



---

# ***Manual Técnico***

---

- **No deseche este manual.**
- **Mantenga el manual disponible para consultarlo durante la operación o el mantenimiento del producto.**
- **Antes de realizar la operación y el mantenimiento, lea y comprenda el contenido del manual de operaciones.**
  
- **Atención al cliente:** 800.356.NUMA or 860.923.9551
- **Correo Electrónico:** [numa@numahammers.com](mailto:numa@numahammers.com)
- **Sitio Web:** [www.numahammers.com](http://www.numahammers.com)
- **Dirección de Envío:** P.O. Box 348, Thompson, CT 06277 USA

---

Patentes: 6,883,618 7,442,074 10,612,310 11,085,242 EP 3 803 032 B1 KR-101340351 EP-2029325  
CN-101448608 BR-P10711711 AU2007254317 AU2007254317 WO2007/136658





## Manual Técnico - Contenido -

	<i><b>Página</b></i>
Selección de Martillo .....	2
Diámetro del Pozo y Selección del Martillo .....	6
Velocidad de Barrido del Pozo .....	7
Operación Bajo el Agua.....	9
Perforando con Espuma y Polímeros.....	10
Efecto de Altura y Temperatura .....	11
El Peso Sobre la Broca / Presión de Empuje .....	15
Velocidad de Rotación.....	17
Torque de Rotación .....	18
Lubricación / Corrosión / Contaminación.....	19
Almacenamiento de Martillos .....	22
Cuadro del Torque Generado por un Matillo Numa en el Banco.....	24
Tabla de Conversión.....	25

## Selección de Martillo

Antes de empezar a perforar existen algunos factores que deben ser tomados en consideración en el orden de escoger el apropiado martillo de fondo. Debemos considerar lo siguiente.

1. **El tamaño del hoyo:** En primera instancia para una más eficiente perforación, el diámetro externo del martillo debe ser lo más cercano al diámetro del hoyo a perforar considerando suficiente espacio anular alrededor del martillo para el libre paso de los cortes de perforación. Esto reduce el riesgo de que colapse el hoyo y hace más fácil la limpieza del mismo.
2. **El consumo de aire:** Debe tomarse en cuenta la cantidad de aire comprimido disponible cuando se utiliza un martillo de fondo. Los diferentes tamaños de martillo requieren diferente volumen y presión de aire para operar apropiadamente. Generalmente así, según aumenta el tamaño del martillo es necesario mayor volumen y menor presión para llegar al más alto rendimiento. Asegúrese de recurrir al cuadro de consumo de aire o a su manual de mantenimiento para el correcto consumo de aire de cada martillo.
3. **Las capacidades de la perforadora:** Los requisitos que debemos conocer antes de seleccionar la broca y el martillo son el torque de rotación y la alimentación del pullback de la perforadora, asegurándose de no exceder las capacidades de la perforadora.

## Diámetro del Pozo y Selección del Martillo

El siguiente cuadro enumera los diseños de martillos "Numa" DCS, Patriot, Champion y Challenger y los tamaños mínimos y máximos de brocas para cada martillo. Esto combinado con el cuadro e consumo de aire puede utilizarse para seleccionar la correcta medida del martillo.

<b>Martillo</b>	<b>Shank de la Broca</b>	<b>Rango de Broca</b>	<b>Diámetro Exterior</b>
-----------------	--------------------------	-----------------------	--------------------------

• **Convencional**

Patriot 35A	C35/3.5	89 - 105 mm (3-1/2" - 4-1/8")	79 mm (3-1/8")
Patriot 40	340A	108 - 133 mm (4-1/4" - 5-1/4")	95 mm (3-3/4")
Patriot 40HD	340A	108 - 133 mm (4-1/4" - 5-1/4")	98 mm (3-7/8")
Patriot 45	TD40	114 - 133 mm (4-1/2" - 5-1/4")	102 mm (4")
DCS5	QL50	140 - 156 mm (5-1/2" - 6-1/8")	124 mm (4-7/8")
DCS5HD	QL50	146 - 159 mm (5-3/4" - 6-1/4")	127 mm (5")
Patriot 50	QL50	140 - 156 mm (5-1/2" - 6-1/8")	124 mm (4-7/8")
Patriot 60	QL60	152 - 216 mm (6" - 8-1/2")	140 mm (5-1/2")
Patriot 60HD	QL60	159 - 216 mm (6-1/4" - 8-1/2")	146 mm (5-3/4")
Patriot 60W	360	152 - 216 mm (6" - 8-1/2")	140 mm (5-1/2")
Patriot 80	380	200 - 254 mm (7-7/8" - 10")	181 mm (7-1/8")
Patriot 85	380	200 - 254 mm (7-7/8" - 10")	181 mm (7-1/8")
Patriot 85Q	QL80	200 - 254 mm (7-7/8" - 10")	181 mm (7-1/8")
Challenger 100	N100	251 - 381 mm (9-7/8" - 15")	229 mm (9")
Patriot 120	N11/N120	302 - 445 mm (11-7/8" - 17-1/2")	257 mm (10-1/8")
Patriot 125	N125	311 - 508 mm (12-1/4" - 20")	273 mm (10-3/4")
Patriot 180	C180	457 - 762 mm (18" - 30")	394 mm (15-1/2")
Patriot 185	C180	457 - 762 mm (18" - 30")	394 mm (15-1/2")
Patriot 240	C240	610 - 914 mm (24" - 36")	508 mm (20")
Champion 330	C330	813 - 1219 mm (32" - 48")	711 mm (28")

• **Circulación Inversa**

Patriot RC50	PRC50	133 - 146 mm (5-1/4" - 5-3/4")	124 mm (4-7/8")
Challenger RC100	RC100	254 - 381 mm (10" - 15")	241 mm (9-1/2")
Champion RC160	RC160	406 - 508 mm (16" - 20")	394 mm (15-1/2")
Champion RC210	RC210	533 - 660 mm (21" - 26")	508 mm (20")
Champion RC300	RC300	762 - 965 mm (30" - 38")	711 mm (28")



# CUADRO DE ESPECIFICACIONES DE LOS MARTILLOS DE FONDO EN PULGADA

Martillo	Shank de la Broca	Tamaño de Hoyo	Diámetro Externo	Diámetro Interior	Carrera	Peso del Martillo (solo)	Longitud De extremo a extremo	Longitud Del extremo a la cara de la broca	Conexion API REG	Golpes por minuto @
	pulg	pulg	pulg	pulg	pulg	libras	pulg	pulg	sea especificado a menos que sea especificado	PSI

### CONVENCIONAL

Patriot 35A	3.5	3-1/2 to 4-1/8	3-1/8	2-1/2	3-1/2	46	28-5/8	31-1/8	2-3/8	1750 @ 350
Patriot 40	340A	4-1/4 to 5-1/4	3-3/4	3.05	4	78	39-1/4	39-3/8	2-3/8	1960 @ 350
Patriot 40HD	340A	4-1/4 to 5-1/4	3-7/8	3.05	4	89	39-1/4	39-3/8	2-3/8	1960 @ 350
Patriot 45	TD40	4-1/2 to 5-1/4	4	3.32	4	89	36-2/5	39-2/3	2-3/8	1800 @ 350
DCS5	QL50	5-1/2 to 6-1/8	4-7/8	4	3	136	36-7/16	40-1/8	3-1/2	2050 @ 350
DCS5HD	QL50	5-3/4 to 6-1/4	5	4	3	147	36-7/16	40-1/8	3-1/2	2050 @ 350
Patriot 50	QL50	5-1/2 to 6-1/8	4-7/8	4	3-1/2	140	36-7/16	40-1/8	3-1/2	1950 @ 350
Patriot 60	QL60	6 to 8-1/2	5-1/2	4-1/2	4	183	38-13/16	42-7/16	3-1/2	1900 @ 350
Patriot 60HD	QL60	6-1/4 to 8-1/2	38110	4-1/2	4	206	38-13/16	42-7/16	3-1/2	1900 @ 350
Patriot 60W	360	6 to 8-1/2	5-1/2	4-1/2	4	204	43-3/16	46-13/16	3-1/2	1800 @ 350
Patriot 80	380	7-7/8 to 10	7-1/8	6	3-3/4	362	45-1/8	49-7/8	4-1/2	1850 @ 350
Patriot 85	380	7-7/8 to 10	7-1/8	6	3-3/4	419	52	57-1/4	4-1/2	1850 @ 350
Patriot 85Q	QL80	7-7/8 to 10	7-1/8	6	3.75	406	51-1/4	56	4-1/2	1600 @ 350
Challenger 100	N100	9-7/8 to 15	9	7-1/2	5	750	58-7/16	66	6-5/8	1235 @ 350
Patriot 120	P120	11-7/8 to 17-1/2	10-1/8	8-1/2	5	1048	66-3/4	75-3/4	6-5/8	1300 @ 250
Patriot 125	P125	12-1/4 to 20	10-3/4	9-1/4	5	1133	66-3/4	75-3/4	6-5/8	1150 @ 250
Patriot 180	P180	18 to 30	15-1/2	13-1/4	4-1/2	2523	65-15/16	75-15/16	8-5/8	1100 @ 200
Patriot 185	P180	18 to 30	15-1/2	13-1/4	5	3149	70-9/16	80-9/16	8-5/8	900 @ 200
Patriot 240	P240	24 to 36	20	15	5	5109	76-1/8	90-1/8	8-5/8	925 @ 200
Champion 330	C330	32 to 48	28	20	5	12556	89-1/2	105-1/2	10 Beco	925 @ 200

### CIRCULACION INVERSA

Patriot RC50	PRC50	5-1/4 to 5-3/4	4-7/8	4	4	156	41-13/16	46-15/16	4-1/2 RC	1675 @ 350
Challenger RC100	RC100	10 to 15	9-1/2	8-1/4	4	777	60-1/2	69	7-5/8 RC Mod	1250 @ 250
Champion RC160	RC160	16 to 20	15-1/2	12	5	2875	81-3/4	91-3/4	10 Beco	950 @ 200
Champion RC210	RC210	21 to 26	20	15	5	5035	81	93-1/2	10 Beco	925 @ 200
Champion RC300	RC300	30 to 38	28	20	5	11584	93	110	Varios	900 @ 200



# CUADRO DE ESPECIFICACIONES DE LOS MARTILLOS DE FONDO EN METROS

Martillo	Shank de la Broca	Tamaño de Hoyo	Diámetro Externo	Diámetro Interior	Carrera	Peso del Martillo (solo)	Longitud De extremo a extremo	Longitud Del extremo a la cara de la broca	Conexion API REG	Golpes por minuto @
	mm	mm	mm	mm	mm	kg	cm	cm	a menos que sea especificado	kg/cm <sup>2</sup>

### CONVENCIONAL

Patriot 35A	3.5	89 - 105	79	64	89	21	72.7	79.1	2-3/8	1750 @ 23.8
Patriot 40	340A	108 - 133	95	77.5	102	35	91.8	100.0	2-3/8	1960 @ 23.8
Patriot 40HD	340A	108 - 133	98	77.5	102	40	91.8	100.0	2-3/8	1960 @ 23.8
Patriot 45	TD40	114 - 133	102	84.3	102	40	91.8	100.0	2-3/8	1800 @ 23.8
DCS5	QL50	140 - 156	124	102	76	62	92.5	101.9	3-1/2	2050 @ 23.8
DCS5HD	QL50	146 - 159	127	102	76	67	92.5	101.9	3-1/2	2050 @ 23.8
Patriot 50	QL50	140 - 156	124	102	89	64	93.7	101.9	3-1/2	1950 @ 23.8
Patriot 60	QL60	152 - 216	140	114	102	83	98.6	107.8	3-1/2	1900 @ 23.8
Patriot 60HD	QL60	159 - 216	146	114	102	93	98.6	107.8	3-1/2	1900 @ 23.8
Patriot 60W	360	152 - 216	140	114	102	93	109.7	118.9	3-1/2	1800 @ 23.8
Patriot 80	380	200 - 254	181	152	102	164	114.6	126.7	4-1/2	1600 @ 23.8
Patriot 85	380	200 - 254	181	152	95	190	132.1	145.4	4-1/2	1850 @ 23.8
Patriot 85Q	QL80	200 - 254	181	152	95	184	130.0	142.0	4-1/2	1600 @ 23.8
Challenger 100	N100	251 - 381	229	191	127	340	148.0	160.0	6-5/8	1235 @ 17
Patriot 120	P120	302 - 445	257	216	127	476	169.5	192.4	6-5/8	1300 @ 17
Patriot 125	P125	311 - 508	273	235	127	514	169.5	192.4	6-5/8	1150 @ 17
Patriot 180	P180	457 - 762	394	337	114	1144	167.5	192.9	8-5/8	1100 @ 13.6
Patriot 185	P180	457 - 762	394	337	127	1428	179.5	204.6	8-5/8	900 @ 13.6
Patriot 240	P240	610 - 914	508	381	127	2317	193.0	229.0	8-5/8	925 @ 13.6
Champion 330	C330	813 - 1219	711	508	127	5695	227.3	268.0	10 Beco	925 @ 13.6

### CIRCULACION INVERSA

Patriot RC50	PRC50	133 - 146	124	102	102	71	106.2	119.2	4-1/2 RC	1675 @ 20.4
Challenger RC100	RC100	254 - 381	241	210	102	353	152.4	175.3	7-5/8 RC Mod	1250 @ 17.6
Champion RC160	RC160	406 - 508	394	305	127	1304	207.6	233.0	10 Beco	950 @ 13.6
Champion RC210	RC210	533 - 660	508	381	127	2284	205.7	242.3	10 Beco	950 @ 13.6
Champion RC300	RC300	762 - 965	711	508	127	5254	236.2	284.5	Varios	900 @ 13.6

## Seleccionando la Cara de Broca



### CONCAVA

- Adecuada para perforar todas las formaciones.
- El hundimiento en forma conica de la cara tiene efecto de guia para la rectitud del pozo.
- Especialmente adecuada para terrenos de formaciones suaves y semiduras.



### PLANA

- Las ranura en la cara ayuda a eliminar las obstrucciones de la broca en terrenos suaves.
- Más insertos en la superficie de contacto para mejor fractura de la roca.
- Adecuada para formaciones medias y duras.



### CONVEXA

- Rangos de penetración más rápidos.
- El diseño de la cara permite mayor resistencia en los insertos.
- Adecuada para formaciones duras y abrasivas.



## Velocidad de Barrido del Pozo

La limpieza del hoyo deberá ser tomada en cuenta muy seriamente cuando se selecciona el diámetro del hoyo en cualquier aplicación. La velocidad de salida de aire recomendada debe ser entre los 4,000 y 7,000 pies por minuto (1220 y 2135 m). La velocidad de salida del hoyo o velocidad anular se determina por la capacidad de salida del compresor (CFM), el diámetro de la broca y el diámetro de la tubería de perforación. Una velocidad anular menor a 4,000 FPM (1220 MPM) podría ocasionar lo sgte:

1. **Corta vida de la broca:** Cuando la velocidad del aire no es la suficiente para sacar hasta la superficie la totalidad del recorte de la perforación, las partículas de mayor tamaño, continuamente estarán regresando al fondo del taladro y caeran sobre la broca, causando desgaste prematuro.
2. **Reduciendo la velocidad de perforación:** El exceso de aire contra la broca le resta velocidad para mover los residuos de desmonte antes que el pistón golpee a la broca nuevamente. Por consiguiente, la broca esta reperforando el mismo desmonte en lugar de estar rompiendo piedra nueva.
3. **Perdida de herramientas:** Los recortes algunas veces por escasa velocidad del aire se adhieren a la paredes formando lo que se conoce como cuello o collar obstruyendo la libre salida del recorte. Pudiendo causar el atoro de las herramientas en el cuello.

Una velocidad anular por encima a 7,000 PCM (2135 MPM) causaría un desgaste excesivo en el martillo, las brocas y la tubería de perforación.

## Como Calcular la Velocidad Anular

Para calcular la velocidad anular en pies x min (metros x min) se puede usar la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{P.C.M.} \times 183.4}{\text{Ø}^2 \text{ Broca} - \text{Ø}^2 \text{ Tubería}}$$

$$\frac{\text{Litros/Sec} \times 76404.7}{\text{Ø}^2 \text{ Broca} - \text{Ø}^2 \text{ Tubería}}$$

**Ejemplo:**  $\frac{600 \text{ (P.C.M.)} \times 183.4}{6.125 \times 6.125 - 4.5 \times 4.5}$

**Ejemplo:**  $\frac{283 \text{ (L/Sec)} \times 76404.7}{155.58 \times 155.58 - 114.3 \times 114.3}$

$$\frac{110,000}{37.52 - 20.25}$$

$$\frac{21,622,530.1}{24,205.14 - 13,064.49}$$

$$\frac{110,000}{17.27}$$

$$\frac{21,622,530.1}{11,141}$$

6,369 P/M. Vel. Anular

1,941 (M/M) Vel. Anular

Quando hay disponible un excedente de aire comprimido, el martillo puede calibrarse, usando el excedente de aire para barrido del pozo. Esto puede hacerse utilizando el orificio la intercambiabile, localizado al final del distribuidor de aire. La tabla abajo expuesta muestra el flujo adicional de aire a través del orificio.

### Flujo (PCM) A través del Orificio

#### **Pulgadas**

	<u>1/8</u>	<u>3/16</u>	<u>1/4</u>	<u>5/16</u>	<u>3/8</u>	<u>1/2</u>	<u>3/4</u>
80 PSI	15	34	60	94	135	240	540
100 PSI	18	41	73	114	163	291	654
125 PSI	22	50	88	138	199	354	796
150 PSI	26	59	104	163	235	417	939
200 PSI	34	76	136	212	306	544	1224
250 PSI	42	94	168	262	377	671	1509
300 PSI	50	112	199	311	449	797	1794
350 PSI	58	130	231	361	520	924	2079

### Flujo (Litros/Sec) A través del Orificio

#### **Milímetros**

	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>6</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>13</u>	<u>19</u>
5.4 Bar	7	16	28	44	64	113	255
6.9 Bar	9	19	34	54	77	137	309
8.5 Bar	10	24	42	65	94	167	376
10.3 Bar	12	28	49	77	110	197	443
13.8 Bar	16	36	64	100	144	257	578
17.2 Bar	20	44	79	124	178	317	712
20.7 Bar	24	53	94	147	212	276	847
24.1 Bar	27	61	109	170	245	436	981

## Operacion Bajo el Agua

Perforando con columnas de agua importantes, los requerimientos de presión varían de acuerdo a diferentes parámetros. Cuando un martillo esta operando bajo una columna de agua, se necesita suficiente presión de aire para vaciar el pozo. Esto es lo que se conoce normalmente como “presión pico de descarga”, y se calcula en base a la profundidad del agua en el pozo.

Un pie (0.305 mts) de agua en un pozo equivale a 0.434 psi, (0.03 bar). Por lo que 100 pies, (30.5 metros) de agua en el pozo equivalen a 43.5 psi, (3.0 bar) de presión contraria. La regla nos dice que por cada 100 pies (30.5 metros) de agua necesitamos 43.5 libras de presión de aire para vencer la columna de agua.

Una vez que la columna de agua ha sido vencida, la presión restante se aplicara a la operación del martillo. Si el influjo del agua es mucho en el pozo, la presión de operación se incrementa y la perforación se reduce. En muchas aplicaciones de este tipo, se requiere de un Compresor con Booster para continuar perforando.

### Presion de Columna

**Pie de Columna = 0.434 psi**

**0.305 Metros de Columna = 0.03 bar**

## Perforando con Espuma y Polímeros

Perforar con espuma y polímeros tiene muchas ventajas y puede mejorar la operación en ciertos tipos de terreno. Aquí algunos de los beneficios:

1. Capacidad de limpiar el pozo con baja velocidad anular. Usando una espuma de calidad y aplicando la mezcla correcta, deberá permitir la salida de los recortes con una velocidad anular tan baja como 150 pies (46 m) por minuto.
2. Utilizando una mezcla de espuma y polímero se puede perforar en formaciones de poca estabilidad, y obtener una buena operación. Esta mezcla reduce la necesidad de una alta velocidad anular y mantiene suspendidos los recortes durante el cambio de tubería. El polímero formara un filtro en la pared del pozo, reduciendo la posibilidad de colapso del hoyo, e inhibiendo la acción de las arcillas.
3. La inyección de espuma también ayuda en la perforación de pozos donde la entrada de agua crea una presión contraria. La mezcla espumante reduce la presión de la columna, reduciendo la necesidad de aumentar el aire para una buena operación.

### MEZCLAS ESPUMANTES

UNA MEZCLA LIGERA CREA BURBUJAS GRANDES  
COMO LAS DE BAÑO

UNA MEZCLA ESPESA CREA BURBUJAS PEQUEÑAS  
COMO CREMA DE RASURAR

Una mezcla fuerte crea mayor capacidad de levante de recortes, y una mezcla ligera tiende a romper la capacidad de levante, haciendo que los recortes caigan nuevamente al fondo del pozo.

**Nota:** Cuando se termina la perforación con espuma, es necesario lavar y enjuagar bien las herramientas de perforación con agua limpia y engrasarlas apropiadamente. Una prolongada exposición al ambiente crea una reacción corrosiva entre el acero y la espuma. La corrosión resultante es una causa frecuente de rotura en las herramientas.

## Efecto de Altitud y Temperatura

La altitud y la temperatura tienen un efecto directo en la estructura molecular del aire. Debe ajustarse los CFM (l/seg) para adaptarse a esos cambios y obtener una eficiente perforación.

En la altura existen menos moléculas en un determinado volumen de aire que en los terrenos más bajos. Sin embargo, cuando el compresor se desplaza en un volumen a una altitud más alta, el aire será menos denso. Cuando se suministra aire menos denso al martillo de perforación el resultado será una menor presión operativa.

**Por ejemplo:** Operando un martillo de fondo a 15,000 pies de altura (4,572 m), y a una temperatura de 50 grados F (10 grados C), se requerirá de un 75 % mas de volumen de aire, comparándolo con el volumen requerido para operar al nivel del mar a la misma presión.

La alta temperatura ambiental tiene un efecto similar al aire. En ambientes de alta temperatura el aire se pone menos denso y en las temperaturas bajas el aire se pone más denso. Estos cambios también requieren un ajuste en el suministro de aire.

**Por ejemplo:** Operando un martillo de fondo al nivel del mar en un ambiente de 100 grados F, (38 grados C), contra 0 grados F, (-18 grados C), se requiere de un 20 % mas de volumen de aire para operar a la misma presión.

La sgte. Tabla puede usarse como referencia para calcular el volumen de aire necesario para mantener una buena presión operativa en diferentes altitudes y temperaturas.



**MARTILLOS Y BROCCAS**

## FACTORES DE CORRECCIÓN CFM

### PARA ALTURA Y TEMPERATURA DEL AMBIENTE

Altitud		0	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000	6,000	7,000	8,000	9,000	10,000	11,000	12,000	13,000	14,000	15,000	
Pies		0	305	610	914	1,219	1,524	1,829	2,134	2,438	2,743	3,048	3,353	3,658	3,962	4,267	4,572	
Metros		0	305	610	914	1,219	1,524	1,829	2,134	2,438	2,743	3,048	3,353	3,658	3,962	4,267	4,572	
Temperatura																		
°F																		
°C																		
-40	0.805	0.835	0.866	0.898	0.932	0.968	1.004	1.048	1.084	1.127	1.170	1.217	1.266	1.317	1.371	1.426		
-34	0.824	0.855	0.089	0.920	0.954	0.991	1.028	1.068	1.110	1.154	1.198	1.246	1.297	1.349	1.403	1.460		
-29	0.844	0.875	0.907	0.941	0.976	1.014	1.052	1.092	1.136	1.180	1.226	1.275	1.327	1.380	1.436	1.494		
-10	0.863	0.895	0.928	0.962	0.999	1.037	1.076	1.117	1.161	1.207	1.254	1.304	1.357	1.411	1.469	1.528		
0	0.882	0.915	0.948	0.984	1.021	1.060	1.100	1.142	1.187	1.234	1.282	1.333	1.387	1.443	1.501	1.562		
10	0.901	0.935	0.969	1.005	1.043	1.083	1.123	1.167	1.213	1.261	1.310	1.362	1.417	1.474	1.534	1.596		
20	0.920	0.954	0.990	1.026	1.065	1.106	1.147	1.192	1.239	1.288	1.338	1.391	1.447	1.506	1.566	1.630		
30	0.939	0.974	1.010	1.048	1.087	1.129	1.171	1.217	1.265	1.315	1.365	1.420	1.478	1.537	1.599	1.664		
40	0.959	0.994	1.031	1.069	1.110	1.152	1.195	1.241	1.290	1.341	1.393	1.449	1.508	1.568	1.632	1.698		
50	0.978	1.014	1.051	1.091	1.132	1.175	1.219	1.267	1.316	1.368	1.421	1.478	1.538	1.600	1.664	1.732		
60	0.997	1.034	1.072	1.112	1.154	1.198	1.243	1.291	1.342	1.395	1.449	1.507	1.568	1.631	1.697	1.766		
70	1.016	1.054	1.093	1.133	1.176	1.221	1.267	1.316	1.368	1.422	1.477	1.536	1.598	1.662	1.730	1.800		
80	1.035	1.074	1.113	1.155	1.198	1.244	1.291	1.341	1.394	1.449	1.505	1.565	1.628	1.694	1.762	1.834		
90	1.055	1.094	1.134	1.176	1.221	1.267	1.315	1.365	1.419	1.475	1.533	1.594	1.658	1.725	1.795	1.868		
100	1.074	1.114	1.154	1.198	1.243	1.290	1.339	1.390	1.445	1.502	1.560	1.623	1.689	1.756	1.828	1.902		
110	1.093	1.133	1.175	1.219	1.265	1.313	1.363	1.415	1.471	1.529	1.588	1.652	1.719	1.783	1.860	1.936		
120	1.112	1.153	1.196	1.240	1.287	1.336	1.386	1.440	1.497	1.556	1.616	1.681	1.749	1.819	1.893	1.970		

#### Instrucciones

##### Para determinar la salida real del compresor

1. Determinar la temperatura y la altitud del aire en el ambiente.
2. Encontrar el factor apropiado de corrección para esta tabla/cuadro.
3. Dividir los rangos de salida del compresor por el factor de corrección para determinar la salida real del compresor a la altitud y temperatura.
4. Ej.: 1000 CFM salida del compresor a 5,000 pies, a 70°F.  
1000/1.221 = 819 CFM salida real

##### Para determinar los rangos de salida del compresor necesarios para obtener salidas requeridas reales a altitud y temperature

1. Determinar la temperatura y la altitud del aire en el ambiente.
2. Encontrar el factor apropiado de corrección para esta tabla/cuadro.
3. Multiplicar los rangos de salida del compresor por el factor de corrección para determinar la salida real del compresor a la altura y temperatura.
4. Ej.: 1500 CFM salida actual requerida a 5,000 pies, a 70°F.  
1500\*1.221 = 1831 CFM rango de salida de compresor requerido

## CONSUMO DE AIRE PARA MARTILLOS DE FONDO CFM\*\*

Martillo	Tamaño de Hoyo Pulgadas	Orificio Pulgadas	Presión de Aire psi					
			100	150	200	250	300	350

### CONVENCIONAL

Patriot 35A	3-1/2 to 4-1/8	blanco		158	221	290	368	452
Patriot 40/40HD	4-1/4 to 5-1/4	blanco		116	165	233	307	388
Patriot 45	4-1/2 to 5-1/4	blanco		240	327	434	523	655
DCS5	5-1/2 to 6-1/8	blanco		237	320	412	514	632
DCS5HD	5-3/4 to 6-1/4	blanco		237	320	412	514	632
Patriot 50	5-1/2 to 6-1/8	blanco		230	308	403	504	629
Patriot 60	6 to 8-1/2	blanco		350	490	635	770	925
Patriot 60HD	6-1/4 to 8-1/2	blanco		350	490	635	770	925
Patriot 60W	6 to 8-1/2	blanco		355	500	650	790	945
Patriot 80	7-7/8 to 10	blanco		489	701	935	1148	1360
Patriot 85	7-7/8 to 10	blanco		580	830	1120	1370	1650
Patriot 85Q	7-7/8 to 10	blanco		580	830	1120	1370	1650
Challenger 100	9-7/8 to 15	blanco		850	1210	1600		
Patriot 120	11-7/8 to 17-1/2	blanco		1065	1500	1900		
Patriot 125	12-1/4 to 20	blanco		1300	1800	2300		
Patriot 180	18 to 30	blanco	1200	1800	2400			
Patriot 185	18 to 30	blanco	1240	1830	2420			
Patriot 240	24 to 34	blanco	1900	2800	3950			
Champion 330	32 to 48	blanco	3500	5200	7000			

Martillo	Tamaño de Hoyo Pulgadas	Orifice O-Ring	Presión de Aire psi					
			100	150	200	250	300	350

### CIRCULACION INVERSA\*

Patriot RC50	5-1/4 to 5-3/4	instalado		193	272	397	457	566
Challenger RC100	10 to 15	instalado		850	1210	1600		
Champion RC160	16 to 20	instalado	983	1485	2420			
Champion RC210	21 to 26	instalado	1675	2550	3425			
Champion RC300	30 to 38	instalado	2400	3600	4800			

\* **NOTA:** Los martillos RC Numa utilizan un orifice o-ring como choke o estrangulador de aire. Remover el orifice o-ring permitira que ingrese aire adicional a traves del martillo con proposito de mayor limpieza o barrido.

\*\* **NOTA:** Estas cifras son relativas. Condiciones y circunstancias tales como tamaño del choke, altura, temperatura ambiental, presion trasera, formacion, etc. pueden y afectaran las mismas.

## CONSUMO DE AIRE PARA MARTILLOS DE FONDO

l/seg\*\*

Martillo	Tamaño de Hoyo mm	Orificio mm	Presión de Aire psi					
			6.8	10.2	13.6	17	20.4	23.8

### CONVENCIONAL

Patriot 35A	89 - 105	blanco		75	104	137	174	213
Patriot 40/40HD	108 - 133	blanco		55	78	110	145	183
Patriot 45	114 - 133	blanco		113	154	205	251	309
DCS5	140 - 156	blanco		112	151	194	243	298
DCS5HD	146 - 159	blanco		112	151	194	243	298
Patriot 50	140 - 156	blanco		109	145	190	238	297
Patriot 60	152 - 216	blanco		165	231	300	363	437
Patriot 60HD	159 - 216	blanco		165	231	300	363	437
Patriot 60W	152 - 216	blanco		168	236	307	373	446
Patriot 80	200 - 254	blanco		231	331	441	542	642
Patriot 85	200 - 254	blanco		274	392	529	547	779
Patriot 85Q	200 - 254	blanco		274	392	529	547	779
Challenger 100	251 - 381	blanco		401	571	755		
Patriot 120	302 - 445	blanco		503	708	897		
Patriot 125	311 - 508	blanco		614	850	1086		
Patriot 180	457 - 762	blanco	566	850	1133			
Patriot 185	457 - 762	blanco	585	864	1142			
Patriot 240	610 - 864	blanco	897	1322	1864			
Champion 330	813 - 1219	blanco	1652	2454	3304			

Martillo	Tamaño de Hoyo Pulgadas	Orifice O-Ring	Presión de Aire psi					
			100	150	200	250	300	350

### CIRCULACION INVERSA\*

Patriot RC50	133 - 146	instalado		91	128	187	216	267
Challenger RC100	254 - 381	instalado		401	571	755		
Champion RC160	406 - 508	instalado	455	701	1142			
Champion RC210	533 - 660	instalado	790	1203	1616			
Champion RC300	762 - 965	instalado	1133	1700	2267			

\* **NOTA:** Los martillos RC Numa utilizan un orifice o-ring como choke o estrangulador de aire. Remover el orifice o-ring permitira que ingrese aire adicional a traves del martillo con proposito de mayor limpieza o barrido.

\*\* **NOTA:** Estas cifras son relativas. Condiciones y circunstancias tales como tamaño del choke, altura, temperatura ambiental, presión trasera, formación, etc. pueden y afectaran las mismas.



## El Peso Sobre la Broca / Presión de Empuje

Debido a los cortos y rápidos golpes del pistón, la necesidad de mayor peso en la broca se ha eliminado. Un martillo de perforación necesita solamente el peso suficiente para mantener la broca ajustada al fondo del taladro.

Los martillos de Numa tienen distintas características de operación que otros martillos. Debido principalmente a lo sgte:

1. **Pistón mas pesado.**
2. **Golpes más largos y menos frecuentes.**
3. **La alta energía kinetica desarrollada.**

Debido a estas características el peso total sobre la broca podría incrementarse solo para eliminar los saltos en el taladro.

Cuando se taladran hoyos poco profundos los saltos pueden notarse fácilmente en la superficie. Sin embargo, en hoyos profundos el peso en la broca necesita ser calculado para encontrar la adecuada carga de peso.

Recuerde que la presión hidráulica indicada en el manómetro no es el peso actual de la broca en kilos. El peso actual en la broca varia de perforadora a perforadora dependiendo del diámetro de los cilindros hidráulicos y del peso de la sarta de perforación. Puede ser necesario en hoyos profundos utilizar un holdback para mantener el correcto peso sobre la broca. Esto es para sostener cargando el peso total de la sarta de perforación.

Una regla para empezar a calcular el peso en la broca es 500 libras por pulgada de diámetro de la broca (9 kilogramos por milímetros de diámetro de la broca).

**Ejemplo:**

Broca 360	6-1/2"	500 X 6.5 = 3,250 libras
Broca 360	165 mm	9 X 165 = 1485 kilogramos

Recuerde que esto solamente es una regla como referencia, las condiciones de perforación pueden variar en cada taladro. Añadir mayor peso o presión de empuje no aumentara el rango de penetración. Perforar con excesivo peso sobre la broca únicamente reducirá su tiempo de vida y aumentara la carga de la sarta de perforación.

Perforar con excesivo peso es perjudicial asi perforar con insuficiente peso igualmente es perjudicial.

Los términos comúnmente usados para denominar el insuficiente peso sobre la broca son:

**"PERFORANDO CON LA BROCA COLGADA" o "PERFORACIÓN LIGERA"**

Perforar bajo estas condiciones puede ocasionar muchos problemas operativos como:

1. **Inesperada voladura de botones** - Cuando el pistón golpea la broca sin que esta este ajustada contra el fondo del taladro, la inercia hará volar los botones o insertos.
2. **Fallas en el shank de la broca** - Si la broca no está firmemente apoyada en el fondo del taladro los excesivos movimientos longitudinales entre los splines de la broca y del chuck pueden generar temperaturas extremas. Esto ocasionara que haya partículas de metal entre el chuck y la broca. Una vez que el daño por calor ocurra la falla es inevitable.
3. **Falla por fatiga** - Si el martillo no se sostiene firmemente contra la formación, la energía generada por el pistón no puede transmitirse correctamente y una gran parte de ella permanece en el pistón. Éstas vibraciones de energía pueden iniciar fallas de muchas maneras diferentes incluso en el pistón, el distribuidor de aire y / o en la cabeza del drive.

## Velocidad de Rotación

Una correcta velocidad de rotación tiene diferentes efectos en el tiempo de vida de la broca y el rendimiento del martillo. Una adecuada rotación es esencial para prolongar el tiempo de vida de ambos. Algunos elementos relacionados a esto son:

### • Vida de la Broca

1. **Rotación demasiado lenta** - El principal propósito de rotación del martillo y de la broca es golpear con los insertos de carburo la piedra fresca en cada impacto. Si la rotación es muy lenta pueden tender a enterrarse y esto causaría una rotación errática. Una rotación lenta puede resultar cuando se incrusta en la roca desgastándose prematuramente.
2. **Rotación muy rápida** - Al aumentar la velocidad de rotación no necesariamente se incrementara el rango de penetración. Esto desgasta los botones de carburo debido a que se desperdicia la fuerza de impacto.

### • Funcionamiento del Martillo

Cuando se esta perforando con un martillo de fondo la rotación tiene únicamente 2 propósitos:

1. Girar en la misma dirección del reloj para mantener selladas las uniones.
2. La rotación sirve para inducir los insertos contra la roca fresca en cada impacto.

**Nota:** Una rotación inversa y un impacto sin rotación puede ocasionar que se desacoplen las herramientas y la tuberías, al soltarse estas pueden romperse y perderse en el hoyo.

El operador debe aprender a hallar la adecuada velocidad de rotación que le permita un óptimo rango de penetración sin sacrificar la vida de la broca. Como referencia el operador puede utilizar lo siguiente:

**R.P.M. = 1/2 promedio de penetración por hora en pies**

**R.P.M. = 1.6 x promedio de penetración por hora en metros**

Por ejemplo, si el promedio de penetración es 60 pies (18.3 m) por hora, las revoluciones por minuto deberían ser alrededor de 30 (29.3).

**Nota:** Esto es solamente una guía. Muchos factores necesitan tomarse en cuenta en orden de lograr la adecuada velocidad de rotación como las condiciones del terreno, la dureza, la abrasividad, etc.

## Requerimientos de Torque de Rotación Clasificados por el Tamaño de la Broca

<u>Medida de Broca</u>	<u>Torque Requerido @ RPM de Operación</u>
Clase 4" (102 mm)	500 ft. lbs. (69 KGM)
Clase 5" (127 mm)	650 ft. lbs. (90 KGM)
Clase 6" (152 mm)	800 ft. lbs. (111 KGM)
Clase 8" (203 mm)	1,500 ft. lbs. (207 KGM)
Clase 10" (254 mm)	2,000 ft. lbs. (277 KGM)
Clase 12" (305 mm)	5,000 ft. lbs. (691 KGM)
Clase 20" (508 mm)	8,000 ft. lbs. (1106 KGM)
Clase 22" (559 mm)	10,000 ft. lbs. (1386 KGM)
Clase 24" (610 mm)	12,000 ft. lbs. (1659 KGM)
Clase 30" (762 mm)	20,000 ft. lbs. (2765 KGM)
Clase 36" (914 mm)	28,000 ft. lbs. (3871 KGM)
Clase 43" (1092 mm)	40,700 ft. lbs. (5629 KGM)
Clase 48" (1219 mm)	50,688 ft. lbs. (7011 KGM)
Clase 54" (1372 mm)	64,152 ft. lbs. (8873 KGM)
Clase 60" (1524 mm)	79,200 ft. lbs. (10,954 KGM)

**Nota:** La tabla arriba expuesta está estimada para la operación a las R. P. M. Las brocas con medidas entre 4" y 12" (102 – 305 mm) de diametro requieren que se reduzca el factor de torque de 3 a 4 veces el rango normal de perforación. Las brocas mayores o de 12" (305mm) de diámetro pueden requerir una reduccion del factor de torque de una y media a dos veces el rango normal de operación.

**Recuerde:** Esta tabla es solamente una guía. Los requerimientos de torque pueden variar de acuerdo a las condiciones del pozo.

## Lubricación / Corrosión / Contaminación

### • Lubricación

Los martillos de fondo requieren de un abastecimiento constante y continuo de aceite de perforación para operar eficientemente. La adecuada lubricación de un martillo de fondo es la parte más importante y económica del mantenimiento de una máquina perforadora. La siguiente lista indica las cantidades mínimas de aceite de perforación requerido para una buena operación de los martillos NUMA.

#### • CONVENCIONAL

Patriot 35A	1 cuarto de galón por hora	1 litro por hora
Patriot 40/40HD	1 cuarto de galón por hora	1 litro por hora
Patriot 45	1 cuarto de galón por hora	1 litro por hora
DCS5/DCS5HD	2 cuartos de galón por hora	2 litros por hora
Patriot 50	2 cuartos de galón por hora	2 litros por hora
Patriot 60/60HD	2 cuartos de galón por hora	2 litros por hora
Patriot 60W	2 cuartos de galón por hora	2 litros por hora
Patriot 80	3 cuartos de galón por hora	3 litros por hora
Patriot 85/85Q	3 cuartos de galón por hora	3 litros por hora
Challenger 100	4 cuartos de galón por hora	4 litros por hora
Patriot 120	5 cuartos de galón por hora	5 litros por hora
Patriot 125	5 cuartos de galón por hora	5 litros por hora
Patriot 180	10 cuartos de galón por hora	10 litros por hora
Patriot 185	10 cuartos de galón por hora	10 litros por hora
Patriot 240	16 cuartos de galón por hora	15 litros por hora
Champion 330	20 cuartos de galón por hora	19 litros por hora

#### • CIRCULACION INVERSA

Patriot RC50	2 cuartos de galón por hora	2 litros por hora
Challenger RC100	4 cuartos de galón por hora	4 litros por hora
Champion RC160	10 cuartos de galón por hora	10 litros por hora
Champion RC210	16 cuartos de galón por hora	15 litros por hora
Champion RC300	20 cuartos de galón por hora	19 litros por hora

En seguida se indican los tipos de aceite "Rock Drill" aceptados por NUMA, comunmente disponibles en el mercado mundial.

#### Compañía

Shell  
Texaco/Caltex  
Chevron  
Conoco  
Numa Bio Blend

#### Medio SAE 30

Air Tool Oil S2 A 150  
Rock Drill Lube 100  
Vistac 150  
Conoco 150  
RDP 150

#### Pesado SAE 50

Air Tool Oil S2 A 320  
Rock Drill Lube 320  
Vistac 320  
Conoco 320  
RDP 320

Pruebas con martillos de fondo que no han tenido lubricación han demostrado que en un minuto de perforación, la temperatura de la superficie del pistón excede los 1400°F (752°C). Estas temperaturas excesivas producen una fricción por calor (pequeñas fisuras) sobre el acabado de la superficie del pistón éstas pueden propagarse a través del impacto o iniciar averías en el pistón.

La descarburización sucede también como resultado de las altas temperaturas que reduce gradualmente la fuerza de tensión del material permitiendo la iniciación de fracturas.

### • Corrosión

La corrosión es el deterioro de un material debido a una reacción con el medio ambiente. Infortunadamente, el aire, el agua y la mayoría de los fluidos de perforación y polímeros son corrosivos.

El tipo de corrosión más perjudicial localizado en martillos de fondo, es la oxidación en pequeñas cavidades. Las áreas más propensas a esta condición, son las áreas del martillo que no tienen movimiento. Por ejemplo, las bases de las roscas y la canaleta del “O” ring son lugares comunes de encontrar la oxidación en pequeñas cavidades.

Al terminar la perforación con polímeros, jabones y espuma, debe lavarse el equipo de perforación para ayudar a evitar la corrosión.

La mejor acción preventiva contra la corrosión es mantener el martillo de fondo bien lubricado con aceite Rock Drill.

**Nota:** Cuando se termina la perforación con espumantes, jabones y polímeros, es necesario enjuagar bien el equipo de perforación, con agua limpia y lubricarlo apropiadamente. La exposición prolongada a la atmósfera causa una reacción corrosiva entre el metal y el jabón o espuma. Estas acciones corrosivas son la causa más común de las fallas en las herramientas de perforación, incluyendo tubería, martillos y brocas.

### • Contaminación

La contaminación por materiales externos que ingresan al martillo es la segunda causa más común de falla en el martillo de fondo y broca. Los materiales externos entran al martillo o a la sarta de perforación cuando se están haciendo las conexiones. Asegúrese de tener las conexiones cubiertas y limpias en todo momento.

Cuando este conectando un martillo a la sarta de perforación, por lo general es una buena idea cubrir la conexión al martillo y soplar aire y agua a alta presión a través de la sarta de perforación por varios segundos para remover cualquier costra de hollín desprendida o cualquier otro material externo.

Cuando este instalando una broca en el martillo tenga cuidado de remover cualquier recorte de material externo del casco de la broca.

## Almacenamiento de Martillos

Cuando se almacena un martillo de fondo es muy importante seguir los pasos necesarios para asegurar un buen reinicio de operación.

Cuando se termina de perforar y el martillo permanece inactivo por varias semanas se deben seguir los siguientes pasos:

1. Cada tubo de perforación debe ser sopleteado hasta limpiarlo de agua. Para esto se abre la línea de aire del lubricador y sopletea hasta que el aceite de perforación salga por el otro extremo.
2. Cada tubo (extremos macho y hembra) debe ser limpiado y colocar el tapón protector de rosca para evitar que elementos extraños se adhieran.

### • Almacenamiento de corto tiempo

Cuando un martillo de fondo se almacena por corto tiempo se siguen los pasos siguientes:

1. Sopletear el martillo hasta dejarlo libre de agua.
2. Ponga un litro de aceite de perforación dentro de la cabeza trasera del martillo. Vea la lista de aceites de perforación recomendados.
3. Abrir la línea de aire por 10 segundos. Esto lubricará las partes internas.
4. Preteger los extremos con tapa.
5. Almacenar el martillo en forma horizontal y, en ambiente seco.

### • Almacenamiento por largo tiempo

Cuando un martillo de fondo se almacena por un largo período de tiempo se siguen los pasos siguientes:

1. Sopletear el martillo hasta secarlo totalmente.
2. De ser posible, aflojar el chuck y el backhead, en la máquina; es más fácil que hacerlo en el taller.
3. Desarmar el martillo.
4. Inspeccionar y limpiar con trapo todas las piezas.



5. Lubricar todas las piezas internas con aceite de perforación. Ver LUBRICACIÓN aceites adecuados.
6. Tapar los extremos de el backhead y el chuck.
7. Almacenar el martillo en forma horizontal y en ambiente seco.

- **Reinicio**

Antes de reiniciar el trabajo con el martillo, y en especial después de prolongados períodos de inactividad, desarme el martillo e inspeccione todas sus partes internas.

Si alguna de las partes internas presenta oxidación use un trapo de esmeril o lija para pulir cada parte. Lave cada una de las piezas, séquelas perfectamente, lubríquelas una por una, y vuelva a ensamblar el martillo.

**Nota:** La falta de chequeo de cada una de las partes internas de el martillo antes de reiniciar la operación, puede causar serios daños al martillo.

## CUANDO DEL TORQUE GENERADO POR UN MATILLO NUMA EN EL BANCO

### PRESION HACIA ABAJO

Presion Hidraulica Aplicada	Petol DA4171-L21 Llave	Petol VTDA 116H Llave
PSI	Libra Pie	Libra Pie
500	9,425	14,138
750	14,138	21,206
1000	18,850	28,275
1250	23,563	35,344
1500	28,275	42,413
1750	32,988	49,481
2000	37,700	56,550
2250	42,413	63,619
2500	47,125	70,688

## Tabla de Conversión

Para Convertir	En	Multiplique por
Bar	PSI	14.70
Centimetros	Pulgadas	.3937
CFM	L/Seg	.4719
CFM	m <sup>3</sup> /min	.02832
Pies Cubicos	Metros Cubicos	.02832
Metros Cubicos	Pies Cubicos	35.3145
Pies	Metros	.3048
Ft Lbs	KGM	.1383
Galones	Litros	3.7853
Pulgadas	Milímetros	25.4
Pulgadas	Centimetros	2.54
KGM	ft/lbs	7.231
Kilogramos	Libras	2.2046
Kilometros	Millas	.6214
L/Seg	CFM	2.119
Litros	Galones	.2642
Litros	Cuarto de Galón	1.0567
m <sup>3</sup> /min	CFM	35.32
Metros	Pies	3.2808
Metros	Yardas	1.0936
Millas	Kilometros	1.6093
Milímetros	Pulgada	.03937
Mega Pascals (MPa)	PSI	145.04
Libras	Kilogramos	.45359237
PSI	Bar	.06804
PSI	Mega Pascals (MPa)	.006895
Cuarto de Galón	Litros	.9463
Centimetro Cuadrado	Pulgada Cuadrada	.1550
Pie Cuadrado	Metro Cuadrado	.09290
Pulgada Cuadrada	Centimetro Cuadrado	6.452
Metro Cuadrado	Pie Cuadrado	10.7639
Tonelada (US)	Tonelada, Metrica	.90718
Tonelada, Metrica	Tonelada (US)	1.1023
Yardas	Metros	.9144