentación.

El acero seccional o barras para varillaje extensible, con rosca macho pueden unirse mediante manguitos de acoplamiento.

En ocasiones, y cuando la profundidad del barreno es igual a la barra, también puede utilizarse una sola barra en lugar de utilizar barrenas integrales. Existen dos razones para ello:

En primer lugar, las bocas roscadas a tales barras son más fáciles de transportar hasta las estaciones de afilado; y en segundo lugar puede requerirse un diámetro de perforación superior al que puede obtenerse con una barrena integral.

Por otra parte, el varillaje extensible permite intercambiar de manera independiente, adaptadoras de culata, barras, manguitos y bocas.



Fig. 8-7 Barra con culata integral

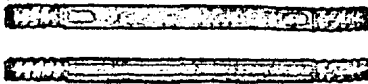


Fig. 8-8 Barras de extensión.



Fig. 8-9 Barras de extensión, secciones transversales

Estas barras, que pueden ser cilíndricas o hexagonales, poseen roscas de la misma dimensión en ambos extremos.



Fig. 8-10 Barra ligera de extensión. En estas barras, el extremo roscado para conectar al adaptador tiene mayor diámetro que el resto de la misma.

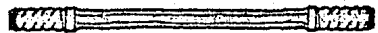


Fig. 8-11 Barra ligera de extensión. Estas tienen una sección transversal más pequeña (a lo largo de la barra generalmente hexagonal) que la sección de las partes roscadas.

8.4.1 Tipos de Roscas

La función del roscado es la de unir conjuntamente adaptador, manguito, barras y boca, función que debe mantenerse durante todo el proceso de perforación al objeto de que todo tren de varillaje permanezca adecuadamente tensado.

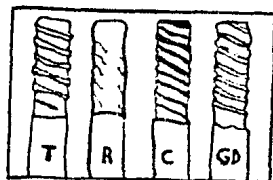


Fig. 8-12 Diferentes tipos de rosca.

La cifra a continuación de las letras R.T y C indican el diámetro exterior de la rosca expresado en milímetros.

Rosca tipo R

Esta rosca tiene un paso pequeño (12.7 mm-1/2") y un ángulo de perfil amplio. Se utilizan para tamaños de 22-38mm. En la perforación por bancos, barrido por aire y perforadoras de gran potencia con rotación in dependiente, la rosca R38 se tensa en exceso, siendo más adecuada en este caso la T 38.

Rosca tipo T

Esta rosca de paso grande y ángulo de perfil más pequeño que el de rosca R, es una rosca totalmente cilíndrica que ofrece unas características de apriete y desconexión muy equilibrados, siendo por tanto muy adecuada en la mayoría de las condiciones de perforación. Se utiliza para tamaños de 38 y 45 mm.

Rosca tipo C

Esta tiene un paso grande (dos entradas) y el mismo ángulo de perfil que la rosca T. Se utiliza para tamaños de 51 mm., donde las características de desconexión son más favorables.

Rosca tipo GD

Estas tienen un perfil asimétrico («perfil en diente de sierra») con características de desconexión intermedias entre las roscas tipo R y T. Se utilizan para tamaños de 32-57mm.

8.5 Brocas

La broca común de acero con rosca en la parte superior, la cual se atornilla a la barra y conacabado en la parte inferior en forma de cruz - con filos, que es la parte que entra en contacto con el terreno, y con una perforación lateral o central para que pueda pasar por ella el aire y sacar del barreno el polvo producido por la barrenación, es la más común para su descripción.

La broca es la parte esencial de las perforadoras. Existen brocas especialmente diseñadas para la perforación con aire, así como con otro tipo de fluido de perforación y tienen diferentes nomenclaturas cada fabricante, para sus tipos de brocas para utilizarlas de acuerdo al tipo de material de que se trate.

Las brocas en sus dimensiones varían en tamaño por el diámetro en la parte inferior. Tienen un gran desgaste sobre todo en rocas abrasivas silíceas y cristalizadas, por eso es que se usan brocas con insertos de carburo de tungsteno.

8.5.1 Brocas Intercambiables.

En la actualidad sólo se fabrican dos tipos de brocas intercambiables; las de aleaciones de acero, en las que la broca tiene sus propios gavilanes y filos del mismo material, que son los que directamente atacan la roca en el fondo del barreno; y las de aleaciones de acero con insertos de carburo de tungsteno que constituyen los filos de la broca.

8.5.2 Brocas de Aleaciones de Acero.

Las brocas de aleaciones de acero se emplean en la barrenación de formaciones y rocas suaves en las que no existen problemas derivados de la abrasión; sin embargo, este tipo de broca tiende a desaparecer, desplazado por las de carburo de tungsteno que tienen mayores rendimientos y frecuentemente resultan más económicas aún en la barrenación de rocas suaves.

Las brocas de aleaciones de acero son fabricadas principalmente con conexión de rosca, llamándoseles "Brocas Multifuncionales" o de uso múltiple, en diámetros de 1 3/8", 1 1/2", 1 3/4", 1 7/8", 2", 2 1/8", 2 3/8" y 2 5/8".

8.5.3 Brocas de Carburo de Tungsteno.

Las brocas de carburo de tungsteno, son brocas desmontables, cuyas

aristas cortantes son de carburo de tungsteno incrustado en una base de acero más suave.

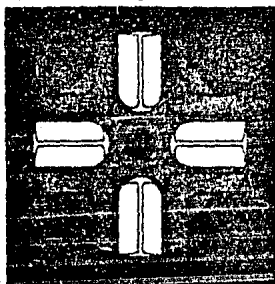
Esto se hace porque algunos tipos de roca son tan abrasivas que tie ne que cambiarse la broca después de haberse perforado unos cuantos centí metros. Estas brocas son considerablemente más caras que las brocas de aleaciones de acero, pero la mayor velocidad de perforación y profundidad de barreno por broca, hacen que se obtenga una buena economía, ya que se toma en cuenta el costo de la broca y el costo del tiempo perdido en cambiar las brocas de acero constantemente.

Su uso está especialmente indicado en los barrenos profundos porque su conicidad inapreciable ahorra el tener que hacer barrenos de diámetro grande al principio; en las rocas duras y abrasivas en que la conicidad, el tiempo utilizado y el gasto que representa el cambio de brocas son importantes; y cuando los transportes son difíciles y el reacondicionamiento de las brocas también.

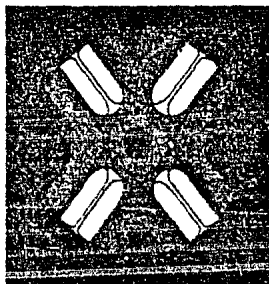
Dicho reacondicionamiento se puede hacer esmerilándolas a mano o con máquina, utilizando un disco de carburo de silicio.

Las brocas intercambiables con insertos de carburo de tungsteno, en su mayoría se fabrican con caras en "cruz", formada por cuatro insertos, y generalmente tienen agujeros de circulación y soplado colocado en el centro de la broca. A partir del diámetro de 2 1/4" opcionalmente pueden ser brocas con cara en "cruz" o en "equis" (x), y de botón, figura 8-13.

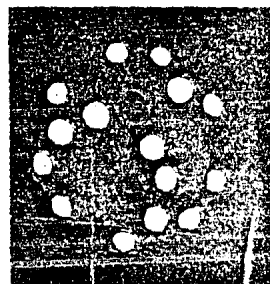
En general, todas las brocas están diseñadas para que el fondo del barreno pueda ser correctamente limpiado y la corriente de aire soplado o de aire y agua, cuando la barrenación se efectúe en húmedo puedan ascender hacia el exterior del barreno, extrayendo los cortes. El tipo común de broca tiene el agujero de circulación colocado en el centro. En formaciones cementadas que tienden a tapar el agujero de la broca, deben emplearse brocas con agujeros laterales.



**BROCA EN CRUZ DE 4
PASTILLAS**



**BROCA EN "X" DE 4
PASTILLAS**



BROCA DE BOTON

Fig. 8-13 Tipos de brocas de carburo de tungsteno.

El notable perfeccionamiento del carburo de tungsteno sinterizado - con cobalto, por medio de procesos térmicos estrictamente controlados, permite en la actualidad producir carburos de muy diversos grados de dureza, con lo que la mayoría de los fabricantes especializados en brocas con insertos de carburo de tungsteno, producen estas herramientas con insertos de distintas durezas y prácticamente se cuenta en la actualidad con una broca para cada clase de roca. Se emplean insertos muy duros para rocas duras altamente abrasivas, en tanto que para las rocas suaves se utilizan insertos más suaves, pues la experiencia ha mostrado que debe existir una relación definida entre la dureza de la roca y la broca, para que ésta rinda su máxima eficiencia en rendimiento y en vida económica.

En la actualidad se fabrican brocas con insertos de carburo de tungsteno en muy variadas series tipos y medidas.

Según sus series y tipo de conexión, las brocas se dividen en:

- a) Brocas con conexión de rosca de fondo.
- b) Brocas con conexión de roscas de apoyo de hombro, y
- c) Brocas de conexión cónica.

8.5.4 Algunas Características de los Insertos y Aceros para Brocas y Barras para Barrenar.

El material de corte de las brocas consta de insertos de carburo de tungsteno mezclado con cobalto que le da tenacidad.

La resistencia al desgaste y la dureza del inserto están regidos por la cantidad de cobalto y/o el tamaño de los granos de carburo de tungsteno que varían en un rango de 0.5 a 10 microns y de 6% a 13% de cobalto.

Los aceros de que están hechas las brocas y las barrenas contienen por lo general una composición química entre los siguientes rangos.

Cobalto de 0.25 a 0.40%
 Silicio de 0.5 a 1.4 %
 Manganeso de 0.5 a 1.3 %
 Cromo de 0.3 a 1.2 %
 Níquel de 0.2 a 1.8 %
 Molibdeno de 0.25 a 0.50 %

Algunos otros contienen además 0.25 de Vanadio.

Los insertos están unidos por lo general con soldadura de cobre o plata a baja temperatura que evita trastornos en el templado del acero hecho con anterioridad.

8.6 Características de las Brocas con Insertos de Carburo de Tungsteno - (bocas de botones y bocas de plaquitas).

La boca es aquel componente del varillaje que realiza el trabajo de trituración. Las zonas de la boca que están en contacto con la roca son de carburo cementado e incorporan botones o plaquitas (insertos). La boca va roscada en la barra hasta en el fondo de su rosca; de esta forma la energía de impacto se transmite entre el extremo de la barra y el fondo de la rosca de la boca.

El agente de barrido se suministra a través del orificio de barrido practicado en la barra, y se distribuye a través de los orificios de barrido situados en el centro y/o lados de la parte frontal de la boca.

El frente de la boca debe tener espacio de paso para la evacuación

del destritus. Con este propósito, dicho frente tiene una serie de ranuras por donde fluye el mencionado destritus.

8.6.1 Bocas de Botones.

Las bocas de botones tienen más carburo cementado resistente al desgaste que las bocas de insertos o plaquitas. Esto se ha conseguido, dándole a los botones una forma que permite un soporte eficaz del acero alrededor del cuerpo de carburo cementado, y además, fijando los botones al núcleo de acero por contracción o presión en frío.

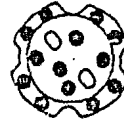


Fig. 8-14 Boca de botones.

Estas bocas se fabrican en tamaños desde 35 milímetros en adelante.

8.6.2 Bocas de Plaquitas.

Las bocas de plaquitas se suministran en una gran variedad de diseños y tamaños desde 35 milímetros en adelante. Estas pueden ser:

- Las bocas en cruz definen un ángulo de 90° entre insertos. Este tipo de bocas se utiliza mayormente en tamaños de hasta 57 mm; su afilado es muy sencillo debido a su forma simétrica.

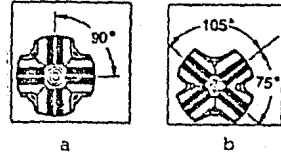


Fig. 8-15 a) Boca en cruz
b) Boca en X

- Las bocas en X definen ángulos de 75° y 105° entre insertos respectivamente. Se utilizan para grandes diámetros de perforación ($\geq 64\text{mm}$), con lo que se asegura el que los barrenos sean cilíndricos ya que en algunos casos las bocas en cruz tienden a producir ranuras que dan barrenos pentagonales.

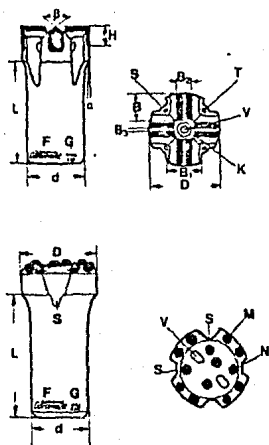


Fig. 8-16 Nomenclatura de las bocas de insertos y plaquitas.

- B Longitud del inserto
- B₁ Anchura del flanco.
- B₂ Anchura del inserto
- B₃ Anchura del filo de corte
- D Diámetro de la boca.
- d Diámetro del faldón
- F Marca de fábrica
- G Tipo de rosca, dimensión, designación y fecha de fabricación.
- H Altura del inserto
- K Dado central
- L Longitud del faldón
- M Botones periféricos. (de contorno)
- N Botones centrales
- S Ranuras para evacuación del detritus.
- T Orificio lateral de barrido
- V Orificio central de barrido
- a Angulo de conicidad (holgura)
- ß Angulo de incidencia

8.7 Brocas Espirales (Giratorias)

Estas brocas espirales, están formadas por una hélice colocada alrededor de una barra central; pueden ser cilíndricas o cónicas, los elementos de corte están constituidos por dientes o cuchillas de acero de alta resistencia en su extremo inferior, figura 8-17.

Estas brocas tienen una caja en donde penetra la punta del barretón o kelly para su acoplamiento, fijándose por un perno o seguro, también -- otras se acoplan por medio de su cuerda.

Las cónicas cuentan con tres conos; habiendo también de dos. Existen diferentes diseños de conos cortadores, de tal manera que cada tipo de cono está diseñado para perforar un material de cierta dureza, de acuerdo como ésta va aumentando, el diseño de los conos va aumentando el número de dientes y disminuyendo su tamaño.

Las brocas espirales cilíndricas se emplean en suelos preferentemente cohesivos que se encuentran arriba del nivel freático, mientras que las espirales cónicas son útiles en la perforación de suelos con presencia de boleos o como guía en terrenos duros.

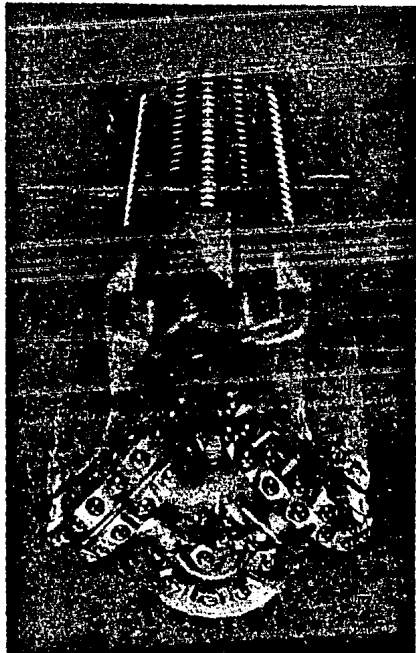
La rotación de la broca contra el fondo hace girar los conos, produciendo un desmenuzamiento y una trituración, y al mismo tiempo tallando y raspando.

En general, los dientes grandes y separados se usan para formaciones blandas, y el tamaño de los dientes se reduce progresivamente según vayan siendo más duras las rocas. Los dientes son de acero, a menudo recubiertos de carburo de tungsteno o con otro recubrimiento duro, excepto para las formaciones más duras en las que se emplean filos de puro carburo de tungsteno también las hay de botones, como la mostrada en la figura 8-18



Fig. 8-17 Broca giratoria de cuchillas.

Fig. 8-18 Broca giratoria de botones.



8.9 Coronas.

Existen dos tipos de coronas, las de prismas y las de diamantes. Estas coronas pueden ser ciegas o con perforación central para la extracción de núcleos.

8.8.1 Coronas de Prismas.

En estas coronas se emplea un material llamado "Widia" en forma de prismas hexagonales de 4 a 8 mm de diámetro y de unos 30 mm de largo, incrustados en una matriz de acero dulce en forma de corona. Estos prismas constituyen la parte cortante de la corona.

La Widia es un metal que representa una dureza y una gran resistencia al desgaste.

Su resistencia al desgaste, su débil resistencia al choque, y su precio de venta relativamente elevado hacen que la Widia no se emplee más que en las partes realmente activas de la corona.

Este material, tiene una dureza próxima a la del diamante, pero es mucho más barato, lo que permite reemplazar a éste en la perforación de rocas blandas.

Las coronas de prismas son de dos clases:

- a) Coronas delgadas, que llevan una sola fila de prismas, con una arista sobresaliendo ligeramente sobre las paredes exterior e interior de la matriz
- b) Coronas gruesas, con dos filas de prismas, una de ellas sobresaliendo sobre la pared exterior y la otra sobre la pared interior.

Estas aristas sobresalientes tienen por objeto mantener el diámetro de la perforación. Todos los filos de los prismas deben estar en el mismo plano, perpendicular al eje de la corona, para que todos los dientes puedan trabajar de la misma manera.

8.8.2 Coronas de Diamantes.

Al igual que las coronas de prismas, las coronas de diamantes pueden ser gruesas o delgadas. Según los casos se da a los bordes una forma plana o una sección en forma de medio o un cuarto de círculo.

Los diamantes que se utilizan, no son aptos para la joyería, los que se usan son los llamados diamantes industriales y son los siguientes:

- El carbono o diamante negro, de color muy oscuro o francamente negro, sin forma cristalina aparente o apariencia amorfa. Este diamante se destina únicamente a la industria, los primeros en usarse fueron los diamantes negros de Brasil, también se encuentra en Africa Ecuatorial Francesa.

- El ballas, esferoidal compuesto por un agregado de pequeños cristales que radian a partir de un centro. Se encuentra en Brasil y en Africa del Sur.

- El boart, formado por cristales interpenetrados en todos sentidos que constituyen una masa esferoidal erizada con picos y facetas. Son amarillos, y frágiles, a causa de su laminado por capas. Se encuentra en Africa del Sur, principalmente en el Congo.

Este material que se emplea en las coronas de perforación se elige por su justificada dureza, o sea que es el material más duro ya que ocupa el grado máximo en la escala de Mohs con el valor de 10.

Las coronas de diamantes se especifican de acuerdo con el número de diamantes, su colocación, su calidad y el kilataje total. El arreglo de los diamantes y su tamaño dan origen a numerosos tipos usados en diferentes circunstancias de perforación.

Estas coronas, cuando se desgastan los diamantes, pueden mandarse a reinsertar a las fábricas correspondientes o bien pueden ser vendidas por kilates contenidos.

El uso de coronas de diamantes industriales permite una gran variedad de diseño de las mismas y al elegirse se deben de tomar en cuenta las siguientes características:

- El número y tamaño de diamantes.
- La dureza de la matriz en la que se empotran los diamantes, y
- Forma, que básicamente puede ser escalonado o convencional.

Para tomar en cuenta lo anterior, existen tablas para poder determinar el tipo de broca, además de tomar la asesoría del fabricante para reducir las posibilidades de error, que siempre será costoso cuando no se hace una elección correcta.

8.8.2.1 Tamaño de los Diamantes.

El tamaño empleado de diamantes depende principalmente de las forma ciones a perforar, el cuidado del perforista y de las condiciones de la - perforación. Generalmente con diamantes pequeños se obtienen avances más - rápidos en formaciones duras y compactas, pero presentan el inconveniente_ de romperse más fácilmente en formaciones fracturadas, teniendo la tenden- cia de "embasarse" al trabajar en formaciones de consistencia muy suave y - adhesivas.

Los diamantes de mayor tamaño, permiten trabajar con más facilidad_ y ofrecen más resistencia a la rotura, al perforar formaciones duras frac- turadas, o en los casos en que no se pueden eliminar las vibraciones del va rillaje.

Los tamaños más comunes de las brocas de diamantes son:

Broca	Adema (Ø Ext.)	Diámetro exterior de la broca	Diámetro interior de la broca
EX	1 13/16"	1 15/32"	27/32"
AX	2 1/4"	1 7/8"	13/16"
BX	2 7/8"	2 11/32"	1 21/32"
NX	3 1/2"	2 61/64"	2 5/32"

Entre los tipos mas comunes de coronas de diamantes estan:

Corona tipo piloto

Corona tipo cóncava

Corona de tubería

Corona zapata

Escariador cónico

8.9 Bocas de Perforación Odex.

Son bocas de botones, pero de una forma muy especial, utilizadas - en la perforación de recubrimiento, por el Método de Perforación Odex, -

de ahí su nombre.

El Método Odex (Overburden Drilling By The Eccentri Method-Perforación de Recubrimiento por el Método Excéntrico) se basa en el método de perforación por escariado. El diseño de la boca, excéntrico, posibilita la inserción de tubería (entubación) dentro del barreno, al mismo tiempo que éste se perfora. Con dicho método se puede perforar en cualquier tipo de formaciones rocosas, incluso a través de bolos (canto rodados) y dentro del lecho de roca.

8.9.1 Método Odex.

8.9.1.1 Generalidades.

El término, perforación del recubrimiento, se utiliza para describir ciertas operaciones de perforación en arcillas, arenas, gravas, y como se mencionó en el párrafo anterior, en piedras o cantos rodados de diferentes tamaños. Dicho término también comprende la perforación en terrenos de relleno compactados, formados por tierras, arcilla, piedras, etc.

La perforación puede concluir dentro del recubrimiento, o atravesar éste y continuar a través de la roca sólida.

Para este tipo de perforaciones pueden utilizarse martillos en cabeza o martillos en fondo.

Para evitar el que se produzcan derrumbamientos en las paredes del barreno, al atravesar la capa de recubrimiento, se recurre a la entubación de dicho barreno que consiste en ir colocando tramos de tubería a medida que se avanza en la perforación. Después pueden sustituirse tales tuberías por tubos de plástico o mangueras.

8.9.1.2 Principio.

La boca, en este caso excéntrica, permite ir introduciendo tubos en el barreno al mismo tiempo que se va practicando éste. Durante la perforación, la boca escariadora va practicando un barreno de mayor diámetro, que el diámetro exterior del tubo. Cuando se ha alcanzado la profundidad requerida, el equipo gira en sentido contrario un par de revoluciones, de tal forma que la boca escariadora pierde su excentricidad y consecuentemente diámetro, con lo que la misma puede extraerse por el interior de la tubería de revestimiento, quedando esta última dentro del barreno. Si la perforación va a continuar y el terreno es ya rocosa, se sustituye la boca -

Odex por una boca ordinaria continuando con equipo para varillaje extensible o con equipo para martillo en fondo. En operaciones de prospección puede continuarse la perforación con equipos que incorporan corona de diamante.

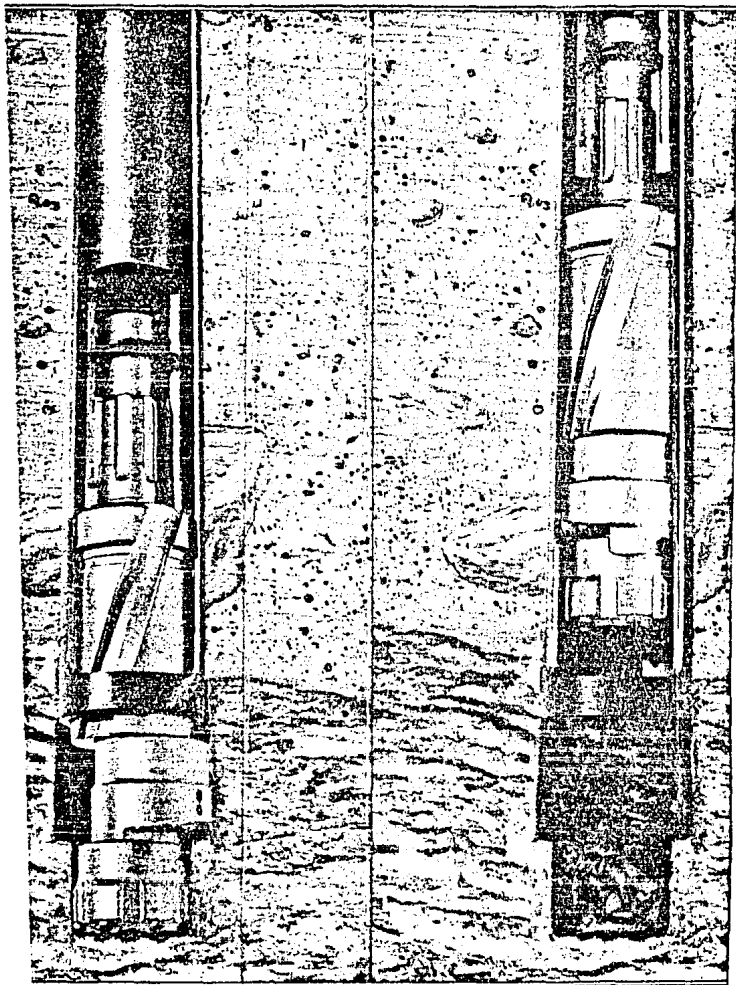


Fig. 8-19 Principio de funcionamiento del Método Odex.

A la izquierda: Perforación.

A la derecha: Extracción del equipo de perforación.

El Método Odex debe utilizarse cuando surgen algunas de las dificultades siguientes:

- Escasísima estabilidad de las paredes del barreno, necesitando en tubación continua.
- Terrenos pedregosos.
- Rocas sueltas.

El citado método ofrece evidentes ventajas; sin embargo, debe tenerse cierto cuidado a la hora de planificar su utilización. La perforación será inadecuada de no prestársele atención a los siguientes puntos:

- Elección correcta de los tubos de revestimiento (Diámetros interiores, exteriores y longitud)
- Soldadura (al utilizar tubos muy delgados).
- Barrido: Elección correcta del agente de barrido para la perforación en cuestión.
- Metodología de perforación.

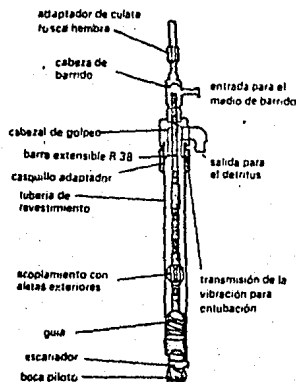


Fig. 8-20 Método Odex para perforación con martillo en cabeza.

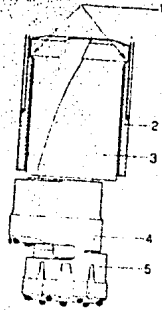


Fig. 8-21 Diseño de la boca escariadora del método Odex del tipo de botones

- | | |
|--------------------|----------------|
| 1. chaflán | 4. escariador |
| 2. tubo de la boca | 5. boca piloto |
| 3. guía | |



Fig. 8-22 Boca Odex del tipo de plaquitas.

8.10 Cabezas Escariadoras.

Tienen un forma como la mostrada en la figura 8-23, tienen un espaciador para las hileras de botones que son de metal duro (acero y carburo de tungsteno), en forma de cincel que se puede adaptar en los cortadores.

Se han desarrollado cabezas escariadoras que están divididas en segmentos, los cuales son desmontables durante el transporte y se montan fácilmente en las obras, se adaptan a las contrapoceras, los componentes intercambiables de este sistema son: Cabezas básicas de diferentes diámetros, ejes para taladros guía con distintos diámetros, soportes y cortadores.- Los soportes y los cortadores tienen el mismo diseño en todas las cabezas escariadoras.

Existen en los diámetros de 950 a 3,800 mm (3.1- 12.5 pies), se pueden fabricar cabezas de diseño especial que sean apropiadas para cualquier encargo.

En la figura 8-24 se puede apreciar el cabezal rimador para contrapozos que representa el más grande que se ha producido; pesa alrededor de 50 toneladas y tiene un diámetro de 6.30 metros y en las figuras 8-25, -- 8-26 y 8-27 se muestran algunos de los diseños de cabezas escariadoras.

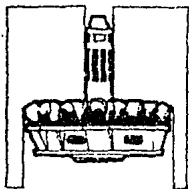


Fig. 8-23 Cabeza escariadora en la forma clásica de perforación vertical

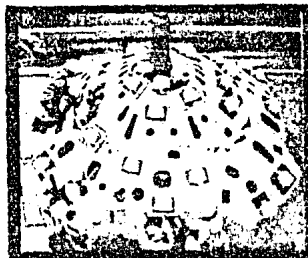


Fig. 8-24 Cabeza escariadora de 6,30 metros que es la más grande que se ha construido.

2440 - 3720 mm
96" - 146"

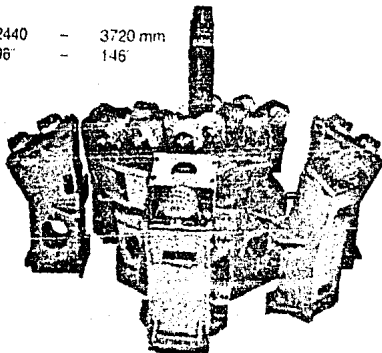


Fig. 8-25

3130 - 3824 mm
123 - 150"

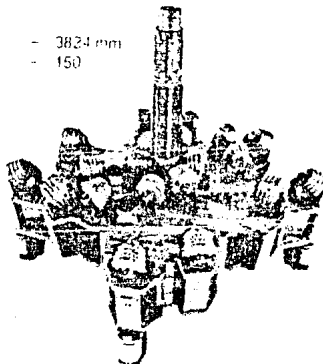


Fig. 8-26

950 mm 1060 mm
37 3/4" 41 3/4"

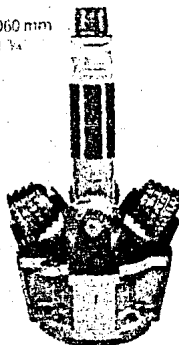


Fig. 8-27 Las figuras 8-25, 8-26 y 8-27 muestran diferentes tipos de cabezas escariadoras.

8.11 Perforadoras Dentro - del - Barreno.

8.11.1 Método Dentro- del - Barreno

La perforadora funciona en el fondo del barreno y el movimiento del pistón se transmite directamente a la boca.

El método dentro- del - barreno tiene muchos campos de aplicación- diferentes. Además de la perforación de banqueo, las perforadoras dentro- del - barreno se utilizan en la perforación de pozos de agua, de agujeros- para ventilación, de agujeros de paso para conducciones distintos tipos y de otros agujeros largos o gruesos que hayan de ser especialmente recti- líneas y precisos.

En el laboreo subterráneo, estas perforadoras se emplean para los - barrenos de franqueo en la perforación de galerías y de túneles, y en la - perforación de agujeros para ventilación y desagüe. Los residuos de la per- foración son aglutinados y arrastrados por el barrido con agua y con una - mezcla de espuma que se añaden al aire de funcionamiento de la perforadora.

Las figuras 8-28 y 8-29 muestran unas formas y tamaños de este tipo- de perforadoras, la parte delantera de la perforadora está formada por la boca, el portaboca y el anillo de tope; todo el conjunto está enroscado - en el tubo exterior. El portaboca transmite el movimiento de rotación a la boca mediante unas fuertes ranuras, y el anillo de tope impide la caída de la boca. Este diseño proporciona una sencilla, pero fuerte, sujeción a la boca.

La parte delantera del portaboca tiene un revestimiento resistente- al desgaste que proporciona una buena protección contra el fuerte chorro - de residuos de perforación.

En las perforadoras dentro-del-barreno, la perforadora y la boca - constituyen una unidad. El tubo exterior de la perforadora está fabricado_ con un acero muy resistente al desgaste para poder soportar grandes esfuer- zos, en especial al perforar en rocas muy abrasivas, lo que garantiza una- gran duración en servicio.

El aire de escape se ve obligado a bajar por el tubo central hasta_ llegar a la boca y penetra en el barreno como aire de barrido. El barrido- central hace que la boca se refrigere eficazmente y que el fondo del barre no quede libre de residuos, dos aspectos de igual importancia para obtener

largos intervalos entre afilados y larga duración de las bocas.

Los tubos rígidos de perforación y el buen guionaje entre la perforadora dentro-del-barreno y las paredes del mismo permiten a la máquina - perforar barrenos rectos aunque la roca tenga fisuras o haya sido perturbada por las explosiones. De esta forma se reducen al mínimo los riesgos de desviación.

En las perforadoras dentro-del-barreno la velocidad de penetración depende tanto de la profundidad del barreno como en las perforadoras - convencionales, lo que presenta especial importancia en el caso de barrenos profundos. Como se mencionó antes, la perforadora funciona en el fondo del barreno, por eso las pérdidas de energía son mínimas y el nivel sonoro es también notablemente menor porque el ruido se genera debajo de la superficie y en su mayor parte es amortiguado antes de llegar al exterior.

A veces puede ser difícil atravesar formaciones duras con una perforadora rotativa de tipo convencional. Para no retrasar el trabajo se puede pasar a utilizar una perforadora dentro-del-barreno, la cual, en la mayoría de los casos, puede instalarse directamente en los tubos de perforación del equipo rotativo.

En la figura 8-30 se muestra una sección longitudinal de una perforadora dentro-del-barreno.



Fig. 8-28 Perforadora dentro-del-barreno

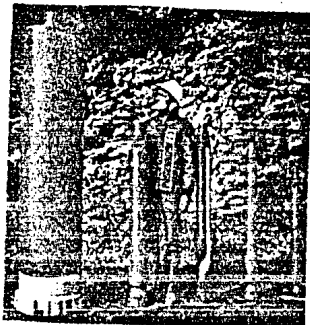


Fig. 8-29 Diversos tamaños de perforadoras dentro-del-barreno.



Fig. 8-30 Corte de una perforadora dentro-del-barreno.

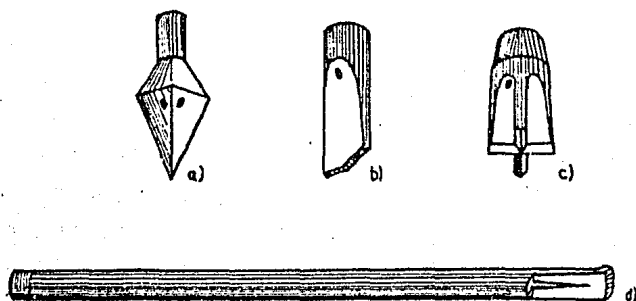
8.12 Trépanos.

Son herramientas de acero de gran peso que trabajan a percusión de jándolas caer libremente desde cierta altura, y que están destinadas a ejecutar la perforación. Existen varios tipos y tamaños que se emplean de acuerdo a los problemas específicos de cada caso; siendo estos;

- Estandar
- Regular o California.
- De Cruz o Estrella
- Torcido, etc.

El trépano Estandar y Regular, son los de uso más común y se emplean para cortar formaciones suaves o duras. Es Regular cuando su diámetro es menor de 8" (203mm) y California cuando es mayor. El trépano de Cruz o Estrella, se usa para suelos rocosos que contengan grietas que puedan desviar la herramienta de la vertical.

El trépano Torcido, es un trépano California con cuerpo en forma de espiral; de acuerdo a sus características se pueden hacer barrenos más derechos. Cuando se trata de perforar terrenos muy duros o rocosos se emplean trépanos de acero especial, en la figura 8-31 se muestran algunos tipos de trépanos.



- a) Punta (suelos suaves)
- b) Cincel (suelos duros)
- c) Cruz (cantos rodados y gravas)
- d) Barretón

Fig. 8-31 Trépanos para hincado a percusión.

8.13 Aspectos Económicos sobre el Acero de Perforación.

Para lograr una buena economía de la perforación o sea un bajo costo por volumen de roca disparada, o número de barrenos, se deben de tomar en cuenta dos parámetros en cuanto al acero de perforación:

- El costo de adquisición, y
- El costo de utilización.

En el costo de utilización se debe tomar en cuenta los costos de transporte, mantenimiento, reafilados y manejo, además del costo por tiempo perdido por acero de perforación, como puede ser la rotura inesperada, etc.

También el costo de perforación está directamente afectado por la vida útil del acero de perforación, ésta varía considerablemente de acuerdo con las condiciones de perforación y de los diferentes tipos de roca. La vida útil del acero de perforación, se expresa en metros de perforación y debe de estar equilibrada entre la parte de acero y la parte de metal duro además de que el acero debe presentar una alta y uniforme resistencia al desgaste y a la fatiga.

Estos parámetros son de mucha importancia y la relación que existe entre el costo de adquisición y el costo de utilización es variable en cada sitio de trabajo.

También se debe de tomar en cuenta la calidad de los aceros de perforación y los factores que deben de tomarse en cuenta son:

- Fiabilidad
- Vida útil
- Manejo
- Barrido
- Rectitud
- Desgaste

Aparte de que los fabricantes pueden producir aceros de alta calidad cambiando características de los productos según los requerimientos de las diferentes aplicaciones ya que dichos fabricantes se encuentran en constante investigación para mejorar sus productos.

CAPITULO IX

EQUIPOS NEUMATICOS AUXILIARES.

9.1 Conductores de Aire Comprimido.

Como se mencionó antes en el capítulo II, el aire comprimido necesita ser transportado desde su producción hasta su utilización y esto se hace por medio de mangueras o tramos de tubería con conectores.

9.1.1 Tubos Metálicos.

Las tuberías metálicas para el aire comprimido son tubos ordinarios de acoplamiento rápido de tipo ligero o pesado. Los tubos deberán tener un diámetro cuando menos igual al tubo de descarga del depósito de aire comprimido, o de un tamaño mayor.

Las líneas de tubo son útiles para distancias largas, sin flexibilidad y movimiento durante su utilización.

Además de los tubos, de acuerdo a las necesidades de instala -
ción; se llevan codos, piezas de unión, pieza T, reducciones, válvu -
las y cuando tienen que conectarse varias tuberías de trabajo a un de
pósito de alimentación, se utilizan múltiples.

En instalaciones permanentes o en aquellas que durarán mucho -
tiempo, conviene hacer las conexiones de los tubos por medio de solda
dura con la finalidad de reducir al mínimo las pérdidas de aire debi -
das a fugas; sin embargo, en las operaciones de construcción, por lo
general conviene emplear otro tipo de conexiones flexibles que puedan
ser fácil y rápidamente montadas y desmanteladas. El sistema más sim -
ple y empleado es el de conexiones de cople automático con clema o -
bridas dotadas de empaques de hule.

En líneas que constantemente se están montando y desmontando, re
como en algunos frentes de excavaciones con empleo de explosivos, re
sultan más convenientes, los coples con clema; en instalaciones más -
permanentes convienen los coples con brida o con pernos de ajuste.

9.1.2 Mangueras.

Las mangueras pueden ser de hule y fibra como el rayón, el hu
le debe ser neopreno u otro material resistente al aceite. La mayo -
ría de las mangueras tienen de tres hasta siete capas, o de uno a -
tres forros trenzados. A veces son de tela engomada reforzadas con -
espirales de acero. Se unen entre sí y a otras unidades por medio de
acoplamientos de rosca de cuarto de vuelta, o de enchufes de resorte.

Las mangueras son útiles para distancias cortas, con flexibi -

lidad de movimiento, generalmente se utilizan para conexiones entre el depósito de aire comprimido, o las tuberías y las herramientas.

9.2 Pérdida de Presión Neumática en las Tuberías o Mangueras.

Generalmente, el equipo neumático para operaciones de construcción está diseñado para trabajar a una presión óptima de 6 atmósferas (85 PSI); cuando la presión del aire suministrado a una máquina es mayor de lo antes señalado, se incrementa ligeramente la eficiencia de la máquina, empero, aumenta el consumo de aire de la misma; por otra parte, cuando la presión resulta inferior a 85 libras por pulgada cuadrada, la eficiencia decrece rápidamente en proporción a la presión, en tanto que, el consumo de aire disminuye, aunque tal reducción en ningún caso compensa las pérdidas de eficiencia, pues con ella no solamente disminuyen los rendimientos de un motor neumático, sino incluso, y lo que es más grave se acelera el deterioro de muchas de sus partes, como en el caso de las perforadoras neumáticas, que al no operar a presiones correctas aceleran el desgaste de las brocas de barrenación.

Tomando en cuenta lo anterior, se deben de conocer las presiones necesarias para un caso específico, determinando las pérdidas de presión.

Al pasar el aire comprimido por los conductos, sufre una caída de presión debida a la resistencia de rozamiento que estos oponen a su paso. Generalmente se debe mantener ésta caída de presión a un máximo de cinco por ciento.

Una de las causas de que las tuberías sean útiles en distancias largas y las mangueras en distancias cortas, es que las mangueras originan una caída de presión mucho mayor que las tuberías de diámetro comparable y de igual longitud.

Esto se debe a la clase de material de revestimiento y a las curvaturas inevitables de las mangueras. Por eso es recomendable no utilizar una manguera de mayor longitud que la necesaria, para lograr flexibilidad de operación de las herramientas.

Debe tenerse en cuenta que la pérdida de presión en los conductos de aire comprimido es directamente proporcional a la longitud equivalente de tubería o manguera, e inversamente proporcional al diámetro del conducto.

La caída de presión en los conductos de aire comprimido depende de:

- a) Del volumen de aire que circula.
- b) De la presión del aire a la entrada del conducto
- c) Del diámetro y longitud del conducto.
- d) De los cambios de dirección y tipo de conexiones empleadas.- (para el caso de tuberías).

A fin de mantener dentro de límites tolerables y económicas - las caídas de presión en las líneas y sistemas de conducción, partiendo por supuesto de la premisa de que las unidades de compresión suministran el aire a una magnitud apropiada, las tuberías y mangueras deberán ser seleccionadas en diámetros adecuados; puesto que er tanto mayores sean los diámetros de los conductos, mayor será su precio, y por otra parte, en tanto menores sean los diámetros, mayores serán las caídas de presión, las que eventualmente podrán ser compensadas sobrecargando los compresores al hacerlos trabajar a mayor velocidad, lo que - obviamente no siempre es aconsejable.

Frecuentemente uno de los factores que más contribuyen a las caídas de presión y a un elevado costo de aire de operación en los sistemas de conducción de aire comprimido, se deriva de las fugas de aire - en las conexiones y deterioros del sistema.

Para calcular las pérdidas de presión generalmente se utilizan - ábacos (nomogramas), como el de la figura 9-1 con el que se pueden calcular, bién sea la pérdida de presión, cuando se conozcan, los datos - restantes; o bién, el diámetro de la tubería.

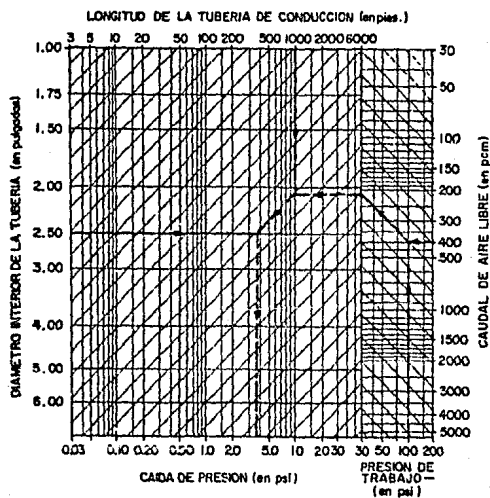


Fig. 9-1 Nomograma para calcular los diámetros de las tuberías de conducción de aire comprimido y sus caídas de presión.













Elemento de conexión		Diámetro interior de la tubería, en mm.										
		25	40	50	80	100	125	150	200	250	300	400
Válvula de compuerta totalmente abierta semicerrada		0.3 5	0.5 8	0.6 10	1.0 16	1.3 20	1.6 25	1.9 30	2.6 40	3.2 50	3.9 60	5.2 80
Válvula de diafragma totalmente abierta		1.5	2.5	3.0	4.5	6	8	10	-	-	-	-
Válvula ecodada totalmente abierta		4	6	7	12	15	18	22	30	36	-	-
Válvula esférica totalmente abierta		7.5	12	15	24	30	36	45	60	-	-	-
Válvula de no retorno pivotante totalmente abierta		2.0	3.2	4.0	6.4	6.0	10	12	16	20	24	32
Codo R = 2d		0.3	0.5	0.6	1.0	1.2	1.5	1.8	2.4	3.0	3.6	4.8
Codo R = d		0.4	0.6	0.8	1.3	1.6	2.0	2.4	3.2	4.0	4.8	6.4
Codo aoplete, 90°		1.5	2.4	3.0	4.8	6.0	7.5	9	12	15	18	24
Té, salida en línea		0.5	0.8	1.0	1.6	2.0	2.5	3	4	5	6	8
Té, salida angular		1.5	2.4	3.0	4.8	6.0	7.5	9	12	15	18	24
Reducción		0.5	0.7	1.0	2.0	2.5	3.1	3.6	4.8	6.0	7.2	9.6

Tabla 9-1 Longitud de tubería equivalente en m.

EJEMPLO N^o 1

Determinar la caída de presión en una tubería de 2 1/2 pulgadas de diámetro, por la cual se conduce a un caudal de 400 pies cúbicos por minuto, de aire a una presión de 100 PSI. La distancia desde el compresor hasta el punto de utilización es de 1000 pies.

En el nomograma de la figura 9-1, partimos de un caudal de 400 PCM. En la escala extrema derecha, trazando una línea horizontal hasta intersectar la proyección vertical correspondiente a una presión de trabajo de 100 PSI. A partir de la intersección se continúa con una línea inclinada auxiliar hasta intersectar la línea gruesa vertical que delimita las escalas. A partir de éste último punto se traza una línea horizontal hasta intersectar la vertical proyectada desde el valor correspondiente a 1000 pies de tubería en la escala superior, continuando con una línea inclinada auxiliar hasta intersectar la línea horizontal trazada desde la escala extrema izquierda, a partir del valor correspondiente a un diámetro de tubería de 2.50 pulgadas. Finalmente, se baja una vertical hasta la escala inferior correspondiente a la "Escala de Caída de Presión", obteniéndose una caída de 4 PSI aproximadamente.

EJEMPLO N^o 2

Una tubería de 2 pulgadas con conexiones atornilladas se utiliza para transmitir 300 pies cúbicos por minuto de aire libre a una presión inicial de 110 PSI. La línea de tubería incluye lo siguiente:

- 400 Pies de tubo.
- 2 Válvulas de compuerta, totalmente abiertas.
- 4 Codos inglete, 90°

Determine la pérdida de presión a través de este tubo.

Solución

De la tabla 9-1 se tiene la equivalencia en longitud de las piezas especiales.

1 Válvula de compuerta = 0.60 m = 1.96 pies
totalmente abierta

1 Codo inglete, 90° = 3.0 m = 9.84 pies

2 Válvulas = 1.96 x 2 = 3.92 pies

4 Codos inglete = 9.84 x 4 = 39.36 pies

Longitud total de tubo:

$400 + 3.92 + 39.36 = 443.28$ pies

Del nomograma de la figura 9-1 se obtiene una caída de presión de 3 PSI aproximadamente.

9.3 Selección y Cálculo de los Conductos de Aire Comprimido.

Las dimensiones de los conductos de aire comprimido dependen de la cantidad de aire que circulará por ellos, por su longitud y por la pérdida de presión que resulte admisible en el lugar de aplicación.

El cálculo de los diámetros y longitudes de las tuberías y mangueras es similar, y se debe tener en cuenta las temperaturas, las rugosidades y las resistencias que ofrecen al paso de la corriente de aire comprimido, las guarniciones y piezas complementarias.

En el caso de tuberías, para poder hacer los cálculos de las pérdidas de presión en las piezas de unión, se acostumbra convertir las conexiones a una longitud equivalente de tubo nominal, con el mismo diámetro (tab.9-1), así esta longitud calculada de la equivalencia de las conexiones, se suma a la longitud real del tubo para así determinar las pérdidas de presión en estos conductos.

Para seleccionar el tamaño de una línea de alimentación de aire comprimido se deben de tomar en cuenta, además de los ya mencionados, otros factores como son; el proporcionar el aire comprimido a la presión requerida y proporcionar energía a través de aire comprimido, al menor costo total, tomándose en cuenta el costo del tubo, y el costo de producción que se obtenga del equipo utilizado.

Esto es un problema de economía ya que se trata de seleccionar una línea más óptima considerando estos factores, además del tipo y duración de la obra.

Calcular el diámetro adecuado de tubo para transmitir 250 pies cúbico por minuto en una longitud de 1000 pies, de tal manera que la caída de presión máxima sea de 5 PSI, la presión manométrica inicial es de 100 PSI.

Datos:

Longitud de tubo = 1000 pies

Caudal de aire = 250 pies cúbicos por minuto.

Pérdida de presión.

Máxima aceptable = 5 PSI

Presión Manométrica inicial = 100 PSI

Solución; del nomograma de la figura 9-1 se tiene un diámetro de 2 pulgadas.

9.4 Lubricantes de Línea (aceiteras)

La mayor parte de las perforadoras neumáticas están equipadas con sistemas para aceitar, alimentados por pequeños depósitos que lleva la misma herramienta. Sin embargo, éstos a menudo se descuidan, necesitan una atención frecuente, y pueden no funcionar satisfactoriamente en una herramienta gastada.

Es por eso que se les acopla una aceitera de tubería, que lleva un depósito que descarga en la corriente de aire por una válvula de aguja. El aceite entra en forma de rocío y el aire comprimido lo transporta a la herramienta manteniéndola lubricada. El aceite se alimenta solamente cuando hay presión en la tubería o manguera.

Algunas aceiteras trabajan en cualquier posición mientras que otras deben quedar derechas. Deben colocarse siempre en la tubería de manera que el aire se mueva en dirección de la flecha grabada en la caja.

La manguera entre la aceitera y la herramienta debe ser resistente al aceite y de una longitud suficiente que permita el fácil manejo de las herramientas, la figura 9-2 muestra los tipos de lubricadores de línea.

9.5 Colectores de Polvo.

Los golpes dados por las perforadoras rompen las rocas en fragmen

tos, arena y polvo fino que generalmente arrastra una corriente de aire que baja por la barrena, a través de agujeros que tienen las brocas y sube por el barrenado alrededor de las barrenas, formando una nube de polvo, que es antihigiénico respirarlo excesivamente.

Es por eso que existen unos aditamentos que sirven para que el polvo que se forma en los trabajos de perforación sea separado por medio de trampas y/o filtros.

Estos colectores pueden ser movidos por aire comprimido o por electricidad y se conectan por medio de una manguera flexible a un separador primario y luego a una campana que se coloca sobre el barrenado que se está perforando. La unidad se puede transportar o montarse en un carro de mano, Los tamaños mayores pueden estar montados en patines, en camiones, o ser estacionarios con tuberías a la zona de trabajo.

En la actualidad existen perforadoras que tienen el colector de polvo integrado.

Los separadores no tienen una eficiencia del 100%, pero sirven para reducir el polvo a proporciones tolerables. La inyección de una pequeña cantidad de agua a la corriente de aire que va a la perforadora mejora la separación, en la figura 9-3 aparece una perforadora sobre orugas, donde se puede apreciar el colector de polvo directamente en el sitio de la perforación.

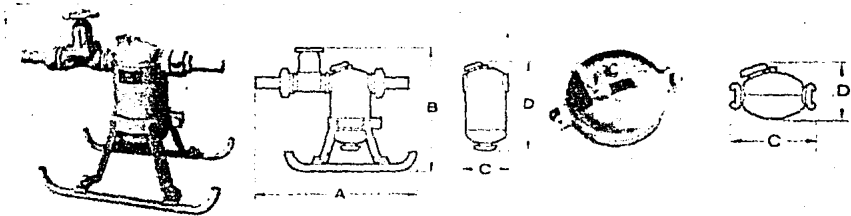


Fig. 9-2 Tipos de lubricantes de línea

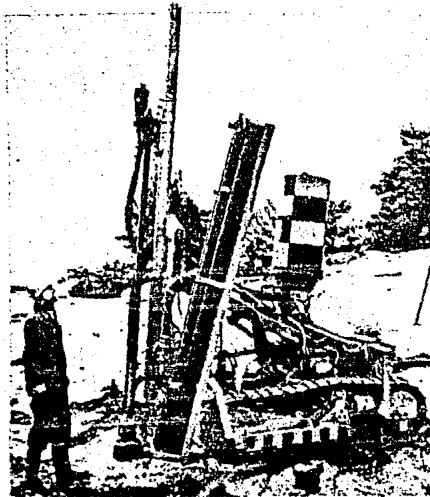


Fig. 9-3 En esta perforadora montada sobre orugas, se puede apreciar el colector de polvo, así como la campana y su manguera.

9.6 Carretes.

Son semejantes a los utilizados para guardar las mangueras de jardín, y se utilizan generalmente para guardar las mangueras de aire comprimido. A veces se pueden utilizar sin necesidad de desenredarlas completamente del carrete, dejando el principio de la manguera descubierta para conectarse al depósito de aire comprimido.

Es más cómodo cuando el carrete es conectado permanentemente y montado en el compresor, cuando no es posible esto, las mangueras pueden enrollarse alrededor del compresor o en cajas de herramientas.

Este es un buen sistema ya que de esta forma se mantienen lejos del contacto de objetos filosos o pesados y se evitan los dobleces.

C O N C L U S I O N E S

Este trabajo, abarca la mayor parte del equipo de barrenación sin profundizar demasiado en la descripción detallada de las partes esenciales de las herramientas, pero se exponen los aspectos teóricos generales, como es el caso de los compresores, y reúne partes muy importantes que son conocidas en otros campos, como son la minería y la explotación del petróleo, como lo es en el caso de los diamantes que se utilizan en las brocas, ya que la mayor parte de los tratados de maquinaria de construcción lo tratan en forma muy reducida.

La clasificación que se ha presentado es de acuerdo a la forma específica de su montaje para la perforación, pero también tienen diferente clasificación que depende de su tamaño y aplicación así como de la cantidad de equipos y accesorios que presenten.

En general todas las perforadoras, desde el más pequeño aparato de fácil manejo, hasta las grandes y complicadas máquinas de perforación, son herramientas formadas por un mecanismo apropiado para producir los efectos de percusión y/o rotación.

Por lo tanto se puede concluir que el equipo de barrenación es una parte vital en el campo de la construcción que es el área de la ingeniería civil donde se encuentra la aplicación de dicho equipo, ya sea primeramente para la exploración del suelo por medio de sondeos y posteriormente para el hincado de pilotes en cimentaciones, en la barrenación para voladuras en canteras, en la construcción de carreteras, vías férreas y en diversas obras donde se presenten problemas similares; así como en las grandes obras de construcción pesada como son los proyectos hidroeléctricos etc. y en demoliciones en general.

Para el mejor aprovechamiento de estos equipos es necesario conocer bien el manejo de dichas herramientas, contar con el personal altamente calificado para la operación y un buen mantenimiento de las mismas y los equipos complementarios.

Por ejemplo, los compresores requieren de un mantenimiento constante para tener la seguridad de que el aire está limpio y también que el aceite está también limpio y que sea de la viscosidad recomendada -

por el fabricante.

Las perforadoras se construyen de aceros especiales y todas sus piezas están trabajadas con mucha precisión, cuentan con partes muy delicadas que si no se revisan con frecuencia pueden sufrir averías que se podrían haber prevenido.

Las herramientas de ataque son las piezas que sufren las mayores consecuencias de una mala utilización ya que se debe de seleccionar la herramienta adecuada para cada trabajo, y tener una vigilancia continua, se puede decir que la vida máxima de una broca se consigue previniendo la rotura prematura o desgaste de sus partes activas, observando una buena manipulación de la misma y reafilándola a su debido tiempo.

A parte de conocer lo anterior es necesario para hacer la selección de un equipo determinado, conocer los métodos de perforación donde pueden incluirse estas herramientas, así como hacer los análisis comparativos para una adecuada selección. Cuenta bastante la experiencia del ingeniero civil en los trabajos donde éste equipo actúa pero debe de estar en constante actualización y esto se logra consultando directamente al fabricante de estos equipos, quienes proporcionan información detallada de las características especiales y las innovaciones que en ellos se generan, aunque dicha información es generalmente con fines comerciales nunca deja de ser provechosa al momento de tomar una decisión.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Dispositivos Neumáticos
Introducción y Fundamentos.
W. Deppert
K. Stoll
Boixarev Editores
Séptima Reimpresión
Barcelona, España 1978
- 2.- Manual sobre el Cálculo de Precios Unitarios
de Trabajos de Construcción.
TOMO III
Características del Equipo de Construcción
de Terracerías (continuación)
Secretaría de Recursos Hidráulicos
Primera Edición
México, D.F. 1963
- 3.- La Obra
TOMO II
Material de Transporte, Máquinas y Equipos
Especiales, Organización y Control de Obras.
Jean Linger
Editores Técnicos Asociados, S.A.
Primera Edición
Barcelona, España 1973
- 4.- Maquinaria para Construcción
David A. Day, P.E.
Editorial Limusa, S.A.
Primera Edición
México, 1978
- 5.- Métodos, Planeamientos y Equipos de Construcción
R.L. Peurifoy
Editorial Diana
Décima Impresión
México, 1975

6.- Explotación de Minas

TOMO I

Trabajos Mineros

V. Vidal

Traducido por Agustín García González

Ediciones Omega, S.A.

Tercera Edición

Barcelona, España 1966

7.- Perforación de Pozos para Agua

Ing. Andrés Bentón Cuellar

División de Educación Continua

Facultad de Ingeniería

U . N . A . M .

Septiembre 1983

8.- Breve Descripción del Equipo Usual de Construcción

Apuntes del Curso Construcción I

Facultad de Ingeniería

U . N . A . M .

9.- Manual Atlas Copco.

Cuarta Edición

10.- Revista Aire Comprimido

Atlas Copco

Marzo de 1982 y marzo de 1983