

137  
26  
y



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PERFORADORAS Y ACCESORIOS**

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

LUIS ENRIQUE RODRIGUEZ G.



## **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

	I N T R O D U C C I O N	1
CAPITULO I	DESCRIPCION DE EQUIPOS DE PERFORACION	2
CAPITULO II	ACCESORIOS Y COMPRESORES	20
CAPITULO III	SELECCION DE PERFORADORAS	46
CAPITULO IV	RENDIMIENTOS Y COSTOS	51
CAPITULO V	APLICACIONES DE LAS PERFORADORAS	87
CAPITULO VI	MANTENIMIENTO	93
CAPITULO VII	CONCLUSIONES	116
	B I B L I O G R A F I A	117

## I N T R O D U C C I O N

Dentro de la profesión de Ingeniero Civil, ocupa un lugar preponderante la construcción. En la gran mayoría de los proyectos de construcción, el uso de maquinaria es un elemento esencial, ya que gracias a él, se facilitan los trabajos y se realizan en menos tiempo obteniéndose así, mejores rendimientos y menor costo.

Dentro de los equipos de construcción, tenemos las perforadoras, que como su nombre lo indica, están diseñadas exclusivamente para trabajos de perforación, barrenación y demolición, las cuales, existen en una gran variedad de formas, tamaños y cuentan con una aplicación muy importante en el campo de la construcción.

En general, las perforadoras que van desde el 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 de rotación de la barrena, que accionada mediante un motor de gasolina, diesel, eléctrico, o bien por un compresor, va provista normalmente de una broca en su extremo de ataque o terminada en punta.

El trabajo que a continuación se presenta, tiene la finalidad de dar a conocer una manera detallada, la gran variedad de equipos de perforación, así como los accesorios necesarios para el funcionamiento de éstos, primeramente se realizará una descripción general de los tipos de perforadora que se encuentran en el mercado nacional, como también de los compresores y accesorios que la complementa. En los capítulos siguientes, se determinará la forma de selección de estos equipos, costos de operación, rendimientos y por último directrices sobre aplicaciones y mantenimiento en general.

La recopilación que se ha realizado en este trabajo, tiene la finalidad de dar a conocer las características de uno de los equipos necesarios para la construcción, que sirva como información a los Ingenieros y/o futuros Ingenieros.

## CAPITULO I

## DESCRIPCION DE EQUIPOS DE PERFORACION

## ORIGEN.

En épocas pasadas se perforaba a través de materiales terrosos, aplicando los métodos manuales más rudimentarios. Al principio, se hacían agujeros en la roca mediante cercetas o brocas de varias formas y otras herramientas afiladas de uso manual, introduciendo en ellas, cuñas de madera y mojàndolas dentro de los agujeros y las grietas naturales, para partir la roca en pedazos. Los métodos de excavación cambiaron algo cuando se descubrió que las rocas se rompen más fácilmente si se secan y se someten a fuertes cambios de temperatura. El método que se intentó con este descubrimiento, fue el fuego, es decir, consistía en hacer una hoguera, junto a la roca que se trataba de excavar, este método se utilizó hasta el siglo XIX, cuando fue sustituido por el método de barrenación y voladura. Al principio se hacía la barrenación mediante cinceles de acero y martillo de mano, haciendo penetrar los cinceles en la roca. A principios del siglo XX, comenzó a hacerse la perforación mediante herramientas guiadas a mano, pero accionadas por potencia mecánica. Las perforadoras accionadas por aire comprimido fueron la primera forma de equipo que se usó para la perforación.

## CLASIFICACION.

Las máquinas perforadoras, son equipos que producen efectos de percusión y de rotación, presentan una gran cantidad de equipos y accesorios, se clasifican de acuerdo al tipo y tamaño:

1. UTILES DE PERFORACION MANUAL.
2. PISTOLA O MARTILLO DE BARRENACION.
3. PIERNA NEUMATICA.
4. PERFORADORA DE CARRETILLA.
5. PERFORADO SOBRE ORUGAS.
6. PERFORADORA JUMBO.
7. PERFORADORA PORTATIL DE TORRE.
8. PERFORADORA PARA TUNELES.
9. PERFORADORAS GIRATORIAS.

### 1. UTILES DE PERFORACION MANUAL.

Como útiles manuales, tenemos los que se utilizan para realizar agujeros verticales, como es el caso de la barra de mina, que es una barra de acero de 1.50 a 3.00 mts. de longitud y de 0.30 a 0.40 mts. de diámetro terminada por un borde cortante templado en ambos extremos.

Para agujeros horizontales o inclinados, se utilizan punteros de acero que son barras de sección circular hexagonales de 0.50 a 1.00 mts. de longitud y 0.20 mts. de diámetro terminados en corte templado, sobre los cuales se golpea con una maza, haciéndolas girar ligeramente a cada golpe, para evitar acuñarla y lograr un agujero bien circular.



## 2. PISTOLA O MARTILLO DE BARRENACION.

A este equipo también se le conoce con el nombre de pistola demoledora o martillo neumático, estos martillos, dan a la barrena dos tipos de movimiento; un movimiento de rotación y otro de percusión, la relación entre ambos movimientos, debe variar de acuerdo con la naturaleza de la roca y es necesario elegirla con cuidado en cada caso si se quiere obtener el rendimiento óptimo. Están diseñadas apropiadamente en peso y volumen para ser manipuladas por un hombre.

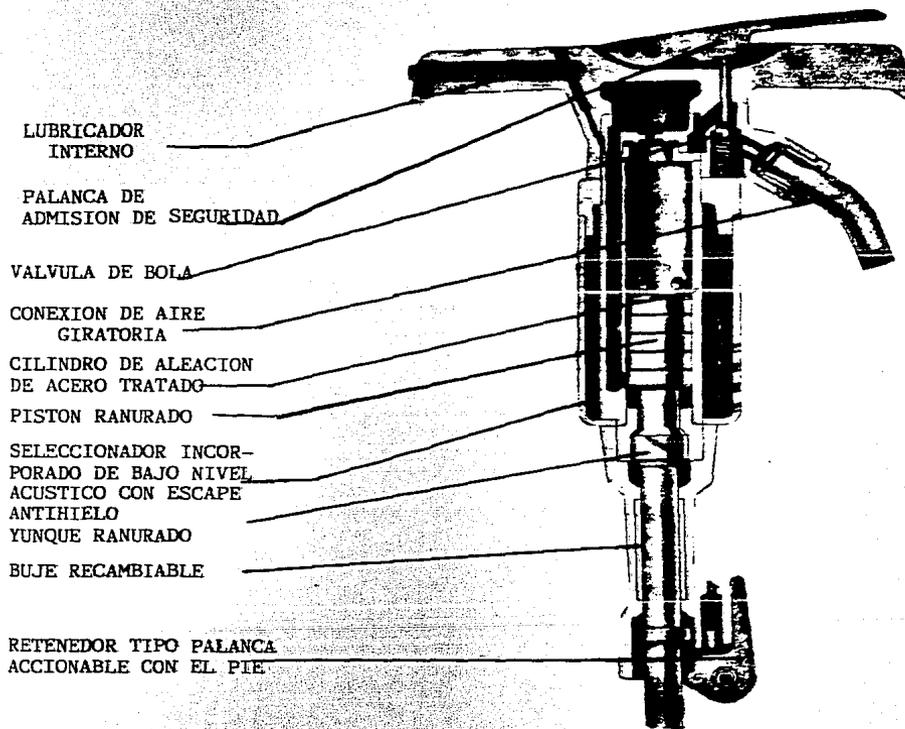
Los martillos que producen los efectos de rotación están contruidos por tres partes principales, que son el extremo superior o cabeza trasera, el cilindro y la cabeza delantera, que están labrados con precisión para acoplarse sin empaques, y se mantienen unidas por un par de pernos de acero de aleación llamadas varillas para armar. El aire llega a la perforadora, por una manguera flexible y a través de un tubo metálico curvo, que tiene una conexión giratoria con la cabeza trasera y la válvula de operación, esta válvula puede cerrarse o abrirse completamente y dejarse en posiciones intermedias para poder regular la velocidad del funcionamiento de la perforadora.

El funcionamiento de estos martillos es a través de un pistón que se mueve rápidamente hacia arriba y hacia abajo, accionado por aire comprimido, en este movimiento su vástago golpea el extremo superior de la barrena, que se mantiene unido por el cilindro, la barra estriada, el cojinete de vástago y el portabarrena. La barra estriada tiene sus estrias ligeramente inclinadas con relación a su eje, las cuatro uñas en su extremo superior le permiten girar en dirección de la inclinación de las estrias. La tuerca de la barra estriada en la cabeza del pistón lleva estrias que corresponden a las de la barra, y al moverse el pistón hacia arriba, las ranuras de la tuerca producen una fuerza de torsión en la barra estriada y en el pistón, la barra estriada está sujeta por un trinquete, por lo tanto, el pistón es el que gira y en el regreso del pistón, la barra estriada gira teniendo menos resistencia a la rotación que el pistón que empuja directamente hacia abajo, la rotación de la barrena es transmitida por el vástago del pistón por las partes del porta herramientas.

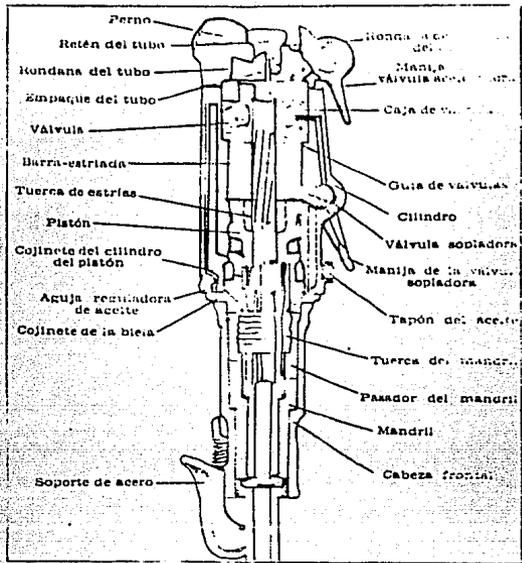
Los martillos que producen efectos de percusión son también conocidos como rompedoras de pavimento o demoledora de concreto, su uso es exclusivamente para quebrar la roca en partículas pequeñas por medio del impacto de golpes repetitivos.

El funcionamiento de este equipo puede ser a base de aire comprimido acoplado a un compresor o mediante un motor de gasolina que se acopla a uno de sus lados, para que así, proporcionen a este equipo la energía necesaria para el funcionamiento a pesar de su reducido peso.

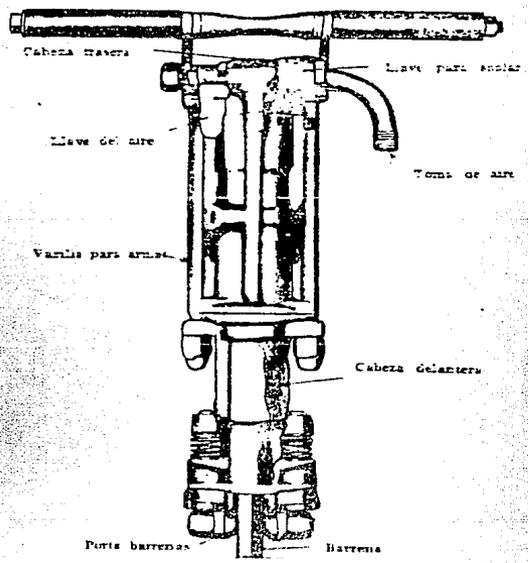
En general, este equipo presenta un cuerpo construido por un recipiente cilíndrico, en cuyo interior se encuentra alojado un pistón que golpea a un ritmo de 1500 a 3000 golpes por minuto que son transmitidos a la herramienta de acero por medio de una flecha (el trabajo interior que realiza este martillo es muy parecido al martillo de rotación, la diferencia es que estos martillos no hacen girar la herramienta) se complementa de una empuñadura en forma de "T" que permite al perforista aplicar presión de avance con ambos brazos.



SECCION DE UN MARTILLO DE PERCUSION



SECCION DE UN MARTILLO ROTATIVO



PERFORADORA PNEUMÁTICA DE MANO

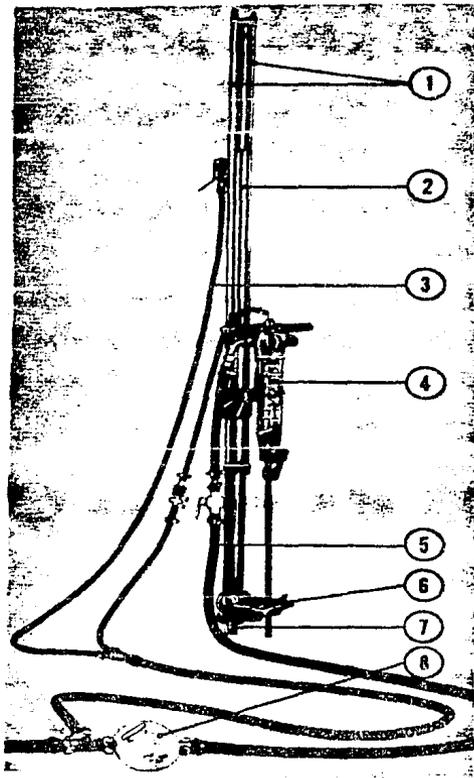
### 3. PIERNA NEUMATICA.

Nombre que reciben las perforadoras neumáticas de barrenación cuando están articuladas a un brazo o elemento auxiliar, que se diseña y se acopla perfectamente al martillo de rotación o pistola demoledora, para que este mecanismo pueda utilizarse en forma cómoda y así realizar perforaciones tanto en posición inclinada, como vertical y horizontal.

La perforadora es soportada por un cilindro neumático cuyo pistón termina en punta proporcionando apoyo en las rocas, el aire entra por el cilindro del brazo por una válvula de control que se dilata lo suficiente para mantener en contacto la broca con la roca al ir penetrando en ella.

Generalmente, la pierna o brazo neumático, que permite al operador barrenar con mayor facilidad, no presenta ninguna diferencia con respecto a las perforadoras neumáticas, ya que es únicamente el brazo o elemento auxiliar lo que cambia.

1. ATADURA DE VARILLAS
2. CILINDRO DE ALIMENTACION
3. ALIMENTACION MEDIA DE AIRE POR LOS RAMALES GOLPEANDO HACIA EL TALADRO
4. TALADRO DE ROCA
5. ZONA DE AIRE PARA EL TALADRO DE ROCA
6. GUIA DE ACERO DEL TALADRO
7. ANCHO DE PUNTA
8. LINEA DE LUBRICACION



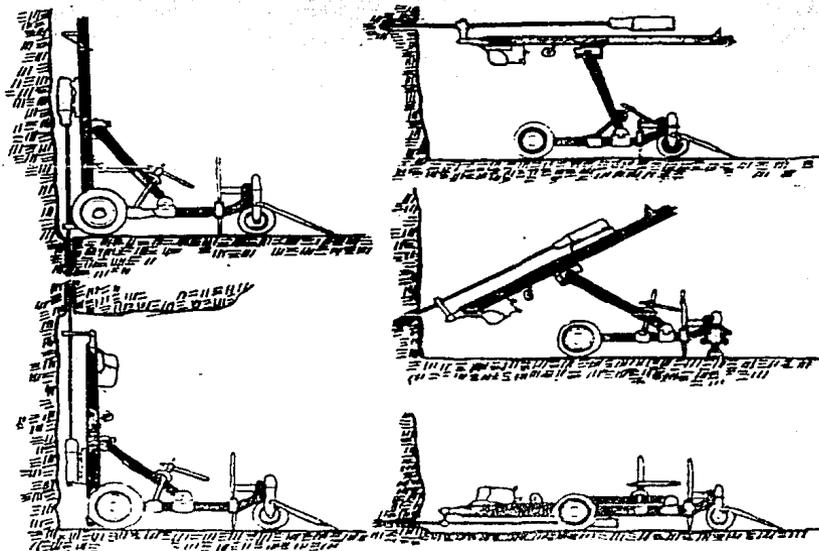
#### 4. PERFORADORA DE CARRETILLA.

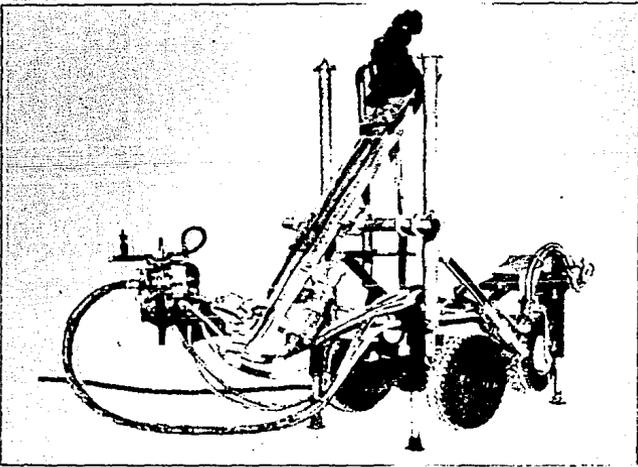
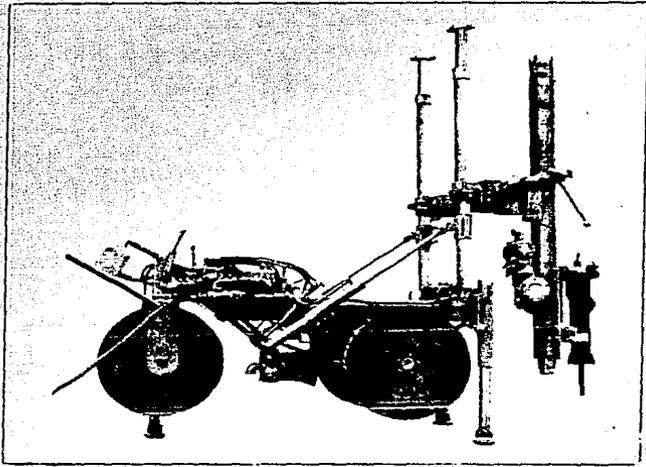
Son perforadoras sobre columnas ya que a su vez, están montadas sobre ruedas de hule para hacerlas móviles, dos de estas ruedas, son fijas y una tercera más pequeña y giratoria, cuyo soporte va fijado a la lanza de tiro o lanza para remolque y tienen la ventaja de ser manejadas por un solo hombre.

La perforadora de carretilla consiste básicamente de una perforadora neumática y una guía articulada a una barra en forma de "U", que a su vez, está articulada a un bastidor, lleva unas varillas con punta llamadas clavijas, para apoyarlas contra el suelo para sostenerlas en las pendientes y durante la barrenación.

La guía puede girar sobre la barra en "U" y ésta, se puede subir y bajar con una manivela o un gato hidráulico, la combinación de estos ajustes proporciona un número casi ilimitado de posiciones de barrenación y de direcciones en el plano central de la máquina, la guía puede tener una corredora que permita moverla a lo largo de su conexión con la barra "U" y un pivote que permite una inclinación lateral limitada que sirve para compensar la inclinación del bastidor.

Estas perforadoras que en general son de acondicionamiento rotatorio o de percusión, son controladas por medio de un motor de diesel o gasolina y con mayor frecuencia, por un compresor que transmite por medio de mangueras el aire comprimido que requieren.





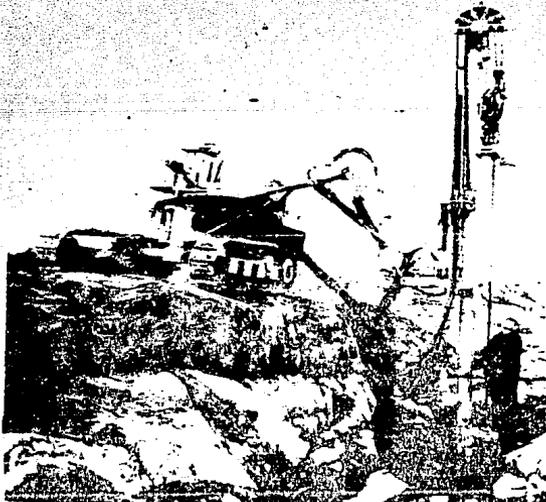
## 5. PERFORADORAS SOBRE ORUGAS.

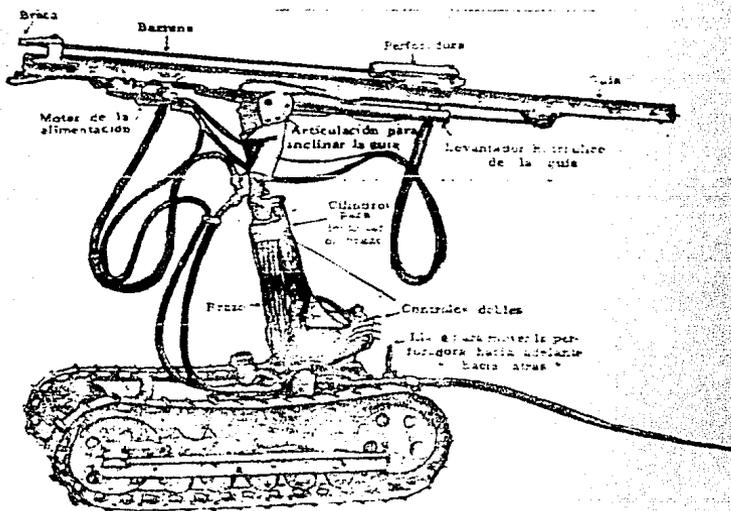
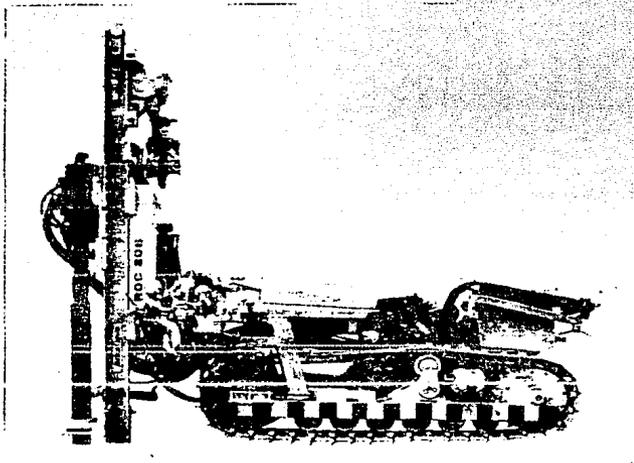
Este equipo de perforación consta básicamente de una perforadora pesada, una guía y un brazo hidráulico, soportados por un bastidor transversal y entre un par de orugas, las cuales, se caracterizan por tener una tracción propia y por ser de tipo oscilante o rígidas, manteniéndolas por medio de un mecanismo hidráulico, en contacto directo con el suelo cuando éste es irregular.

Las zapatas de las orugas pueden ser de acero con garras, o provistas de zapatas de hule. Su tracción es buena excepto en roca mojada. El control separado de las orugas permite dar vueltas en el mismo sitio y hacer maniobras con precisión; una bomba hidráulica movida por aire, que proporciona la presión para el brazo hidráulico y para los controles de la guía.

Este equipo tiene una flexibilidad mayor en las posiciones de barrenación que las perforadoras de carretilla. Además, de tomar cualquier posición en el plano vertical central, el brazo puede oscilar horizontalmente para poder perforar fuera de las orugas a uno y otro lado, o en lugares en el centro de las orugas, la guía puede girar en su conexión con el brazo para poder perforar en direcciones inclinadas hacia uno y otro lado, o verticales hacia abajo a pesar de la inclinación que tenga el tractor y además la posición de la guía, permite usar tramos largos de barra de perforación sin que éstas afecten la estabilidad de la máquina.

En general todos los movimientos de estas máquinas, son desarrollados a base de aire comprimido, que tomado de un compresor por separado, puede remolcarse mediante la fuerza de tracción de las orugas a todos lados junto con la perforadora.



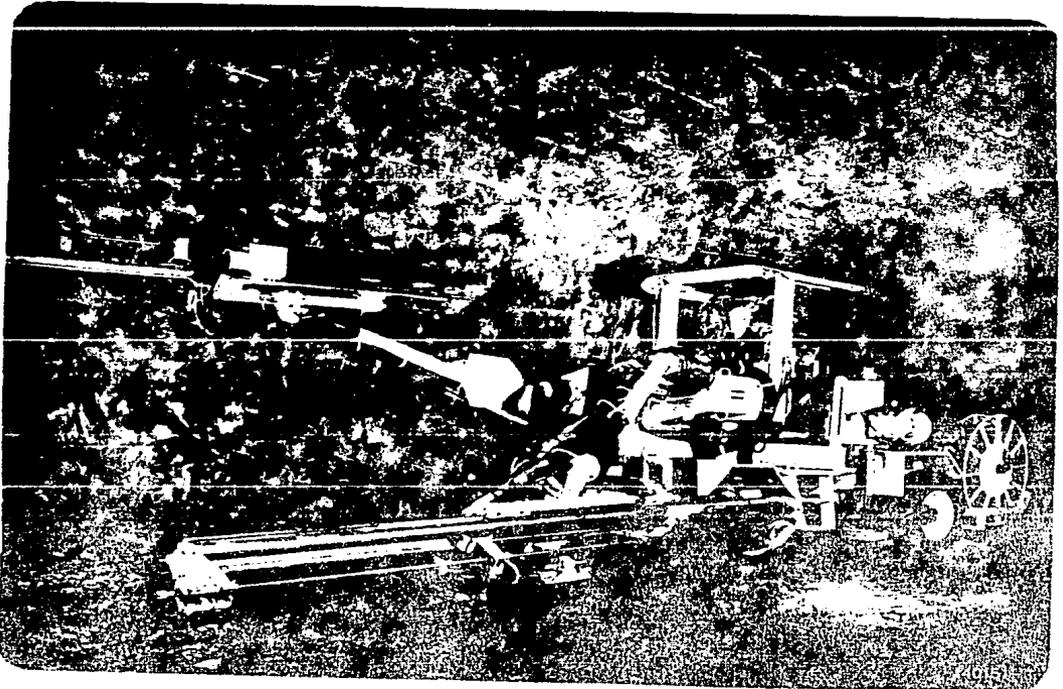


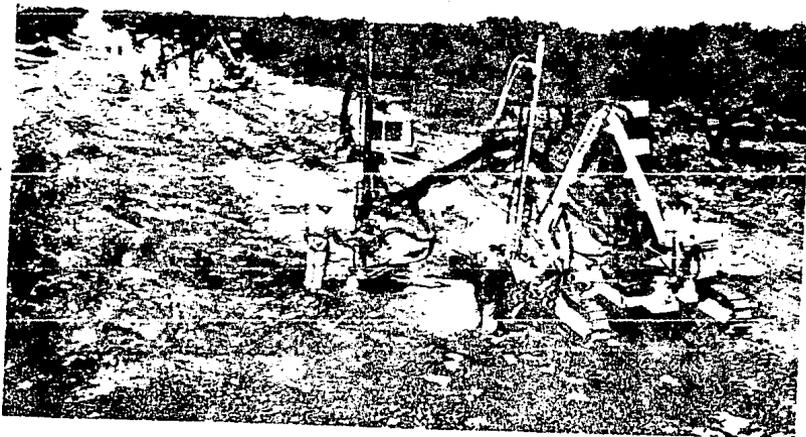
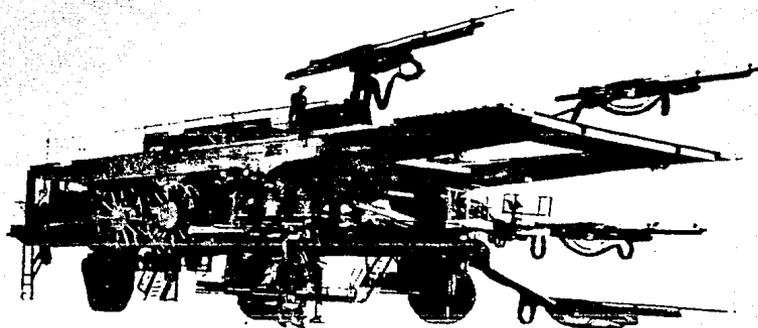
## 6. PERFORADORA JUMBO.

Es una plataforma móvil en donde tanto las herramientas de perforación como sus operadores van montados sobre ésta, permitiendo que la barrenación se realice simultáneamente en todas las perforadoras.

Estos aparatos que se construyeron con una gran variedad de formas, incluyendo a las plataformas sencillas y dobles, que soportan a los perforistas y a todas y cada una de las perforadoras que se encuentran acopladas a una pierna o brazo neumático, son máquinas que generalmente permiten atacar un mismo frente, a distinto nivel y con diferente posición.

Actualmente se utilizan carros de barrenación o jumbos montados en llantas de hule o sobre orugas, especialmente cuando la rezaga se hace en camiones, para cuando la rezaga se hace con una vagoneta de rieles, el carro de barrenación se monta, generalmente también en rieles, pueden usar las mismas vías o unas más anchas que permitan sostener el aparato sin tener que calzarlo.



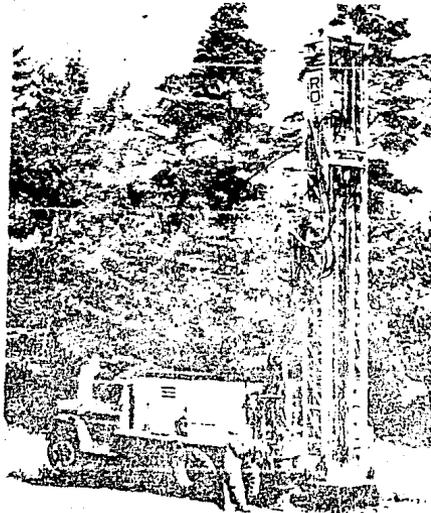


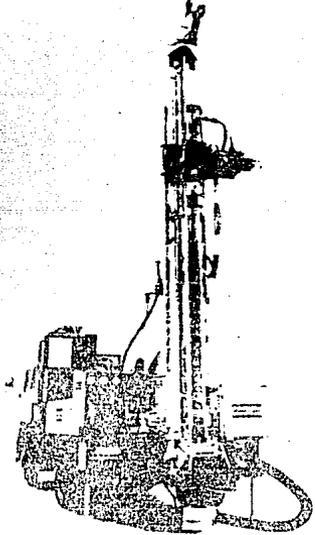
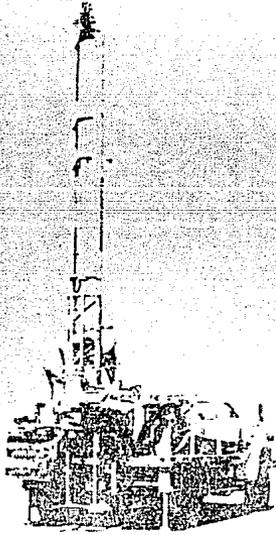
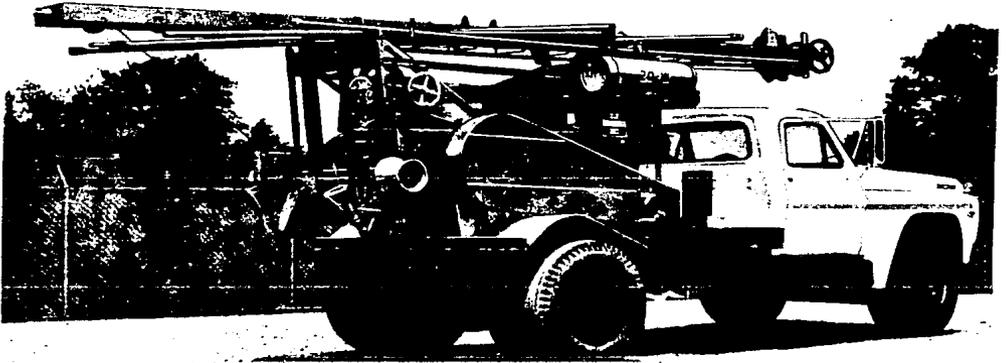
## 7. PERFORADORA DE TORRE PORTATIL.

Estos equipos están formados por una torre, a la que también se le llama mástil o carro, articulado a una base móvil, de tal manera que pueda elevarse a las posiciones de operación o bajarse para moverse por medio de un cilindro hidráulico o un torno de cable, las torres están montadas en la parte posterior de un vehículo cuyas características hacen de esta perforadora una herramienta básica dentro del grupo de las máquinas de autopropulsión.

Actualmente, las perforadoras portátiles de torre se encuentran en una gran variedad de tipos y tamaños y se encuentran montadas en camiones o sobre orugas, cuando está montada en camión es utilizada en los lugares de trabajo que se cambian con frecuencia y las montadas sobre orugas son utilizadas cuando es posible maniobrar con precisión en lugares reducidos, varían desde los modelos más sencillos y que funcionan mediante el golpeo de la broca sobre la superficie del terreno semejante a la acción de un cincel, hasta las grandes máquinas en las que se utilizan barrenas giratorias y taladros de hélice o de tornillo, estos aparatos se caracterizan porque la maniobra de perforación se realiza a través de la torre y porque la mayor parte de perforaciones se ejecutan con la torre en posición vertical, pero muchos modelos pueden trabajar con la torre en posición horizontal o parcialmente levantada.

La potencia la puede suministrar el motor del vehículo con una toma de fuerza, o bien por un motor adicional de gasolina, diesel o eléctrico, puede llevarse a cabo también mediante un compresor montado sobre el camión o remolcado atrás de éste y entonces todas las maniobras de operación serán a base de aire comprimido, siendo el compresor la única fuente de energía.





0-13470

## 8. PERFORADORAS PARA TUNELES.

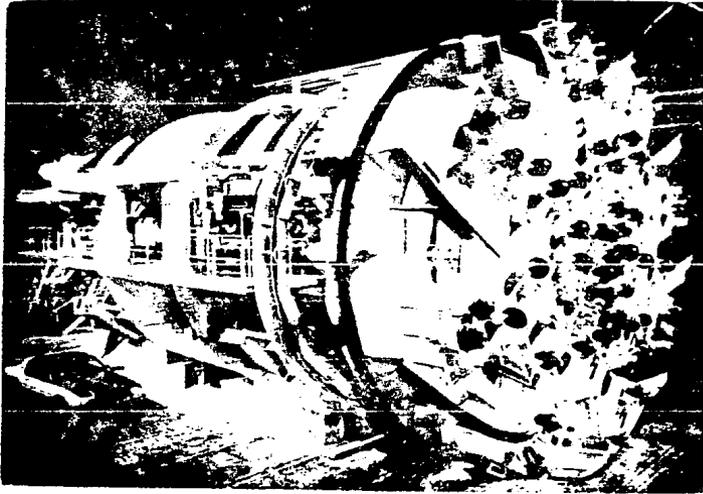
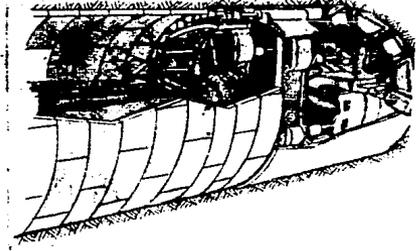
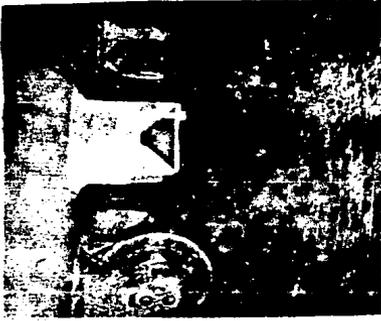
En la actualidad, el equipo para perforar túneles tiene una gran aceptación por su capacidad de retirar el material excavado o rezaga. Estos equipos no realizan una operación cíclica, por el contrario las máquinas para perforar túneles, se diseñan para trabajar en forma continua. Sin embargo, pueden detener su trabajo a consecuencia del sistema de soporte, el equipo de movimiento del material o ciertas condiciones impredecibles del terreno.

Las perforadoras para túneles son máquinas de gran tamaño que constan de dos componentes estructurales básicos, y que son los que constituyen la parte interna y la parte externa de la máquina. En la parte interna de la máquina está constituida por la cabeza cortadora, los motores para propulsión, las bombas hidráulicas, válvulas y tuberías y un sinfín de elementos optativos y es la parte más sensible de la máquina, ya que esto depende del buen funcionamiento. En la cabeza cortadora, van montados varios cortadores rotativos, los cuales, van dispuestos de tal forma que tallan o esculpen zonas trituradas circulares y concéntricas sobre la sección del túnel ya que la cabeza cortadora también gira. Los cortadores pueden ser de varios tipos, de rodillos, de disco y planetarios. Los cortadores de rodillo, son de sección cónica y el corte lo hacen por acción trituradora o pulverizadora, pero al trabajar en roca muy dura, se desgastan rápidamente y tienen alto costo de mantenimiento. Sin embargo, pueden trabajar bien en combinación con los cortadores de disco. Los cortadores de disco están diseñados para partir los bordes de la roca que quedan entre las ranuras y éstas requieren menor energía, menor potencia y menor empuje. Los cortadores del tipo planetario pulverizan la roca y éstos giran en diferentes direcciones sobre sus ejes separados.

La unidad motriz para la perforadora de túneles varía de acuerdo a la dificultad que se espera en la excavación de la manera en que la máquina debe cortar el material y sus partes auxiliares. Se utiliza una potencia hidráulica para mantener en posición a la perforadora de túneles y para moverlas a lo largo del túnel, esta potencia produce un empuje axial y un par e torsión para la rotación. El empuje trabaja para presionar a la cabeza cortadora contra la roca.

En la parte externa de la máquina representa en sí, el cuerpo fundamental del aparato y está formado por un armazón estructural de gran tamaño el cual lleva articulado en sus lados varios cilindros hidráulicos y piernas radiales con gatos hidráulicos que le sirven para desplazarse y sujetarse perfectamente dentro del túnel.

En general las perforadoras de túneles pueden trabajar en terrenos blandos. Están construidas para servirse de su propia protección contra derrumbes o inundaciones y su cabezal puede servir como huacal y deben estar con las aberturas necesarias para permitir que pase el material en un cucharón y se sacan por medio de una banda transportadora, varían su procedimiento según sea el modelo y características de la máquina.

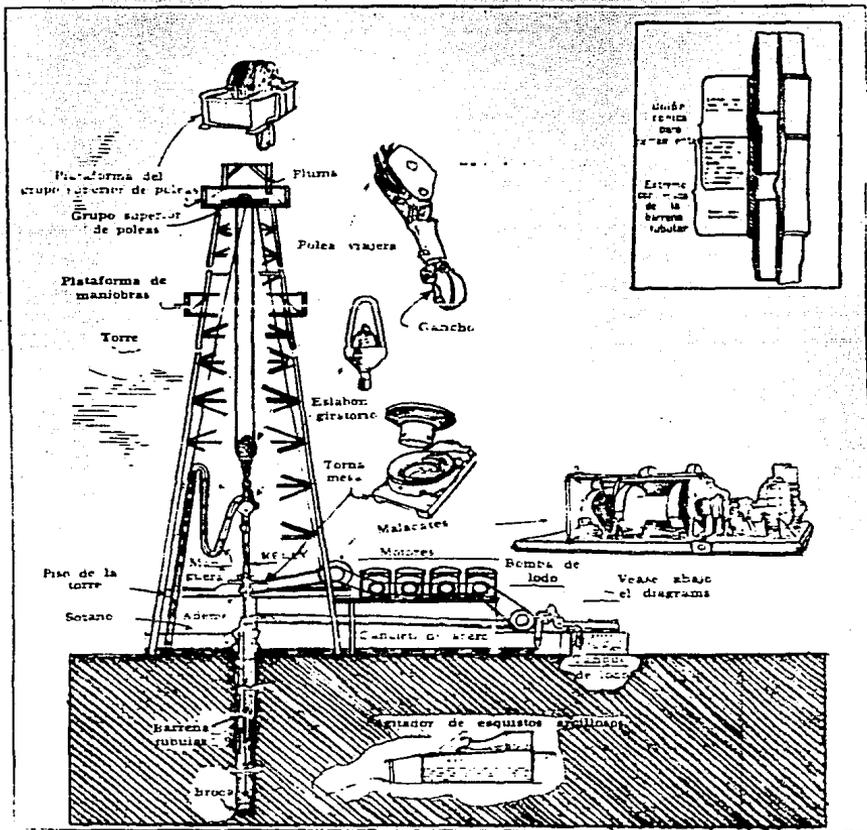


## 9. PERFORADORAS GIRATORIAS.

Estas máquinas se usan principalmente en perforaciones profundas como para extraer petróleo, constan básicamente de una torre formada de secciones de perfiles angulares sobre zapatas de concreto y generalmente se concentran y se arman sobre agujeros a barrenar.

La torre sirve para sostener un par de poleas múltiples que manejan la barrena y el ademe, su resistencia debe ser lo suficientemente resistente para sostener fácilmente el peso de la barrena tubular o el ademe que puede utilizarse en la obra, y están proyectadas de acuerdo con la profundidad de perforación que se estime, la altura de ésta, se determina por la longitud de tubo que se va a sacar por unidad.

Estas perforadoras constan de un conjunto de elementos que están integrados a éstas, para poder realizar la perforación y son los siguientes: la mesa giratoria, el vástago de transmisión, tramos de barrena, uniones, collares de barrenación, una broca y lodo. La mesa giratoria consta de una base estacionaria con una copa torneada que descansa sobre el cojinete de bolas ancho en la copa que hace girar por medio de engranes cónicos y está atravesada por un agujero cuadrado grande con bordes realzados sobre el cual se apoyan los bujes, así también sobre ésta, se apoya el mango interior del vástago de transmisión, es una barra hucca que puede deslizarse subiendo y bajando dentro del interior de la mesa giratoria. Las barrenas se construyen en tramos con longitudes que se conocen con los nombres de tamaño uno, dos y tres, en el campo las longitudes serán variables por el acortamiento que sufren con las reparaciones. Los collares de barrenación son tubos pesados de gran espesor del mismo diámetro interno de la barrena y que sirven para concentrar el peso necesario de la barrena de manera que el conjunto de herramientas esté en su mayor parte de tensión quitando el exceso de peso en la broca. Las brocas que se utilizan son dentadas que giran apoyándose en el fondo del agujero y que se acoplan perfectamente al extremo inferior de la barrena. El lodo o líquido para perforación sirve para extraer los fragmentos de la barrena, para lubricar la broca y el exterior de las herramientas de barrenación, así también, para impedir que las paredes del barrenado se derrumben ya que produce una presión constante.



## C A P I T U L O   I I

### ACCESORIOS Y COMPRESORES

#### ACCESORIOS.

En la perforación, las herramientas o accesorios de trabajo están formados por las barrenas de acero, las brocas de perforación y otros aditamentos como son: adaptadores de culata, manguitos de acoplamiento, y las roscas, así también, las herramientas que se adaptan a los martillos neumáticos, siendo éstos los accesorios de gran importancia para el funcionamiento de las perforadoras. La combinación formada por la máquina y su herramienta es un factor muy importante para obtener un rendimiento máximo. Para esto es indispensable elegir la herramienta apropiada para el trabajo a realizar. A continuación, se dará una descripción general de estos accesorios, así como los tipos que existen en el mercado nacional.

#### BARRENAS DE ACERO.

\*Las barrenas de acero para las perforadoras de mano y las montadas, se hacen de diámetros de 3/4 a 2.0 pulgadas, las longitudes ordinarias son de 1 a 30 pies. Su sección transversal puede ser hexagonal, octagonal o redondas.

Básicamente constan de su cuerpo que está constituido por un collar que sirve para limitar la penetración de la barrena hacia arriba en el porta herramienta, e impide que el sujetador permita que salga la barrena de la perforadora. En la parte superior de la barrena se encuentra la espiga o culata, éstas pueden ser de tres formas, ya sea hexagonales, cuadradas con esquinas biseladas y redondas con talones, el diámetro de las espigas por lo general es el mismo que el de la barrena o ligeramente menor. En el extremo inferior de la barrena puede forjarse formando una broca o bien lleva rosca para la broca.

Las barrenas se clasifican de acuerdo al tipo de máquina en la cual va a ser utilizada y son:

1. Barrenas Integrales.
2. Barrenas Seccionales.
3. Tubos para Perforadoras.

\* Debido a que la maquinaria mencionada en este trabajo, es de fabricación extranjera, se manejará por convencionalismo en el Sistema Inglés.

### 1. Barrenas Integrales.

Una Barrena Integral, es una barra que tiene una espiga o culata de acero forjado en su extremo y una broca también de acero forjada con plaquitas o insertos de carburo cementado en el otro extremo. Cada barrena tiene una longitud determinada que no puede variarse. 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 a cada una de ellas el diámetro del inserto con el objeto de que la barrena no llegue a atascarse dentro de la perforadora. Las Barrenas Integrales, se agrupan en series, en las cuales, el diámetro disminuye a medida que su longitud aumenta, la longitud de las barrenas de una serie viene determinada por la longitud de avance.

Entre los tipos de barrenas integrales que podemos encontrar en el mercado, tenemos las siguientes:

#### Barrena Tipo Cincel.

Son las que más se utilizan. Su afilado es sencillo y en condiciones normales dan un buen rendimiento de perforación.



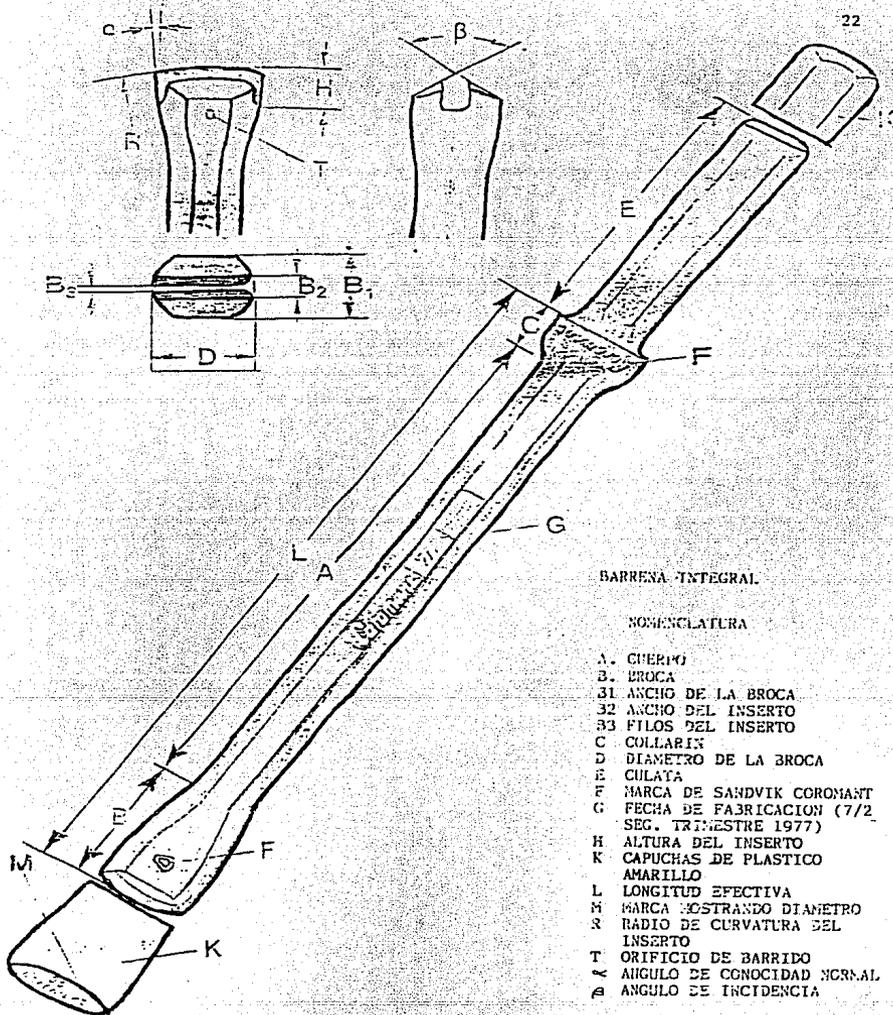
Barrena tipo cincel

#### 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.



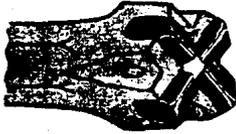
Barrena de pequeño diámetro



## BARRENA INTEGRAL

## NOMENCLATURA

- A. CUERPO
- B. BROCA
- 31 ANCHO DE LA BROCA
- 32 ANCHO DEL INSERTO
- 33 FILOS DEL INSERTO
- C. COLLARIN
- D. DIAMETRO DE LA BROCA
- E. CULATA
- F. MARCA DE SANDVIK CORONANT
- G. FECHA DE FABRICACION (7/2  
SEG. TRIMESTRE 1977)
- H. ALTURA DEL INSERTO
- K. CAPUCHAS DE PLASTICO  
AMARILLO
- L. LONGITUD EFECTIVA
- M. MARCA MOSTRANDO DIAMETRO
- R. RADIO DE CURVATURA DEL  
INSERTO
- T. ORIFICIO DE BARRIDO
- $\alpha$  ANGULO DE CONOCIDA NORMAL
- $\beta$  ANGULO DE INCIDENCIA



Barrena de inserto múltiple

### Barrena de Inserto Múltiple

La forma de la broca que tienen estas barrenas reduce el riesgo de atranques. Por esta razón se utilizan en las perforadoras mecanizadas de roca blanda y fisuradas, asegurándose así en la perforación sin ninguna dificultad.

### Barrena con Broca de Botones.

Se utilizan en la perforación de rocas escasamente abrasivas y de fácil penetración.



Barrena con boca de botones

## 2. Barrenas Seccionales.

Las Barrenas Seccionales, se usan en vez de las barrenas largas en los agujeros de más de 10 ó 15 pies que se hacen para las perforadoras montadas. Están formadas en tramos de 5, 10, 12 pies de largo con roscas machos en los dos extremos y se conectan entre sí y con la guía por medio de uniones o coples provistos de roscas hembras. Las brocas tienen una rosca hembra de manera que se pueden unir directamente a cualquier extremo de las barrenas y están proyectadas para que aprieten durante la rotación normal, se aflojan si se perfora sin rotación y para desatornillarlas por rotación inversa.

Entre los tipos de barrenas seccionales que podemos encontrar en el mercado nacional tenemos las siguientes:



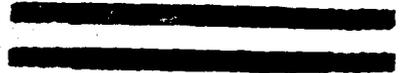
Barra con culata integral

### Barras con Culata Integral.

Estas barras tienen una culata integral en uno de sus extremos y en el otro extremo cuenta con una rosca.

### Barras de Extensión de Plena Sección.

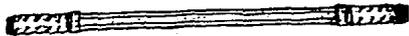
Estas barras, que pueden ser cilíndricas o hexagonales, poseen roscas de la misma dimensión en ambos extremos.



Barras de extensión

### Barras Ligeras de Extensión.

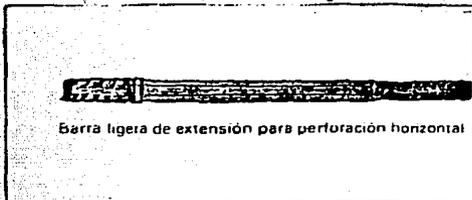
Estas tienen una sección transversal más pequeña (a lo largo de la barra generalmente hexagonal) que la sección de las roscadas.



Barra ligera de extensión.

### Barra Ligera de Extensión para Perforación Horizontal.

En estas barras, el extremo roscado para conectar al adaptador tiene mayor diámetro que el resto de la misma.



Barra ligera de extensión para perforación horizontal

### 3. Tubos para Perforadoras.

Se utilizan en las perforadoras con un tipo de barra o tubo que se proyecta para soportar un par de torsión en vez del impacto, lleva roscas de paso mayor macho en un extremo y hembra en el otro extremo, las longitudes normales para la perforación profunda son de 21, 29 y 43 pies. Para los equipos móviles están hechas de acuerdo con la altura de la torre y cambio de barras.

#### BROCAS.

La broca es la parte esencial de las perforadoras, puesto que entra en contacto directo con la roca para desintegrarla, el éxito de una operación de barrenado depende de la capacidad de la broca para permanecer afilado bajo el impacto de las perforadoras.

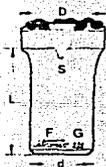
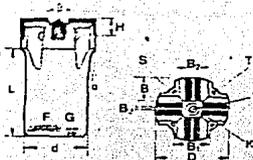
Hasta hace algunos años las brocas de los martillos neumáticos y las perforadoras se forjaban en un extremo de la barra. Esta práctica se ha discontinuado en favor de las brocas removibles, que tienen muchas ventajas en comparación con las brocas forjadas, se pueden quitar con gran facilidad, existen diversos tamaños, formas, durezas y son relativamente económicas.

Las brocas generalmente se construyen de acero de aleación y se templean para profundidades variables. El temple y la forma de las alas (gavilanes), filos y otros detalles dependen de factores bastante complejos, los diámetros de las barras varían de 1 a 4 1/2 pulgadas y van aumentando de 1/8" en 1/8" y las roscas de 5/8" a 1 11/16".

Las brocas llevan agujeros de aire en el centro y a sus lados o en ambas posiciones ya que se inyecta aire comprimido o aire y agua por la barrena, escape por la boca arrastrando los fragmentos de roca desde los filos hasta la superficie.

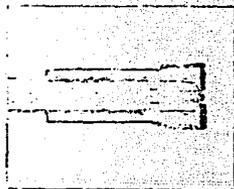
Las brocas con agujeros centrales producen una limpieza mejor, pero tienden a taparse en formaciones blandas o fisuradas. Para que una broca no se atranque dentro del taladro, la parte frontal de mayor diámetro tiene cierta holgura en forma cónica, si en el frente de la broca existe desgaste diametral se forma un cono invertido, que hace desaparecer la holgura citada y en consecuencia aumenta el riesgo de atasco. Una broca que se ha templado profundamente se puede afilar varias veces, se rebaja de los costados hasta que se corrige la conicidad invertida.

La vida de las brocas de acero se ha aumentado mucho colocándoles fillos de carburo de tungsteno, que es un compuesto del carburo que resiste mucho el desgaste, los golpes, y que es muy eficaz para fracturar y pulverizar la roca. Una broca de carburo de tungsteno, corta con mayor rapidez si es toda de acero de la misma forma y puede perforar una longitud hasta cien veces mayor antes de que sea necesario reacondicionarla o cambiarla, su uso está especialmente indicando 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 las que la conicidad, el tiempo utilizado y el gasto que representa el cambio de las brocas son importantes; y cuando los transportes son difíciles y también el reacondicionamiento de las brocas.

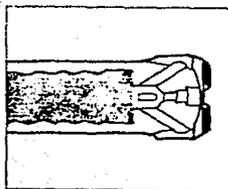


#### BROCAS NOMENCLATURA

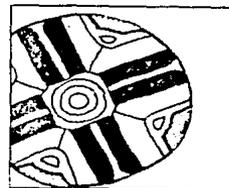
- B longitud del inserto
- B<sub>1</sub> anchura del flanco
- B<sub>2</sub> anchura del inserto
- B<sub>3</sub> anchura del filo de corte
- D diámetro de la boca
- d diámetro del faldón
- F marca de fábrica Sandvik Coromant
- G tipo de rosca, dimensión, designación y fecha de fabricación (7/2 = 2° trimestre de 1977)
- 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
- α ángulo de conicidad (holgura)
- β ángulo de incidencia



Impacto Fondo Broca

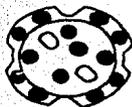


Orificios de Barrido



Ranura para Paso del Detritus.

Existen muchos tipos y tamaños de brocas, entre las más comunes que podemos encontrar en el mercado nacional tenemos las siguientes:

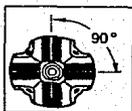


Boca de botones

Se fabrica de acero por concentración o presión en tamaños desde 1 3/8" en adelante.

#### Brocas de Plaquetas.

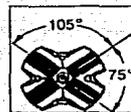
Son más resistentes al desgaste diametral debido a que es mayor la superficie del carburo cementado en contacto con la roca. Así mismo, en determinadas circunstancias estas brocas perforan taladros más rectos que las brocas de botones, se suministran en una gran variedad de diseños y en tamaños desde 1 3/8" en adelante.



Brocas en cruz

#### Brocas en X.

Se definen ángulos de 75° y 105° entre insertos respectivamente. Se utilizan para grandes diámetros de perforación (2 pulgadas) con lo que asegura el que los taladros sean cilíndricos.



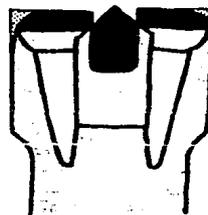
Boca en X



Boca retráctil

#### Broca de Botones.

Tiene más carburo cementado resistente al desgaste, esto se ha conseguido, dándole a los botones, una forma que permite un soporte eficaz de acero alrededor del cuerpo de carburo cementado, y además fijando los botones al núcleo. Estas brocas se fabrican



#### Brocas en Cruz.

Se definen por un ángulo de 90° entre los insertos. Este tipo de broca se utiliza mayormente en tamaños de 2 1/4", su afilado es muy sencillo debido a su forma simétrica.

#### Brocas Rectátiles.

Se utilizan para la perforación de rocas en las que el taladro tiende a hundirse detrás de la broca, dificultando la extracción del equipo de perforación. Para evitar tal dificultad, se han practicado en el cuerpo de acero de dicha broca filos de corte dirigidos en sentido ascendente, con el objeto de perforar en esa misma dirección.

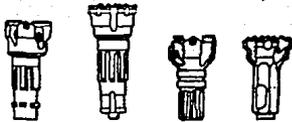


Broca retráctil de  
taladrón largo

ría atrás, serán más consistentes que los de las brocas retráctiles. Este diámetro de mayor dimensión sirve de guía y ayuda a mantener recto el taladro. Por último, las grandes ranuras practicadas a lo largo del cuerpo de la broca permiten una evacuación del detritus realmente eficaz.

#### Brocas para Perforación de Pozos de Agua.

Son de gran diámetro y de Faldón Largo con amplias ranuras. Su diámetro viene determinado por el tamaño de las tuberías y por el de la bomba.



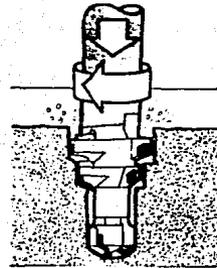
Diferentes tipos de brocas para la perforación con martillo en fondo

#### Brocas para Perforación con Martillos de Fondo.

Se fabrican con diferentes tipos de culata para adaptarlas a las distintas perforadoras. La gama más normal está comprendida entre 3 3/8" y 8 1/2". Existen tres diseños diferentes que son; el diseño de botones, el diseño con triturador del núcleo y el diseño de frente plano.

#### Brocas para Perforación Rotativa con Útiles de Corte.

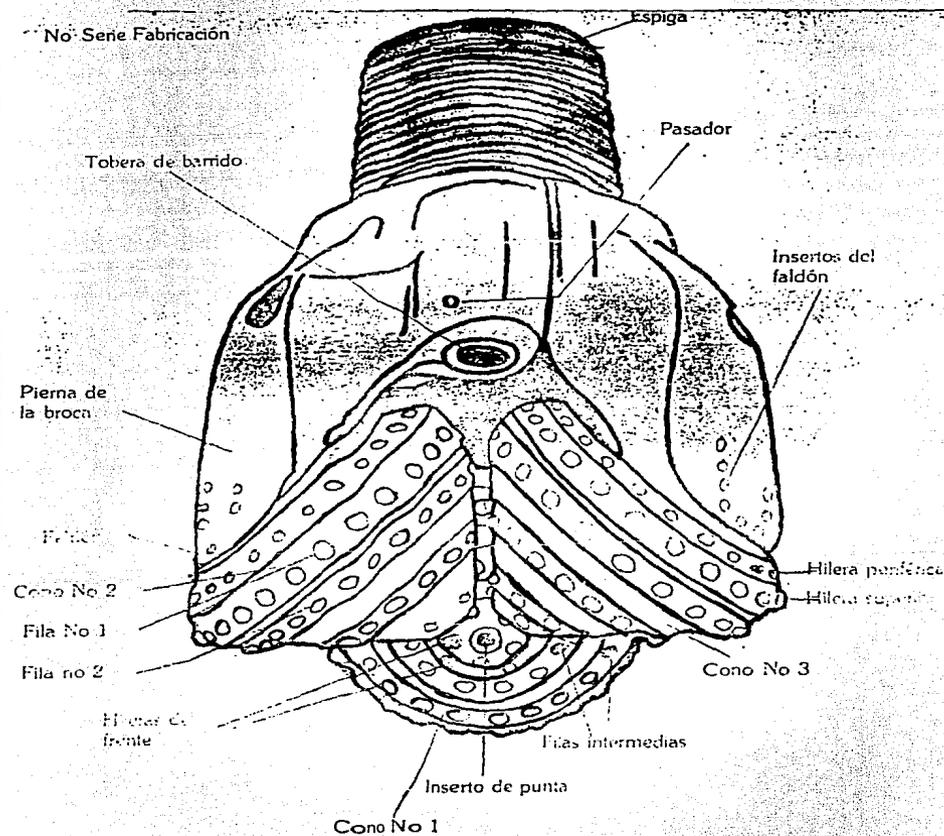
Las brocas que se utilizan en este método, poseen elementos cortantes de carburo cementado. La broca va montada sobre el adaptador y puede cambiarse con uno o más escariadores. Cuando se desgastan los insertos hasta el extremo de la holgura, la conocida llega a desaparecer, es necesario proceder a su afilado hasta obtener su forma original.



#### Triconos para la Perforación Rotativa.

Un tricono consta de un cuerpo de broca con tres rodillos cónicos móviles, dotado de botones de carburo cementado. Dichos botones van dispuestos en los rodillos de tal manera que el fondo del taladro se perfora totalmente cuando gira el tricono. Cuando éstos se destinan a la perforación de rocas duras o abrasivas, sus botones están menos separados que en aquellos que se destinan a la perforación de rocas blandas y además éstos últimos tienen menos botones.

El grado de carburo cementado de los botones es función de las propiedades de la roca a perforar.



### Adaptadores de Culata.

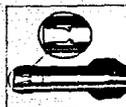
El adaptador va acoplado interiormente a la perforadora, y es el encargado de transmitir la energía de impactos y rotación desde la perforadora al tren de varillaje. La superficie de impacto, estriás y roscas, deben ser resistentes al desgaste, por lo consiguiente, se les somete a un proceso de carburización que aporta esa dureza superficial. La configuración de su culata depende de la forma del buje de la perforadora.

Se fabrican dos tipos de adaptadores; los adaptadores flexibles que son de menor diámetro en la zona de rosca y estriás, de esta forma el adaptador es mucho más elástico y capaz de soportar esfuerzos originados por flexión lateral; los adaptadores con rosca macho y hembra se utilizan algunas veces para incrementar la vida del equipo y eliminar un manguito en el adaptador, en este caso, la perforadora debe tener un anillo de tope ranurado.



Adaptadores con roscas macho y hembra respectivamente

*Roscas macho y hembra*



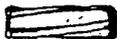
Empaquetadura de culata tipo manguito



Barrido independiente (Barrido lateral)

### Manguitos de Acoplamiento.

Estos son los encargados de mantener las barras unidas con el ajuste suficiente como para que la transmisión de energía sea realmente eficaz. En ocasiones, los manguitos tienen la tendencia a desplazarse sobre la longitud roscada y para que ésto no ocurra, pueden utilizarse manguitos con topo central, en tales casos, el extremo de la barra posee una zona cilíndrica sin roscar muy pequeña, que sirve de alojamiento a dicho topo central. Estos manguitos se utilizan en todas las roscas del tipo "T" y en el extremo de la culata de varillaje extensible, también existen manguitos de acoplamiento con estriás helicoidales en su parte externa, se utilizan en combinación con las brocas retráctiles. Tales manguitos facilitan la extracción del tren de varillaje en aquellos taladros que llegan a atascarse por el detritus, o por desplazamientos. Por último, tenemos también los manguitos de aletas de gran diámetro que se utilizan para la perforación de grandes taladros; por ejemplo, en la perforación y escariado de pozos de agua.



Manguito de acoplamiento estrado (tipo retráctil)



Acoplamiento aleteado (de aletas)



Manguitos de acoplamiento

La función del roscado es la de unir conjuntamente el adaptador de culata, los manguitos de acoplamiento, barras y brocas, función que debe mantenerse durante el proceso de perforación con el objeto de que todo el tren de varillaje permanezca adecuadamente tensado. El apriete sin embargo, no debe ser excesivo, de manera que pueda aflojarse con facilidad una vez retirado el barreno; el apriete de las uniones roscadas durante la perforación depende de varios factores tales como energía de impactos, rotación y resistencia de la rosca. El avance o empuje debe ser adecuado, ya que de ser insuficiente, una gran parte de la energía de impactos se reflejará a lo largo del varillaje, aflojando las uniones roscadas. Por otra parte y dado que la energía de impacto desaprovechada se transforma en calor, puede ocurrir que las roscas de las barras y manguitos de acoplamiento lleguen a soldarse.

La vida de la rosca depende de la resistencia y volumen de desgaste. La resistencia al desgaste se obtiene dotando a la rosca de una capa dura y superficial mediante un proceso de cementación o temple a alta frecuencia.

En la actualidad podemos encontrar distintos tipos de roscas que se identifican por las letras R, T, C, GD, y que indican el diámetro exterior de la rosca expresado en milímetros, las cuales se mencionan a continuación:

#### Rosca Tipo "R".

Este tipo de rosca tiene un paso pequeño y un ángulo de perfil amplio, se utiliza para tamaños de 22 - 38 milímetros. En la perforación por bancos, barrido por aire y perforadoras de gran potencia con rotación independiente.

#### Rosca Tipo "T".

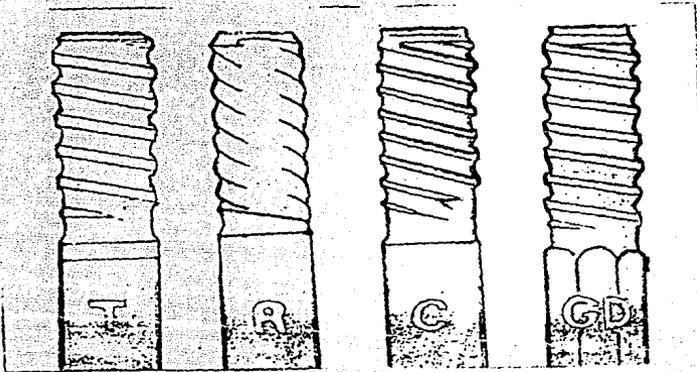
Esta rosca de paso grande y ángulos de perfil más pequeño que el de la rosca "R", es una rosca totalmente cilíndrica que ofrece unas características de apriete de desconexión muy equilibradas, siendo por lo tanto, muy adecuada en la mayoría de las condiciones de perforación. Se utiliza para tamaños de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

#### Rosca Tipo "C".

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

#### Rosca Tipo "GD".

Estas tienen un perfil asimétrico con características de desconexión intermedias entre las roscas tipo "R" y "T". Se utilizan para tamaños de 32 - 57 milímetros.



TIPOS DE ROSCAS

#### Herramientas para los Martillos Neumáticos.

Estas herramientas están capacitadas para realizar básicamente trabajos de percusión y existe una gran variedad que se adaptan a la máquina para realizar una infinidad de trabajos. Estas herramientas están constituidas por una espiga o culata de acero forjado, la cual está delimitada por un collar, en la parte inferior está forjada por diferentes formas según sea el tipo de herramienta. Las que se describen a continuación son las que podemos encontrar con mayor frecuencia en el mercado.

**Pico.**- Se utiliza en trabajos de demolición en Concreto Hidráulico y tipos de roca disgregada.

**Cuña.**- Se utiliza en trabajos de demolición en hormigón o material similar y para disgregar suelos duros y helados.

**Cinzel de Hormigón.**- Se utiliza para trabajos de demolición en hormigón o asfalto a temperaturas bajas y en tipos de roca disgregada.

**Cinzel para Asfalto.**- Se utiliza en trabajos de demolición de asfalto.

**Pala.**- Se utiliza para toda clase de trabajos de excavación.

**Bateadora de Balasto.**- Se utiliza en trabajos de bateado de balasto.

**Martillo para Tubos.**- Se utiliza para introducir tubos.

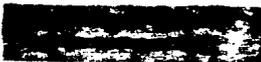
**Martillos para Acuñar.**- Se utiliza para acuñar.

**Cuña con Envoltura.**- Se utiliza para bloques y piedras.

**Mango.**- Se utiliza con pisos y martillos para hincar tablestacas.

Sonda . - Se utiliza para detectar fugas de agua y gas.

Para agujeros y para postes. - Se utiliza para hacer hoyos para poste.



## COMPRESORES.

Los compresores se usan en la construcción para generar potencia neumática; para mantener una gran variedad de herramientas como pueden ser herramientas de mano, piloteadoras, bombas, equipos de excavación, etc. Estas máquinas están diseñadas para absorber el aire atmosférico, el cual, se comprime y es enviado por mangueras a las herramientas, la operación de comprimir, transmitir y utilizar el aire resultará siempre una pérdida de energía, lo cual dará una eficiencia total menor al cien por ciento, algunas veces considerablemente menor.

Básicamente, estas máquinas pueden ser de dos tipos; portátil o estacionaria. Los compresores portátiles se utilizan cuando es necesario mover el equipo para cumplir con las frecuentes demandas de la obra y a su vez éstos pueden estar montados sobre ruedas de llantas de hule, sobre ruedas de acero, o sobre plataformas, pueden estar impulsados por motores de gasolina o diesel. Los compresores estacionarios generalmente se utilizan en instalaciones en donde se necesita el aire comprimido a través de largo período de tiempo.



TIPOS DE COMPRESORES

Los compresores se clasifican dependiendo del tipo y forma en que se comprime el aire, y los que son de uso más común en la construcción son:

1. Compresores de Pistón.
2. Compresores Giratorios.

#### 1. Compresores de Pistón.

Estas máquinas tienen cilindros, cada uno de los cuales absorben aire durante la carrera de succión y lo descarga a través de una válvula a una presión más elevada durante la carrera de compresión. Dichos cilindros que pueden ir colocados en un solo bloque como en el caso de un motor, pero con mayor frecuencia, tienen bloques separados. La compresión de aire se produce por un movimiento recíprocante hacia adelante y hacia atrás del pistón del compresor y éste puede comprimir el aire al moverse en una o en dos direcciones; para el primer caso, se define de un paso y para el segundo caso de dos pasos. En la compresión de un solo paso, el aire entra por lumbreras de admisión que lo recibe de la atmósfera a través de un filtro y lo descarga a la presión de trabajo enviándolo por una tubería al tanque de almacenamiento de donde sale por medio de tubos y mangueras a las herramientas. En la compresión de dos pasos, tiene uno o varios cilindros de baja presión que aspiran del aire atmosférico, lo comprimen a una presión mayor y lo pasan por un enfriador de radiador a un cilindro secundario o de alta presión en donde se le aumenta la presión descargandola al tanque de almacenamiento, los enfriadores frecuentemente se instalan entre las etapas del compresor para reducir la temperatura del aire y para quitarle la humedad.

Los compresores de una sola etapa ordinariamente tiene varios cilindros idénticos y pistones de línea dentro de un bloque enfriado por agua. En las unidades de dos etapas, la etapa de baja presión requiere mayor capacidad de los cilindros, que la de la alta presión, de manera que, si se usa solamente un cilindro en cada etapa, el primero de ser mucho mayor. Pueden usarse dos o tres cilindros en la primera etapa, por cada cilindro de la segunda etapa, para que los cilindros sean de tamaño idéntico o semejante.

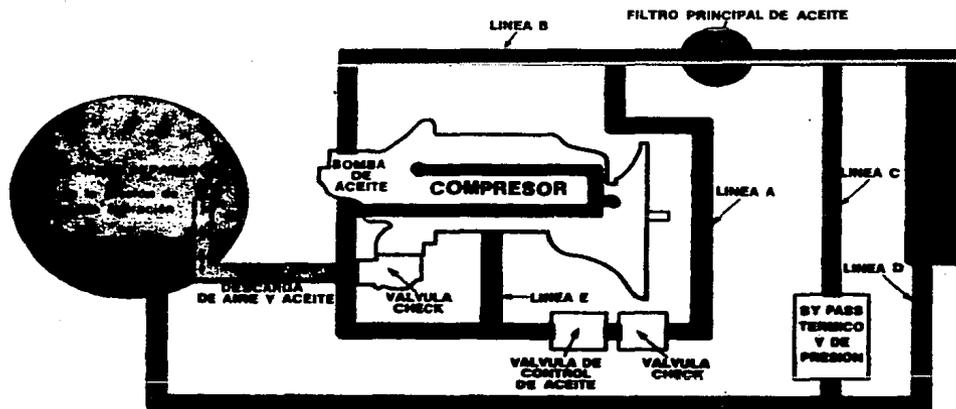
#### 2. Compresores Giratorios.

Este tipo de máquina tiene cierta semejanza con el compresor de pistón. La diferencia principal radica en que el compresor giratorio funciona con un impulsor giratorio que forza el paso del aire a través de una cámara curvada de confinamiento, para comprimirlo a una presión mayor. Sirve para accionar la misma variedad de accesorios y en consecuencia, tiene esencialmente los mismos usos en la construcción que el compresor de pistón, pero ofrece varias ventajas, tales como un pequeño volumen, peso ligero, flujo uniforme, producción variable, fácil operación, larga vida, como también trabaja a mayor velocidad y requiere más potencia para una entrega dada en metros cúbicos por minuto.

El compresor giratorio genera aire comprimido mediante dos tipos de mecanismos. El primero es el mecanismo de espas deslizantes, el cual imprime una velocidad tal al flujo de aire que lo comprime hasta lograr la presión de descarga deseada.

Sin embargo, la eficiencia del compresor es menor; el segundo es el de mecanismo de tornillos giratorios, el centro de este mecanismo consiste en dos rotores helicoidales encajados, que giran en dirección contraria dentro de una cámara de compresión y comprimen el aire en una sola etapa.

En general tanto los compresores de uno como de dos pasos tienen como finalidad comprimir el aire, de la presión atmosférica a la presión de descarga, efectúan básicamente la misma función, la única diferencia es que los primeros realizan en un solo paso, es decir, en forma directa, mientras que los segundos tienen que comprimir el aire atmosférico a una presión intermedia antes de lograr la presión última de descarga, efectuándola por etapas, es decir, en operaciones razón por la cual, se considera este tipo de compresores de dos pasos.



#### Depósito de Aire.

El depósito de aire es un tanque cilíndrico con extremos convexos, generalmente montados en la parte de atrás del bastidor, éste actúa como un pequeño depósito entre el compresor y las herramientas, que reduce la frecuencia de las descargas cuando el trabajo es ligero y además sirve para separar la humedad y el aceite del aire. Está equipado con una entrada del compresor y una o más tuberías de distribución con válvulas de descarga; una tubería más pequeña que conecta al manómetro y los controles automáticos. Los controles automáticos son necesarios para mantener una presión suficiente en el depósito para operar las herramientas y para evitar el aumento excesivo de la presión.

Accesorios que se requieren para una operación cómoda y segura para el funcionamiento de un Compresor.

Una válvula de seguridad del tipo de resorte que abra cuando la presión del aire exceda a la más elevada operación, debe tener una capacidad para descargar el aire mayor que la que tenga el compresor. Debe tener un mecanismo manual para abrirla y expulsar cualquier sedimento diario.

Un manómetro que indique la presión del depósito y un grifo o válvula para vaciar en la parte más baja del depósito de aire comprimido, que se utilice para vaciar o expulsar el agua, aceite o sedimentos.

Un tapón fusible, que se fundirá si el aire se calienta tanto, que llegue al punto de ignición del vapor del aceite lubricante.

En la siguiente tabla se dan los tamaños recomendables para estos accesorios en cfm.:

Tabla Nº 1

TAMAÑOS DE COMPRESOR	50	105	210	315	420
VALVULA DE SEGURIDAD	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	3"
MANOMETRO	3 1/2"	3 1/2"	3 1/2"	6"	6"
VALVULA DE DESCARGA	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
TAPON FUSIBLE	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
VALVULA DE TUBERIA	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"

#### Tuberías de Aire Comprimido.

Las tuberías se utilizan cuando el compresor no se puede llevar cerca de la obra, y éstas se utilizan para conducir el aire comprimido, el tubo deberá tener un diámetro cuando menos igual al de la tubería de descarga del depósito de aire comprimido y de preferencia de un tamaño mayor, los codos en las tuberías tendrán que ser mínimos, si la tubería se reduce de diámetro, se utiliza reducciones con bujes para obtener una circulación más uniforme en el aire.

Para determinar el tamaño de tubo recomendable para la transmisión de aire comprimido, deben tomarse en cuenta cuando menos dos factores. Uno, es la necesidad de proporcionar el aire a la presión requerida; el otro, es la conveniencia de proporcionar energía a través del aire comprimido, al menor costo total, pero ningún libro, tabla o dato fijo puede proporcionar el tamaño correcto de la tubería para todas las instalaciones. El método correcto para determinar el tamaño del tubo, para una instalación determinada es el completo análisis de ingeniería de la instalación en particular.

Al transmitir el aire comprimido de un compresor al equipo neumático es necesario limitar la caída de presión a lo largo de la línea. Si no se toma precaución, la presión puede caer más abajo de aquella para la cual se diseñaron los equipos neumáticos y esto causará daños a la producción.

La caída de presión en la tubería de aire depende de:

1. La longitud del tubo.
2. Los cambios de dirección de la tubería y del tipo de conexiones.
3. Volumen del aire que circule.
4. La presión del aire al entrar a la tubería.

En la siguiente tabla, se proporcionan los tamaños recomendados de tubo para la transmisión de aire comprimido para varias longitudes de tubería. Estos datos son útiles como una guía al seleccionar los tamaños de tubos.

Tabla Nº 2.

VOLUMEN DE AIRE CONDUCIDO M <sup>3</sup> /MIN. A 5.6 - 8.75 KG/CM <sup>2</sup> PRESION MANOMETRICA	LONGITUD DE LA LINEA ALIMENTADORA, EN METROS.			
	15 - 60	60 - 150	150 - 300	300 - 1500
	DIAMETRO	NOMINAL	DE LA	TUBERIA, PULGADAS (MM)
0.85 - 1.70	1	(25.4)	1	(25.4) 1 1/4 (31.8) 1 1/2 (38.1)
1.70 - 2.83	1	(25.4)	1 1/4	(31.8) 1 1/4 (31.8) 2 (50.8)
2.83 - 5.66	1 1/4	(31.8)	1 1/2	(38.1) 2 (50.8) 2 1/2 (63.5)
5.66 - 14.2	2	(50.8)	2 1/2	(63.5) 3 (76.2) 3 1/2 (88.9)
14.6 - 28.3	2 1/2	(63.5)	3	(76.2) 3 1/2 (88.9) 4 (101.6)
28.3 - 56.6	2 1/2	(63.5)	4	(101.6) 4 1/2 (114.3) 5 (127.0)
56.6 - 113.3	3 1/2	(88.9)	5	(127.0) 6 (152.4) 8 (203.2)
113.3 - 226.6	6	(152.4)	8	(203.2) 8 (203.2) 10 (254.0)

### Mangueras para Aire Comprimido.

Las conexiones entre el depósito de aire comprimido o las tuberías y las herramientas se hacen por medio de mangueras de hule y fibra. El hule debe ser de neopreno o algún otro tipo resistente al aceite, la mayor parte de las mangueras tienen entre tres y siete capas, o de uno a tres forros trenzados, construidos por el procedimiento de enrollado o moldeado, el tipo moldeado con fibra trenzada de rayón es más ligero y más flexible por su tamaño y resistencia.

Las mangueras se unen entre sí y a otras unidades por acoplamientos de rosca de cuarto de vuelta, o de enchufe de resorte. Las conexiones de rosca son las mejores, ya que cuando se van a cambiar, rara vez es por el trabajo que realizan, pero es necesario más tiempo para unir las y separarlas que cualquier otro de los tipos y requieren menos atención y no necesitan empaques. Las conexiones de resorte se unen empujando hacia un collar corredizo del enchufe, insertando el manguito con el otro tramo de manguera y soltando el collar, para separarlas se vuelve a empujar hacia atrás el collar, sacando el manguito del acoplamiento, el enchufe automáticamente corta la corriente de aire, el manguito está fuera y debe instalarse en el lado que queda hacia el depósito de aire comprimido.

Las mangueras pueden enrollarse alrededor del compresor o enrollarse en cajas de herramientas cuando no se usan. Sin embargo, para su protección, se deben poner en un carrete, lejos de objetos filosos o pesados para evitar los dobleces.

En general la mayoría de los equipos y herramientas neumáticas, necesitan una cierta longitud de manguera flexible entre la fuente de abastecimiento de aire y el equipo.

Cuando la pérdida de presión de una manguera es relativamente alta, su longitud no debe ser mayor de la que se necesita para una operación satisfactoria.

En la siguiente tabla se proporcionan los tamaños recomendables de manguera para la transmisión de diferentes cantidades de aire comprimido.

Tabla N° 3

GASTOS DE AIRE CONDUCIDO M <sup>3</sup> /MIN.	DIAMETROS DE MANGUERAS RECOMENDADOS (NOMINALES) PULGADAS (MM)					
	MANGUERAS HASTA DE 7.5 M. DE LARGO		7.5-15M DE LARGO		15-60M DE LARGO	
Hasta 0.42	5/16	(7.9)	3/8	(9.5)	1/2	(12.7)
0.42 -0.85	3/8	(9.5)	1/2	(12.7)	1/2	(12.7)
0.85 -1.70	1/2	(12.7)	3/4	(19.1)	3/4	(19.1)
1.70 -2.83	3/4	(19.1)	3/4	(19.1)	1	(25.4)
2.83 -5.66	1	(25.4)	1	(25.4)	1 1/4	(31.8)

### Aceiteras y Múltiples.

La mayor parte de los martillos neumáticos están equipados con sistemas para aceitar alimentados por pequeños depósitos que lleva la misma herramienta, sin embargo, estos equipos a menudo se descuidan, necesitan atención frecuente y pueden no funcionar satisfactoriamente en una herramienta gastada.

Las aceiteras de tubería llevan un depósito que descarga en la corriente de aire por una valvula de aguja. El aceite entra en forma de rocío y el aire comprimido lo transporta a la herramienta manteniéndola lubricada.

Las aceiteras a menudo se construyen en los bastidores de las perforadoras de carretilla. Deben quedar tan cerca de la herramienta como sea posible, de lo contrario, el aire y el aceite se pueden separar completamente en 10 ó 15 pies. Sin embargo, debe dejarse una distancia suficiente que permita el fácil manejo de las herramientas, además algo de lubricación llega a grandes distancias arrastrada por la corriente de aire en forma de aceite condensado en el interior de la manguera.

Los múltiples son nada más y nada menos que un tubo con varias conexiones que sirven para conectar varias tuberías de trabajo de un depósito de aire comprimido o tuberías de alimentación.

### Aire requerido por los Equipos y Herramientas Neumáticas.

Para poder seleccionar el tamaño adecuado de un compresor para usos de construcción, es necesario conocer la variedad de herramientas, y demás dispositivos de construcción que pueden ser accionados por el aire comprimido. Las cantidades aproximadas de aire comprimido requeridas por los equipos y herramientas, están dadas en las siguientes tablas.

### Necesidades de aire de las herramientas para demolición y excavación.

Tabla Nº 4

HERRAMIENTA	CLASE O TAMAÑO	CONSUMO O MEDIO M <sup>3</sup> /MIN.
MARTILLO CINCELADOR	LIGERA	0.42 - 0.71
MARTILLO CINCELADOR	PESADA	0.71 - 0.85
CINCEL O EXCAVADOR DE ARCILLA	9 KG	0.57 - 0.71
CINCEL O EXCAVADOR DE ARCILLA	11 KG	0.71 - 0.85
CINCEL O EXCAVADOR DE ARCILLA	16 KG	0.85 - 0.99
ROMPEDORA DE PAVIMENTOS LIGERA	16 KG	0.85 - 0.99
ROMPEDORA DE PAVIMENTOS MEDIANA	27 KG	1.13 - 1.27
ROMPEDORA DE PAVIMENTOS PESADA	36 KG	1.42 M <sup>3</sup> /MIN

Necesidades de aire de las herramientas para perforación (Consumo medio de aire de las perforadoras rotatorias y reversibles.

Tabla N° 5

DIAMETRO DE LA BROCA	VELOCIDAD DE ROTACION, RPM	PESO DE LAS HERRAMIENTAS KG.	CONSUMO DE AIRE M <sup>3</sup> /MIN
1" 25 MM	700 - 1000	6.4 - 7.3	0.99 - 1.13
2" 51 MM	450 - 800	11.4 - 13.6	1.42 - 2.12
4" 102 MM	250 - 350	11.4 - 13.6	1.42 - 2.12

Consumo de aire de las perforadoras de roca (para operación a 6.3 KG/CM<sup>2</sup> presión manométrica, al nivel del mar y a las condiciones normales)

Tabla N° 6

TAMAÑO DE LA HERRAMIENTA	PROFUNDIDAD DEL BARRENO M.	CONSUMO DE AIRE M <sup>3</sup> /MIN A 6.3 KG/CM <sup>2</sup>	USOS PRINCIPALES
4.5 KG	HASTA 0.60	0.42 - 0.71	PERFORACION DE BARRENOS CORTOS EN CONCRETO, LADRILLO, PIEDRA, ETC.
6.8 KG	HASTA 0.60	0.57 - 0.99	
11.3 KG	0.60 - 2.40	0.85 - 1.42	BARRENOS PARA PERNOS ANCLA Y CORTE DE PIEDRA A DIMENSIONES.
15.9 KG	2.40 - 3.60	1.56 - 2.12	
20.4 KG	3.60 - 4.90	2.27 - 2.83	EXCAVACION GENERAL EN ROCA.
25.0 KG	4.90 - 7.30	2.55 - 3.12	EXCAVACION GENERAL EN ROCA.
24.0 KG	2.40 - 7.30	4.25 - 4.96	
EQUIPOS PARA TUNELES			
76 MM DIAM EMBOLO (MAS QUE LA		4.25 - 4.96	BARRENACION ABUNDANTE PARA VOLADURAS BROCA MAYOR PARA DUREZA MAYOR.
89 MM DIAM EMBOLO SOSTENIDA		5.10 - 5.95	
102 MM DIAM EMBOLO A MANO)		6.37 - 7.80	

Necesidades de aire de las remachadoras y las llaves de poder (para operación a 6.3 KG/CM<sup>2</sup> Presión Manométrica, al nivel del mar y a condiciones normales).  
 Tabla N<sup>o</sup> 7

DIAMETRO DEL REMACHE O TORNILLO PULGADAS (MM)		PESO NETO DE LA HERRAMIENTA	CONSUMO DE AIRE EN M <sup>3</sup> /MIN.
REMACHADORAS	5/8" (15.9)	6.8	0.71 - 0.85
	3/4" (19.1)	8.2	0.85 - 0.99
	7/8" (22.2)	9.1	0.99 - 1.13
	1 1/8" (28.6)	10.0	1.13 - 1.27
	1 1/4" (31.8)	11.4	1.13 - 1.27
LLAVES	5/8" (15.9)	3.6 - 5.4	0.42 - 0.57
	3/4" (19.1)	6.8 - 9.1	0.85 - 1.13
	1 1/4" (31.8)	11.4 - 13.6	1.70 - 1.98
	1 1/2" (38.1)	15.9 - 28.2	1.98 - 2.27
	1 3/4" (44.5)	27.2 - 29.5	2.27 - 2.55

Necesidades de aire para otras herramientas y dispositivos neumáticos (para operación a 6.3 KG/CM<sup>2</sup> presión manométrica.

Tabla N° 8

DISPOSITIVO ACCIONADO POR AIRE	TAMAÑO - PESO	CONSUMO DE AIRE M <sup>3</sup> / MIN. A 6.3 KG/CM <sup>2</sup>
SIERRA CIRCULAR	DISCO DE 30 CM. DE DIAMETRO (CORTE MAX. 10 CM)	1.13 - 1.70
SIERRA DE CADENA	HOJA DE 45.7 - 76.2 CM. 18.23 KG	2.41 - 2.69
	HOJA DE 91.4 CM. 23 - 25 KG.	3.82 - 4.25
	HOJA DE 12.2 CM. 23 - 27 KG.	4.25 - 4.53
SIERRA RECIPROCANTE	HOJA DE 50.8 CM. 23 - 27 KG.	1.27 - 1.42
VIBRADOR DE CONCRETO	TUBO DE 64 MM DE DIAMETRO	0.57 - 0.85
	TUBO DE 76 MM DE DIAMETRO	1.13 - 1.42
	TUBO DE 102 MM. DE DIAMETRO	2.12 - 2.41
MALACATE PARA MATERIALES	UN TAMBOR DE TRACCIÓN DE 910 KG.	5.66 - 6.23
	DOS O TRES TAMBORES, TRACCION DE 1090 KG.	7.08 - 7.36
ROMPEDORA NEUMATICA MONTADA EN PLUMA	PESA MENOS DE 450 KG. Y ENTREGA 140 M - KG. POR GOLPE	7.08

### Capacidad de un Compresor de Aire.

La capacidad de un compresor, es el volumen real de aire libre que entra al mismo en un minuto y se expresa en metros cúbicos, en la siguiente tabla, se muestran los modelos y capacidades de los compresores portátiles de pistón.

Modelos de Compresores portátiles para construcción (capacidad en metros cúbicos por minuto a 7.0 KG/CM<sup>2</sup> a nivel del mar y 15.5° C)

Tabla N° 9

Modelo	60	1.70 M <sup>3</sup> /MIN.
Modelo	105	1.72 - 2.97 M <sup>3</sup> /MIN.
Modelo	160	3.00 - 4.53 M <sup>3</sup> /MIN.
Modelo	210	4.55 - 5.94 M <sup>3</sup> /MIN.
Modelo	315	5.97 - 8.92 M <sup>3</sup> /MIN.
Modelo	450	8.94 - 12.74 M <sup>3</sup> /MIN.
Modelo	600	12.77 - 17.00 M <sup>3</sup> /MIN.

Los compresores rotativos están diseñados para capacidades mayores a 8.5 M<sup>3</sup>/MIN.

#### Factor de Capacidad.

El factor de capacidad es la relación de la carga media a la máxima carga matemática que existiría si todas las herramientas estuvieran en operación al mismo tiempo. A este factor, con frecuencia, se le llama también factor de diversidad y está dado por la siguiente fórmula:

$$FD = \frac{M^3/\text{MIN. REALES USADO POR TODAS LAS HERRAMIENTAS}}{\text{SUMA DE LAS NECESIDADES MAXIMAS DE UNA HERRAMIENTA.}}$$

En la siguiente tabla, se muestran los valores del factor de diversidad.

Valores de factor de diversidad.

Tabla N° 10

Número de perforadoras	1.0	4.0	8.0	12.0	20.0	30
Factor de diversidad	1.0	0.85	0.75	0.68	0.59	0.53

(Para otras cantidades de herramientas puede utilizarse el valor interpolado correspondiente.)

Ejemplo: Si un martillo neumático necesitara 90 cfm. de aire, 10 martillos necesitan un total de 900 cfm. de aire cuando estuvieran en operación al mismo tiempo. No obstante, cuando nada más están operando 5 martillos al mismo tiempo, la demanda de aire sería de 450 cfm. En esta forma, el factor de diversidad sería de:

$$FD = \frac{450}{900} = 0.5$$

### Selección de un Compresor.

Para seleccionar un compresor adecuadamente en una situación particular de construcción se necesita determinar lo siguiente:

1. Las herramientas y demás equipos que han de ser accionadas por aire comprimido entregado por el compresor.
2. Necesidades totales de aire, en metros cúbicos por minutos que demandaran todos los equipos.
3. Necesidades de presión en Kg/Cm<sup>2</sup>, para cada equipo neumático que ha de utilizar el aire comprimido
4. Sistema de tubería y manguera, incluyendo las longitudes de las tuberías de conducción, procedentes del compresor y situadas estratégicamente para alimentar a los distintos equipos.
5. Capacidad de la presión necesaria en el compresor, considerando para ello la pérdida de presión en las tuberías de distribución, es directamente proporcional a la longitud equivalente de tubería o manguera, e inversamente proporcional al diámetro de la tubería y tomando en cuenta que las mangueras originan una caída de presión mucho mayor que la tubería de diámetro comparable y de igual longitud.
6. La presión de aire deseada en el recipiente del compresor, para proporcionar la presión requerida en el equipo que la exige y compensar las pérdidas de presión entre ellos.
7. La cantidad de presión admisible del compresor para generar la presión deseada en el recipiente.
8. Un factor de diversidad aceptable para el número de máquinas o herramientas alimentadas por el compresor.
9. El tamaño teórico del compresor para generar la capacidad de aire que ha de dar servicio a un sistema al que estén conectadas varias herramientas, por lo general no requiere aportar las necesidades máximas de aire de todas las herramientas a la vez. En los casos aislados en los que esto sucediera, la capacidad de sobrecarga del compresor cubriría la necesidad de tal sistema excepcional, o bien, las herramientas tendrían que aceptar un suministro menor, en forma momentánea. Así, uno de los puntos que deben considerarse en la selección del compresor de aire apropiado y económico, con su recipiente de aire adecuado, es tomar en cuenta el factor de capacidad mencionado con anterioridad.

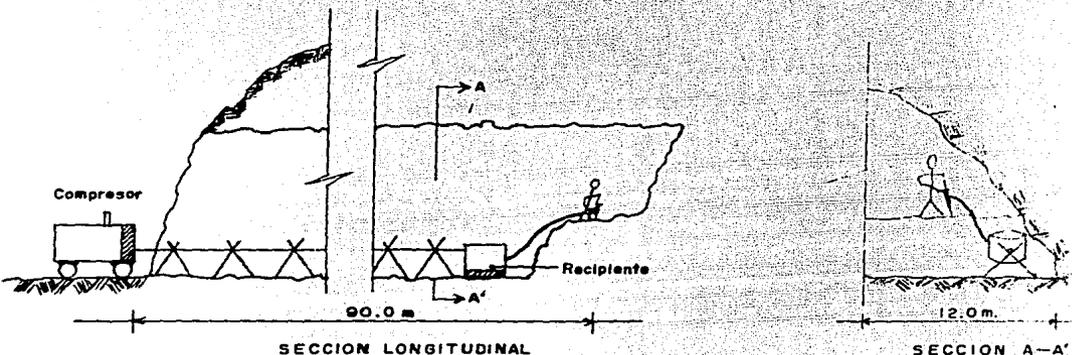
La selección correcta requiere del conocimiento de la variedad y el número de herramientas y equipos a los que ha de dar servicio el compresor en un sistema integrado de aire comprimido. El compresor de aire que ha de dar servicio a un sistema al que estén conectadas varias herramientas, por lo general no requiere aportar las necesidades máximas de aire de todas las herramientas a la vez. En los casos aislados en los que esto sucediera, la capacidad de sobrecarga del compresor cubriría la necesidad de tal sistema excepcional, o bien, las herramientas tendrían que aceptar un suministro menor, en forma momentánea. Así, uno de los puntos que deben considerarse en la selección del compresor de aire apropiado y económico, con su recipiente de aire adecuado, es tomar en cuenta el factor de capacidad mencionado con anterioridad.

### Ejemplo:

Para perforar los primeros 90 metros de un túnel de 12 metros de diámetro, donde se va a utilizar una perforadora de arcilla de 11.3 Kg. con 6.3 Kg/Cm<sup>2</sup> presión manométrica en la herramienta y alimentada

por 15 M. de manguera y 5 perforadoras de roca de 25 Kg. con 7.0 KG/Cm<sup>2</sup> presión manométrica en las herramientas.

Seleccionar el compresor necesario para satisfacer la demanda máxima con 90 M. de tubería alimentadora para el uso.



Solución.

De acuerdo con la tabla 6, para la perforadora de arcilla de 11.3 Kg., tenemos un consumo de 0.85 M<sup>3</sup>/Min. y con 15 M. de manguera, calculamos el diámetro a utilizar en esta perforadora, basándonos en la tabla 3, el cual va a ser de 12.7 MM. De la misma manera, obtenemos el consumo de aire, así como el diámetro a utilizar, en las perforadoras de 25 Kg. tenemos un consumo de 2.83 M<sup>3</sup>/Min. y un diámetro de 19.1 MM. El consumo de la operación será:

$$\begin{array}{ll}
 1 \times 0.85 = 0.85 \text{ M}^3/\text{Min.} & \text{con } 1 \times 15 = 15 \text{ M.} \\
 5 \times 2.83 = \frac{14.15 \text{ M}^3/\text{Min.}}{15.00 \text{ M}^3/\text{Min.}} & \text{con } 5 \times 9 = \frac{45 \text{ M.}}{60 \text{ M. de manguera.}}
 \end{array}$$

El consumo máximo que se va a utilizar es de 15.0 M<sup>3</sup>/Min., la capacidad requerida del compresor debe basarse en 6 herramientas para lo cual obtenemos el Factor de Diversidad de la tabla 10 y tenemos (FD=0.77). Aplicando este factor al consumo máximo obtenemos el consumo máximo real  $15.00 \times 0.77 = 11.55 \text{ M}^3/\text{Min.}$  y en este consumo, obtenemos el diámetro necesario para la tubería de 84 M. en la Tabla 2, la cual es de 63.5MM.

Por lo tanto, con el consumo máximo real de 11.55 M<sup>3</sup>/Min. con un compresor Modelo 450 podemos satisfacer las necesidades planteadas.

## C A P I T U L O   I I I

### SELECCION DE PERFORADORAS

#### INTRODUCCION.

El equipo para ejecutar trabajos de construcción es una fuerza vital para las operaciones competitivas modernas, particularmente para la llamada construcción pesada. La planeación de la producción para un proyecto dado se enfoca a menudo hacia la productividad del equipo, misma que rige a la cantidad de trabajo a entregar. Además, la planeación financiera de una empresa constructora, siempre comienza a partir de la inversión en equipo, ya que este elemento constituye la mayor parte de la inversión de capital a largo plazo.

Para poder seleccionar el equipo en una forma satisfactoria se deben conocer tres aspectos importantes:

1. Identificación del Equipo.
2. Productividad y Eficiencia del Equipo.
3. Factores de Selección del Equipo.

#### 1. Identificación del Equipo.

Los diversos tipos de unidades de equipos para construcción serán identificados de la manera más conveniente. Pueden agruparse para fines de estudio de dos maneras. La primera puede clasificarse considerando el trabajo que realiza el equipo en cuestión, o bien teniendo en cuenta la función que ejecuta en la construcción. Otra forma consistiría en identificar un equipo por la operación del proyecto de construcción o sea, conocer sus unidades motrices y unidades de tracción.

#### 2. Productividad y Eficiencia del Equipo.

La productividad de un equipo de construcción en una obra nos indica el rendimiento del equipo en una hora, y esto va a depender principalmente de las condiciones de trabajo y la dirección del mismo, así como la destreza del operador, de su persistencia y de la coordinación con las demás fuerzas constructivas.

A la mejor productividad que puede esperarse, regida generalmente por las limitaciones de diseño del equipo, se le denomina óptima o pico. Dicha productividad está basada en que el equipo trabaja los 60 minutos completos en una hora. Considerando una tolerancia por factor humano, en la operación del equipo no automatizado, habrá un régimen de producción un poco más bajo al que llamaremos productividad normal. Esta supone que la mayoría de los operadores, no trabajan un equipo a su máximo rendimiento en forma continua sino que toman un descanso aproximadamente cada hora.

Se sugieren algunos valores representativos para la eficiencia de trabajo y para los factores de dirección del mismo, que podrán utilizarse en la estimación de productividad para condiciones dadas. Estas eficiencias consideran el elemento humano, la disposición del trabajo, las condiciones atmosféricas, las fallas de la maquinaria y la disponibilidad de partes, repuestos y servicio, los cuales vienen dados en la siguiente tabla:

#### FACTORES DE EFICIENCIA DEL EQUIPO

ESTADO GENERAL	EFICIENCIA DE TRABAJO	EFICIENCIA DE DIRECCION DE TRABAJO	ESTADO DE TRABAJO	EFICIENCIA COMBINADA CONDICIONES DE DIREC. DE TRABAJO		
				BUENO	PROMEDIO	DEF.
BUENO	0.90	1.00	BUENO	0.90	0.77	0.59
PROMEDIO	0.80	0.85	PROMEDIO	0.80	0.68	0.52
DEFICIENTE	0.70	0.65	DEFICIENTE	0.70	0.60	0.45

#### 3. Factores de Selección de Equipo.

Los factores más importantes al hacer la selección de equipo para realizar una operación de construcción, son costo y facilidad de conservación. Es decir, se escoge el equipo que pueda hacer el trabajo al mínimo costo total, siendo iguales los demás factores.

Hay otros factores significativos a considerar en la selección del equipo, que deben analizarse en cada selección y son los siguientes:

1. Trabajo u operación específica a ejecutar.
2. Especificación de construcción.
3. Movilidad requerida por el equipo.
4. Influencia de las variaciones atmosféricas en el funcionamiento del equipo.
5. Tiempo programado para hacer el trabajo.
6. Balanceo del equipo interdependiente.
7. Versatilidad y adaptabilidad de equipo a otros conjuntos de maquinaria.
8. Efectividad del operador con el equipo.

Una solución factible al problema de selección de equipo para condiciones de campo reales, comprenderá indudablemente varios de estos factores.

#### SELECCION DE PERFORADORAS

Dentro de los límites prácticos del equipo que produzca la mayor economía general para cada obra en particular, se realizan las perforaciones con diferentes fines, tales como recibir cargas de explosivos, exploración del suelo, inyección de lechada, etc.

Muchos factores afectan la selección de las perforadoras; entre ellos, están los siguientes:

1. La naturaleza del terreno.
2. La profundidad requerida de los agujeros.
3. La dureza de la roca.
4. Las grietas o fracturas de la formación rocosa.
5. Tamaño de la Obra.
6. Si la roca tiene que romperse para manejarla o triturarla.
7. La disponibilidad de agua para perforación. La falta de agua favorece el taladro en seco.
8. El objeto de las perforaciones, si son para dinamitado, exploración o inyección de lechada.
9. El tamaño de los corazones que se requieren para el análisis.

A continuación se darán algunas recomendaciones para la selección de las perforadoras.

Para perforaciones de diámetro pequeño, hasta 4 1/2" como máximo, que se taladran para fines de dinamitado, deberá seleccionarse entre la perforadora de torre portátil sobre orugas o la perforadora de carretilla. Si la obra es suficientemente grande y si el terreno es tal que puedan emplearse las perforadoras de carretilla, éstas serán más económicas que la perforadora de torre portátil sobre orugas y podrán perforar con mayor rapidez agujeros de mayor diámetro y profundidad. Las perforaciones más grandes permitirán un mayor espaciamiento de las mismas. Sin embargo, en terrenos escabrosos puede ser necesario el empleo de las perforadoras de torre portátil sobre orugas, independientemente del costo.

Para perforaciones de diámetro de 5 a 7 pulgadas, que se taladra para fines de dinamitado, la selección estará entre la perforadora portátil de torre, ya sea sobre orugas o sobre camión, o la perforadora giratoria. Para agujeros hasta 70 ft de profundidad en roca suave o media dura, puede usarse cualesquiera de los tres. Para rocas de mayor dureza que la piedra caliza y la dolomita, la perforadora portátil de torre perforará satisfactoriamente. Así pues, para perforaciones medianas que sobre pasen los 70 ft de profundidad, la perforadora giratoria probablemente será el equipo más satisfactorio.

#### EJEMPLO DE SELECCION DE PERFORADORAS PARA POZOS DE AGUA.

Para realizar perforaciones de pozos con profundidades comprendidas entre 100 y 400 m. y de grandes diámetros de perforación y el de máquinas rotativas; para cada caso o clase de formación, alguno de los dos métodos de perforación será el más adecuado, no solo desde el punto de vista constructivo y de la economía en la inversión inicial, sino que además, se deberán tener en cuenta muchas consideraciones como son la técnica de los trabajos y su garantía de obtener los resultados óptimos, rapidez de maniobras en beneficio de los buenos resultados en los trabajos.

A continuación se resumen en una forma más completa la conveniencia de emplear un determinado equipo de perforación para las diversas formaciones geológicas.

Formaciones granulares no cementadas.

En estas formaciones granulares no cementadas, con la única limitación granulométrica es de rocas redondeadas de 305 mm. de diámetro se puede perforar con cualquiera de los procedimientos de percusión o rotativo y tendrá las siguientes ventajas:

### 1. Perforación con máquina rotativa.

Ventajas.

- a) Gran rapidez a los trabajos.
- b) Se obtiene un corte de la roca más representativo.
- c) Realizar un correcto diseño en la entubación definitiva del pozo.
- d) Se puede diseñar y colocar un filtro de grava artificial, adecuado en concordancia con la granulometría en las formaciones perforadas.
- e) Si el pozo es correctamente construido, con métodos de percusión.
- f) El equipo de bombeo necesario para la operación del pozo será más económico.
- g) Ahorro en costos de operación.

Desventajas.

- a) Mayor costo inicial en trabajos de perforación y desarrollo del pozo.
- b) Se requiere en la construcción de una técnica más cuidadosa y especializada así como personal más capaz y entrenado que el necesario en trabajos de percusión.

### 2. Perforadora con máquina de percusión.

Ventajas.

- a) Menor costo en la inversión inicial correspondiente al trabajo.
- b) Menores cuidados en la ejecución de los trabajos, así como equipo más fácil de ser operado por personal menos experimentado.
- c) En nuestro país existe una experiencia mucho más generalizada en trabajos de percusión.

Desventajas.

- a) Trabajos ejecutados muy lentamente.
- b) Obtiene un muestreo de rocas muy alterado y poco representativo.
- c) Muy difícilmente se podrá proyectar una tubería de ademe que convida con un cedazo, cuyas ubicaciones en el pozo resulten óptimas.
- d) Generalmente, en los acuíferos con altos contenidos de materiales de grano fino, es necesario conducir las operaciones de perforación y entubado del pozo simultáneamente, hincado los ademes para evitar los caídos y derrumbes de las paredes de la perforación.
- e) En aquellas formaciones que requieren un filtro de grava para controlar el arrastre de sólidos en suspensión durante el bombeo cuando se hinca la tubería es imposible colocar un filtro artificial y la formación de un filtro natural por adomodamiento de fragmentos gruesos de las formaciones en torno a la tubería de cedazo.

Con amplias bases estadísticas se aconseja que siempre que sea posible la perforación en materiales granulares no cementados, se deberá practicar con máquinas de percusión, frecuentemente es solo aparente, si se toman en cuenta los futuros costos de operación del pozo.

Formaciones granulares cementadas.

a) Formaciones granulares aglutinadas por cementantes.

- En formaciones suaves de grano fino se recomienda perforadoras rotativas.
- En formaciones de dureza y granulometría media se recomienda perforadoras rotativas.
- En formaciones muy duras y de granos muy gruesos se recomienda perforación de percusión.

b) Rocas petreas.

- Lotitas no silificadas.  
La perforación es practicable con cualquiera de los dos tipos de maquinaria de perforación. si se perfora con máquinas de percusión es rápida y eficiente, salvo la desventaja de obtener muestreos muy alterados y poco representativos, si se perfora con máquina rotativa es sumamente rápida y tiene todas las ventajas ya discutidas con anterioridad.
- Calizas, dolomitas y lutitas silificadas.  
La perforación se puede practicar tanto con máquinas de percusión como rotativas; la perforación con rotativas es muy rápida, especialmente cuando las rocas no tienen contaminantes de nódulos de pedernal. La perforación con percusión resulta ventajosa cuando estas rocas tienen contenidos apreciables de pedernal.

c) Rocas volcánicas.

Tratandose de rocas compactas y abrasivas, como el basalto y la riolita se impone la perforación de máquina de percusión y no siempre es aconsejable intentar realizar los trabajos con rotativas, salvo en exploraciones en que resulta conveniente utilizar las máquinas de diamante.

## CAPITULO IV

## COSTOS Y RENDIMIENTOS

## COSTOS.

El objetivo principal de un Gerente de Construcción, que trabaje con éxito, es lograr que las operaciones que plantea, den como resultado un producto final satisfactorio de acuerdo a los planes y especificaciones, y al mínimo costo posible, por lo tanto, es uno de los factores más importantes.

Uno de los factores más importantes en la planeación del equipo para construcción, es el costo total que este representa a cualquier empresa. Este costo abarca la inversión original o el costo de renta; el costo de operación y de conservación del equipo en buenas condiciones de trabajo.

En este capítulo, nos abocaremos al cálculo de los costos directos por hora de trabajo realizando un resumen de los factores que influyen en éstos, y se presentarán costos y horarios de algunos tipos de perforadoras y compresores.

## 1. Vida Util de la Maquinaria.

Es el lapso de tiempo durante el cual el equipo está en condiciones de realizar trabajo, sin que los gastos de su posición excedan los rendimientos económicos obtenidos por dicho equipo, por mínimos que éstos sean.

La vida útil de una maquinaria depende de múltiples y complejos factores que pueden ser fallas de fabricación, falta de protección contra agentes atmosféricos, desgastes, debidos a uso normal, vibraciones y fricción de sus partes móviles, manejo de diferentes operadores e irresponsabilidad de los mismos descuidos técnicos.

## 2. Vida Económica del Equipo.

Por la vida económica de una máquina, se entiende el período de tiempo durante el cual puede ésta operar en forma eficiente, realizando un trabajo económico satisfactorio y oportuno, siempre y cuando la máquina sea conservada y mantenida.

## 3. Valor de Adquisición de una Máquina.

Es el precio actual en el mercado de la misma pagada de contado. Cuando el valor de adquisición de la máquina incluye el valor de las llantas o de otros accesorios de desgaste rápido, estos valores deberán ser descontados del valor de adquisición original.

4. Valor de Rescate de una Máquina.

Es el valor comercial que tiene la misma al final de su vida económica, varía generalmente (10% a 20%) del valor de adquisición.

5. Costo Horario.

Es el que se deriva del uso correcto de las máquinas adecuadas y necesarias para la ejecución de los conceptos de trabajo conforme a lo estipulado en las especificaciones y en el contrato. Se integra mediante los siguientes cargos:

- a) Cargos Fijos.
- b) Cargos por Consumo.
- c) Cargos de Operación.

Los cuales se resumen en la siguiente tabla:

A continuación, se presenta el análisis de costos hora máquina de algunos equipos.

NOTA: Se tomo la tasa de interés que maneja la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, ya que cada Secretaría maneja su tasa de interés.

## COSTO HORA - MAQUINA

	CARGO	FORMULA	NOMENCLATURA
CARGO FIJO	DEPRECIACION	$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$	Va=Valor inicial. Vr=Valor rescate.
	INVERSION	$I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} i$	Ve=Vida económica en horas. Ha=No horas trabajadas por año.
	SEGUROS	$S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} s$	i= Tasa de interés.
	ALMACENAJE	A= KD	s=Prima seguro.
	MANTENIMIENTO	M= QD	K=Coef. de almacenaje Q=Factor de mantenimiento.
CONSUMOS	Combustibles	Diesel $E = 0.20X_{HP} OP X Pc$ Gasolina $E = 0.24X_{HP} OP X Pc$	Pc= Precio combustible por litro. HP, OP= Potencia de operación.
	Lubricantes	$L = a Pe$ $a = c \left( 1 + \frac{0.0035}{0.0030} \right)_{HP} OP$	Pe= Precio lubricante por litro. c= Capacidad carácter. f= Cambios de aceite.
	llantas	$Lf = \frac{VLL}{Hv}$	VLL= Valor llantas Hv= Vida económica de las llantas.
OPERACION	Operacion	$O = \frac{S}{H}$	S= Salario H= Rendimiento.

## ROMPEDORA DE PAVIMENTO

## INGERSOLL - RAND

Modelo P 38 B Peso de 36.50 Kg.

CAPACIDAD	4 HP
PRECIO DE ADQUISICION	\$863,942.00
VALOR DE RESCATE	10%
TASA DE INTERES ANUAL	27%
PRIMA ANUAL DE SEGUROS	3%
VIDA ECONOMICA	3 AÑOS (1500 Hrs./Año)
FACTOR DE OPERACION	0.75
COEFICIENTE DE ALMACENAJE	0.08
FACTOR DE MANTENIMIENTO	0.8
COSTO DE ACEITE	\$ 575.00
CAPACIDAD DE CARTER	0.00
TIEMPO DE CAMBIO DE ACEITE	0.00
OPERADOR SALARIO REAL	\$ 3,622.44
FACTOR DE RENDIMIENTO	0.75

CONSTRUCTORA \_\_\_\_\_

Máquina: PORTLAND PAVEMENT

HOJA No. 7

Modelo: INCERSON - BAND

CALCULO: \_\_\_\_\_

OBRA: \_\_\_\_\_

Datos Adic: P-E-R 1430 30, 50%

REVISO: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

**DATOS GENERALES**

Precio adquisición: \$ 863,942.00 Fecha cotización: \_\_\_\_\_ años  
 Equipo adicional: \_\_\_\_\_ Vida económica (Ve): \_\_\_\_\_ años  
 \_\_\_\_\_ Horas por año (Ha): 1,500 hr./año  
863,942.00 Motores Gasolina de 0.000 HP.  
 Valor inicial (Va): \_\_\_\_\_ Factor operación: \_\_\_\_\_  
 Valor rescate (Vr) 10 % = \$ 86,394.20 Potencia operación: 0.00 HP. op.  
 Tasa Interés (i) 27 % Coeficiente almacenaje (K): 0.05  
 Prima seguros(s): 3 % Factor mantenimiento (Q): 0.05

**I. CARGOS FIJOS.**

a) Depreciación:  $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{863,942 - 86,394.20}{1,500} = \$ 172.75$

b) Inversión:  $I = \frac{Va + Vr}{2Ha} = \frac{863,942 + 86,394.20}{3,000} = 15.54$

c) Seguros:  $S = \frac{Va + Vr}{2Ha} \cdot i = \frac{863,942 + 86,394.20}{3,000} \times 0.27 = 0.50$

d) Almacenaje:  $A = KD = 0.05 \times 172.75 = 13.52$

e) Mantenimiento:  $M = QD = 0.05 \times 172.75 = 13.52$

Suma Cargos Fijos por Hora = \$ 41.83

## II. CONSUMOS.

56

a) Combustible:  $E = e \text{ PC}$

Diesel:  $E = 0.20 \times \text{HP.op.} \times \$ \text{ / lt.} = \$$

Gasolina:  $E = 0.24 \times \text{HP.op.} \times \$ \text{ / lt.} = \$$

b) Otras fuentes de energía: \_\_\_\_\_ =

c) Lubricantes:  $L = a \text{ Pe}$

Capacidad cárter:  $C =$  \_\_\_\_\_ litros

Cambios aceite:  $f =$  \_\_\_\_\_ horas

$a = C/f + \begin{pmatrix} 0.0035 \\ 0.0030 \end{pmatrix} \times \text{HP.op.} =$  \_\_\_\_\_ lt/hr.

$L =$  \_\_\_\_\_ lt/hr.  $\times$  \$ \_\_\_\_\_ /lt. =

d) Llantas:  $LI = \frac{VII}{HV}$  (Valor llantas)  
HV (vida económica)

Vida económica:  $Hv =$  \_\_\_\_\_ horas =

$LI =$  \_\_\_\_\_ horas =

Suma Consumos por Hora \$ 0.00

## III. OPERACION.

Salario base: \$ \_\_\_\_\_

Salario real

operador: 3,622.44

\_\_\_\_\_

Sal./turno-prom: \$ 3,622.44

Horas/turno-prom.: (H)

$H = 8 \text{ horas} \times 0.75 \text{ (factor rendimiento)} = 6 \text{ horas}$

Operación =  $O = \frac{S}{H} = \frac{3,622.44}{6} \text{ horas} = \$ 603.74$

Suma Operación por Hora \$ 603.74

**COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ 1,023.59**

## PERFORADORA INGERSOLL - RAND (ROTATIVA)

MODELO J - 40 DE 25 KG. DE PESO

CAPACIDAD	4 H P
PRECIO DE ADQUISICION	\$1'054,569.00
VALOR DE RESCATE	10 %
TASA DE INTERES	27 %
PRIMA ANUAL DE SEGUROS	3 %
VIDA ECONOMICA	4 AÑOS (150 HRS/AÑO)
FACTOR DE OPERACION	0.75
COEFICIENTE DE ALMACENAJE	0.08
FACTOR DE MANTENIMIENTO	0.80
COSTO DE ACEITE	\$ 575.00
CAPACIDAD DE CARTER	0.00
TIEMPO DE CAMBIO DE ACEITE	0.00
OPERADOR SALARIO REAL	\$ 3,622.44
FACTOR DE RENDIMIENTO	0.75



**II. CONSUMOS.**

59

a) Combustible:  $E = e \text{ PC}$

Diesel:  $E = 0.20 \times \text{HP.op.} \times \$ \text{ / lit.} = \$$

Gasolina:  $E = 0.24 \times \text{HP.op.} \times \$ \text{ / lit.} = \$$

b) Otras fuentes de energía: \_\_\_\_\_ =

c) Lubricantes:  $L = a \text{ Pe}$

Capacidad carter:  $C = \text{_____ litros}$

Cambios aceite:  $t = \text{_____ horas}$

$a = C/t + \begin{cases} 0.0035 \\ 0.0030 \end{cases} \times \text{HP.op.} = \text{_____ lit/hr.}$

$L = \text{_____ lit/hr.} \times \$ \text{ / lit.} =$

d) Llantas:  $LI = \frac{VII}{Hv}$  (Valor llantas)  
 Hv (vida económica)

Vida económica:  $Hv = \text{_____ horas} =$

$LI = \text{_____ horas} =$

Suma Consumos por Hora \$ 0.00

**III. OPERACION.**

Salario base: \$ \_\_\_\_\_

Salario real

operador: 3,622.44

\_\_\_\_\_:

\_\_\_\_\_:

Sal./turno-prom: \$ 3,622.44

Horas/turno-prom.: (H)

$H = 8 \text{ horas} \times 0.75 \text{ (factor rendimiento)} = \underline{6} \text{ horas}$

Operación =  $O = \frac{S}{H} = \frac{3,622.44}{6} \text{ horas} = \$ \underline{603.74}$

Suma Operación por Hora \$ 603.74

**COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ 1,017.11**

TRACK - DRILL INGERSOLL - RAND  
 CON PERFORADORA Y COMPRESOR  
 P - 375 MOTOR DIESEL

MODELO L M 100

CAPACIDAD	3.5 HP Y 150 RPM
PRECIO DE ADQUISICION	\$42'177,370.00
PRECIO LLANTAS DELANTERAS	\$ 20,265.00 (VIDA ECONOMICA 100 HRS)
PRECIO LLANTAS TRASERAS	\$ 31,205.00 (VIDA ECONOMICA 100 HRS)
VALOR DE RESCATE	15 %
TASA DE INTERES	27 %
VIDA ECONOMICA	4 AÑOS (1500 HRS/AÑO)
PRIMA DE SEGUROS ANUAL	3 %
FACTOR DE OPERACION	0.75
COEFICIENTE DE ALMACENAJE	0.10
FACTOR DE MANTENIMIENTO	0.80
MOTOR DIESEL	3.5 HP
COSTO DE DIESEL	\$ 63.70
COSTO GASOLINA NOVA	\$ 85.00
COSTO DE ACEITE	\$575.00
CAPACIDAD DE CARTER	14 LT
TIEMPOS ENTRE CAMBIO ACEITE	200 HRS.
OPERADOR SALARIO REAL	\$27,828.90
FACTOR DE RENDIMIENTO OPERADOR	75 %

CONSTRUCTORA \_\_\_\_\_

OBRA: \_\_\_\_\_

Máquina: TRACK-DRILL LM-100

Modelo: INGERSOLL - RAND

Datos Adic: CON PERFORADORA

Y COMPRESOR P - 375

HOJA No. \_\_\_\_\_ 61

CALCULO: L. E. R. G.

REVISO: L. C. R.

FECHA: \_\_\_\_\_

### DATOS GENERALES

Precio adquisición: \$ 42'177,370.00 Fecha cotización: 20 - 5 - 86  
Equipo adicional (LLANTAS) Vida económica (Ve): 4 años.  
DELANTERAS (1) 20,263.00 Horas por año (Ha): 1500 hr./año.  
TRASERAS (2) 62,410.00 Motores Gasolina de DIESEL: 3.5 HP.  
Valor inicial (Va): 42,260,043.00 Factor operación: 0.75  
Valor rescate (Vr): 15 % = \$ 6'339,006.45 Potencia operación: 108.50 HP. op.  
Tasa interés (i): 27 % Coeficiente almacenaje (K): 0.10  
Prima seguros (s): f % Factor mantenimiento (Q): 0.80

### I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación:  $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{42'260,043 - 6'339,006}{6000} = \$ 5,986.83$   
b) Inversión:  $I = \frac{Va + Vr}{2Ha} = \frac{42'260,043 + 6'339,006}{2 (1500)} \times 0.27 = 4,373.91$   
c) Seguros:  $S = \frac{Va + Vr}{2Ha} = \frac{42'260,043 + 6'339,006}{2 (1500)} \times 0.03 = 485.99$   
d) Almacenaje:  $A = KD = 5,986.83 \times 0.10 = 598.68$   
e) Mantenimiento:  $M = QD = 5,986.83 \times 0.8 = 4,789.46$

Suma Cargos Fijos por Hora = \$ 16,234.87

## II. CONSUMOS.

a) Combustible: E = e PC

$$\text{Diesel: } E = 0.20 \times 105.5 \text{ HP.op.} \times \$ \frac{63.70}{\text{lt.}} = \$ 1,382.29$$

$$\text{Gasolina: } E = 0.24 \times \text{HP.op.} \times \$ \frac{\quad}{\text{lt.}} = \$$$

b) Otras fuentes de energía: \_\_\_\_\_ =

c) Lubricantes: L = a Pe

$$\text{Capacidad carter: } C = \frac{14}{\quad} \text{ Nitro}$$

$$\text{Cambios aceite: } t = \frac{200}{\quad} \text{ horas}$$

$$a = C/t + \begin{cases} 0.0035 \\ 0.0030 \end{cases} \times 108.5 \text{ HP.op.} = \frac{7.97}{\quad} \text{ lt/hr.}$$

$$L = \frac{7.97}{\quad} \text{ lt/hr.} \times \$ \frac{575}{\quad} \text{ /lt.} = 4,585.48$$

d) Llantas:  $Ll = \frac{Vll}{Hv}$  (Valor llantas)  
(Vv vida económica)

$$\text{Vida económica: } Hv = \text{horas} =$$

$$Ll = \text{horas} =$$

Suma Consumos por Hora

\$ 6,050.44

## III. OPERACION.

Salario base: \$ \_\_\_\_\_

Salario real

operador: 27,828.90

\_\_\_\_\_:

\_\_\_\_\_:

Sal./turno-prom: \$ 27,828.90

Horas/turno-prom.: (H)

$$H = 8 \text{ horas} \times 0.75 \text{ (factor rendimiento)} = \frac{6}{\quad} \text{ horas}$$

$$\text{Operación} = O = \frac{S}{H} = \frac{27,828.90}{6} \text{ horas} = \$ \frac{4,638.15}{\quad}$$

Suma Operación por Hora

\$ 4,638.15

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) \$ 26,923.46

## COMPRESOR MARCA INGERSOLL - RAND

MODELO DR - 250

CAPACIDAD	250 PCM
PRECIO DE ADQUISICION	\$11'500,000.00
VALOR DE RESCATE	15 % = 1'725,000.00
TASA DE INTERES ANUAL	27 %
PRIMA ANUAL DE SEGUROS	3 %
VIDA ECONOMICA	4 ÑOS (150 HRS/AÑO)
MOTOR DIESEL DE	105 H P
FACTOR DE OPERACION	0.80
COEFICIENTE DE ALMACENAJE	0.10
FACTOR DE MANTENIMIENTO	0.80
COSTO DE DIESEL	\$ 63.70 LITROS
CAPACIDAD DE CARTER	17 LITROS
COSTO DE ACEITE	\$ 575.00
TIEMPO ENTRE CAMBIO DE ACEITE	200 HRS.
OPERADOR SALARIO REAL	\$ 3,622.44
FACTOR DE RENDIMIENTO	0.8

CONSTRUCTORA

OBRA:

Máquina: COMPRESOR

Modelo: INGERSOLL - RAND

Datos Adic: DR 250

HOJA No. 64

CALCULO: L. E. R. G.

REVISO: L. C. R.

FECHA:

DATOS GENERALES

Precio adquisición: \$ 11'500,000.00      Fecha cotización: 20 - 6 - 86  
Equipe adicional: \_\_\_\_\_      Vida económica (Ve): 4 años  
\_\_\_\_\_      Horas por año (Ha): 1500 hr./año  
Valor inicial (Va): 11'500,000.00      Motores Gasolina de DIESEL 105 HP.  
Valor rescate (Vr): 15% = \$ 1'725,000.00      Factor operación: 0,8  
Tasa interés (I): 27%      Potencia operación: 105 HP.op.  
Prima seguros(s): 3%      Coeficiente almacenaje (K): 0.10  
Factor mantenimiento (Q): 0.80

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación:  $D = \frac{V_a - V_r}{V_e}$  =  $\frac{11'500,000 - 1'725,000}{6000}$  = \$ 1,629.16

b) Inversión:  $I = \frac{V_a + V_r}{2Ha}$  =  $\frac{11'500,000 + 1'725,000}{2 (1500) \times 0.27}$  = 1,190.22

c) Seguros:  $S = \frac{V_a + V_r}{2Ha} \times K$  =  $\frac{11'500,000 + 1'725,000}{2 (1500) \times 0.03}$  = 132.24

d) Almacenaje:  $A = KD$  =  $1,629.16 \times 0.10$  = 169.92

e) Mantenimiento:  $M = QD$  =  $1,629.16 \times 0.80$  = 1,309.33

Suma Cargos Fijos por Hora = \$ 4,430.87

II. CONSUMOS.

a) Combustible: E = e PC

Diesel: E = 0.20 x 105 HP.op. x \$ 63.70 / lt. = \$ 1,337.70

Gasolina: E = 0.24 x \_\_\_\_\_ HP.op. x \$ \_\_\_\_\_ / lt. = \$ \_\_\_\_\_

b) Otras fuentes de energia: \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_

c) Lubrificantes: L = a Pe

Capacidad Carter: C = 17 litros

Cambios aceite: t = 200 horas

a=C/t + { 0.0035 x 105 HP.op. = 9.24 lt/hr. / 0.0030

L = 9.24 lt/hr. x \$ 575 / lt. = 5,313.00

d) Llantas: LI = VII (Valor Llantas) / VV (vida económica)

Vida económica: Hv = \_\_\_\_\_ horas = \_\_\_\_\_

LI = \_\_\_\_\_ horas = \_\_\_\_\_

Suma Consumos por Hora \$ 6,650.70

III. OPERACION.

Salario base: \$ \_\_\_\_\_

Salario real

operador: 3,633.44

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Sal./turno-prom: \$ 3,622.44

Horas/turno-prom.: (H)

H = 8 horas x 0.80 (factor rendimiento) = 6.4 horas

Operación = O =  $\frac{S}{H}$  =  $\frac{3,622.44}{6.4}$  horas = \$ 566.00

Suma Operación por Hora \$ 566.00

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) \$ 11,647.57

## COMPRESOR GARTNER DENVER

MODELO SP

QD 750

CAPACIDAD	600 PCM
PRECIO DE ADQUISICION	\$28'000,650.00
VALOR DE RESCATE	15 % - \$4'200,097.50
TASA DE INTERES ANUAL	27 %
PRIMA ANUAL DE SEGUROS	3 %
VIDA ECONOMICA	4 AÑOS (1500 HRS/AÑO)
MOTOR DIESEL DE	75 H P
FACTOR DE OPERACION	0.80
COEFICIENTE DE ALMACENAJE	0.10
FACTOR DE MANTENIMIENTO	0.80
COSTO DE DIESEL	\$ 63.70 LITRO
CAPACIDAD DEL CARTER	7.10 LITROS
COSTO DE ACEITE	\$575.00 LITRO
TIEMPO ENTRE CAMBIO DE ACEITE	200 HRS.
OPERADOR SALARIO REAL	\$ 3,622.44
FACTOR DE RENDIMIENTO	0.8

CONSTRUCTORA \_\_\_\_\_

OBRA: \_\_\_\_\_

Máquina: COMPRESOR

Modelo: GARNER - DENVER

Datos Adic: MOD. SPOD 750

HOJA No. 67

CALCULO: L. E. R. G.

REVISO: L. C. R.

FECHA: \_\_\_\_\_

**DATOS GENERALES**

Precio adquisición: \$ 28'000,650.00 Fecha cotización: 20 - 5 - 86  
 Equipo adicional: \_\_\_\_\_ Vida económica (Ve): 4 años  
 \_\_\_\_\_ Horas por año (Ha): 1500 hr./año  
 Valor inicial (Va): 28'000,650.00 Motores Gasolina de DIPESET 75 HP.  
 Valor rescate (Vr): 15 % = \$ 4'200,097.50 Factor operación: 0.80  
 Tasa interés (i): 27 % Potencia operación: 75 HP. op.  
 Prima seguros(s): 3 % Coeficiente almacenaje (K): 0.10  
 Factor mantenimiento (Q): 0.80

**I. CARGOS FIJOS.**

a) Depreciación:  $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{28'000,650 - 4'200,097}{6000} = \$ 3,966.75$

b) Inversión:  $I = \frac{Va + Vr}{2Ha} = \frac{28'000,650 + 4'200,097}{2 (1500)} \times 0.27 = 2,898.04$

c) Seguros:  $S = \frac{Va + Vr}{2Ha} = \frac{28'000,650 + 4'200,097}{2 (1500)} \times 0.03 = 322.01$

d) Almacenaje:  $A = KD = 3,966.75 \times 0.10 = 396.68$

e) Mantenimiento:  $M = QD = 3,966.75 \times 0.8 = 3,173.40$

Suma Cargos Fijos por Hora = \$ 10,756.88

## II. CONSUMOS.

6-

a) Combustible:  $E = e \cdot PC$

Diesel:  $E = 0.20 \times 75 \text{ HP.op.} \times \$ \frac{63.70}{\text{lt.}} = \$ 955.50$

Gasolina:  $E = 0.24 \times \text{HP.op.} \times \$ \frac{\quad}{\text{lt.}} = \$ \quad$

b) Otras fuentes de energía:  $\quad = \quad$

c) Lubricantes:  $L = a \cdot Pe$

Capacidad Carter:  $C = 7.10$  litros

Cambios aceite:  $f = 2.71$  horas

$a = C/f + \begin{cases} 0.0035 \\ 0.0030 \end{cases} \times 75 \text{ HP.op.} = \frac{\quad}{\text{lt./hr.}}$

$L = 2.32 \text{ lt./hr.} \times \$ \frac{575}{\text{lt.}} = 1,622.25$

d) Llantas:  $LI = \frac{VII}{Hv}$  (Valor Llantas)  
Hv (vida económica)

Vida económica:  $Hv = \quad$  horas

$LI = \quad$  horas

Suma Consumos por Hora

\$ 3,252.75

## III. OPERACION.

Salario base: \$  $\quad$

Salario real

operador:  $\frac{3,622.00}{\quad}$

$\quad$

$\quad$

Sal./turno-prom: \$ 3,622.00

Horas/turno-prom.: (H)

$H = 8 \text{ horas} \times 0.8 \text{ (factor rendimiento)} = 6.4 \text{ horas}$

Operación =  $O = \frac{S}{H} = \frac{3,622.00}{6.4} \text{ horas} = \$ 566.09$

Suma Operación por Hora

\$ 566.09

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) \$ 14,577.00

## RENDIMIENTO.

El rendimiento se puede expresar cuando menos de tres maneras, la primaria es tomada como base, los requisitos y programas de la obra, mientras que la segunda, es midiendo o estimando el rendimiento de una máquina cualquiera, para determinar el número necesario que de éstas se necesitan para obtener la producción requerida, la tercera manera de expresar la producción en función del costo, aunque ésta es probable que no sea exacta, sino hasta después que se conozcan las características de la obra y el rendimiento real del equipo.

En base a este criterio, el estudio de rendimientos, que se enfocará única y exclusivamente sobre maquinaria, podrá ser dividido en forma general y de acuerdo a la forma de trabajo de la máquina en:

- 1) El Ciclo Intermitente.
- 2) La Operación Continua.
- 3) De Operación Intermedia.

### 1. El Ciclo Intermitente.

A este grupo pertenecen las máquinas más importantes que se usan en excavaciones primarias (todas ellas tienen un cucharón o caja, que se carga, se mueve y se vacía, para regresar nuevamente al punto de carga). A cada grupo completamente de operación se les llama ciclo de trabajo.

La magnitud del rendimiento de estas máquinas dependerá del tamaño y de la eficiencia del órgano excavador, ya sea este cucharón, caja o cuchilla y del tiempo que dure su ciclo completo; la duración del ciclo, a su vez depende de la rapidez con la que se carga el órgano de ataque, de la velocidad con que se mueve se descarga y vuelve al punto de carga. La distancia a la que se debe mover la carga puede variar desde unos cuantos metros en la pla mecánica o varios kilómetros de acarreo con camión, la distancia es con frecuencia el factor determinante del ciclo de producción.

### 2. La Operación Continua.

Este tipo de operación de las máquinas, que principalmente se encuentra en los equipos que utilizan bandas, bombas y tubos como son las zanjadoras, los transportadores de cangilones, y otros aparatos que usan numerosos cangilones pequeños, tienen un rendimiento que es igual a multiplicar la capacidad del cangilón, por el número de cangilones por minuto. Dicho de otra manera, el rendimiento de una máquina de banda se determina, tomando promedio de varias medidas de la sección transversal de la carga que lleva la banda y multiplicando ésta por la velocidad de la banda en pies por metros cuadrados, de manera que el resultado se divide entre 27 para obtener las yardas cúbicas de material suelto.

- b) BUENAS. La influencia ejercida por los factores antes mencionados es normal para la obra que se trate.
- c) REGULARES. Alguno o algunos de los factores señalados siendo minoría ejercen influencia negativa en la ejecución de la obra.
- d) MALAS. La mayor parte de los factores ejercen influencia negativa en gran parte de la obra.
2. CONDICIONES ADMINISTRATIVAS (Experiencia, organización, disposición de recursos, supervisión)
- a) EXCELENTES. La experiencia, la organización y disposición de recursos del contratista, así como la dirección y la supervisión del contratante tienen características positivas para la ejecución de la obra.
- b) BUENOS. Los factores señalados para contratista y contratante son las normales.
- c) REGULARES. Existe alguna limitación en uno de los factores señalados.
- d) MALAS. Existen limitaciones en varios de los factores señalados o algunos de ellos tienen características en extremo negativo.

CONDICIONES DE OBRA	CONDICIONES DE ADMINISTRACION			
	EXCELENTES	BUENAS	REGULARES	MALAS
EXCELENTES	0.80	0.75	0.70	0.65
BUENAS	0.75	0.70	0.65	0.60
REGULARES	0.70	0.25	0.60	0.55
MALAS	0.69	0.60	0.55	0.50

4. PROYECTO. (Especificaciones, Programa).

Actividades para el Afloje de Rocas (Material III) con Equipo Neumático)

I. BARRENACION (Perforación o Cuele)

II. TRONADA

I.1.1 Perforadoras guiadas mecánicamente.

I.1 BARRENACION CON

I.1.2 Perforadoras manuales.

### 3. La Operación Intermedia.

Las máquinas que pertenecen a este grupo son aquellas que presentan una producción continua hasta que terminan de recorrer el tramo en que operan, para luego volver a atacar y convertir entonces su operación en un ciclo común de trabajo.

Las perforadoras se encuentran en el grupo de operación intermedia y los compresores están en el grupo de operación continua, esto se determina por su forma de trabajo.

#### FORMULA GENERAL PARA DETERMINAR EL RENDIMIENTO.

La fórmula que se emplea para determinar el rendimiento de cualquier máquina es:

$$R = \frac{V \cdot Cc \cdot X \cdot 60' / \text{Hrs.}}{Ca \cdot t \cdot Ci} \quad E$$

R = Rendimiento de la Máquina.

V = Esta función de las dimensiones geométricas del equipo de trabajo y de la capacidad de carga de la máquina (volumen o capacidad normal).

Ca = Es función de las condiciones físicas del material y su aplicación, está adaptada a la forma en que efectúa la evaluación del rendimiento.

t = El resultado de la suma de los tiempos  $T_c = T_f \text{ Y } T_v$ .

$T_f$  = Es el tiempo fijo del ciclo que depende de los elementos mecánicos de la maquinaria y que proporcionará los movimientos básicos, del equipo de trabajos para realizar las operaciones básicas, tales como afloje, carga, giros, descarga y cambio de velocidades.

$T_v$  = Tiempos variables del ciclo que depende de las distancias de recorrido necesarias para completar el ciclo así como de las velocidades que se recorre en dichas distancias.

$Cc$  = Es función de condiciones físicas del material, tales como cohesión interna, grado de humedad, tamaño y fórmula de partículas.

#### FACTORES DE DEPENDENCIA DE RENDIMIENTOS.

1. MAQUINA. (características mecánicas, características del equipo de ataque, habilidad del operador).
2. CONDICIONES DE OBRA. (topografía, clima, circunstancias socioeconómicas, geología).
  - a) EXCELENTES. Los factores derivados de la ubicación de la obra, el proyecto, las especificaciones y el programa, ejercen influencia positiva y por lo tanto facilitan la ejecución de la obra.

## 1.1.2. Barrenación con perforadoras manuales.

- 1) Pistolas autocompresoras.
- 2) Compresores (110 PCM a + 200 PCM)
- 3) Pistolas de Piso (ligeras, medianas, pesadas)
- 4) Accesorios de distribución (Tuberías de almacenamiento, tuberías de distribución, lubricadores de mangueras de conexión).
- 5) Acero de barrenación y reposición

## II.1

## TRONADA

II.1.1 Reparación (Explosivos y Artificios)

II.1.2 Carga (de fondo de carril) y prueba de conexiones.

II.1.3 Tronada.

Consumo medio de Explosivos = 450 gr/m<sup>3</sup> roca.

Acero de Barrenación de 7/8", escala de espesores de 4m. con acero hueco e inserción de pastillas de carburo de tungsteno.

LARGO DE BARRENO Mts.	MEDIDA DE PASTILLAS MM	DURACION DE VIDAS	REPOSICION	
			ZANCOS	PASTILLAS
0.80	40	1	-	-
1.60	39	2	1	-
2.40	38	3	2	1
3.20	37	4	3	2
4.0	36	5	4	3
		15	10	6

NOTA: Cada vida corresponde a 0.80 mts. de barrenado y su vida útil en mts de cuele está en función de la dureza y la abrasividad del material y cada pastilla resiste 3 afiladas.

## DURACION DE LAS BARRENAS

MATERIAL	DIFICULTAD PARA BARRENADOR	BARRENACION POR PERFORADORA/HRS.	METROS DE BARRENA - CION/VIDA	METROS DE BARRE- NACION DE VIDA DE ESTA ESCALA.
GRANITO	DURISIMO	2	100	1500
CUARZO	MUY DURO	3	150	2250
BASALTO (SANO)	DURO	4	200	3000
MAL PAIS	DIFICIL	5	250	3750
CALIZA	MEDIANO	6	300	4500
BASALTO ALTE- RADO	SUAVE	7	400	6000
TEPETATE DURO	MUY SUAVE	12	600	9000
TEPETATE SANO	FACIL	18	900	13500

RENDIMIENTOS DE MAQUINAS ROTATIVAS, DE PERCUSION A CABLE  
Y DE PERCUSION NEUMATICA.

Se darán rendimientos normales promedios de perforación por tiempo efectivo de trabajo, con valores estadísticos ponderados, que cuando menos puedan servir de indicadores para fines de estimaciones, así como para jugar, si los equipos empleados son o no adecuados.

Los rendimientos que se consignan son el producto de un muestreo estadístico, realizado en el estudio de observaciones tanto de campo, como de selección de gabinete, y van a depender en gran parte del equipo de material a perforar. A continuación se expone una clasificación litológica detallada desde un enfoque geológico.

MATERIAL TIPO A (I)

Arcillas  
Arenas y gravas hasta 7.5 cm. (3")  
Limos  
Tobas sedimentarias  
Depósitos lacustres  
Pomex, tezontle, lapilli y cenizas volcánicas

MATERIAL TIPO B (II)

Areniscas  
Conglomerados  
Lutitas  
Pizarras  
Calizas y dolomitas  
Rocas ígneas y metamórficas alteradas de mediana dureza  
Aluviones formados predominantemente boleos

MATERIAL TIPO C (III)

Aluviones gruesos, sueltos  
Aglomerados volcánicos  
Rocas ígneas intrusivas y extrusivas  
Gneiss y esquistos sanos  
Calizas silicificadas  
Tobas volcánicas

Los factores más importantes que inciden sobre la velocidad de perforación sobre una roca son las características de ésta, como: su dureza, elasticidad, fragilidad, tenacidad, plasticidad, etc. que le imparten en conjunto su resistencia a la herramienta de corte, barrena o broca.

Por parte de la herramienta, suponiendo que es la adecuada, su efectividad depende de su peso que puede ejercer sobre la roca, que está asociada con el diámetro de la perforación.

## RENDIMIENTOS DE PERFORACION CON MAQUINAS ROTATIVAS

En las gráficas I, II y III se ilustran rendimientos reales de perforación con varios criterios, es preciso insistir en que todos los rendimientos propuestos se deben considerar a un nivel de confianza de 80 por ciento; o sea, se pueden esperar variaciones razonables hasta de 20 por ciento en ambos sentidos. Los rendimientos corresponden hasta una profundidad de 100 m.

Para tramos comprendidos entre 100 y 200 m. y entre 200 y 300 m., se establecen coeficientes que, aplicados a los costos calculados para el primer tramo de 0 a 100 m.

Estos factores resultan equivalentes a una reducción global del rendimiento que expresada en aumento global del costo de perforación por metro es como sigue:

Coefficientes por aplicar a los costos de perforación del tramo 0 a 100 m. para tomar en cuenta los efectos del aumento de profundidad.

MATERIAL	PROFUNDIDAD	
	100 a 200	200 a 300
TIPO I (A)	1.05	1.10
TIPO II (B)	1.08	1.16
TIPO III (C)	1.10	1.20

TABLA: Rendimientos de perforación expresados en unidades de factores de producción (horas máquina por metro).

DIAMETRO	CALIZAS, PIZARRAS Y LUTITAS SANAS	TIPO I	GRAVA HASTA DE 4" Ø
8 5/8"	0.1538	0.20	0.3333
10"	0.1980	0.2577	0.4292
12"	0.2525	0.3279	0.5464
14"	0.3150	0.4098	0.6897
16"	0.3891	0.5050	0.8403
18"	0.4630	0.5970	1.0000
20"	0.5435	0.7042	1.1765
22"	0.6173	0.8333	1.4286
24"	0.7143	0.9259	1.5385
26"	0.8000	1.0526	1.8182
28"	0.9009	1.1765	1.9608

DIAMETRO	CALIZAS PIZARRAS Y LUTITAS SANAS	TIPO II	TOBAS VOLCANI- CAS.
8 5/8"	0.3570	0.7143	0.6061
10"	0.4608	0.9091	0.7812
12"	0.5882	0.1765	1.0000
14"	0.7407	1.4815	1.2500
16"	0.9091	1.8182	1.5385
18"	1.0989	2.2222	1.8519
20"	1.2500	2.5000	2.1277
22"	1.4815	2.9412	2.5000
24"	1.6667	3.3333	2.7778
26"	1.9048	3.8461	3.1490
28"	2.0833	4.1667	3.5714

DIAMETRO	TIPO III	BASALTO SOMERO
8 5/8"	1.4286	2.1740
10"	1.7544	2.6316
12"	2.3256	3.2258
14"	2.9412	3.7736
16"	3.5714	4.5455
18"	4.5455	5.5556
20"	5.0000	6.6667
22"	6.2500	8.3333
24"	6.6667	9.0909
26"	7.6923	11.1111
28"	8.3333	12.500

#### RENDIMIENTOS CON MAQUINAS DE PERCUSION A CABLE

Las perforadoras de percusión, también llamadas pulsetas, las cuales realizan perforaciones mediante barretones y otras herramientas auxiliares, son accionadas por medio de un cable de acero, cuyo movimiento reciprocante, ascendente - descendente, el cual lo sigue a pulso el operador, a efecto de sensibilizar las vibraciones del cable.

En la tabla siguiente se consignan rendimientos promedios de perforación que corresponden a jornadas o turnos de 12 horas de trabajo continuo, esto es promedio, para profundidades hasta 400 m. y a un nivel de confianza del 80 por ciento.

TABLA: Rendimientos de perforación con máquinas de percusión tipo "pulseta" por turno de 12 hrs. en metros.

MATERIAL	DIAMETRO 6" a 12"		MATERIAL	DIAMETRO 6" a 12"	
ARENAS ACUIFERAS	12	9	ARENISCAS	27	22
GRAVA	18	13	CONGLOMERADOS	9	7
LUTITA PEGAJOSA	12	8	ESQUISTO Y PIZARRA	28	23
LUTITA ARENOSA	22	16	CALIZAS SANAS	15	12
ARCILLA PEGAJOSA	12	8	DOLOMITAS SANAS	9	7
ARCILLA ARENOSA	25	18	GRANITO	6	4.5
BOLEO Y CANTOS RO DADOS	6	5	ROCAS METAMORFICAS	10	8
ARENISCA DURA	15	12	BASALTO MASIVO	5	3
BRECHAS	6	5	BASALTO FRACTURADO	3	2
AGLOMERADOS	6	5	RIOLITA Y ANDESITA	6	4

Como información ilustrativa, en la tabla siguiente se consignan rendimientos promedio de perforación con máquinas de percusión tipo pulseta obtenidos a partir de una encuesta efectuada directamente entre sobreestantes y operadores de perforadoras de algunas importantes compañías de perforación radicadas en la ciudad de México, D. F.

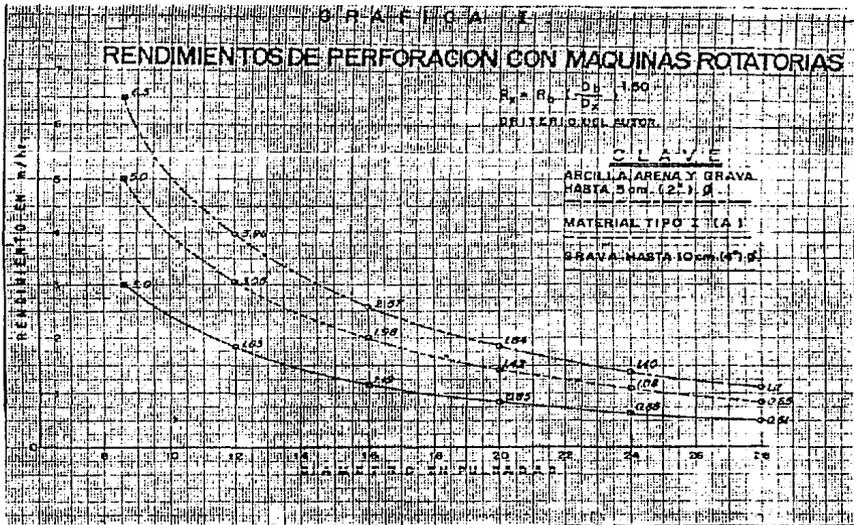
TABLA: Rendimientos de perforación con máquinas tipo pulseta por turnos de 8 hrs. (en metros).

MATERIALES	D I A M E T R O S								
	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	
BASALTO FRACTURADO	3	3	2	1 1/2	1 1/2	1	0.50	0.50	
BASALTO FIRME	4	4	3.5	3	2	2	1.0	1.0	
CALIZAS	3	3	2	1.5	1.5	1	0.50	0.50	
CONGLOMERADOS	10	10	8	8	6	6	4	3	
FORMACIONES DEL VALLE DE MEXICO	18	18	14	12	10	14	5	5	

#### RENDIMIENTOS CON PERFORADORAS DE PERCUSION NEUMATICA

Las perforadoras neumáticas de percusión son tan antiguas como el presente siglo, en cuyo discurrir se han venido perfeccionando espectacularmente, en modelos concebidos para la construcción pesada de caminos banqueros, obras hidráulicas, túneles, etc. Sus rendimientos han venido mejorando conforme a los rendimientos que se le han incorporado especialmente en los modelos pesados.

En las gráficas siguientes IV y V, se muestran seis curvas de rendimientos para diferentes diámetros y materiales, los cuales deben advertirse, corresponden a la perforación con martillo percusor frontal, los cuales serán válidos hasta profundidades de 100 m. y diámetro no mayores de 12" a 14" nominales.



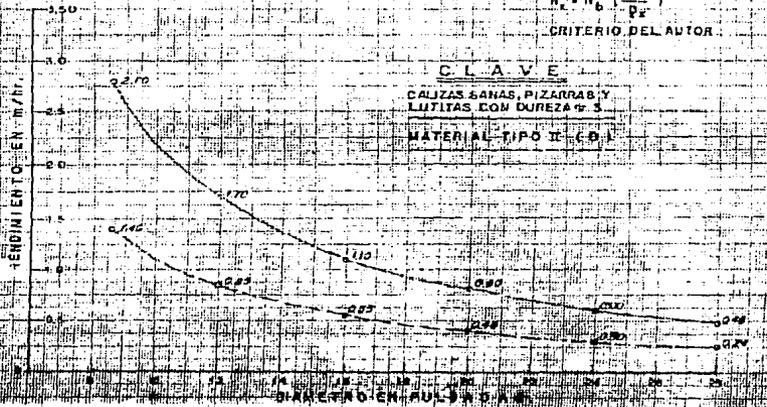
G R A F I C A II

RENDIMIENTOS DE PERFORACION CON MAQUINAS ROTATORIAS

(80% DE NIVEL DE CONFIANZA)

$$R_x = R_b \left( \frac{D_b}{D_x} \right)^{1.5}$$

CRITERIO DEL AUTOR



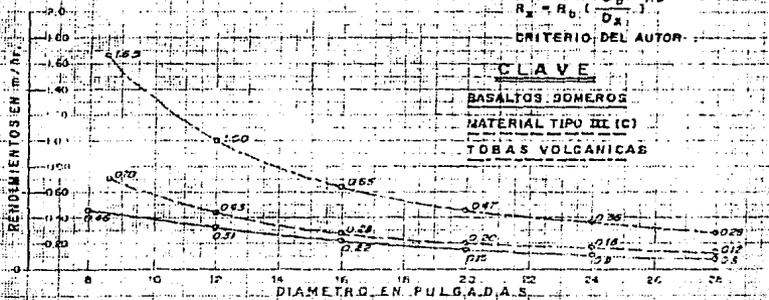
G R A F I C A III

RENDIMIENTOS DE PERFORACION CON MAQUINAS ROTATORIAS

(80% DE NIVEL DE CONFIANZA)

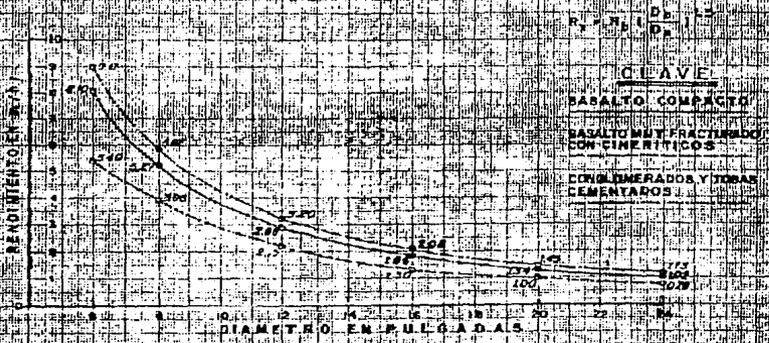
$$R_x = R_b \left( \frac{D_b}{D_x} \right)^{1.5}$$

CRITERIO DEL AUTOR



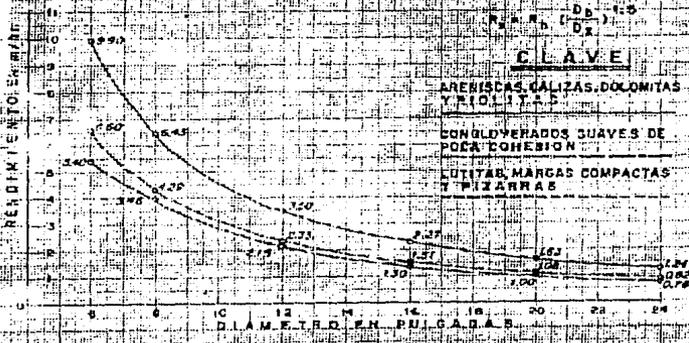
GRAFICA IV

RENDIMIENTOS DE PERFORACION CON MAQUINA NEUMATICA Y MARTILLO PERCUSOR



GRAFICA V

RENDIMIENTOS DE PERFORACION CON MAQUINAS NEUMATICAS Y MARTILLO PERCUSOR



A continuación, se presentan tres ejemplos, en la aplicación de las perforadoras, en las que el rendimiento es un factor muy importante para determinar el costo de cualquier trabajo a realizar con éstas.

1. Calcular el costo por metro cúbico de la demolición de carpeta asfáltica, para poder levantar una tubería de agua potable, se utilizará un compresor de 250 p.c.m., con un costo horario de \$11,647.57/hr. con dos pistolas neumáticas con un costo horario de \$1,023.59/hr. costo de accesorios de \$465.05/hr., se tarda 0.42 hr. por cada tramo de 9 m. de largo, 0.50 m. de ancho y de 0.10 m. de espesor.

### S O L U C I O N .

Tenemos:

1 Compresor 250 p.c.m.		\$11,647.57/hr.
1 Pistola rompedora	\$ 1,023.11 / hr.	
Accesorios	\$ 465.05 / hr.	
	\$ 1,488.16 hr. X 2	\$ 2,976.32/hr.
		\$14,623.89/hr.

Cálculo del rendimiento

$$9.00 \text{ m.} \times 0.50 \text{ m.} \times 0.10 \text{ m.} = 0.45 \text{ m}^3 \text{ en } 0.42 \text{ hr.}$$

$$\text{Costo directo} = \$ \frac{14,623.89/\text{hr.} \times 0.42 \text{ hr.}}{0.45 \text{ m}^3} =$$

$$\text{Costo directo ; } \$ 13,648.96/\text{m}^3$$

2. Se explotará un banco de piedra caliza, con una perforación de 2.8 m. se parando barrenos a cada 1.25 m.; se empleará un compresor de 600 p.c.m. con un costo horario de \$14,575.63/hr., 6 pistolas de piso con costo horario de \$1,017.11/hr. con costo de accesorios de \$465.05/hr., la primera barrena cuesta \$25,000.00/pza. y las demás tienen un costo ascendente de 1.17% por cada 0.8 m. de incremento; cada inserto adicional cuesta \$17,500.00/pza.; cada zanco \$7,255.00/pza. y cada afilada \$2,950.00/pza.

Se emplearán cartuchos de dinamita extra 40% con un costo de \$34,500.00 caja de 25 kgs.; cañuela a \$8,750.00 rollo de 100 m. y fulminante de \$8,000.00 caja de 100 piezas.

Los salarios de los pobladores son:

Poblador	\$ 4,500.00/turno
Cargador	\$ 3,750.00/turno
Ayudante	\$ 3,250.00/turno

Determinar el costo directo medido en banco.

Datos:

Espesor de cuele	2.8 m.	
Separación de barrenos	1.25 m.	
Area de barrenacion	1.25 X 1.25 m.	1.5625 m <sup>2</sup>
Espesor efectivo	2.8 m - 10% de 1.25 m.	2.675 m.
Volumen por barreno	1.5625 m <sup>2</sup> X 2.675 m.	4.2375 m <sup>3</sup>
Volumen por metros de cuele	<u>4.2375 m<sup>3</sup></u>	1.5133 m <sup>3</sup> /m
	2.8 m	

Coefficiente de barrenación  $\frac{1}{1.5133 \text{ m}^3/\text{m}}$  0.66 m/m<sup>3</sup>

Barrenación por perforadora por hora efectiva 6.0 m/hr.

Consumo medio de explosivos (tomado de datos de campo) 0.45kg/m<sup>3</sup>

Costo de barrenas

1 <sup>a</sup>	0.8 m	\$ 25,000.00/pza.
2 <sup>a</sup>	1.6 m	\$ 29,250.00/pza.
3 <sup>a</sup>	2.4 m	\$ 34,222.50/pza.
4 <sup>a</sup>	3.2 m	\$ 40,040.30/pza.

Costo de la Escala de Barrenas = \$ 128,512.80/pza.

S O L U C I O N .

1. Cargo por perforación.

1.1 Maquinaria

1	Compresor de 600 p.c.m.		\$14,575.63/hr.
1	Pistola de piso	\$ 1,017.11/hr.	
1	Accesorios	\$ 465.05/hr.	
		\$ 1,482.16/hr. X 6	\$ 8,892.96/hr.
			\$23,468.59/hr.

Cuele por 6 perforadoras.

Tenemos de la Tabla 2, barrenación x perforadora x hora efectiva 6.0m/hr.  
Por lo tanto tenemos 6.0 perforadoras x 6.0 m/hr. = 36 m/hr.

Volumen de producción =  $\frac{36 \text{ m/hr.}}{0.66 \text{ m/m}^3}$  = 54.54 m<sup>3</sup>/hr.

Cargo - \$  $\frac{23,468.59/\text{hr.}}{54.54 \text{ m}^3/\text{hr.}}$  = \$ 430.30/m<sup>3</sup>

## 1.2 Acero de barrenación

Cargo =  $\frac{\text{Costo de la escala de barrenas}}{\text{Metros de cuele de vida de esta escala}}$

Cargo =  $\$ \frac{128,512.80/\text{pza.}}{3000 \text{ m}} = \$ 42.83 \text{ m.}$

Cargo =  $\$ \frac{42.83 \text{ m}}{0.66 \text{ m/m}^3} = \$64.89/\text{m}^3$

## 1.3 Insertos o Pastillas

Cargo =  $\frac{\text{Costo de c/u X N}^\circ \text{ Reposiciones}}{\text{Metros de cuele de vida en esta escala}}$

Cargo =  $\$ \frac{17,500.00 \text{ X } 3 \text{ Pastillas}}{3000 \text{ m}} = \$ 17.5 \text{ m}$

Cargo =  $\$ \frac{17.5 \text{ m}}{0.66 \text{ m/m}^3} = \$ 26.51/\text{m}^3$

NOTA: De la Tabla N° 1 obtenemos el N° de reposiciones de pastillas

## 1.4 Zancos

Cargo =  $\frac{\text{Costo de c/u X N}^\circ \text{ de Reposiciones}}{\text{Metros de cuele de vida en esta escala}}$

Cargo =  $\$ \frac{7,255.00 \text{ X } 6 \text{ pzas.}}{3000 \text{ m.}} = \$14.51/\text{m}$

Cargo =  $\$ \frac{14.51/\text{m}}{0.66 \text{ m/m}^3} = \$21.98/\text{m}^3$

NOTA: De la Tabla N° 1 obtenemos el N° de reposiciones de zancos.

## 1.5 Afiladas

Cargo =  $\frac{\text{Costo por cada afilada X N}^\circ \text{ de afiladas}}{\text{Metros de cuele de vida en esta escala.}}$

Afiladas = (N° de Pastillas nuevas + N° de Pastillas en esta escala) por el N° de afiladas por pastilla.

NOTA: Cada pastilla resiste tres afiladas.

Afiladas = (3 Pastillas nuevas + 4 en la Escala) X 3 = 21 afiladas.

$$\text{Cargo} = \$ \frac{2,950.00 \times 21}{3000 \text{ m}} = 20.65/\text{m}$$

$$\text{Cargo} = \$ \frac{20.65 \text{ m}}{0.66 \text{ m/m}^3} = \$31.28/\text{m}^3$$

NOTA: De la Tabla N° 2 obtenemos metros de cuele de vida en esta escala.

Tabla N° 1. Acero de Barrenación de 7/8, Escala de Espesores de 3.2 m.

LARGO DE BARRENO M	MEDIDA DE PASTILLAS MM	DURACION DE VIDAS	REPOSICION	
			ZANCOS	PASTILLAS
0.80	40	1	-	-
1.60	39	2	1	-
2.40	38	3	2	1
3.20	37	4	3	2
		10	6	3

Tabla N° 2. Duración de Barrenas.

MATERIAL	DIFICULTAD PARA BARRENAR	BARRENACION POR PERFORADORA/HRS	METROS DE BARRENACION/ VIDA	METROS DE BARRENACION DE VIDA EN ESTA ESCALA
CALIZA	MEDIANO	6	300 X 10	3000

Duración de Vidas = 10

Resumen:

$$\text{Cargo por perforación} = \$430.30 + \$64.89 + \$26.51 + \$21.98 + \$31.28 =$$

$$\text{Cargo por perforación} = \underline{\underline{\$ 574.96/\text{m}^3}}$$

Cargo por explosivos.

$$2.1 \text{ Dinamita extra } 40\% = \text{Costo por Kg.} \times \text{Consumo medio de explosivos Kg/m}^3$$

$$\text{Dinamita extra } 40\% = \frac{\$34,500.00 \times 1.1. \times 1.1. \times 0.45 \text{ Kg/m}^3}{25 \text{ Kg.}} =$$

$$\text{Cargo por dinamita} = \$ 751.41/\text{m}^3$$

NOTA: - Mermas de desperdicios - 1.1  
 - Transporte - 1.1

2.2 Cañuela o Mecha =  $\frac{\text{Costo por metro} \times \text{Longitud de Mecha por Barreno.}}{\text{Volumen de Barrenación}}$

$$\text{Cañuela o Mecha} = \frac{\$8,750.00 \times 1.1 \times 1.1 \times 3.8 \text{ m.}}{100 \text{ m} \times 4.2375 \text{ m}^3}$$

$$\text{Cargo por Cañuela o Mecha} = \$ 94.94/\text{m}^3$$

$$\text{Longitud de Mecha por Barreno} = 2.8 + 1.0 = 3.8 \text{ m.}$$

2.3 Fulminante

Cargo por fulminante =  $\frac{\text{Costo por Fulminante} \times 1.05\% \text{ de fulminantes}}{\text{Volumen de Barrenación defectuosos}}$

$$\text{Cargo} = \frac{\$ 8,000.00 \times 1.1 \times 1.1 \times 1.05 \text{ pzas.}}{100 \times 4.2375 \text{ m}^3} = \$ 23.98/\text{m}^3$$

NOTA: 1.05 % De Fulminantes defectuosos, tomado de datos de Campo.

Resumen:

$$\text{Cargo de explosivos} = \$751.41 + \$94.94 + \$23.98 = \$ 870.33/\text{m}^3$$

$$\text{Cargo por explosivos} = \underline{\underline{\$870.33/\text{m}^3}}$$

3.0 Cargo por pobladores.

1 Poblador	\$4,500/turno
2 Cargadores = 3,750 X 2	\$7,500/turno
3 Ayudante = \$3,250 X 3	\$9,750/turno
	<u>\$21,750.00/turno</u>

$$\text{Producción por turno} = 54.54 \text{ m}^3/\text{hr.} \times 8 \text{ hr.}$$

$$\text{Producción por turno} = 436.32/\text{m}^3$$

$$\text{Cargo por pobladores} = \frac{21,750.00/\text{turno}}{436.32 \text{ turno}/\text{m}^3} = \underline{\underline{\$49.84/\text{m}^3}}$$

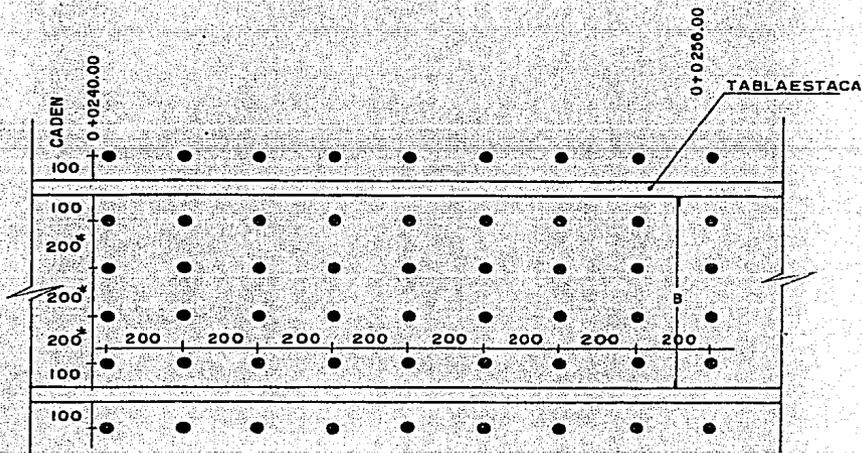
Costo directo = Cargo por perforación + Cargo por explosivos +  
Cargo por Pobladores.

Costo directo =  $\$574.96/m^3 + \$870.33/m^3 + \$49.84/m^3$

Costo directo =  $\underline{\underline{\$1495.13 m^3}}$

3. Con el objeto de estabilizar el fondo de las excavaciones durante la construcción de la línea 7 del metro, será necesario llevar a cabo una inyección de consolidación entre los cadenamientos 0+240 a 0+256, para esto será necesario hacer perforaciones de un diámetro de 10" con profundidades de 20 m., estas perforaciones se realizan con una perforadora Track Drill con barrena rotativa y compresor con un costo horario de \$26,923.46/hr. Se requiere determinar el costo por metro de perforación, así como el costo total de este tramo.

La localización de las perforaciones para la inyección de consolidación se muestran en la siguiente figura, dichas perforaciones se realizan en material Tipo II.



● PERFORACIONES DE INYECCION

\* SEPARACION MAXIMA

B= ANCHO DEL CAJON

SIN ESCALA

## S O L U C I O N .

De la tabla de rendimientos para máquinas rotativas en material Tipo II, obtenemos el rendimiento para un diámetro de 12" pulgadas.

Rendimiento = 1.10 m/hr.

Costo de maquinaria

1 Perforadora = \$26,923.46/hr.

Costo directo =  $\frac{\$26,923.46/\text{hr}}{1.10 \text{ m/hr.}}$  = \$24,475.87/m

Nº de perforaciones = 56

56 X 20 m. = 1120

Costo Total del tramo = \$ 24,475.87/m X 1120/m

Costo total del tramo = \$ 27,412,974.40

## CAPITULO V

## "APLICACIONES"

## Pistola o Martillo de Barrenación.

La aplicación de estas máquinas, va a depender de que la terminación sea en punta o rematada por una broca en su extremo, estas máquinas, son usuales para la perforación manual en trabajos a cielo abierto, en minas y canteras; para la demolición de pavimentos asfálticos, calles, carreteras o pistas de aeropuertos y en general los trabajos de demolición y barrenación que son las más comunes.

La aplicación de estas perforadoras de piso, depende mucho de su peso; ligeras, medianas, pesadas y demoledoras de pavimentos.

Las perforadoras ligeras, generalmente se utilizan en trabajos de barrenación secundaria para afine, moneo, anclajes y labores de minas. Su aplicación económica para practicar barrenos de 1.50 a 2.50 M. de profundidad aproximadamente, es empleando acero de barrenación de 7/8" a 1" de diámetro.

Las perforadoras medianas, por lo general se utilizan en trabajos de barrenación de bancos a cielo abierto, en carreteras, presas y obras de ingeniería, se utilizan en barrenación hasta de 7.20 metros de profundidad, empleando acero de 7/8" a 1" de diámetro.

Las perforadoras pesadas, se utilizan para perforación manual hasta profundidad de 7.6 M. como máximo, empleando acero de barrenación de 1 1/4" de diámetro aproximadamente o mayor.

Las pistolas 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 trabajos de demolición, así como diversos trabajos, según la herramienta empleada como palas, taladradoras, remachadoras, ajustadores 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 localidades geográficas, ya que el precio de adquisición es muy elevado, e igual sus costos de operación, comparativamente con respecto a las del motor neumático.



#### Pierna Neumática.

La pierna o brazo auxiliar de los martillos neumáticos 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 satisfactorios.

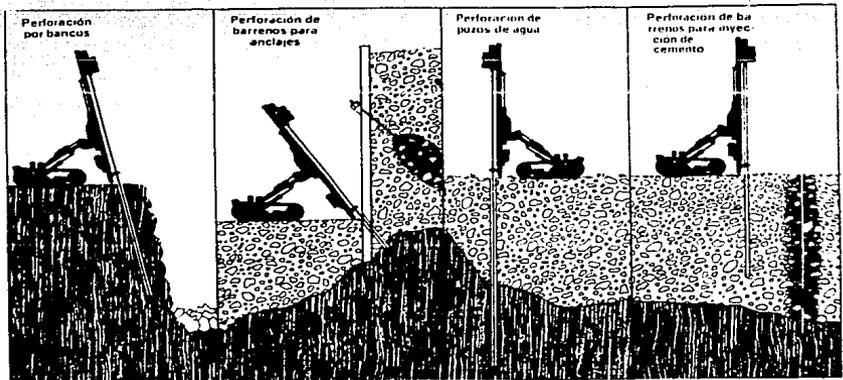


### Perforadora de Carretilla.

Estas perforadoras se utilizan principalmente en trabajos, en bancos y canteras, túneles, carreteras, o bien para muestreos de suelos e inyecciones para resanes donde se requieren barrenos a diámetro del orden de 2" a 4" y hasta 10 a 15 metros de profundidad.

### Perforadora Sobre Orugas.

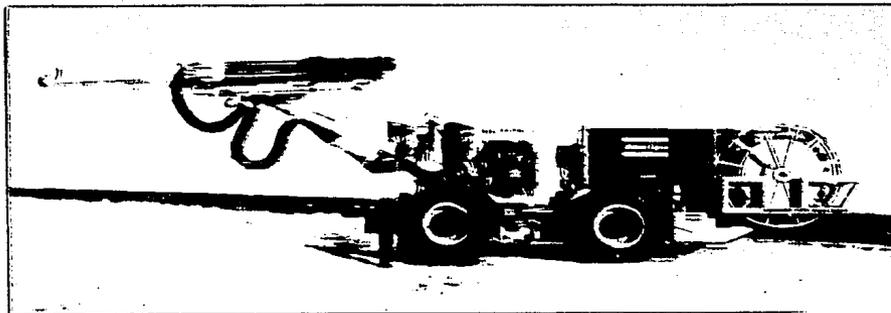
Estas máquinas que por ser mucho más cómodos que las de carretilla, ahorran trabajo y producen mayor cantidad de metros de barrenación. Son muy frecuentes por su fácil maniobra y acceso en lugares difíciles para la perforación de barrenación en bancos de rocas, en canteras, taludes, etc. Son máquinas muy pesadas fundamentalmente para trabajos de barrenación muy profundos de diámetros de 3" o mayores.



### Perforadora Jumbo.

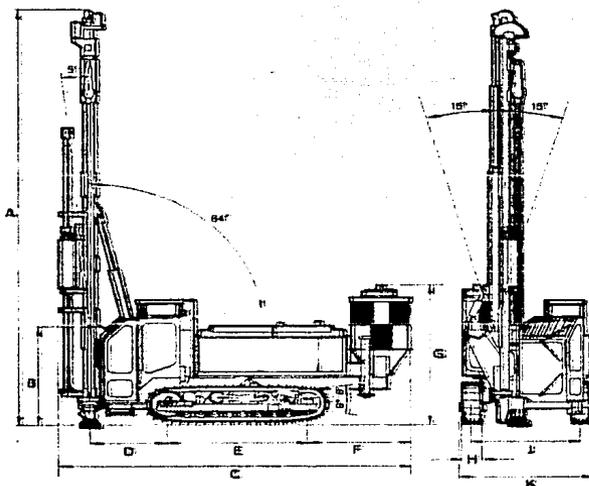
Estas máquinas se utilizan para la barrenación previa a los explosivos en la mayoría de los trabajos subterráneos como son las minas, túneles y galerías, así como tiros de ventilación. Cuando van montadas las perforadoras de mástil en carros de orugas o de ruedas, son utilizadas principalmente en canteras y minas a cielo abierto, así como trabajos de obras públicas y otra serie de aplicaciones especiales tales como perforaciones para anclajes, inyecciones de lechada con cemento.





Perforadora Portátil de Torre.

Este tipo de perforadoras, son aplicables para cuando los lugares de trabajo cambian con frecuencia, como son las perforaciones de pozos de agua, o bien para trabajos de exploraciones geológicas y las perforaciones para inyectado de rocas de cimentación, así como trabajos de minería, con diámetro de 4" a 12" y profundidades hasta de 200 M. o más.





#### Perforadora para Túneles.

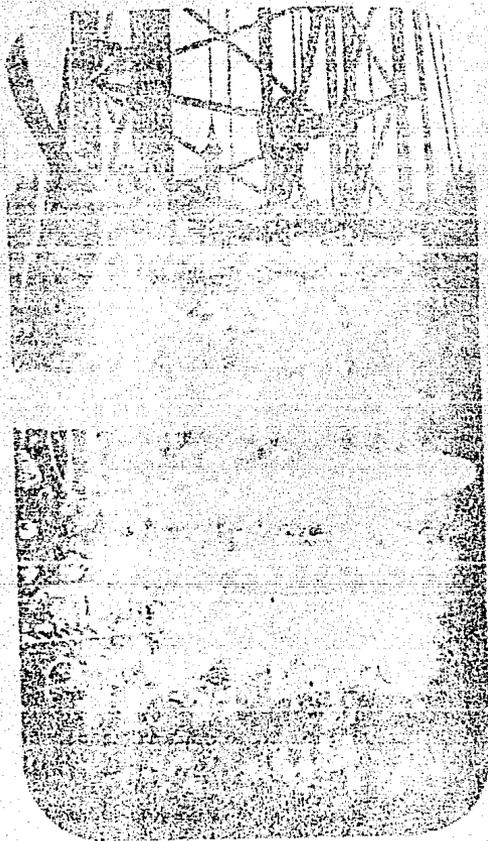
Como su nombre lo indica, son perforadoras para hacer túneles principalmente, que dentro del campo de la construcción representa un aspecto importantísimo ya que son esenciales en trabajos tales como el de la conducción de agua, alcantarillado, para el tránsito ferroviario y de vehículos bajo ríos a través de montañas, y para tipos especiales de instalación subterránea como son las plantas hidroeléctricas.



# TESIS CON FALLAS DE ORIGEN

## Perforadores horizontales

Las aplicaciones de este tipo de perforadoras, son para perforaciones profundas de pozos, que generalmente se hacen a través de formaciones duras, blandas y resacas, como en el caso de las perforaciones para la extracción del petróleo y otros elementos.



## CAPITULO VI

### MANTENIMIENTO

El mantenimiento tiene como función principal la conservación de las máquinas en condiciones que permiten la operación de las mismas, con el máximo de eficiencia, seguridad y economía.

En el campo de acción de las actividades de mantenimiento difieren en la práctica para cada tipo de actividad y de empresa y es influenciado por el tamaño de la empresa y la política de la misma.

Las características mismas de los equipos de construcción, como son las perforadoras y los compresores, hacen que tengan diferentes tipos de mantenimiento, que satisfagan la necesidad de cada una de las máquinas tanto en el campo como en propio taller. Estos los podemos clasificar de la siguiente manera:

1. Mantenimiento Preventivo.
2. Mantenimiento Predictivo.
3. Mantenimiento Correctivo.
4. Mantenimiento por Conjuntos.

#### 1. Mantenimiento Preventivo.

El Mantenimiento Preventivo, son todas las operaciones de ajuste, comprobación, reemplazo de partes o conjuntos, lubricación y limpieza, que como rutina y a intervalos definidos son necesarios para asegurar al usuario que la máquina y equipo que necesita están en condiciones apropiadas para su uso inmediato.

La finalidad del mantenimiento es evitar el desgaste excesivo o prematuro que hacen necesarias las reparaciones costosas y originan los tiempos muertos. Por lo que se logran considerables ahorros y baja los costos de operación.

La elaboración del programa de este mantenimiento dependerá en gran parte de los análisis, encuestas y estadísticas, o sea es la aplicación práctica de este mantenimiento, el cual trata de anticiparse a las fallas y evitarlas. El mantenimiento preventivo se puede dividir en dos ramas.

- A) Mantenimiento Preventivo de Campo.
  - B) Mantenimiento Preventivo de Taller.
- A) Mantenimiento Preventivo de Campo.

Se lleva a cabo, de los elementos destinados a efectuar los servicios de cambio de aceite y filtros, revisiones, ajustes y determinadas reparaciones menores en conjunto de cada máquina, por medio de programas rigurosos

de calendario de diversas cartas elaboradas con cierta guía de periodicidad, con el fin de controlar exactamente los tipos de servicio que se deben efectuar a cada máquina; se tendrá presente la lectura diaria de los horómetros, llevando para ello un registro de las horas de operación, acumuladas por cada equipo con el fin de efectuar o enviar si es necesario en el momento preciso, la maquinaria a la revisión de calendario correspondiente.

Los servicios de mantenimiento recomendables en el campo son de las siguientes periodicidades: el de rutina, el de ocho, doce, veinticuatro, cincuenta, setenta, semanal, de cien y de quinientas horas, en caso de necesidad se pueden efectuar hasta los de mil y dos mil horas auxiliándose para ello de los talleres móviles.

#### B) Mantenimiento Preventivo de Taller.

En las grandes empresas constructoras, se cuenta con talleres móviles, los cuales se instalan en el lugar requerido y cuentan con herramientas y equipos especializados para el desarmado de conjuntos ya que en este mantenimiento el equipo es sometido al desarmado parcial de sus diferentes conjuntos para realizar una inspección visual del deterioro existente, dictaminándose el cambio de las partes, la reparación de las mismas o de esperar a la próxima inspección.

Es importante que los departamentos o divisiones de una empresa estén previamente avisados de las diversas periodicidades de cada máquina, en especial de las reparaciones mayores, ya que el éxito de un programa de mantenimiento, dependerá del conocimiento de los conjuntos o partes que se deben inspeccionar y de la frecuencia, denominada bitácora, que no es otra cosa que la historia de la máquina, la cual nos permite conocer su estado real en forma inmediata y fácil. Dicha bitácora, es una libreta en la cual se lleva un record de registro de servicio de conservación y mantenimiento de cada máquina.

Un Formato de Bitácora puede estar integrada por lo siguiente:

1. Una hoja de concentración de las características de descripción de la máquina o equipo de que se trate.
2. Una hoja de instructivo de la forma de usar y aplicar a las distintas cartas, reportes y controles que se anexan en la bitácora.
3. Varias hojas de servicio para diferentes periodicidades según sea el número de horas trabajadas por la máquina. Frecuentemente, son de servicio diario, cien, quinientas y mil horas, teóricamente, este período deberá ser hasta que llegue el momento en que la máquina haya alcanzado su vida económica.
4. Hoja de control de servicios, en donde se vacían los datos de las horas trabajadas diarias, obtenidas del reporte del operador. En dicho reporte, además se llegan a anotar algunos servicios efectuados, como de los próximos a efectuar.
5. Una forma de control de horas trabajadas por el equipo, donde se hace la acumulación de las horas trabajadas y de los movimientos entre obras.
6. Una hoja de control mensual. En ella se registran los horómetros final e inicial y el resumen total de horas trabajadas al mes.

Estas hojas sirven para anotar las horas trabajadas, ociosas, en reparación, durante los turnos del día, al llevarse un registro exacto de lo acontecido en cada turno, o sea los tiempos que nos permiten determinar la utilización del equipo.

A continuación, tenemos un formato de bitácora que se compone de los elementos enlistados anteriormente.

## MANTENIMIENTO PREVENTIVO

### DESCRIPCION DEL EQUIPO

No. Eco.

CARACTERISTICAS	MAQUINA	MOTOR	ADITAMENTOS
CLASE			
MARCA			
MODELO			
TIPO			
SERIE No.			
CAPACIDAD			
VELOCIDAD R.P.M.			
Dimensiones:	LARGO: _____ ANCHO: _____ ALTO: _____		

PESO DEL EQUIPO EN Kgrs. \_\_\_\_\_

INSTRUCTIVO PARA LA APLICACION DE LAS CARTAS  
DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

1. "Reporte del operador" (forma MP-1); Este reporte debe informar el estado físico de la máquina y lectura del horómetro, datos indispensables para la realización de mantenimiento preventivo.
2. "Control de Servicios" (forma MP-2); El secretario encargado del Departamento de Mantenimiento Preventivo, en la obra deberá vaciar diariamente en esta hoja de Control, las lecturas de horómetros que contiene el "Reporte del Operador". Con base en esta hoja de Control, el secretario deberá formular el "Programa de Mantenimiento Preventivo" (forma MP-3); mismo que entregará al jefe de Maquinaria y al Jefe de Servicio, para su ejecución.
3. "Programa Diario de Mantenimiento Preventivo" (forma MP-3); Como se dijo anteriormente, esta hoja la formulará el secretario, quien se encargará de ver con el Jefe de Servicio, que se lleve a cabo de acuerdo con la Carta de Mantenimiento correspondiente, la cual, deberá ser llenada y firmada por el Jefe de Servicio y Vo. Bo. del Ingeniero de Mantenimiento correspondiente.
4. "Carta de Mantenimiento" (El número de la forma varía de acuerdo a los tipos de máquinas a que corresponde; en estas cartas, se especifican todas las operaciones que es necesario realizar para darle a la máquina el Servicio que le corresponde.  
A la derecha de cada hoja, aparecen cuadros que deberán llenarse con la clave siguiente:

Servicio Ejecutado

Servicio No Ejecutado (Anotaciones al reverso)

El Reverso de cada carta, se deberá llenar con anotaciones importantes referidas al servicio efectuado, como por ejemplo: Medida de Compresión del Motor en los diferentes cilindros, piezas o postes, que requieren cambio, ajuste o reparación; servicio que no se ejecutó y motivo o causa por lo que no se hizo, etc.

5. "Control Mensual" (forma MP-4), Esta hoja, deberá llenarla el Secretario y prácticamente servirá como auxiliar en el mantenimiento preventivo.









## CONTROL MENSUAL

No. Edw: \_\_\_\_\_  
 MES: \_\_\_\_\_  
 AÑO: \_\_\_\_\_  
 OBRA: \_\_\_\_\_

HOROMETRO FINAL: \_\_\_\_\_  
 HOROMETRO INICIAL: \_\_\_\_\_  
 TOTAL DE HORAS: \_\_\_\_\_

DIA	HORAS TRABAJADAS TURNOS				TIEMPOS PERDIDOS		OBSERVACIONES
	1	2	3	TOTAL	OCIOSO	REPARACION	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DIARIO

- A) Lavado de la unidad.
  - B) MOTOR.
    - 1. Revisar nivel de aceite del motor.
    - 2. Localizar fugas de aceite y corregir.
    - 3. Revisar temperatura de operación.
    - 4. Revisar tensión de las bandas.
  - C) CONVERTIDOR DE PAR Y TRANSMISION.
    - 1. Revisar fugas de aceite y corregir.
    - 2. Revisar el nivel de aceite.
    - 3. Revisar la temperatura y presión.
  - D) SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.
    - 1. Revisar mangueras y fugas de los componentes.
    - 2. Revisar el radiador, nivel de agua y limpiarlo.
    - 3. Checar tensión de la banda del ventilador.
  - E) SISTEMA DE COMBUSTIBLE.
    - 1. Drenar sedimentos del tanque de combustible.
    - 2. Drenar sedimentos en la caja de filtros.
    - 3. Revisar y corregir fugas en el sistema de combustible.
  - F) SISTEMA DE AIRE.
    - 1. Pugar tanque de aire para remover el agua.
    - 2. Revisar presión de aire del indicador.
    - 3. Revisar fugas de aire del sistema.
    - 4. Limpiar el filtro de aire y caja, checar el vacuometro.
    - 5. Revisar fugas en el sistema de aire.
  - G) SISTEMA ELECTRICO.
    - 1. Revisar nivel de agua del acumulador.
    - 2. Revisar que funcionen las luces, los indicadores y demás accesorios eléctricos.
    - 3. Comprobar tensión de banda de generador o alternador.
  - H) SISTEMA HIDRAULICO.
    - 1. Revisar nivel de aceite.
    - 2. Revisar fugas del sistema hidráulico.
  - I) SISTEMA DEL GOBERNADOR.
    - 1. Revisar la operación del gobernador.
    - 2. Revisar nivel de aceite.
    - 3. Revisar fugas en el sistema de gobernador.
  - J) FRENOS.
    - 1. Revisar la operación de los frenos.
    - 2. Revisar fugas de las líneas.
  - K) LLANTAS.
    - 1. Revisar la condición de las llantas y la presión.
- GENERALES:
- Reponer partes faltantes (vidrios, espejos, tornillería).







- Lubricar mecanismos de control volumétrico y verificar su estado de  
sic.
- Verificar funcionamiento del sistema de seguridad.
- Limpia exteriormente el ventilador.
- Verificar estado físico de mangueras.
- Verificar estado físico de acoplamiento del compresor.
- Limpia interiormente líneas de interconexión de elementos de con-  
trol.
- Verificar estado físico del separador de aceite.
- 8.- EQUIPO DE PERFORACION
  - Poner a nivel de aceite a cabezal giratorio y lubricarlo.
  - Lubricar pilancas de control.
  - Verificar estado físico de cables de acero y cambiarlos si es neces-  
rio.
  - Poner a nivel de aceite a caja de engranes de bomba de jabón.
  - Revisar estado físico de estopones de bomba de lodos.
- 9.- SISTEMA ELECTRICO.
  - Poner a nivel electrolítico y limpiar bornes y terminales.
  - Verificar funcionamiento de instrumentos de tableros.
  - Verificar funcionamiento del alumbrado.
  - Verificar estado físico de los alambrados.
- 10.- DIFERENCIALES (camión)
  - Poner a nivel de aceite.
- 11.- MALACATES.
  - Lubricar chumaceras de malacates.
- 12.- FRENOS (Camión)
  - Verificar estado físico de bandas del compresor.
  - Limpia filtro de admisión de aire del compresor.
  - Verificar funcionamiento del gobernador del compresor.
  - Eliminar fugas de aire en el sist. de frenos.
  - Verificar estado físico de tambores y balatas.
  - Verificar funcionamiento de los actuadores de balatas (matracas y ca-  
maras)
  - Eliminar de sedimentos tanque de combustible.
  - Al terminar un pozo lavar la unidad.
  - Al mandar la máquina a otra obra hacerle servicio al camión.

NOTA: Cuando cambie una bomba hidráulica por avería, lavar el sistema y can-  
bio total de aceite y cuando ponga a nivel debe ser de la misma marca  
y viscosidad.

Marzo 12 de 1962.

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO**  
**GRUPO 250 (PERFORADORAS) 1000 H.P.**

EFFECTUAR MANTENIMIENTO CORRECTIVO SEGUN REPORTES DE OPERADOR.  
LAVAR LA UNIDAD.  
EFFECTUAR EL DIAGNOSTICO DE LA UNIDAD.  
EFFECTUAR EL MANTENIMIENTO PREDICTIVO SEGUN DIAGNOSTICO



**1.- MOTOR (principal)**

- Obtener muestra de aceite para ser enviada a laboratorio.
- Cambiar aceite y elementos filtro y limpiar respiradero.
- Verificar estado físico y tensión de bandas de ventilador y alternador.
- Lubricar polea de ventilador.
- Limpiar o cambiar elemento filtro de admisión de aire.
- Efectuar prueba de eter y eliminar entradas de aire no filtrado.
- Lubricar mecanismos de aceleración.
- Lubricar chicotes y adaptadores de tacómetros.
- Sopletear radiador y verificar su estado físico.
- Cambiar agua al radiador.
- Respretear cabezas y calibrar valvulas e inyectores.
- Reparación general del soplador (si es G.M.C.)
- Motor del Camión.
- Poner a nivel de aceite y limpiar respiradero.
- Limpiar o cambiar elemento filtro de admisión de aire.
- Efectuar prueba de eter y eliminar entradas de aire no filtrado.
- Eliminar fugas de: agua, aceite y combustible.

**2.- EMBRAGUES (máquina y camión)**

- Lubricar collarín y porta collarín.
- Lubricar baleros piloto y apoyo de flecha motriz
- Verificar ajuste de embrague.

**3.- TRANSMISIONES DE PERFORACION.**

- Verificar estado físico, alineamiento y tensión de cadenas.
- Verificar estado físico y lubricar chumaceras de catarinas.
- Lubricar chumaceras de apoyo de embragues horizontales y ajustar.
- Verificar estado físico de tambores y fricciones de embragues y frenos
- Verificar estado físico y lubricar nuevos universales de flechas -- cardan.
- Cambiar aceite a cajas de transferencia, reductores y cadenas motrices.
- Lubricar chumaceras de control de fricciones.

**4.- CAJA DE VELOCIDADES (Camión)**

- Poner a nivel de aceite.

**5.- FLECHAS CARDAN (camión)**

- Verificar estado físico y lubricar crucetas y yugo deslizable.

**6.- SISTEMA HIDRAULICO (máquina y Camión)**

- Obtener muestra de aceite para ser enviada a laboratorio.
- Cambio de aceite y elemento filtro y limpiar respiradero.
- Cambio de aceite a toma de fuerza de bomba hidráulica.
- Eliminar fugas de aceite en los sistemas.
- Limpiar vástagos y verificar estado físico de gatos hidráulicos.

7.- UNIDAD COMPRESORA.

Obtener muestra de aceite para ser enviada a laboratorio.  
Cambio de aceite y elementos filtro.  
Limpiar o cambiar elemento filtro de admisión de aire.  
Drenar de condensados al tanque de aire comprimido.  
Lubricar mecanismos de válvulas de control volumétrico.  
Revisar y reparar válvula de control volumétrico.  
Verificar funcionamiento de regulación de velocidad.  
Cambiar separador de aceite, y limpiar recipiente.  
Verificar funcionamiento del sistema de seguridad.  
Verificar estado físico de mangueras.  
Verificar estado físico del accionamiento del compresor.  
Limpiar interiormente líneas de intercomunicación de elementos de control.

8.- EQUIPO DE PERFORACION.

Cambiar aceite y cabezal giratorio y lubricarlo  
Lubricar palancas de control.  
Verificar estado físico de cables de acero, cambiar si es necesario  
Cambiar aceite a caja de engranes de bomba de jabón.  
Revisar estado físico de estroderos de bomba de lodos.

9.- SISTEMA ELECTRICO

Poner a nivel electrolito y limpiar bornes y terminales  
Verificar funcionamiento de instrumentos de tableros.  
Reparar marcha y alternador.  
Verificar funcionamiento del alumbrado.  
Verificar estado físico del alambrado.

10.- DIFERENCIALES (CAMION)

Poner a nivel de aceite.

11.- MALACATES.

Lubricar chumaceras de malacates.

12.- FRENOS (CAMION)

Verificar estado físico de bandas del compresor.  
Limpiarlo o cambiar elemento filtro de admisión del compresor.  
Verificar funcionamiento del gobernador.  
Eliminar fugas de aire en el sistema de frenos.  
Limpiar y verificar estado físico de tambores.  
Verificar funcionamiento de actuadores de batatas (matracas y cónicas)  
Drenar de sedimentos tanques de combustibles.  
Al terminar un pozo lavar la unidad.  
Al mandar a otra obra hacerle servicio al camión.

NOTA:

Cuando cambie una bomba hidráulica por avería, lavar el sistema y cambio total de aceite y cuando ponga a nivel debe ser de la misma marca y viscosidad.

Marzo 12 de 1962.



MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
GRUPO DE COMPRESOR (MOTORA) DEL M.F.

Effectuar mantenimiento correctivo según reporte de operados.

1.- MOTORA

- Obtener muestra de aceite para ser enviada a laborator...
- Cambio de aceite y elementos filtros...
- Eliminar fugas de agua, aceite y combustible.
- Verificar estado de presión y tensión de bandas de ventila...
- lubricar pólitas del ventilador.
- Limpieza de cambios elementos filtros de admisión de aire (Motor y Compresor).
- Effectuar prueba de leer y eliminar estradas de aceite...
- filtrado.

- lubricar mecanismos de aceleración.
- lubricar chisetas y contactos de tacómetro.
- Repletar radiador.

2.- ACOMPLAMIENTO MOTORA - COMPRESOR...

- Verificar estado de sincronización de acoplamiento.

3.- UNIDAD COMPRESORA...

- lubricar mecanismos de control de válvulas.
- Ajustar control de válvulas de admisión de aire.
- Revisar conexiones de válvulas de admisión de aire y válvulas de succión de agua.
- Verificar posición de manómetro (manual).
- Revisar a nivel aceite del tanque del compresor.
- lubricar bomba auxiliar de lubricación.
- limpiar extensivamente el condensador de aire.
- Controlar iluminación. Filtrar de aceite de la unidad compresora.
- Controlar aceite de transmisión (si la tiene).
- Verificar estado eléctrico de conexiones del compresor.
- limpiar interiormente de conexiones de protección de circuitos de control.
- Verificar estado eléctrico de sensores de control.

4.- SISTEMA DE REFRIGERACION...

- Revisar de nivel de agua en el tanque.

5.- SISTEMA ELÉCTRICO...

- Revisar el nivel de aceite y limpiar bombas y conexiones.
- Verificar el funcionamiento de interruptores del sistema.
- Verificar el nivel de lubricación del sistema de bombeo de agua.

6.- BOMBAS Y CONEXIONES...

- Verificar que estén lubricadas al funcionamiento.
- Controlar de fugas de agua en las conexiones de bombeo de agua.
- Verificar estado de las conexiones de bombeo de agua.

NOTA: Cuando cambie una bomba hidráulica por avería, lavar el sistema y cambio total de aceite y cuando pasa a nivel debe ser de la misma marca y viscosidad.

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
GRUPO 522 ( COMPRESOR PORTATIL ) 1000**

Lavar la unidad.  
Efectuar mantenimiento correctivo según reporte de operación.  
Efectuar diagnóstico de la unidad.  
Efectuar mantenimiento preventivo según el diagnóstico.

**1.- MOTOR**

Obtener muestra de aceite para ser enviada a laboratorio.  
Cambio de aceite y elementos filtros.  
Eliminar fugas de: Agua, Aceite y Combustible.  
Verificar estado físico y tensión de bandas de ventilador y alternador.  
Lubricar póles del ventilador.  
Limpiar o cambiar elementos filtros de admisión de aire (Motor y Compresor ).  
Efectuar prueba de áter y eliminar entradas de aire no filtrado.  
Lubricar mecanismos de aceleración.  
Lubricar chisote y adaptador de tacómetro.  
Cambiar agua, repletar radiador y revisar válvula de alivio y verificar estado físico.  
Respiete de cabezas y calibración de válvulas e inyectores.

**2.- ACOPLAMIENTO MOTOR-COMPRESOR.**

Verificar estado físico del acoplamiento.

**3.- UNIDAD COMPRESORA.**

Lubricar mecanismos de control volumétrico.  
Reparación general del control volumétrico.  
Drenar condensados de válvula reguladora y verificar su funcionamiento.  
Verificar válvula de seguridad (Manualmente).  
Obtener muestra de aceite de la unidad compresora para ser enviada a laboratorio.  
Cambiar aceite y elementos filtros de aceite.  
Cambiar separador de aceite.  
Drenar condensados del tanque de aire comprimido.  
Lubricar bomba auxiliar de refrigeración.  
Cambiar aceite de transmisión (si la tiene).  
Verificar estado físico de mangos.  
Limpiar interiormente líneas de interconexión de elementos de control.  
Verificar estado físico de aguas de oculos.  
Verificar estado físico y funcionamiento de válvula de admisión.  
Inspeccionar válvulas y válvula respiradora (A.C.).  
Limpiar cedazo de bomba de aceite del compresor (A.C.).

**4.- SISTEMA DE COMBUSTIBLE:**  
Drenar sedimentos del tanque.

**5.- SISTEMA ELÉCTRICO.**  
Poner a nivel electrólito; limpiar bornes y terminales.

Verificar funcionamiento de instrumentos del tablero.  
Verificar el buen funcionamiento del sistema de protección.

Reparación general de marcha y alternador.

6.- CHASIS Y LLANTAS.

Verificar que este nivelado el compresor.

(Antes de ser arrastrado verificar presión de neumáticos).

Verificar estado físico del sistema de arrastre.

Lubricar chasis y baleros de las ruedas.

7.- PINTAR LA UNIDAD.

NOTA: Cuando cambie una bomba hidráulica por avería, lavar el sistema y cambio total de aceite y cuando ponga el nivel debe ser de la misma marca y viscosidad.

## 2. Mantenimiento Preventivo.

La característica principal de este tipo de mantenimiento, es teórico, se basa en detectar una falla antes de que suceda para dar tiempo a corregir sin perjuicio al servicio.

Se basa en el análisis estadístico de vidas útiles de presas y conjuntos; el análisis de laboratorio y diagnóstico de campo. Nos proporciona este mantenimiento, el programa de mantenimiento preventivo, pronóstico de cambio y reposiciones, datos para el reemplazo económico.

### Métodos.

- a) Análisis Estadístico.
- b) Análisis Físico.
- c) Análisis de Laboratorio y Diagnóstico de Campo.

#### a) Análisis Estadístico.

Consiste en recopilar toda la información posible sobre el equipo e instalaciones que vamos a proteger. Para la obtención de estos datos, se deberá auxiliar de la experiencia propia que consiste en recopilar sistemáticamente todos los reportes de las fallas y composturas de la maquinaria pesada durante el año próximo pasado o más si se tienen. En dichos reportes, se deberán analizar y anotar el costo total de las correcciones de las fallas y reposiciones originales por las descomposturas.

#### b) Análisis Físico.

Este análisis nos ayuda a controlar la velocidad de desgaste de piezas y/o conjuntos, mediante la medición directa de los mismos y así poder pronosticar su durabilidad. Así por ejemplo, se pueden realizar esas mediciones sobre los conjuntos de tránsito y llantas del equipo móvil.

#### c) Análisis de Laboratorio y Diagnóstico de Campo.

Dentro de los análisis de laboratorio, se cuenta con el "Servicio de Muestreo Periódico de Lubricante", con el fin de preveer y minimizar las fallas de motores transmisiones, sistemas hidráulicos y mandos finales. Esta prueba consiste en analizar una muestra de aceite que utiliza cada uno de los conjuntos y observar en ello las cantidades de partículas de desgaste, como lo son: Cromo, Cobre, Aluminio, Silicio, Sal, Combustible y Agua.

Dentro de los diagnósticos de campo se tiene la "Prueba de Gota". Esta prueba es una forma práctica para determinar el comportamiento de operación de un motor de combustión interna, y también de establecer un periodo de cambio del aceite con el fin de obtener el rendimiento del mismo. Esta prueba consiste sencillamente en obtener una muestra, después de equis horas de operación a partir del último cambio de aceite, se saca la bayoneta de medición y se deja caer una gota de aceite en el centro del papel especial.

Con esta prueba se observa:

- Si hay detergente en el aceite.
- Acumulación de contaminantes en el aceite.
- Disolución mecánica del motor.

### 3. Mantenimiento Correctivo.

Este es el mantenimiento realizado después de la falla, ya sea por síntomas claros y avanzados o por falla total. Es el mantenimiento fuera de programa y origina cargas de trabajo incontrollables que causan actividad intensa y lapsos sin trabajos y su ejecución inmediata es imperativa, es decir, nos obliga al pago de horas extras, se interrumpe el servicio y la producción, hay necesidad de comprar todos los materiales en un momento dado.

Esta forma de aplicar mantenimiento impide el diagnóstico exacto de las causas que provocaron la falla, pues se ignora si falló por el trato, abandono, por desconocimiento de manejo, por tener que depender del reporte de una persona, proceder a la reparación por desgaste natural, etc.

De acuerdo con los elementos de que se disponga, se verificará la posibilidad de efectuar la reparación en la propia obra, si la falla no tiene un grado máximo de dificultad, al disponer para ello de medios y facilidades. Si la reparación es complicada o no, se dispone de medios para lograrla en la obra, se tendrá que recurrir a los talleres fuera de la obra. Sea cual fuere la selección de talleres, es importante que la reparación se realice a la mayor brevedad posible.

Como el operador es la persona que está en contacto directo con el equipo, es necesario que cuando entre por primera vez a la empresa, se le explique el funcionamiento y la operación adecuada de las máquinas. Dentro de la organización se deberán programar cursos que permitan elevar los conocimientos del personal, pues la mano de obra especializada es difícil de conseguir y por esa causa se hace necesario capacitar al personal de la propia empresa.

### 4. Mantenimiento por Conjuntos o Componentes.

Es una variante de mantenimiento correctivo en cuanto a que sustituye una parte o un todo de un conjunto en mal estado, o bien una variante del mantenimiento preventivo en lo que se refiere a evitar mediante la sustitución de un componente reparado o nuevo a tiempos planeados que el componente original sea severamente dañado o inutilizado por uso excesivo.

Este tipo de mantenimiento es el verdaderamente planeado o programado, cuando se cuenta con flotillas de maquinaria del mismo tipo de marca, debe coordinarse con un buen manejo de partes y reparaciones en taller. Tiene además la ventaja que pueden hacerse las reparaciones fuera de obra y con mucha anticipación, igualmente permite hacer pedidos de partes anticipadamente y a máquina abierta, lo cual se traduce en economía y eficiencia.

Los componentes del principal movimiento son:

- Motores Diesel.
- Transmisiones.
- Bombas Hidráulicas.
- Motores auxiliares.
- Alternadores, marchas.
- Bombas del combustible, etc.

## CAPITULO VII

## CONCLUSIONES

Este trabajo, abarca la mayor parte de los equipos de perforación y accesorios necesarios para el funcionamiento de éstos, como son compresores, barrenas, brocas, etc.

Los equipos de perforación son 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 sondos y posteriormente para el hincado de pilotes en cimentaciones, en la barrenación para voladura de canteras, en la construcción de Carreteras, Vías Férreas y diversas obras, donde se presentan problemas similares, así como en las grandes obras de construcción pesada como son los Proyectos Hidroeléctricos, etc. y demoliciones en general.

El gran número de aditamentos con que cuenta el equipo en estudio, le hace tener una versatilidad que no se compara con ningún otro equipo, por lo que las perforadoras rinden el máximo siempre, lo anterior se traduce en un beneficio económico para el constructor al evitar tiempos muertos del equipo.

Claro está que el logro de los óptimos beneficios que trae consigo la buena operación y un buen mantenimiento de estos equipos y accesorios complementarios, está sujeto a contar con el personal altamente calificado en el conocimiento y operación de dichas herramientas. Adicionalmente, la buena selección de la máquina adecuada al tipo de volumen de trabajo que se espera realizar, es el principal problema al que se enfrenta el constructor, pero precisamente para esto se ha elaborado este trabajo, para que tenga una guía en el problema de seleccionar una perforadora dentro de una gama de marcas y modelos que existen en la actualidad.

## BIBLIOGRAFIA

- METODOS PLANEAMIENTO Y EQUIPO DE CONSTRUCCION  
R.L. PEURIFOY  
EDITORIAL DIANA
- MOVIMIENTO DE TIERRAS  
H.L. NICHOLS  
C.E.C.S.A.
- MAQUINARIA PARA CONSTRUCCION  
DAVID A. DAY  
LIMUSA
- MANUAL DE ATLAS COPCO  
CUARTA EDICION  
ATLAS COPCO
- FACTORES DE CONSISTENCIA DE COSTOS Y PRECIOS UNITARIOS  
SAMUEL REIFERG  
DEPTO. DE CONSTRUCCION U.N.A.M.
- BREVE DESCRIPCION DEL EQUIPO USUAL DE CONSTRUCCION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
U.N.A.M.
- MANUAL DE MANTENIMIENTO  
C.N.I.C.
- MANUAL DE MANTENIMIENTO  
EQUIPOS NACIONALES, S. A.  
GRUPO ICA
- CATALOGOS Y REVISTAS
- TECNICAS Y ANALISIS DE COSTOS DE POZOS PROFUNDOS Y AGUAS SUBTERRANEAS  
VICENTE VARGAS A.  
EDITORIAL LIMUSA