



Manual de Bombeo de Cavidades Progresivas

Por Marcelo Hirschfeldt. OilProduction.net
Versión2008V1

1. Introducción al sistema PCP

- 1.1. Reseña histórica
- 1.2. Generalidades

2. Principio de funcionamiento y definiciones

- 2.1. Presión en la bomba- Distribución y efectos
- 2.2. Requerimientos de Torque y Potencia

3. Elastómeros

4. Componentes de un sistema PCP

- 4.1. Instalación típica
- 4.2. Componentes de una instalación de fondo
- 4.3. Instalación de superficie
- 4.4. Sistema de transmisión
- 4.5. Sistema de correas y poleas
- 4.6. Sistema de frenado

5. Interpretación de ensayos en banco de prueba

- 5.1. Eficiencia y escurrimiento
- 5.2. Eficiencia en función de la capacidad de elevación de la bomba
- 5.3. Eficiencia en función de la viscosidad del fluido
- 5.4. Eficiencia en función de la interferencia rotor/estator.

6. Instalación y operación e identificación de fallas

- 6.1. Ajuste de medida - Cálculo de estiramiento de las varillas
- 6.2. Procedimiento de instalación del cabezal. (referencia: catálogo PCP Netzsch)
- 6.3. Típicos problemas de operación en sistemas PCP
- 6.4. Guía de identificación de fallas en estatores y rotores

7. Referencias bibliográficas

8. Acerca del Autor – Consultoría y Entrenamiento

Anexos

Anexo 1 - Guía para el diseño de un sistema PCP

Tablas

Tablas- Dimensiones y características de Varillas -por Tenaris
Tablas- Dimensiones de tubings
Tablas- Dimensiones de Casing

1. Introducción al sistema PCP

1.1. Reseña histórica

A fines de los años '20, Rene Moineau desarrolló el concepto para una serie de bombas helicoidales. Una de ellas tomó el nombre con el cual hoy es conocido, *Progressing Cavity Pump (PCP)*.

La bomba PCP está constituida por dos piezas longitudinales en forma de hélice, una que gira en contacto permanente dentro de la otra que está fija, formando un engranaje helicoidal:

1. El **rotor metálico**, es la pieza interna conformada por una sola hélice
2. El **estator**, la parte externa está constituida por una camisa de acero revestida internamente por un elastómero(goma), moldeado en forma de hélice enfrentadas entre si, cuyos pasos son el doble del paso de la hélice del rotor.

En 1979, algunos operadores de Canadá, de yacimientos con petróleos viscosos y alto contenido de arena, comenzaron a experimentar con bombas de cavidades progresivas. Muy pronto, las fábricas comenzaron con importantes avances en términos de capacidad, presión de trabajo y tipos de elastómeros .

Algunos de los avances logrados y que en la actualidad juegan un papel importante, han extendido su rango de aplicación que incluyen:

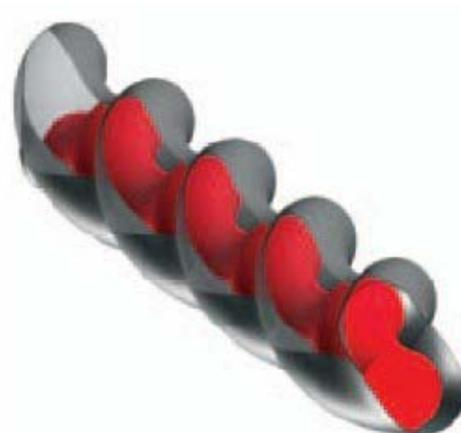
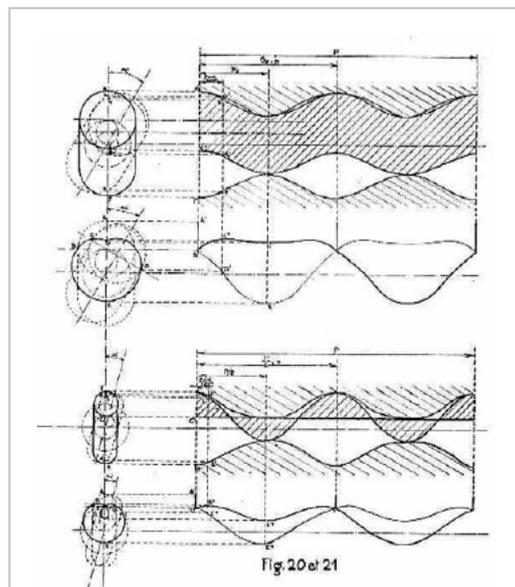
- Producción de petróleos pesados y bitúmenes(< 18°API) con cortes de arena hasta un 50 %
- Producción de crudos medios(18-30 ° API) con limitaciones en el % de SH2
- Petróleos livianos(>30° API) con limitaciones en aromáticos
- Producción de pozos con altos % de agua y altas producciones brutas, asociadas a proyectos avanzados de recuperación secundaria(por inyección de agua)

En los últimos años las PCP han experimentado una incremento gradual como un método de extracción artificial común. Sin embargo las bombas de cavidades progresiva están recién en su infancia si las comparamos con los otro métodos de extracción artificial como las bombas electrosumergibles o el bombeo mecánico.

Por ejemplo, en la República Argentina, según estadísticas de la Secretaría de Energía (Abril de 2008) se encuentran 20,097 pozos activos con sistemas de levantamiento artificial, con la siguiente distribución por sistema:

Bombeo Mecánico	14,037	69.8%
Electro Sumergible	3,120	15.5%
Cavidad Progresiva	2,618	13.0%
Gas Lift	163	0.8%
Plunger Lift	140	0.7%
Bombeo Hidráulico	19	0.1%
	20,097	

Cabe destacar que el sistema PCP ha sido el sistema de mayor crecimiento en los últimos 5 años en la Argentina, principalmente en la Cuenca del Golfo San Jorge.



1.2. Generalidades

Los sistemas PCP tienen algunas características únicas que los hacen ventajosos con respecto a otros métodos de levantamiento artificial, una de sus cualidades más importantes es su alta eficiencia total. Típicamente se obtienen eficiencias entre 50 y 60%. Otras ventajas adicionales de los sistemas PCP son:

- Habilidad para producir fluidos altamente viscosos;
- Habilidad para producir con altas concentraciones de arena;
- Habilidad para tolerar altos porcentajes de gas libre (no se bloquea)
- Ausencia de válvulas o partes reciprocantes evitando bloqueo o desgaste de las partes móviles;
- Muy buena resistencia a la abrasión;
- Bajos costos de inversión inicial;
- Bajos costos de energía;
- Demanda constante de energía (no hay fluctuaciones en el consumo)
- Simple instalación y operación;
- Bajo mantenimiento;
- Equipos de superficie de pequeñas dimensiones: y
- Bajo nivel de ruido

Los sistemas PCP también tienen algunas desventajas en comparación con los otros métodos. La más significativa de estas limitaciones se refiere a las capacidades de desplazamiento y levantamiento de la bomba, así como la compatibilidad de los elastómeros con ciertos fluidos producidos, especialmente con el contenido de componentes aromáticos. A continuación se presentan varias de las desventajas de los sistemas PCP:

- Capacidad de desplazamiento real de hasta 2000 Bls/día o 320 m³/día (máximo de 4000 Bls/día o 640 m³/día);
- Capacidad de elevación real de hasta 6000 pies o 1850 metros (máximo de 1050 pies o 3500 metros);
- Resistencia a la temperatura de hasta 280 °F o 138 °C (máxima de 350 °F o 178 °C);
- Alta sensibilidad a los fluidos producidos (los elastómeros pueden hincharse o deteriorarse con el contacto de ciertos fluidos por periodos prolongados de tiempo);
- Opera con bajas capacidades volumétricas cuando se producen cantidades de gas libre considerables (evitando una buena lubricación)
- Tendencia del estator a daño considerable cuando la bomba trabaja en seco por periodos de tiempo relativamente cortos;
- Desgaste por contacto entre las varillas de bombeo y la tubería de producción puede tornarse un problema grave en pozos direccionales y horizontales;
- La mayoría de los sistemas requieren la remoción de la tubería de producción para sustituir la bomba;
- Los sistemas están propensos a altas vibraciones en el caso de operar a altas velocidades requiriendo el uso de anclas de tubería y estabilizadores o centralizadores de varillas de bombeo;
- Poca experiencia en el diseño, instalación y operación del sistema.

Sin embargo, estas limitaciones están siendo superadas cada día con el desarrollo de nuevos productos y el mejoramiento de los materiales y diseño de los equipos.

En su aplicación correcta, los sistemas con bombas de cavidad progresiva proveen el más económico método de levantamiento artificial si se configura y opera apropiadamente.

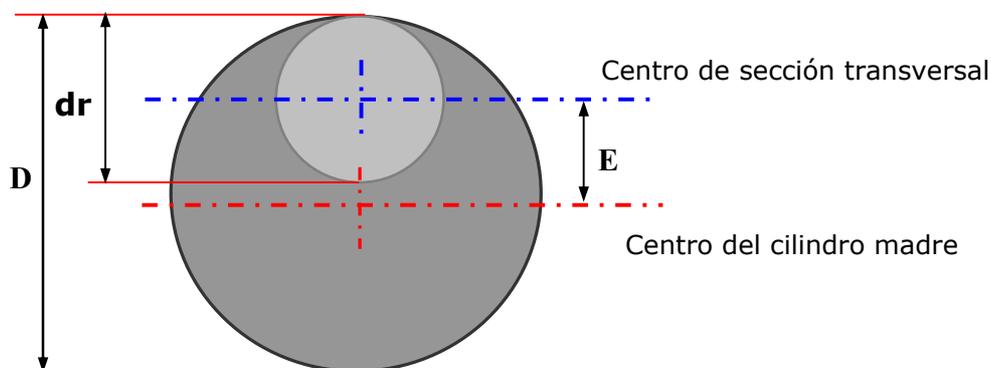
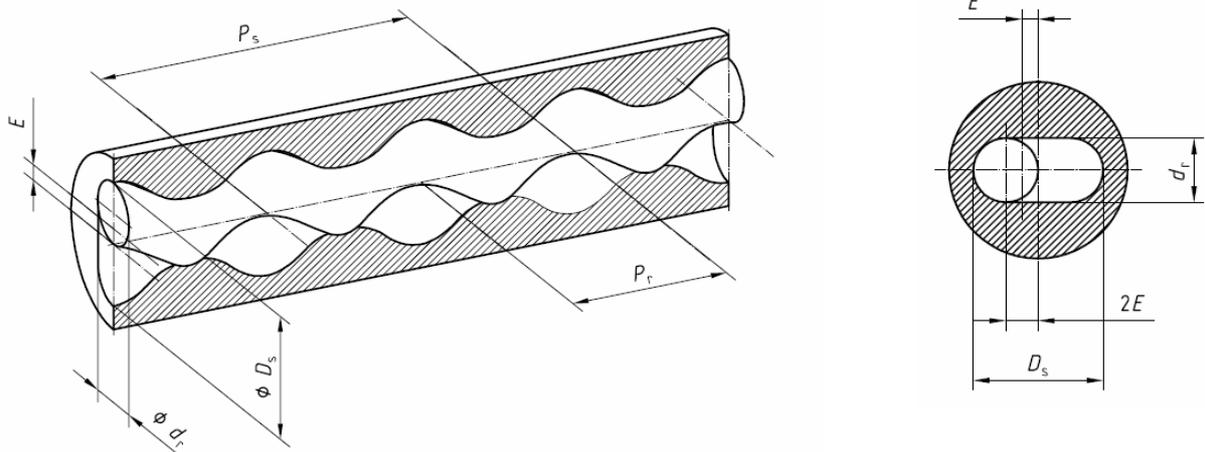
2. Principio de funcionamiento y definiciones

El **estator** y el **rotor** no son concéntricos y el movimiento del rotor es combinado, uno rotacional sobre su propio eje y otro rotacional (en dirección opuesta a su propio eje) alrededor el eje del estator.

La **geometría** del conjunto es tal, que forma una serie de cavidades idénticas y separadas entre si. Cuando el rotor gira en el interior del estator estas cavidades se desplazan axialmente desde el fondo del estator (succión) hasta la descarga, generando de esta manera el bombeo por cavidades progresivas. Debido a que las cavidades están hidráulicamente selladas entre si, el tipo de bombeo, es de desplazamiento positivo.



La **geometría** del sello helicoidal formado por el rotor y el estator están definidos por los siguientes parámetros:



- D:** diámetro mayor del del rotor(diámetro nominal)
dr: diámetro de la sección transversal del rotor
E : excentricidad del rotor
Ps: paso del estator (long de la cavidad = long de la etapa)
Pr: paso del rotor

Cada ciclo de rotación del rotor produce dos cavidades de fluido . La sección de esta cavidad es:

$$A = 4 \cdot d \cdot E.$$

El área es constante, y a velocidad de rotación constante, el caudal es uniforme. Esta es una importante característica del sistema que lo diferencia del bombeo alternativo con descarga pulsante. Esta acción de bombeo puede asemejarse a la de un pistón moviéndose a través de un cilindro de longitud infinita. La mínima longitud requerida por la bomba para crear un efecto de acción de bombeo es **UN PASO**, ésta es entonces una bomba de un etapa. Cada longitud adicional de paso da por resultado un etapa más.

El desplazamiento de la bomba, es el volumen producido por cada vuelta del rotor (es función del área y de la long de la cavidad)

$$V = A \cdot P = 4 \cdot dr \cdot E \cdot Ps$$

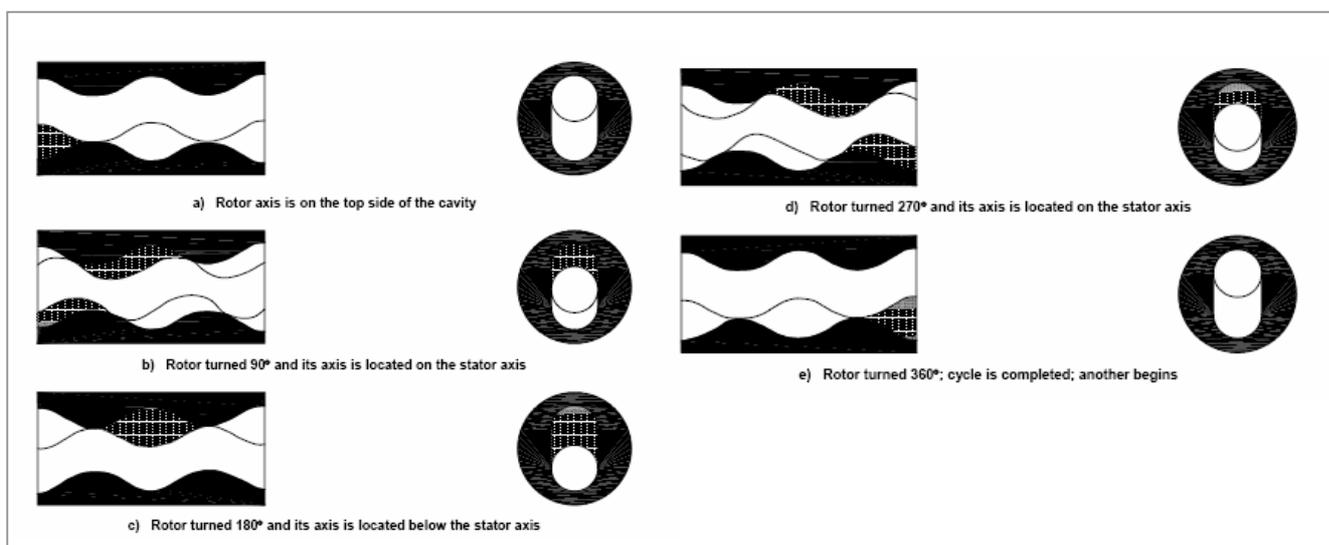
En tanto, el caudal es directamente proporcional al desplazamiento y a la velocidad de rotación N

$$Q = V \cdot N = 4 \cdot dr \cdot E \cdot Ps \cdot N$$

La capacidad de la bomba PCP para vencer una determinada presión está dada por las líneas de sello hidráulico formados entre ROTOR-ESTATOR. Para obtener esas líneas de sello se requiere una **interferencia** entre rotor/estator, es decir una compresión entre rotor y estator.



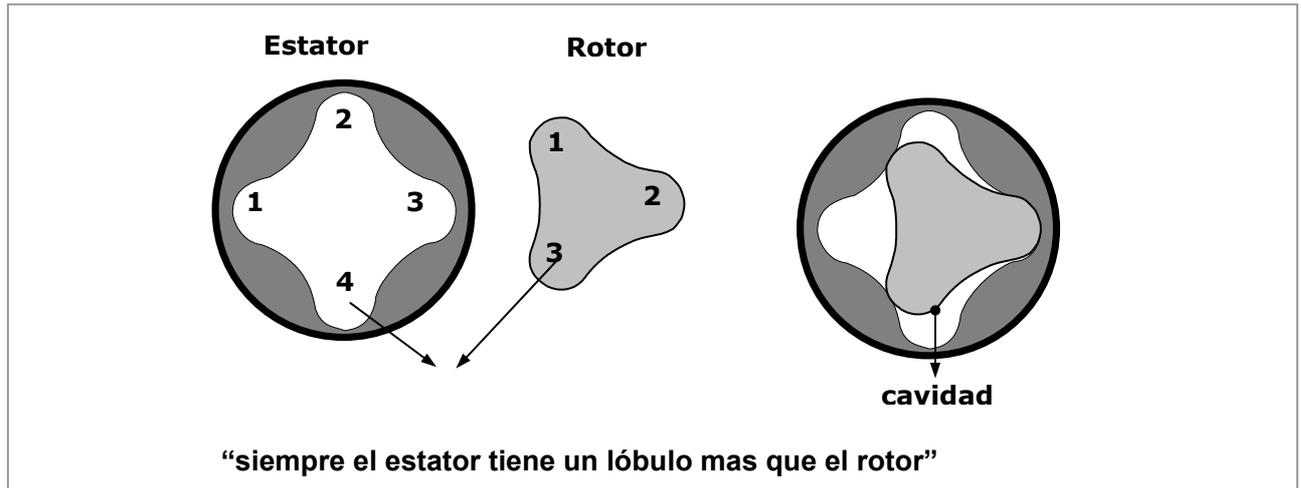
Posición relativa del rotor y el estator en una bomba de lóbulos simple.



2.1. Geometrías

Existen distintas geometrías en bombas PCP, y las mismas están relacionadas directamente con el número de lóbulos del estator y rotor.

En las siguientes figuras se puede observar un ejemplo donde podremos definir algunas partes importantes.

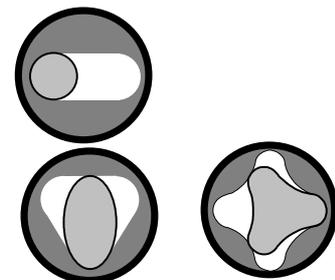


La relación entre el número de lóbulos del rotor y el estator permite definir la siguiente nomenclatura:

Nº de lóbulos del rotor	3	}	Geometría 3:4
Nº de lóbulos del estator	4		

Por lo tanto esta relación permite clasificar a las bombas PCP en dos grandes grupos:

- **“Singlelobe”** o single lobulares : Geometría 1:2
- **“Multilobe”** o Multilobulares : Geometría 2:3; 3:4; etc



2.2. Presión en la bomba- Distribución y efectos

La presión desarrollada dentro de la bomba depende básicamente de dos factores:

- Número de líneas de sello (etapas)
- Interferencia o compresión entre rotor y estator

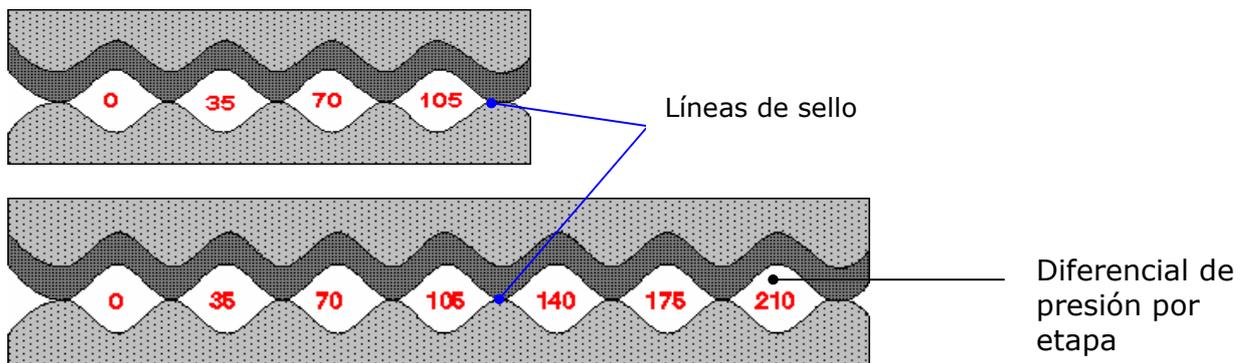
La mayor o menor interferencia, o compresión entre rotor y estator se puede lograr en principio variando el diámetro nominal del rotor. A su vez, la expansión del elastómero durante el proceso de producción hace que la interferencia aumente, lo cual se deberá tener en cuenta para elegir la mejor combinación entre rotor y estator.

La expansión del elastómero se puede dar por:

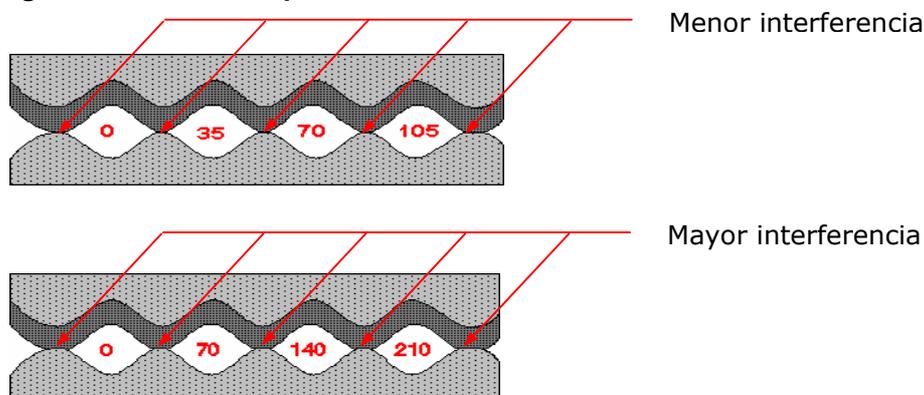
- Expansión térmica (por la temperatura del fondo de pozo o debido a la energía térmica generada por deformación cíclica-Histéresis)
- Expansión química

La cantidad de veces que la línea de sellos se repite, define el número de etapas de la bomba. Cada etapa está diseñada para soportar una determinada presión diferencial, por lo tanto a mayor N° de etapas, mayor es la capacidad para vencer una diferencial de presión. Se pueden presentar distintas combinaciones que afectan a la distribución de la presión dentro de la bomba:

a) Igual Interferencia- Distinto número de etapas



b) Igual número de etapas - Distinta Interferencia



2.3. Requerimientos de Torque y Potencia

Al transmitir la rotación al rotor desde superficie a través de las varillas de bombeo, la potencia necesaria para elevar el fluido me genera un torque el cual tiene la siguiente expresión:

$$\text{Torque} = K * \text{Potencia} / N \quad (\text{Ecu.1})$$

K= Constante de pasaje de unidades

Potencia= Potencia Suministrada

N= velocidad de operación

El torque requerido tiene la siguiente composición.

Torque total : Torque Hidráulico + Torque fricción + Torque resistivo

-  **Torque hidráulico**, función de (presión de boca de pozo, presión por pérdida de carga, presión por presión diferencial)
-  **Torque por fricción en bomba**, fricción entre rotor y estator. Este parámetro se puede obtener de la mediciones realizadas en un test de banco
-  **Torque resistivo**, fricción entre varillas y tubing. El máximo torque resistivo esta en boca de pozo

La potencia suministrada la podríamos calcular de la siguiente forma:

$$\text{Potencia suministrada} = C * \text{HHP} / \eta = C * (Q * P) / \eta$$

C: Constante de pasaje de unidades

Q: Caudal

P: diferencia de presión

HHP: Potencia Hidráulica

η : Rendimiento energético

3. Elastómeros

Son la base del sistema PCP en el que está moldeado el perfil de doble hélice del estator. De su correcta determinación y su interferencia con el rotor depende en gran medida la vida útil de la PCP.

3.1. Definición

Elemento que puede ser estirado un mínimo de 2(dos) veces su longitud y recuperar inmediatamente su dimensión original.

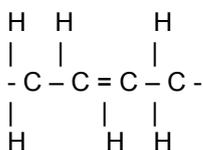
3.2. Condiciones de elastómeros para PCP

- **Resistencia a la fatiga:** (hasta 500.000.000 de ciclos acumulados de deformación cíclica)
- **Elasticidad:** Fuerza necesaria por unidad de superficie para estirar una unidad de longitud .
- **Dureza Shore "A":** fuerza requerida para deformar la superficie del elastómero
- **Resistencia al corte:** fuerza necesaria para cortar la muestra en condiciones ASTM
- **Resistencia al desgarramiento**
- Resistencia a la abrasión:
- **Resiliencia:** velocidad para volver a la forma original, para poder volver a sellar las cavidades
- **Permeabilidad:** para evitar la descompresión explosiva, en paros de producción de pozos con gas libre en la succión de la bomba.

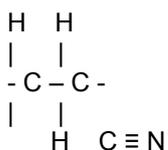
3.3. Elastómeros para petróleo

-Caucho NBR o base nitrílica (nitrile butadiene rubber):

Cadenas copolímeras de butadieno y acrilonitrilo (acn)



BUTADIENO



ACRILONITRILO

- el butadieno posee un doble enlace tenso de carbono que favorece las reacciones químicas que permiten agregar aditivos que mejoran sus propiedades.
- este proceso se da en la vulcanización. los aditivos se mezclan mecánicamente y luego se moldea y vulcaniza la mezcla para acelerar el proceso de formación de los enlaces.
- se utilizan más de una docena de aditivos en cada compuesto específico de caucho, tales como azufre que provee enlaces, reductores de fricción, catalizadores de vulcanizado, etc.
- a > % de ACN > resistencia a los Aromáticos y al CO₂.
- a > % de carbono > resistencia mecánica.
- baja resistencia al SH₂ (continúa con el proceso de vulcanizado)
- oleofilos: tienden a absorber petróleo
- baja resistencia al agua caliente

HNBR Nitrílico hidrogenado (hydrogenated nitrile butadiene rubber).

- buena resistencia al SH2: el hidrógeno satura el triple enlace del ACN
- muy buena resistencia a la temperatura.
- propiedades mecánicas medias
- descompresión explosiva: pobre
- baja resistencia a los Aromáticos y al CO2
- muy baja resistencia al agua caliente

Fluorocarbono – fkm (viton).

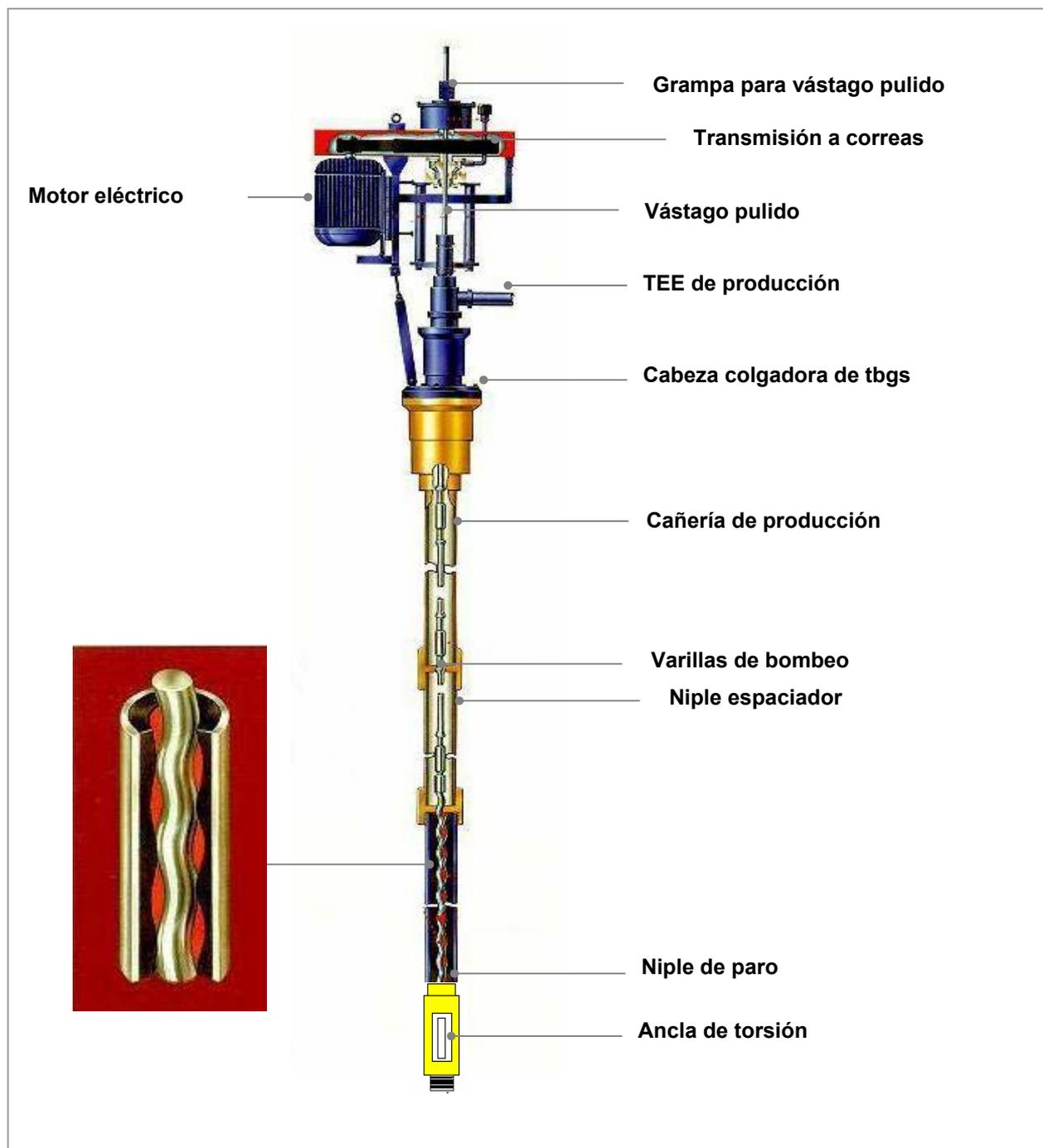
- excelente resistencia a los Aromáticos y al CO2
- excelente resistencia a la temperatura
- buena resistencia al SH2
- resistencia a la abrasión pobre
- propiedades mecánicas medias
- descompresión explosiva: pobre
- muy baja resistencia al agua caliente
- difícil de moldear para pcp
- hoy solo moldeable en bombas de paso largo

4. Componentes de un sistema PCP

4.1. Instalación típica

Las bombas de cavidades progresivas (PCP) son bombas de desplazamiento positivo la cual consiste, como se explicó anteriormente, en un rotor de acero de forma helicoidal y un estator de elastómero sintético moldeado dentro de un tubo de acero.

El **estator** es bajado al fondo del pozo formando parte del extremo inferior de la columna de tubos de producción (tubings), mientras que el **rotor** es conectado y bajado junto a las varillas de bombeo. La rotación del rotor dentro del estator es transmitido por las varillas de bombeo, cuyo movimiento es generado en superficie por un **cabezal**.



4.2. Componentes de la columna de tubings.

CAÑO FILTRO : Se utiliza para evitar, en el caso de rotura de estator con desprendimiento de elastómero, trozos de tamaño regular del mismo queden dentro del espacio anular. Una vez cambiada la instalación de fondo, estos pedazos de elastómero podrán ser recuperados con un equipo de pulling y no permanecerán en el pozo donde se corre el peligro que sean succionados nuevamente por la bomba. La condición para su instalación es que la suma de las áreas de sus orificios sea igual o mayor a seis(6) veces el área de succión de la bomba, es decir seis veces el área del niple de paro .

ANCLA DE TORQUE: Al girar la sarta en el sentido de las agujas del reloj, o hacia la derecha (vista desde arriba) se realiza la acción de girar la columna también hacia la derecha, es decir hacia el sentido de desenrosque de los caños. A esto se suman las vibraciones producidas en la columna por las ondas armónicas ocasionadas por el giro de la hélice del rotor dentro del estator, vibraciones que son tanto mayores cuanto más profunda es la instalación de la bomba. La combinación de ambos efectos puede producir el desprendimiento del tubing. El ancla de torque evita este problema. Cuanto más la columna tiende al desenrosque, más se ajusta el ancla. Debe ir siempre instalada debajo del estator, elemento de la columna donde el esfuerzo de torque es mayor. No siempre es necesaria su instalación, ya que en bombas de menor caudal a bajas velocidades o bajas profundidades, no se tienen torques importantes y o se producen grandes vibraciones.. No obstante, es recomendable en todos los casos.

NIPLE DE PARO: Es parte componente de la bomba y va roscado al extremo inferior del estator. Su función es:

- Hacer de Tope al rotor en el momento del espaciamiento.
- Servir de pulmón al estiramiento de las varillas, con la unidad funcionando.
- Como succión de la bomba

Los mas usuales son de rosca doble, con una rosca hembra en su extremo superior, que va roscada al estator y una rosca macho de la misma medida en su extremo inferior, para permitir instalar debajo el ancla de torque o cualquier otro elemento. A la vez el centro de la misma hace de tope con el rotor, durante el espaciamiento.-

ESTATOR PCP: Es la parte externa está constituida por una camisa de acero revestida internamente por un elastómero(goma), moldeado en forma de hélice enfrentadas entre si, cuyos pasos son el doble del paso de la hélice del rotor.

NIPLE INTERMEDIO O NIPLE ESPACIADOR : Su función es la de permitir el movimiento excéntrico de la cabeza del rotor con su cupla o reducción de conexión al trozo largo de maniobra o a la última varilla, cuando el diámetro del tubing no lo permite. En estos caso es imprescindible su instalación.

ZAPATO PROBADOR DE HERMETICIDAD: En caso de ser instalado (altamente recomendado), se debe colocar siempre arriba del niple intermedio , para poder probar toda la cañería y además como su diámetro interno es menor que el del tubing no permite el paso de centralizadores a través de él. Para algunas medidas de bomba, no se puede utilizar, porque el pasaje interior del mismo es inferior al diámetro del rotor, impidiendo su paso en la bajada.

La interferencia entre el rotor y el estator es suficiente sello para probar la hermeticidad, aunque siempre existe escurrimiento, tanto mayor cuanto mayor sea la presión total resultante sobre la bomba.

La suma de la presión de prueba más la altura de la columna debe ser tal que no supere la altura manométrica de la bomba, para evitar dañarla.

TUBING: En caso de haber instalado un ancla de torque, la columna se arma con torque óptimo API, correspondiente a su diámetro. Si existiera arena, aún con ancla de torque, se debe ajustar con el torque máximo API, de este modo en caso de quedar el ancla atrapada, existen más posibilidades de librarla, lo que se realiza girando la columna hacia la izquierda. Si no hay ancla de torque, se debe ajustar también con el máximo API, para prevenir el desenrosque del tubing.

4.3. Elementos de la sarta de varillas de bombeo.

ROTOR: Estando el estator y el rotor al mismo nivel sus extremos inferiores, el pin del rotor sobresale del estator aproximadamente unos 460mm a 520mm. Este dato permite verificar en muchos casos si el espaciado fue bien realizado. En caso de presencia de arena, aunque sea escasa, esta deja muchas veces marcada la hélice del rotor. De este modo, al retirar el rotor por cualquier motivo, se puede observar en que punto estuvo trabajando dentro del estator, partiendo del extremo superior del rotor.

TROZO DE MANIOBRA: Es muy importante instalar un trozo de esta medida inmediatamente por encima del rotor, en lugar de una varilla, cuando gira a velocidades superiores a las 250rpm. Cuando se instala una varilla, debido a su largo y al movimiento excéntrico del rotor que se transmite directamente a ella, tiende a doblarse y rozar contra las paredes del último tubing. El trozo de maniobra, al ser de menos de la mitad del largo de la varilla, se dobla menos o no se dobla, dependiendo de su diámetro.

VARILLAS DE BOMBEO API: Son varillas de acero, enroscadas unas con otras por medio de cuplas, formando la mencionada sarta, que va desde la bomba hasta la superficie. Los diámetros máximos utilizados están limitados por el diámetro interior de los tubings, utilizándose por ejemplo diámetros de 7/8" o 1" (cuplas slim hole) en tubings 27/8". Su longitud puede ser de 25' o 30'.

VARILLAS DE BOMBEO NO CONVENCIONALES: Podemos mencionar las barras huecas (hollow rods) las cuales sumadas a una conexión Premium ofrece entre otras ventajas, una mayor capacidad de transmisión de torque que una varilla API. También podemos mencionar las varillas continuas las cuales ofrecen entre otras ventajas, su maniobrabilidad, posibilidad de usar mayor diámetro de varillas en tubings slim-hole (no tienen cuplas) y por este mismo motivo, un menor desgaste entre varillas y tubings. (Ver Anexo- Varillas).

VASTAGO : El extremo superior de la sarta se completa con un vástago cromado enroscado a las varillas, el cual va empaquetado en superficie, por medio de un dispositivo " prensa". Todo esto se conectan al puente de producción.

El vástago puede ser de diferentes medidas. Algunas de las que se utilizan son 1.1/4" ; 1.1/2" en macizos, o bien 48 mm en vástagos huecos; dependiendo de la sarta que se tenga en el pozo y del cabezal que se utilice en superficie.

4.4. Instalación de superficie

Una vez obtenidos los parámetros de operación mínimos necesarios para accionar el equipo de subsuelo, es necesario dimensionar correctamente los equipos de superficie que sean capaces de proveer la energía requerida por el sistema. Esto significa que deben ser capaces de:

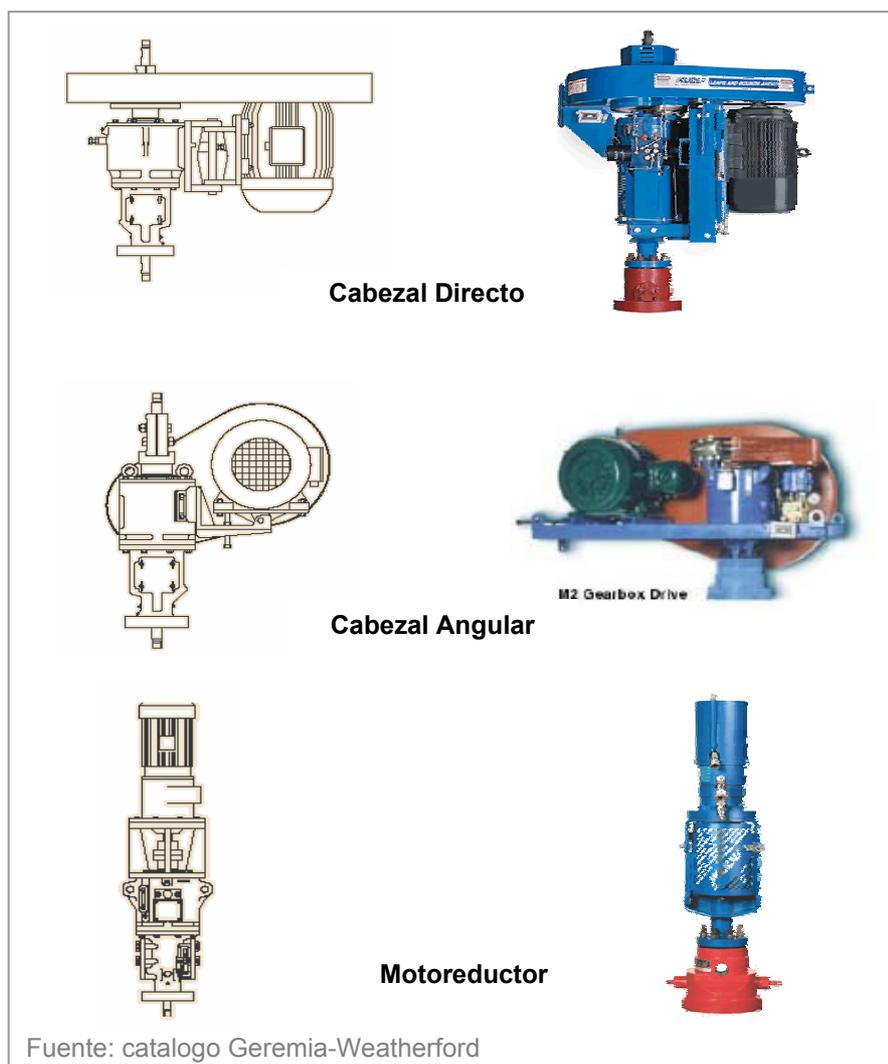
- Suspender la sarta de varillas y soportar la carga axial del equipo de fondo
- Entregar el torque requerido en el vástago
- Rotar el vástago a la velocidad requerida
- Prevenir la fuga de fluidos en la superficie

Existen diferentes configuraciones de cabezales y a su vez un amplio rango de accesorios y tecnologías para cada una de estas configuraciones.

4.5. Cabezal de rotación

Este es un equipo de accionamiento mecánico instalado en la superficie directamente sobre la cabeza de pozo. Consiste en un sistema de rodamientos o cojinetes que soportan la carga axial del sistema, un sistema de freno (mecánico o hidráulico) que puede estar integrado a la estructura del cabezal o ser un dispositivo externo, y un ensamblaje de instalación que incluye el sistema de empaque ("stuffing box") para evitar la filtración de fluidos a través de las conexiones de superficie.

Además, algunos cabezales incluyen un sistema de caja reductora accionado por engranajes mecánicos o poleas y correas.



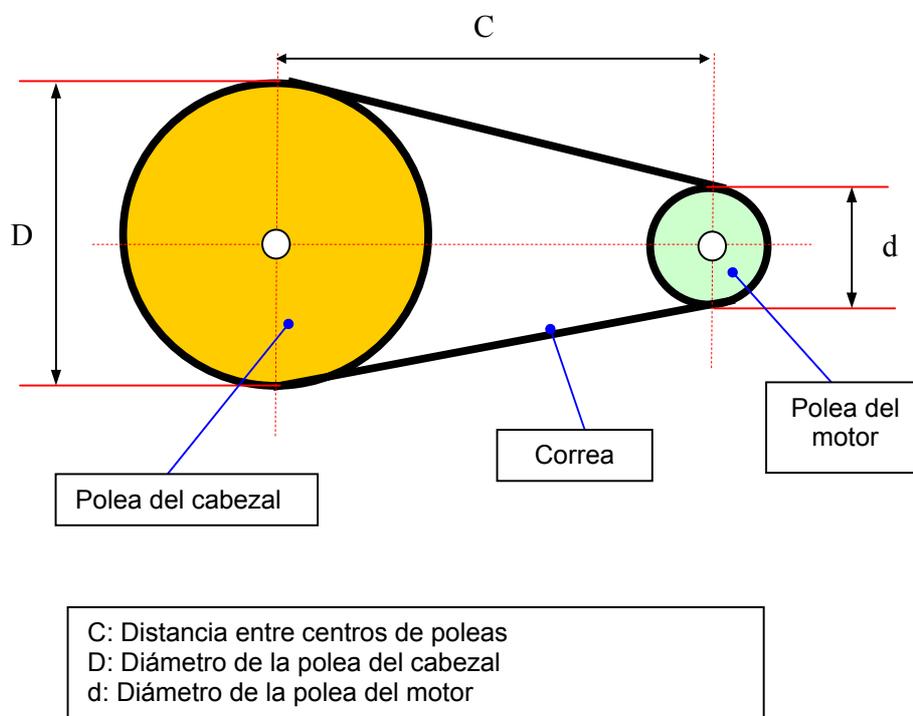
4.6. Sistema de transmisión

Como sistema de transmisión se conoce como el dispositivo utilizado para transferir la energía desde la fuente de energía primaria (motor eléctrico o de combustión interna) hasta el cabezal de rotación. Existen tres tipos de sistema de transmisión tradicionalmente utilizados:

- Sistema con poleas y correas
- Sistema de transmisión a engranajes
- Sistema de transmisión hidráulica

En la mayoría de las aplicaciones donde es necesario operar sistemas a velocidades menores a 150 RPM, es usual utilizar cabezales con caja reductora interna (de engranaje) con un sistema alternativo de transmisión, como correas y poleas. Esto se hace con el fin de no forzar al motor a trabajar a muy bajas RPM, lo que traería como resultado la falla del mismo a corto plazo debido a la insuficiente disipación de calor.

A continuación se mencionan algunos criterios importantes para el diseño de los sistemas de transmisión antes mencionados:



4.7. Sistema de correas y poleas

La relación de transmisión con poleas y correas debe ser determinada dependiendo del tipo de cabezal seleccionado y de la potencia/torque que se deba transmitir a las varillas de bombeo (a la PCP).

En el caso de los cabezales sin cajas reductoras (Directos) la relación es directa y viene determinada por la velocidad del motor y la velocidad requerida por el sistema.

En el caso de cabezales con caja reductora interna, debe considerarse la relación de la caja de engranajes para establecer la relación de transmisión total.

La relación total de transmisión (R total) puede calcularse como:

$$R \text{ total} = R \text{ gearbox} \times R \text{ poleas}$$

R gearbox : Relación de la caja reductora interna del cabezal

R poleas : Relación de diámetros de poleas

En el caso de cabezales sin cajas reductoras (Directos), se asume un relación 1:1, por lo que la relación total será igual a la relación de poleas.

La relación de poleas se define como:

$$R \text{ poleas} = D / d$$

La relación de velocidades de rotación entre el eje del motor y el vástago pulido, es inversamente proporcional a la relación total de transmisión:

$$R \text{ total} = R \text{ gearbox} \times D / d = N \text{ motor} / N \text{ vástago}$$

Para un cabezal directo (R gearbox = 1)

$$R \text{ total} = D / d = N \text{ motor} / N \text{ vástago}$$

N motor: Velocidad del motor (RPM)

N Vástago: Velocidad de operación del sistema (RPM)

Por el contrario, el torque mantiene una relación directamente proporcional con respecto a la relación de transmisión total. En vista de esto, es necesario seleccionar un motor que tenga la capacidad de entregar el torque tal que, al multiplicarlo por la relación de transmisión, se obtenga al menos el torque requerido por el sistema.

$$R \text{ total} = R \text{ gearbox} \times D / d = T \text{ vástago} / T \text{ motor}$$

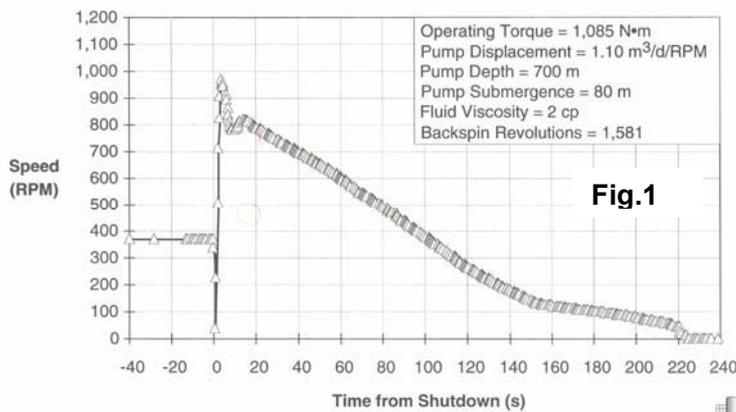
T motor: Torque entregado por el motor (lb x ft o N x m)

T Vástago: Torque requerido por el sistema (lb x ft o N x m)

4.8. Sistema de frenado

La segunda función importante del cabezal es la de frenado que requiere el sistema una vez y rota en marcha inversa, llamado " Back-Spin". Cuando un sistema PCP esta en operación, una cantidad significativa de energía se acumula en forma de torsión sobre las varillas.

Si el sistema se para repentinamente, la sarta de varillas de bombeo libera esa energía girando en forma inversa para liberar torsión. Adicionalmente, a esta rotación inversa se le suma la producida debido a la igualación de niveles de fluido en la tubería de producción (Tubing) y el espacio anular, en el momento de la parada. Durante ese proceso de Back-Spin, se puede alcanzar velocidades de rotación muy altas(Fig 1). Al perder el control del Back-Spin, las altas velocidades pueden causar severos daños al equipo de superficie, desenrosque de la sarta de varillas y hasta la rotura violenta de la polea el cabezal, pudiendo ocasionar esta situación daños severos al operador (Fig.2).



Fuente: C-FER

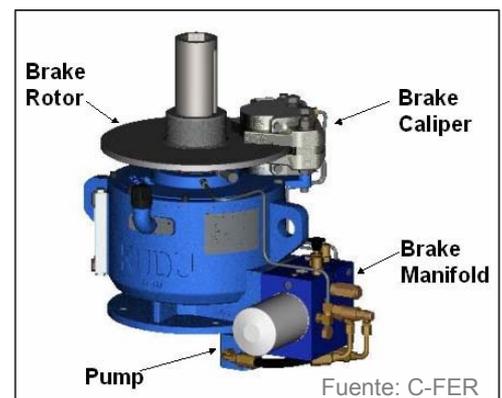
De los frenos utilizados se pueden destacar los siguientes:

- Freno de accionamiento por fricción:

Compuesto tradicionalmente de un sistema de disco y pastillas de fricción, accionadas hidráulicamente o mecánicamente cuando se ejecuta el giro a la inversa. La mayoría de estos sistemas son instalados externamente al cuerpo del cabezal, con el disco acoplado al eje rotatorio que se ajusta al eje del cabezal. Este tipo de freno es utilizado generalmente para potencias transmitidas menores a 75 HP

- Freno de accionamiento Hidráulico:

Es muy utilizado debido a su mayor eficiencia de acción. Es un sistema integrado al cuerpo del cabezal que consiste en un plato rotatorio adaptado al eje del cabezal que gira libremente en el sentido de las agujas del reloj (operación de la PCP). Al ocurrir el Back-Spin, el plato acciona un mecanismo hidráulico que genera resistencia al movimiento inverso, lo que permite que se reduzca considerablemente la velocidad inversa y se disipe la energía acumulada. Dependiendo del diseño del cabezal, este mecanismo hidráulico puede accionarse con juegos de válvula de drenaje, embragues mecánicos, etc.



5. Interpretación de ensayos en banco de prueba.

La eficiencia volumétrica se calcula como la relación entre el caudal real de la bomba y su caudal Teórico. A una presión diferencial igual a cero, la eficiencia volumétrica debería ser igual al 100 %, aunque se pueden encontrar diferencias debido a pequeñas diferencias dimensionales del rotor y/o estator.

5.1. Eficiencia y escurrimiento

Tal como lo muestra la **figura 1**, la eficiencia volumétrica de la bomba tiende a disminuir a medida que se aumenta la presión diferencial entre ella. Esta disminución es debido al escurrimiento del fluido a través de la línea de sello rotor/estator desde la zona de mayor presión a la de menor.

Por lo tanto podemos decir que el **escurrimiento** será la diferencia entre el desplazamiento (caudal) real de la bomba a una determinada presión diferencial y el caudal real inicial a presión cero.

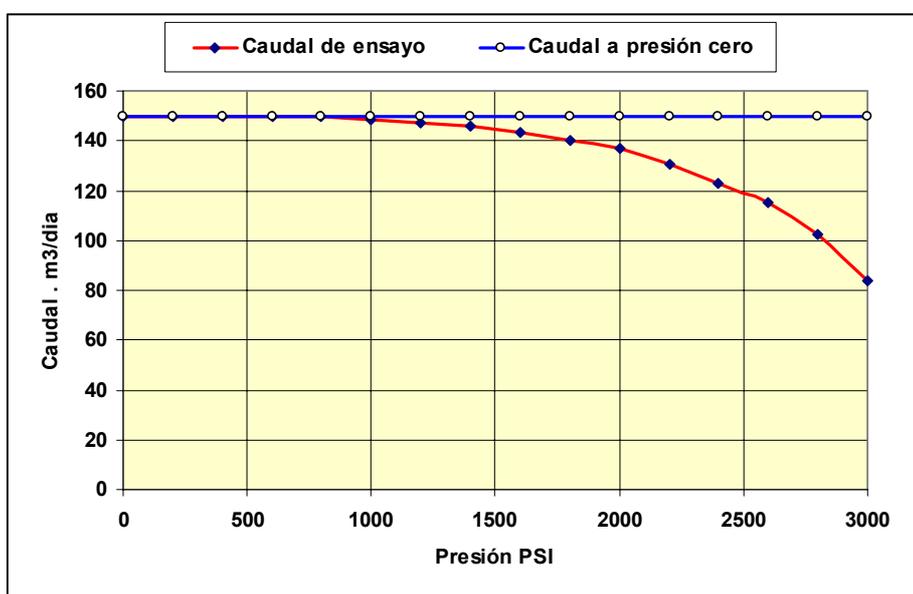


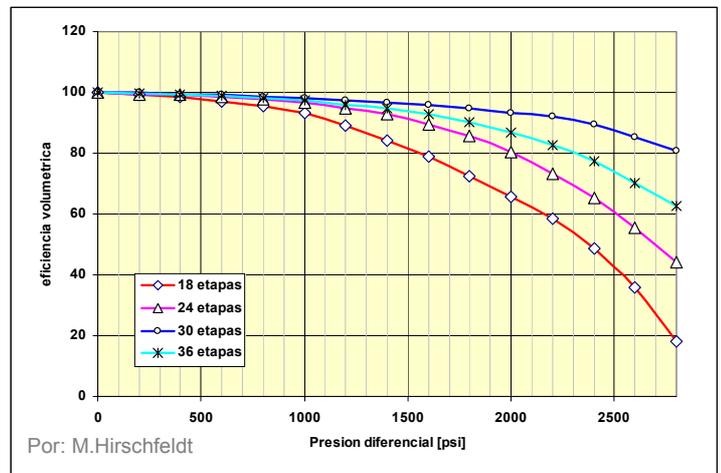
figura 1. Efecto del escurrimiento sobre la eficiencia volumétrica de la bomba

Adicionalmente, por ser una función de la presión diferencial, la eficiencia volumétrica y el deslizamiento también dependerán de:

1. la capacidad de elevación de la bomba (presión máxima o número de etapas)
2. la viscosidad del fluido
3. interferencia entre estator y rotor (ajuste)

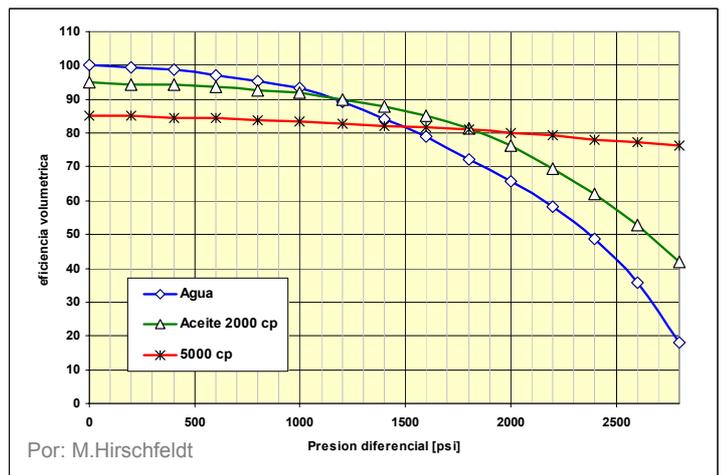
5.2. - Eficiencia en función de la capacidad de elevación de la bomba

En la **figura 2** se muestra las curvas de comportamiento de cuatro bombas de distintas capacidades de elevación (numero de etapas) y la misma capacidad de desplazamiento (caudal por RPM). Se puede apreciar que el escurrimiento disminuye a medida que aumenta el número de etapas de la bomba, debido a que cada cavidad soporta menor presión, y en consecuencia, disminuye la diferencia de presión por cada línea de sello. **“Conclusión, a medida que exista mayor capacidad de elevación (mayor numero de etapas) se tendrá menor escurrimiento y mayor eficiencia volumétrica.”**



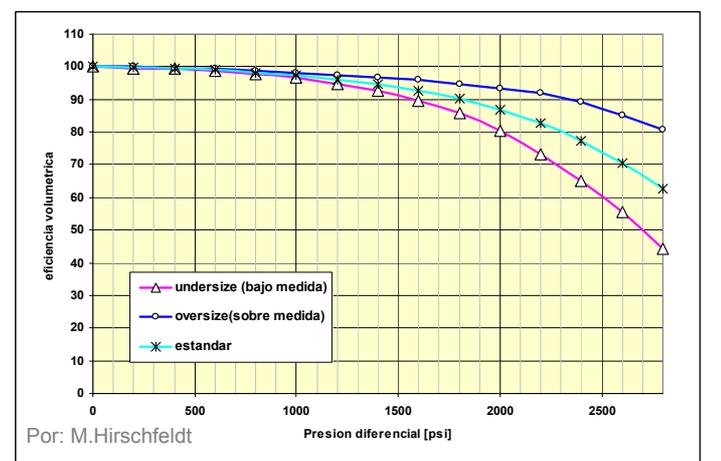
5.3. Eficiencia en función de la viscosidad del fluido

Esta también contribuye a disminuir el escurrimiento y aumentar la eficiencia volumétrica a medida que su valor es mayor. La eficiencia inicial menor en el caso de fluidos más viscosos se debe a que el área de flujo transversal se ve afectada por la adherencia del elemento viscoso a las paredes tanto del estator como del rotor. Sin embargo, se observa de igual manera como la eficiencia se mantiene constante a mayores presiones para fluidos viscosos.



5.4. Eficiencia en función de la interferencia rotor/estator.

A una presión diferencial dada, el escurrimiento y la eficiencia volumétrica son extremadamente dependientes del ajuste por interferencia entre rotor y estator. A medida que este ajuste sea mayor, será más difícil que el fluido se deslice a través de las líneas de sello a una presión diferencial dada, disminuyendo las pérdidas por escurrimiento.



6. Instalación y operación e identificación de fallas

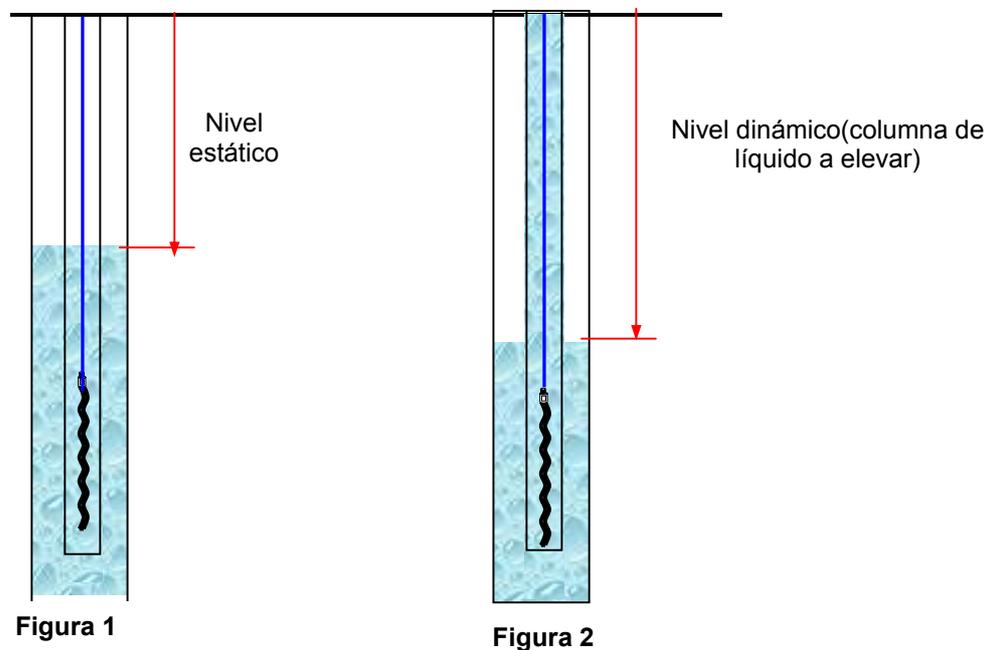
6.1. Ajuste de medida - Cálculo de estiramiento de las varillas

Una vez bajada la instalación de varillas de bombeo con el rotor se debe ajustar la medida de dicha sarta para que el rotor trabaje dentro del estator durante su operación.

Antes de la puesta en marcha, la columna de fluido entre el espacio anular tubing-casing es igual a la columna de líquido que se encuentra en el espacio anular varilla-tubing (**fig 1**). De esta forma no existe presión diferencial en la bomba, por lo tanto las varillas de bombeo no se encuentran sometidas a un estiramiento debido a la presión sobre el rotor.

Cuando la bomba comienza a producir, aumenta la columna de líquido en el interior del tubing y se produce el descenso del nivel de fluido en el anular casing-tubing (**fig 2**) hasta llegar a una condición de equilibrio dada por el índice de potencial del reservorio. Este aumento en la carga axial en las varillas (ver punto 7) me produce un estiramiento en la sarta de varillas de bombeo el cual está regido por la **Ley de Hooke**.

Esta distancia, junto a la longitud del niple de paro se deberán tener en cuenta ya que permite realizar el ajuste de medida en condiciones estáticas, las cuales se modificarán y adaptarán en condiciones dinámicas.



$$Y = (\Delta L + \Delta LT) + D$$

Y : elongación total

ΔL : elongación debido a carga axial por presión diferencial

ΔLT : elongación debido a dilatación térmica(solo se considera si instala un ancla de tensión)

D: longitud del niple de paro (stop pin) = 50 cm (depende generalmente del modelo de bomba)

$$\Delta L = l_0 * F_2 / E * S$$

l_0 : longitud de la sarta de varillas [cm]

F_2 : carga axial debido a presión diferencial sobre la bomba [Kg]

E: Módulo de elasticidad del acero (2000000 Kg/cm²)

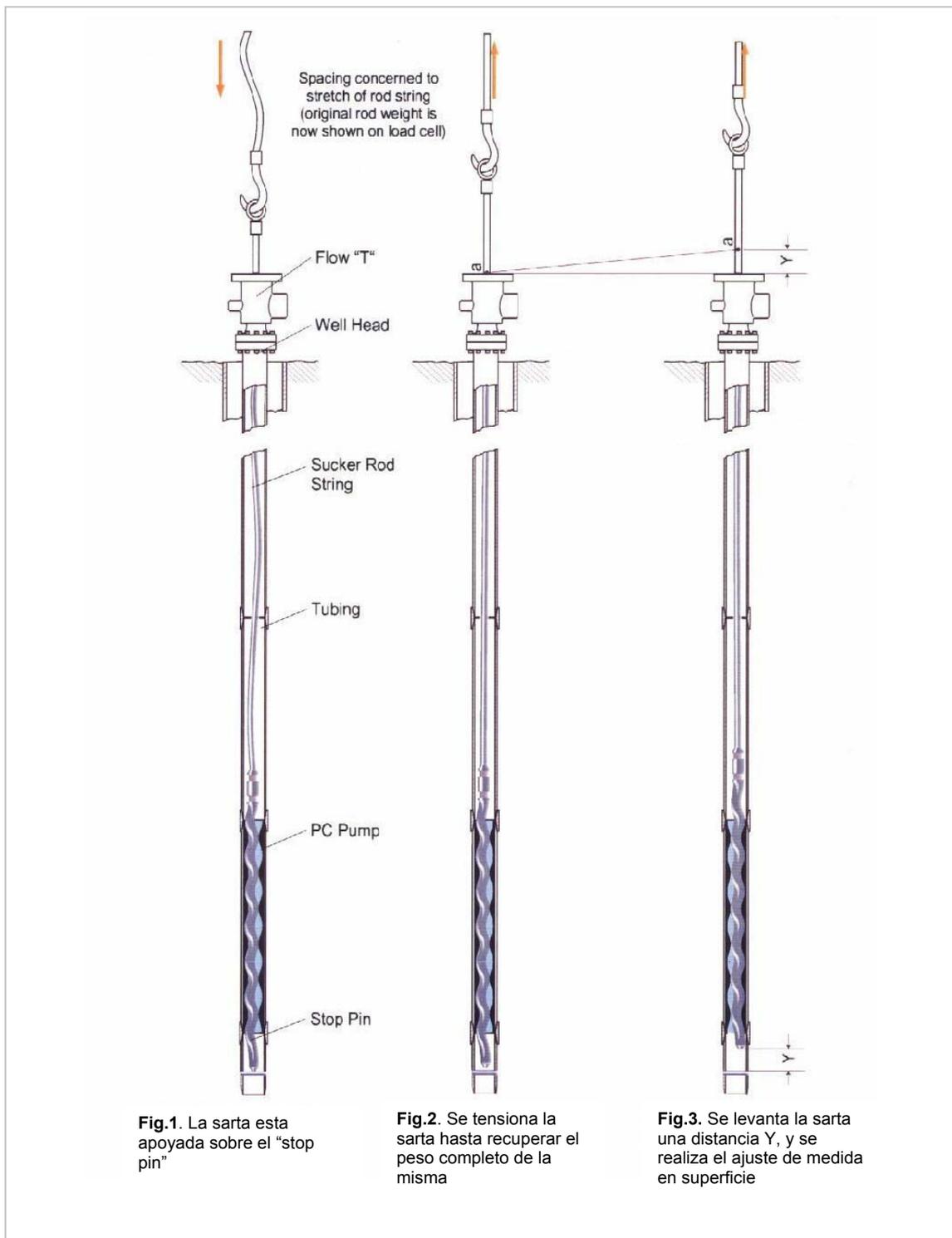
S: área transversal de la barra [cm²]

$$\Delta L = 900 [m] * 100 * 1540 [kg] / 2000000 [kg/cm^2] * 5.06 [cm^2]$$

$$\Delta L \approx 14 [cm]$$

$$Y = 14 + 50 = 64 [cm]$$

6.2. Ajuste de medida – maniobra práctica



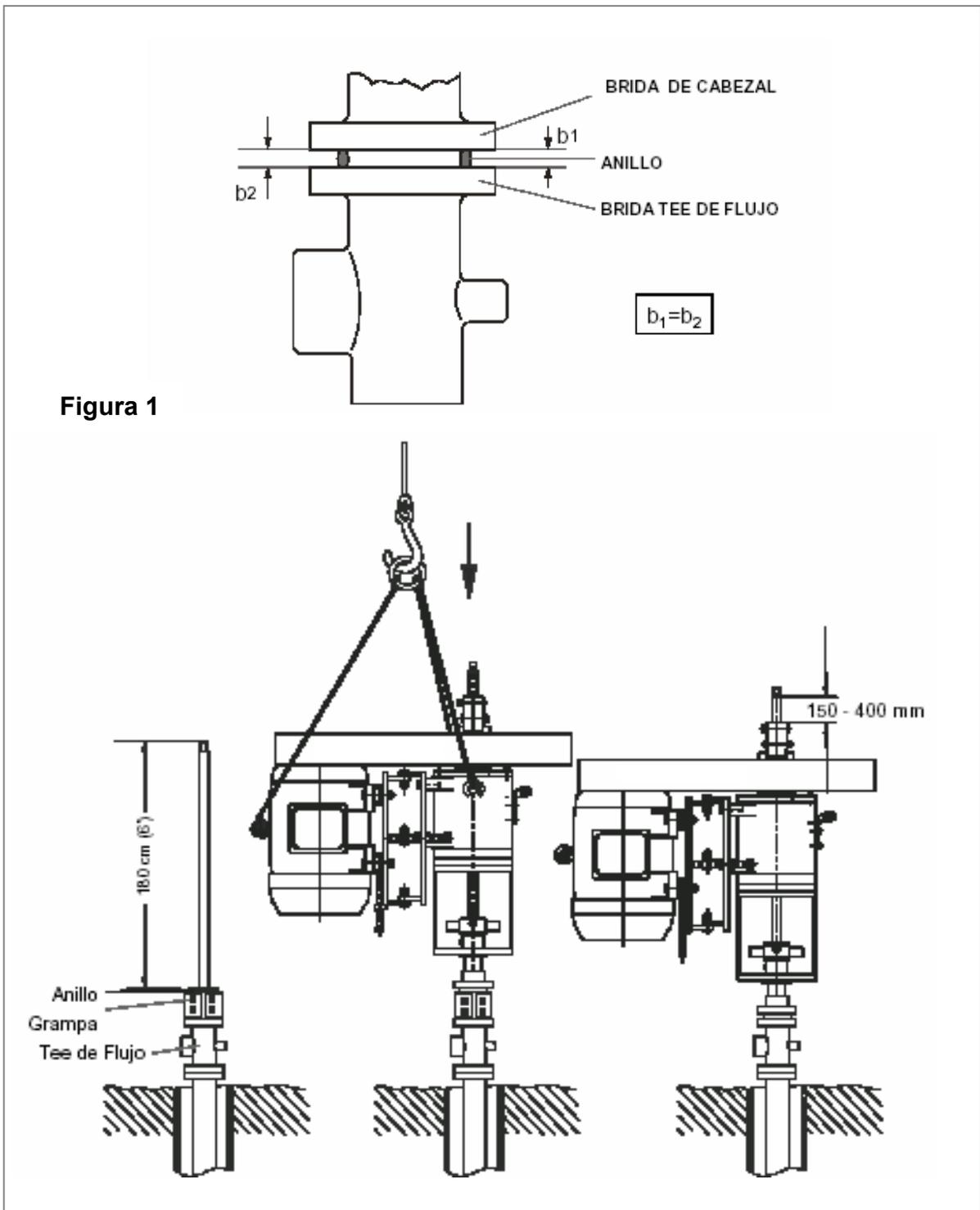
Fuente: Catálogo Netzsch

6.3. Procedimiento de instalación del cabezal. (referencia: catálogo Netzsch)

- Simultáneamente a la instalación de la bomba, el Cabezal y el motor deben ser chequeados y preparados para instalarlo al final del procedimiento de espaciado.
- Basado en la hidráulica del pozo y la profundidad de fijación de bomba verifique que el cabezal es adecuado para la aplicación. También verifique que el motor de accionamiento dispone de la potencia adecuada, evitando sobre motorizarse innecesariamente.
- Cheque el juego de poleas para lograr la velocidad necesaria y alcanzar la producción demandada.
- Al finalizar el montaje del cabezal verifique el sentido de rotación del mismo. El vástago debe rotar en el sentido de las agujas del reloj.

Instalación del cabezal

1. Después del espaciado del rotor, conecte el vástago a la sarta de barras con el anillo de la brida de la tee de producciones su posición.
 2. Coloque una grampa auxiliar en el vástago por encima de la brida de la tee de flujo, y el anillo, de forma tal que aproximadamente **6 pies (180 cm *)** de vástago queden por encima de la tee de flujo. Trate de no dañar el anillo al librar el peso del sistema sobre el.
 3. Alce el cabezal por los cansamos provistos tratando de que este la brida inferior lo mas horizontal posible durante todo el proceso de instalación.
 4. Introduzca el vástago en el eje hueco del cabezal con mucha precaución y luego baje el cabezal. Conecte un trozo de barra de bombeo en la parte superior del vástago.
 5. Levante la sarta de barras y el cabezal juntos.
 6. Remueva la grampa auxiliar.
 7. Baje el cabezal hasta que se junten ambas bridas con el anillo entre ambas. Monte los espárragos y ajuste las tuercas de forma tal que la luz entre las bridas sea igual en todo el perímetro de las bridas como se muestra en la **Fig. 1**.
 8. Limpie el vástago de grasa o suciedad en la zona donde será fijada la grampa.
 9. Lubrique los espárragos de la grampa y colóquela en su posición.
 10. Baje la columna de barras a la posición final de espaciado y ajuste la grampa con 400 Nm (300 lbs-pie) de torque en los espárragos, transfiera el peso al cabezal, luego retire el trozo de maniobra colocando una cupla de seguridad (cupla de vástago, no de barras) o si es usual una bandera.
- (*) esta altura dependerá de la altura del cabezal**
11. Si no estuviera colocado instale el motor eléctrico, y correas. Alinee las poleas y ajústelas de acuerdo al manual del fabricante de las correas.
 12. Dependiendo de la medida del cabezal instale soportes para aliviar las cargas sobre las bridas y la boca de pozo. En especial cuando use motores grandes y pesados



Fuente: Catálogo Netzsch

6.4. Típicos problemas de operación en sistemas PCP. Referencia: Manual Netzsch

**Problema 1: Bajo caudal y baja eficiencia volumétrica.
La velocidad es la prefijada. El rango de corriente esta normal.**

Causa Probable	Acción recomendada
Rotor no esta totalmente insertado.	Verifique el espaciado y corrija si es necesario.
Presión de descarga de la bomba inferior a la necesaria.	Verifique la altura de elevación necesaria por calculo. Cambie la bomba si es necesario.
Rotor bajo medida para la temperatura del pozo.	Cheque la temperatura y el tipo de rotor usado. Cambie el rotor si es necesario.
Perdida en la tubería	Busque el tubing roto y cambie la unión.
Alto GOR	Provea medios para anclas de gas natural, instalando la bomba por debajo del punzado y/o usando un filtro de cola en el fondo de bomba. Use algún tipo de ancla de gas. Reemplace la bomba por una de mayor desplazamiento. Corra la bomba a velocidades mas bajas para evitar desgastes prematuros y acortamiento de la vida de la bomba.
La productividad del pozo es inferior a la esperada	Verifique el nivel de fluido. Reduzca la velocidad de bomba. Monitoreo los cambios en la eficiencia volumétrica. Compare con las curvas comportamiento de la bomba.
Altas perdidas por fricción por el uso de centralizadores	Replantee la necesidad de centralizadores. Si hay disponibles use otro tipo de centralizador . Reemplace la bomba por otra que permita girar mas lento sin centralizadores. Cambie la tubería si es posible.
Estator esta gastado	Saque la bomba. Llévela a un banco de ensayos y si es necesario reemplácela
Admisión de bomba tapada	Levante el rotor fuera del estator, desplace fluido por el tubing para limpiar el estator, re-espacie, ponga en producción y cheque la producción.

**Problema 2: Caudal Intermitente. Baja eficiencia volumétrica.
Velocidad normal. Consumo dentro del limite esperado.**

Causa Probable	Acción recomendada
Condición de falta de nivel	Verifique el nivel. Baje la velocidad de bomba. Asegure que la velocidad no pase de 200 rpm. Si es necesario cambie la bomba para cumplir los requisitos de producción.
Alto GOR	Provea medios para anclas de gas natural, instalando la bomba por debajo del punzado y/o usando un filtro de cola en el fondo de bomba. Use algún tipo de ancla de gas. Reemplace la bomba por una de mayor desplazamiento. Corra la bomba a velocidades mas bajas para evitar desgastes prematuros y acortamiento de la vida de la bomba.
Bomba dañada o sub-diseñada	Saque la bomba. Cheque la en el banco para poder usarla en otra aplicación. Verifique los requerimientos hidráulicos de la instalación. Reemplace la bomba por otra de mayor capacidad de presión y caudal para poder bajar las RPM.

Problema 3: Caudal intermitente. Pobre volumétrica eficiencia. Velocidad mas baja que la normal. Consumo mas alto que el esperado.

Causa probable	Acción recomendada
Mal espaciado. Rotor tocando en el niple de paro.	Levante el rotor. Re-espacie. Re-arranque. Cheque todos los parámetros.
Rotor aprisionado por exceso de temperatura o ataque químico.	Saque la bomba. Cheque la temperatura de fondo. Seleccione rotor undersize. Verifique el análisis químico del fluido. Si es necesario cambie la formulación del elastómero.
Rotor aprisionado por sólidos.	Levante el rotor y lave el estator.

Problema 4: Sin producción. Perdida de velocidad gradual. Consumo mas alto que el esperado.

Causa Probable	Acción Recomendada
Mal espaciado. Rotor en contacto con el niple de paro.	Levante el rotor. Re-espacie. Re-arranque. Cheque todos los parámetros. Cambie la bomba si es necesario.
Elastómero hinchado aumenta la fricción con el rotor.	Saque la bomba Verifique la temperatura de fondo. Seleccione rotor undersize si es necesario. Analice el fluido. Cambie la composición del elastómero para cumplir con las condiciones del fondo
Alta interferencia entre rotor y estator.	Reemplace la bomba para otra capacidad de presión y caudal con distinto ajuste de compresión. Seleccione rotor undersize. Monitoreo el consumo.

Problema 5: Sin producción. Velocidad normal. Consumo bajado.

Causas Probables	Acción Recomendada
Rotación contraria	Verifique el giro. Verifique si no hay pesca. Re-arranque.
Rotor no esta insertado en el estator.	Verifique las medidas de la instalación. Re-espacie. Re-arranque . Monitoreo el caudal.
Estator y rotor dañado	Cheque la profundidad de bomba y compare con la longitud de barras. cheque la presión Cambie partes si es necesario.
Rotor o barras de pesca	Profundice la instalación. Re-espacie. Saque y repare. Cambie la bomba
Tubing sin Hermeticidad	Verifique nivel y presión. Saque la columna de producción repare la pesca.
Tubing desenroscado o cortado	Verifique espaciado. Saquéela sarta de barras y tubing. Repare.

Problema 9: Primo motor (eléctrico) se para. La corriente es mas alta que lo esperado.

Causa Probable	Acción Recomendada
Potencia del motor es baja para la aplicación.	Verifique la potencia a partir de la hidráulica de la instalación. Compare con la corriente de la instalación. Cambie a otro motor mas adecuado.
Falla en la línea de alimentación.	Verifique las fases en la línea. Re-arranque el sistema.
Rotor bloqueado dentro del estator debido a arena o incrustaciones.	Flush-by/circulate. Trate de limpiar circulando el pozo.
Hinchamiento del estator debido a ataque químico o temperatura.	Verifique la elección del elastómero.

Problema 10: Perdidas a través del sistema de sello permanecen altas a pesar de haber ajustado el sello.

Causa Probable	Acción Recomendada
Las empaquetaduras están gastadas.	Verifique el estado de las empaquetaduras . Reemplácelas si es necesario.
Camisa de Sacrificio esta gastada.	Verifique la camisa y reemplázala si esta dañada. Cambie también las empaquetaduras.

Problema 11: Correas cortadas frecuentemente. Velocidad bien. Corriente dentro de lo esperado.

Causa Probable	Acción Recomendada.
Mal alineamiento entre correas y poleas.	Verifíquelo y corríjalo si es necesario.
Poleas gastadas y/o rotas.	Verifique y cambie si es necesario.
.Las correas no son las adecuadas para la aplicación.	Verifique si el perfil es el correcto para la polea. Reemplace. por el adecuado juego de correas o poleas. Solicite soporte técnico desde algún representante NETZSCH.

Problema 12: Nivel de aceite baja en un periodo de tiempo corto.

Causa Probable	Acción Recomendada
Sistema de sello esta dañado, gastado o mal ajustado.	Verifique el sello. Reempátelo si es necesario. Complétele nivel de aceite. Arranque y verifique perdidas.
Tapón de drenaje esta suelto	Reapreté el tapón.

Problema 13: Pérdida a través del sistema de sellado del vástago.

Causas Probables	Acción Recomendada
El sistema de Sellado esta dañado o mal armado.	Cheque los elementos de empaque. Reemplácelos si es necesario.
Sistema de empaquetado suelto.	Verifique el ajuste. Reajuste.
El vástago usado tiene la zona de empaque gastada dañada.	Cheque el vástago en la zona de sello. Cámbielo si no fuera posible cambiar su posición sin variar el espaciado.

Problema 14: Temperatura del aceite del cabezal es alta.

Causas Probables	Acción Recomendada
Cabezal girando a mayor velocidad que la recomendada, para ese modelo.	Verifique la velocidad. Cambie la relación de poleas para alcanzar la velocidad deseada de acuerdo al desplazamiento de bomba. Cambie el tipo de cabezal por una elección mas adecuada a la aplicación. Solicite soporte técnico desde el mas cercano representante Netzsch.
La especificación del aceite no es la recomendada.	Verifique el aceite. Reemplace si fuera.
Nivel de Aceite mas alto que el recomendado.	Verifique el nivel de aceite y corrígalo si es necesario.

6.5. Guía de identificación de fallas en estatores

HISTERESIS

Causa

- Deformación cíclica excesiva del elastómero
- Interferencia entre rotor y estator alta, debido a una selección no adecuada o por incremento de la misma debido a hinchamiento del elastómero.
- Elastómero sometido a alta presión
- Alta temperatura/ poca disipación del calor

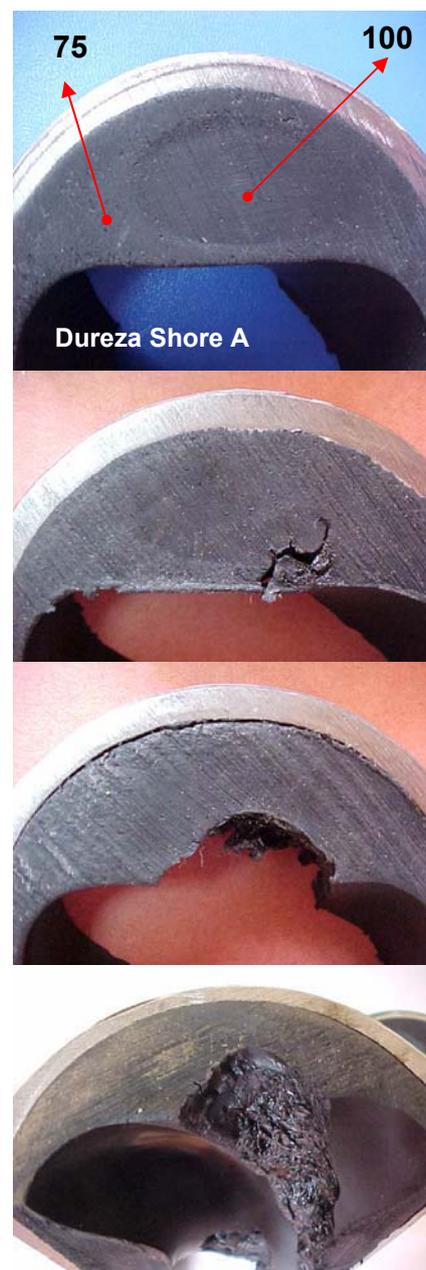
Identificación

- Esta falla se caracteriza por el desprendimiento del elastómero en la línea de sello entre rotor y estator.
- Al realizar un corte transversal, se puede observar la zona endurecida en el centro del lóbulo. A medida que comienza a endurecerse, aumenta el ajuste entre rotor y estator, lo que agudiza la interferencia y por ende aumenta la temperatura debido a la resistencia mecánica a la deformación cíclica. Este es el ciclo de Histéresis la cual termina con el incremento del troque por fricción entre rotor y estator, y continúa con la rotura del elastómero una falla en las varillas de bombeo en caso de no soportar ese torque.

Recomendaciones

- Seleccionar la mejor combinación rotor-estator (interferencia)
- Dependiendo las condiciones de temperatura de fondo de pozo, % de agua y tipo de petróleo, debería considerarse que por mas que en superficie el ensayo de la bomba presente % de eficiencias volumétricas bajos (generalmente se ensaya con agua), en condiciones de presión y temperatura de fondo de pozo, el conjunto rotor-estator se ajustará y recuperará sello mejorando la eficiencia volumétrica. Para esto es importante los ensayos en cada campo y trabajar en conjunto con las empresas proveedoras de equipos.
- Seleccionar elastómeros con menor contenido de Acrilo-Nitrilo, ya que si bien este ayuda a darle propiedades para que resistan los hidrocarburos, le quita propiedades elásticas, favoreciendo al fenómeno de hiséresis.

Secuencia de falla



Fotos por: M.Hirschfeldt

ELASTÓMERO QUEMADO POR ALTA TEMPERATURA

Causa

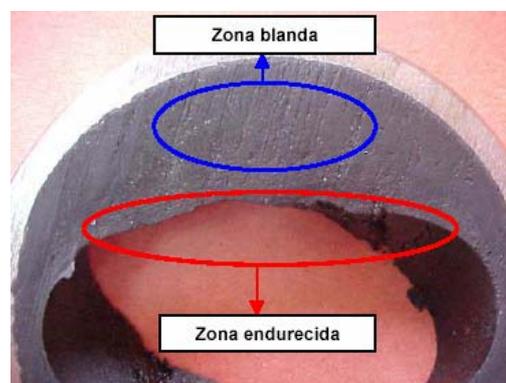
- Esta falla se da cuando la bomba trabaja sin fluido (sin lubricación) por largos períodos de tiempo.
- La falta de fluido puede ser debido a falta de producción del pozo (baja productividad) u obstrucción de la succión.
- Debido a esto, se eleva la temperatura del elastómero provocando la quema del mismo.

Identificación

- La falta de lubricación hace que se queme la zona de contacto entre el rotor y estator, por lo que se puede observar el endurecimiento de la misma.
- La particularidad es que el centro del lóbulo no presenta modificación en lo que respecta características elásticas.
- Muchas veces, y dependiendo del régimen e extracción, la falla comienza desde la zona de succión (perdiendo líneas de sello). Esto hace que a medida que se comienza a perder las mismas, disminuye la capacidad de soportar presión por lo que las etapas superiores pueden fallar por histéresis o desprendimiento del elastómero por exceso de presión.

Recomendaciones

- Monitorear los niveles dinámicos del pozo con mediciones indirectas (acústicas) o mediante sensores de fondo de presión.
- En pozos afectados a recuperación secundaria, prestar atención a la posible deficiencia de inyección de los pozos inyectoros de la malla a la que corresponda el pozo.
- En pozos nuevos, realizar seguimientos mas frecuentes debido a la posible declinación de producción del pozo y posible agotamiento (dependerá del tipo de reservorio y de la bomba/régimen de extracción elegido)



Fotos por: M.Hirschfeldt

ELASTÓMERO DESPEGADO**Causa**

- Generalmente esta asociada a una falla en el proceso de fabricación, debido a la falta de pegamento en el interior del Housing o pegado ineficiente.
- Puede también combinarse con efectos del fluido producido y las condiciones de fondo de pozo.

Identificación

- Si el elastómero no estuvo adherido desde el inicio (de fábrica), se podría identificar debido a que el interior del housing presentaría una superficie pulida debido al movimiento del conjunto de elastómero.(Caso 1)
- Si el elastómero se despegó posteriormente (durante la operación) la superficie interior del housing podría presentar restos del elastómero pegado y en algunos casos, óxido por el posible contacto con el fluido del pozo.(Caso 2)

Recomendaciones

- En el caso de que sea un problema de fábrica(posible caso 1), se debería compartir esta información con el fabricante para analizar si es un problema de fabricación.
- En el caso 2, podría ser un efecto combinado entre deficiencia de adherencia y efecto del fluido producido y condiciones de fondo de pozo, por lo que se debería analizar si el equipo se adapta a los requerimientos del pozo.



Fotos por: M.Hirschfeldt

ABRASIÓN**Causa**

- La severidad de esta falla puede depender de: abrasividad de las partículas, cantidad, velocidad linear del fluido dentro de la bomba y a travez de la sección transversal de la cavidad.

Identificación

- Se caracteriza por superficies rugosas y rayadas.
- En algunos casos se puede observar los granos de arena incrustados en el elastómero.
- Según la severidad del desgaste, se puede llegar hasta la erosión del housing.

Recomendaciones

- Diseñar (seleccionar) bombas que disminuyan la velocidad del fluido en la sección transversal de la cavidad.
- Seleccionar bombas de mayor desplazamiento volumétrico.
- Utilizar un elastómero mas blando.



Fotos por: M.Hirschfeldt

6.6. Guía de identificación de fallas en rotores

Guía de fallas en imágenes

Desgaste por abrasión sin afectar el material base



Es el desprendimiento de la capa de cromo, sin afectar el material base. Generalmente se presenta en la parte media del rotor.

Cromado saltado si afectar el material base



El cromo se desprende en forma localizada sin llegar a afectar el material base. Este desprendimiento se produce generalmente en la parte superior del rotor, en la zona que está fuera del estator (dentro del niple espaciador). Se puede dar por el ataque del fluido al cromo.

Desgaste por abrasión sin afectar el material base y si afectar el cromado en forma total



Se presentan rayas radiales y generalmente se dan solo por la acción normal de bombeo.

Fotos por: M.Hirschfeldt

Guía de fallas en imágenes

Desgaste profundo localizado



Generalmente esta falla comienza por la degradación del cromo y luego continúa la pérdida de material del material base del rotor (por corrosión- fotos 1, 2 y 3), o continúa con un desgaste por abrasión del material base (fotos 4 y 5)

Desgaste metal-metal



El desgaste se produce generalmente en la parte superior del rotor, en el tramo que queda fuera del estator (rozamiento con el Niple espaciador), o en la parte inferior del rotor, por rozamiento con en nicle de paro.

Fotos por: M.Hirschfeldt

1. **Apuntes de Cátedra de Producción** . Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Argentina. Por Marcelo Hirschfeldt.2003-2008
2. **Manifestación del fenómeno de Histéresis en Bombas de Cavidades Progresivas**
por Marcelo Hirschfeldt.2003
<http://www.oilproduction.net/files/CAPSA-HisteresisHidrocarburos2003.pdf>
3. **Explotación de pozos con PCP en Yacimiento Diadema.** Laura Farías, Marcelo Hirschfeldt. Compañías Asociadas Petroleras S.A. 2003
<http://www.oilproduction.net/files/PCP-CAPSA-2003.pdf>
4. **PCPump experience in Diadema Oilfield - Golfo San Jorge Basin.**
por Marcelo Hirschfeldt- 2001
<http://www.oilproduction.net/files/capsa-pcpworkshop.pdf>
5. **General Guidelines for Failure Analysis Of Downhole Progressing Cavity Pumps.** por Ken Saveth - Weatherford International.
http://www.pcpump.oilproduction.net/files/KenSaveth_Failure_analysis.pdf
6. **Elastómeros: Comportamiento con la temperatura y agente abrasivos** . por Eduardo Young - PCP Oil Tools- Argentina
<http://www.oilproduction.net/files/Young.pdf>
7. **Manual de Bombeo de cavidades progresivas – C-FER**
8. **Norma ISO 15136-1:2001 - Downhole equipment for petroleum and natural gas industries -- Progressing cavity pump systems for artificial lift -- Part 1: Pumps**
9. **Catálogo Tenaris Sucker Rod**
10. **Catálogo de Bombeo de cavidades progresivas**
 - 10.1. Weatherford-Geremia
 - 10.2. Netzsch
 - 10.3. Kudu
 - 10.4. Robbins & Myers

Acerca del Autor

Marcelo Hirschfeldt a trabajado en la industria del Upstream durante 18 años. Se ha desempeñado como supervisor de producción, mantenimiento y equipos de torre y alambre en los principales yacimientos de la cuenca del Golfo San Jorge, Patagonia Argentina.

También se ha desempeñado como Ingeniero de Producción y coordinando equipos de Ingeniería de Yacimientos en los últimos años.

Su experiencia en lo que respecta a sistemas de levantamiento artificial, lo ha llevado a participar directamente en la operación, instalaciones en campo, análisis de fallas, inspección en talleres, optimización de los sistemas y desarrollo de nuevas tecnologías, de los principales sistemas de la cuenca, como lo son PC Pump, ESP, Bombeo recíprocante y Jet Pump Hidráulico.

Marcelo ha presentado diversos trabajos y papers en eventos regionales e internacionales y participa en forma activa en distintas comisiones de la Society of Petroleum Engineering, tanto directivas como técnicas. A formado parte de los equipos de trabajo en las siguientes empresas: ASTRA C.A.P.S.A E&P, Ajax Corp, CAPSA Capex y Pan American Energy.

Es docente de la cátedra de Producción en la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco en la carrera de Ing. en Petróleo desde el año 2000.

También es el fundador y director de OilProduction Consulting & Training y www.oilproduction.net, sitio que difunde información técnica del Upstream a más de 9,500 contactos registrados en América.

Consultoría y entrenamiento en Sistemas de Levantamiento Artificial (SLA)

OilProduction Consulting & Training ofrece cursos y consultoría, acorde a las necesidades de su empresa.

Cursos - Entrenamientos

- SLA: selección, diseño, optimización, nuevas tecnologías, proveedores
- Como prolongar el ciclo de vida de su sistema de extracción?
- Cual es el mejor sistema de extracción para producir su campo?
- Mejores prácticas en la operación de yacimientos maduros
- Optimización de la producción
- Se cuenta con una importante red de contactos de especialistas y proveedores de productos y servicios.

Entrenamientos

OilProduction C&T ofrece cursos " In House" a la medida de sus necesidades. Consulte por los siguientes cursos:

- Introducción a los sistemas de extracción artificial: Gas Lift, Plunger Lift, PCP/BCP, ESP, Bombeo mecánico y jet Pump
- Cursos específicos que contienen introducción, selección, diseño, operación y optimización de:
 - o Bombeo de cavidades progresivas - PCP/BCP
 - o Bombeo electrosumergible - ESP
 - o Bombeo recíprocante

Visite <http://www.oilproduction.net/cursos.html>

Contactos

Marcelo Hirschfeldt

Cel +549 2974324462

e-mail marcelo@oilproduction.net

MSN m_hirschfeldt@hotmail.com

skype MarceloHirschfeldt

Argentina

Acerca del Autor

Marcelo Hirschfeldt a trabajado en la industria del Upstream durante 18 años. Se ha desempeñado como supervisor de producción, mantenimiento y equipos de torre y alambre en los principales yacimientos de la cuenca del Golfo San Jorge, Patagonia Argentina.

También se ha desempeñado como Ingeniero de Producción y coordinando equipos de Ingeniería de Yacimientos en los últimos años.

Su experiencia en lo que respecta a sistemas de levantamiento artificial, lo ha llevado a participar directamente en la operación, instalaciones en campo, análisis de fallas, inspección en talleres, optimización de los sistemas y desarrollo de nuevas tecnologías, de los principales sistemas de la cuenca, como lo son PC Pump, ESP, Bombeo recíprocante y Jet Pump Hidráulico.

Marcelo ha presentado diversos trabajos y papers en eventos regionales e internacionales y participa en forma activa en distintas comisiones de la Society of Petroleum Engineering, tanto directivas como técnicas. A formado parte de los equipos de trabajo en las siguientes empresas: ASTRA C.A.P.S.A E&P, Ajax Corp, CAPSA Capex y Pan American Energy.

Es docente de la cátedra de Producción en la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco en la carrera de Ing. en Petróleo desde el año 2000.

También es el fundador y director de OilProduction Consulting & Training y www.oilproduction.net, sitio que difunde información técnica del Upstream a más de 6,500 contactos registrados en América.

Consultoría y entrenamiento en Sistemas de Levantamiento Artificial (SLA)

OilProduction Consulting & Training ofrece cursos y consultoría, acorde a las necesidades de su empresa.

Cursos - Entrenamientos

- SLA: selección, diseño, optimización, nuevas tecnologías, proveedores
- Como prolongar el ciclo de vida de su sistema de extracción?
- Cual es el mejor sistema de extracción para producir su campo?
- Mejores prácticas en la operación de yacimientos maduros
- Optimización de la producción
- Se cuenta con una importante red de contactos de especialistas y proveedores de productos y servicios.

Entrenamientos

OilProduction C&T ofrece cursos " In House" a la medida de sus necesidades. Consulte por los siguientes cursos:

- Introducción a los sistemas de extracción artificial: Gas Lift, Plunger Lift, PCP/BCP, ESP, Bombeo mecánico y jet Pump
- Cursos específicos que contienen introducción, selección, diseño, operación y optimización de:
 - o Bombeo de cavidades progresivas - PCP/BCP
 - o Bombeo electrosumergible - ESP
 - o Bombeo recíprocante

Consulte por los cursos Abiertos de 2008 <http://www.oilproduction.net/cursos.html>

Contactos

Marcelo Hirschfeldt

Cel +549 2974134350

e-mail info@oilproduction.net

MSN m_hirschfeldt@hotmail.com

skype MarceloHirschfeldt

Argentina

ANEXO 1 - Guia para el diseño de un equipo PCP

A continuación se detallan los pasos a seguir para calcular y analizar las variables de diseño de una instalación de bombeo con PCPump(Bomba de Cavidades Progresivas). Es una guía simple y simplificada debido a las condiciones planteadas, las cuales podrían volverse más complejas según el tipo de fluido, caudales, profundidad y tipo de pozo a ser producido. Los pasos son los siguientes:

1. Datos del pozo
2. Datos de la Bomba
3. Calculo teórico del caudal
4. Cálculo de presión sobre la bomba
5. Calculo de la potencia consumida
6. Cálculo de torques
7. Cálculo de esfuerzos axiales
 - 1- Debido a la presión sobre la bomba
 - 2- Debido al peso de las varilla
8. Cálculo de las tensiones combinadas
9. Cálculo de estiramiento de la sarta de varillas

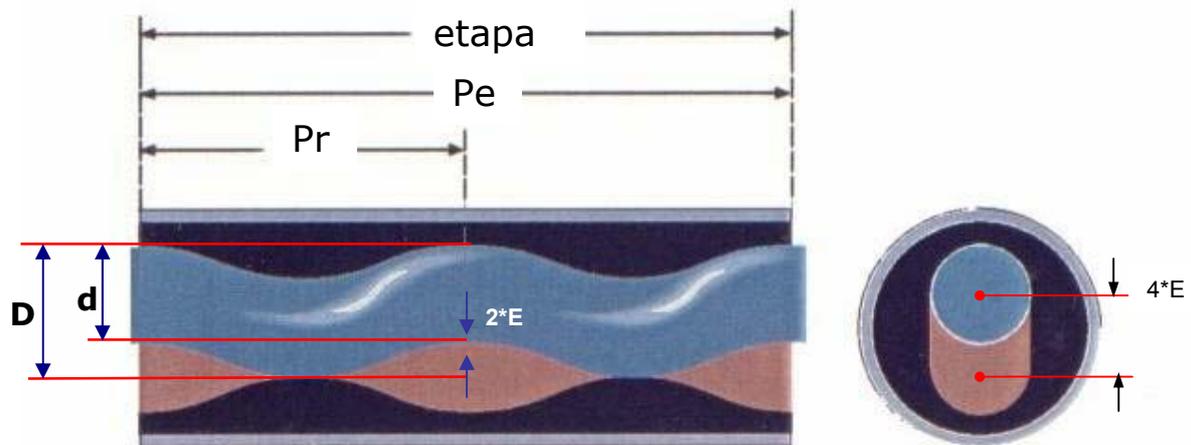
*(Para este ejemplo, los cálculos fueron realizados habiendo elegido previamente un modelo de bomba, teniendo en cuenta los requerimientos de caudal)

1- Datos del pozo

Casing :	7"
Tubing :	3 1/2" 7.4#
Varilla:	1" x 25' grado D
Caudal requerido:	225 [m3/d]
Profundidad de instalación:	900 [m bbdp]
Nivel dinámico:	750 [m]
% de agua:	98
densidad del petróleo:	0.86
densidad del agua:	1.01
presión en boca de pozo:	10 [kg/cm2]

2- Datos de la Bomba

Marca:	GEREMIA
Modelo:	20-40-2100 <ul style="list-style-type: none"> - 2000 PSI presión máxima - 40 serie 4" de OD - 2100 barriles/día @ 500 rpm
Geometría :	Single lobular
Elastómero:	NBRA (base nitrílica)



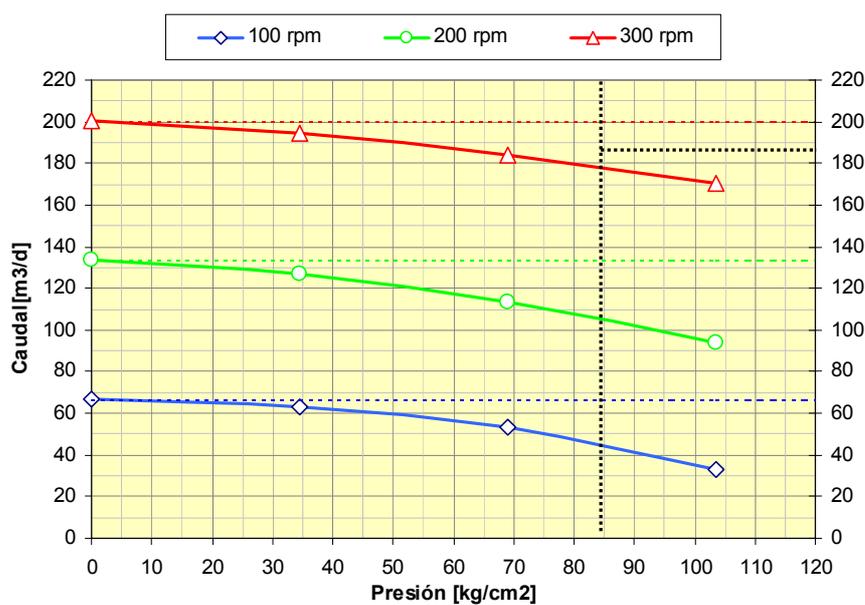
E: excentricidad del rotor
 Pr : Paso del rotor
 Pe : paso del estator = 2 * Pr

 $D-d = 2 * E$

Dimensiones de diseño de la bomba

D: 60 mm
 d: 40 mm
 E : 10 mm
 Pe: 300 mm
 Pr: 150 mm

Ensayo en banco de test



Datos de test

fluido: agua (1 cp)
 temp: 60 °C
 duración: 15 min
 tiempo precalentamiento:
 2 hs

Si bien por catálogo, se puede obtener la constante volumétrica de la bomba, se plantea el ejercicio para determinar la constante volumétrica de la bomba según sus dimensiones, las cuales podrían ser suministradas por el fabricante.

La sección de cada cavidad generada es:

$$A = 4 * d * E$$

$$A = 4 * 4 \text{ [cm]} * 1 \text{ [cm]}$$

$$A = 16 \text{ [cm}^2\text{]}$$

La mínima longitud requerida por la bomba para crear un efecto de acción de bombeo es UN PASO (un paso de estator), esta es entonces una bomba de un etapa. Cada longitud adicional de paso da por resultado un etapa más.

El desplazamiento de la bomba, es el volumen producido por cada vuelta del rotor (es función del área y de la longitud de la etapa)

$$V = A * Pe$$

$$V = 16 \text{ [cm}^2\text{]} * 30 \text{ [cm]}$$

$$V = 480 \text{ [cm}^3\text{]} = 0.00048 \text{ [m}^3\text{]}$$

En tanto, el caudal es directamente proporcional al desplazamiento y a la velocidad de rotación N.

$$Q = V * N = V * \text{RPM} = 1/\text{min}$$

$$Q = 0.00048 \text{ [m}^3\text{]} * 1/\text{min} * 60 \text{ min/h} * 24 \text{ h/día}$$

$$Q = 0.6912 \text{ [m}^3\text{/d /RPM]} \text{ (cte volumétrica C)}$$

4- Cálculo de presión sobre la bomba (TDH)

La presión total sobre la impulsión de la bomba esta dada por los siguientes términos:

- a)- **P_{bdp}** : presión de boca de pozo
- b)- **P_{fricción}**: pérdida de carga por fricción entre tubing y varilla
- c)- **P_{Nivel}**: presión debido a la columna de líquido a elevar

a)- **P_{bdp}** = 10 kg/cm²

b)- **P_{fricción}** = long. Tubing * factor de pérdida de carga

De la tabla 1 (Friction loss factor) para un caudal de 220 m³/d y varilla de 1" dentro de tbg de 3 1/2":

$$\text{Factor} = 0.000107 \text{ [kg/cm}^2 \text{ / m / cp]}$$

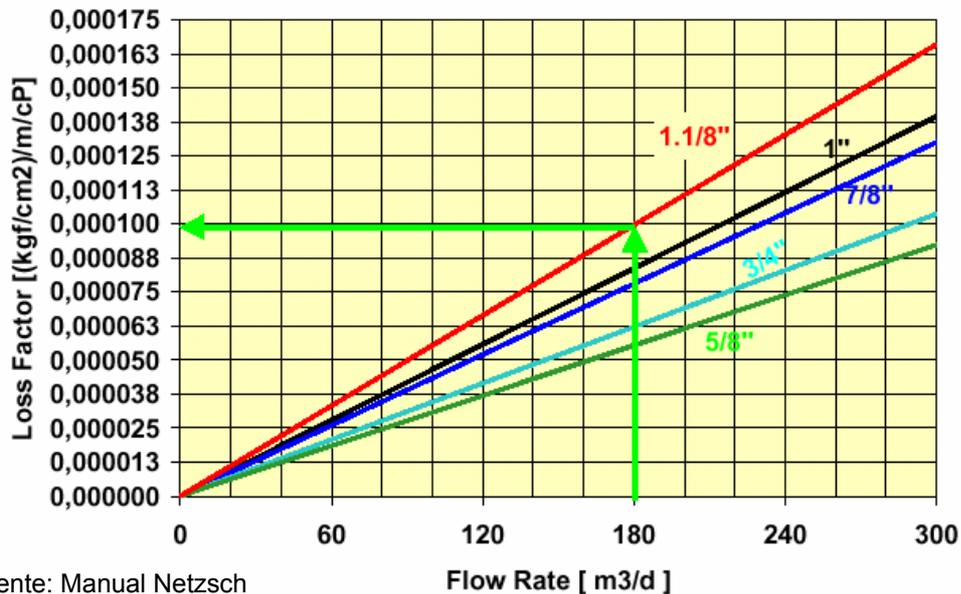
Si consideramos que para una viscosidad ≈ 1 :

$$P.\text{fricción} = 900 \text{ [m]} * 0.000107 \text{ [kg/cm}^2 \text{ / m / cp]} * 1 \text{ [cp]}$$

$$P.\text{fricción} = 0.09 \text{ Kg/cm}^2 \approx 0 \text{ (*)}$$

(*) para fluidos con alto % de agua, la pérdida de carga entre tubing y varillas es despreciable. Esta situación se ve favorecida a su vez por el diámetro del tubing.

Friction Loss Factor 3.1/2" Tubing x 5/8", 3/4", 7/8" and 1" Rods



c) - **P.Nivel** = columna de líquido (nivel dinámico) en [kg/cm²]

$$P.Nivel \left[\frac{kg}{cm^2} \right] = \frac{nivel[m] * \rho \left[\frac{gr}{cm^3} \right]}{10} =$$

$$P.Nivel = 750 \text{ m} * 1.01 \text{ gr/cm}^3 / 10 \approx 75 \text{ kg/cm}^2$$

Presión total [kg/cm²] = 10 + 75 = 85 Kg / cm²

5- Cálculo de potencia consumida

Potencia Hidráulica [HHp] = Caudal[m³/d] * Presión[kg/cm²] * 0.0014

Potencial consumida[Hp] = HHp / η

donde η es el rendimiento energético = [potencia teórica]/[potencia suministrada]

Para el caso de bombas PCP se considera un rendimiento ≈ 0.6-0.7.

En este caso en particular consideramos un η = 0.6

$$HHp = 225 \text{ [m}^3/\text{d}] * 85 \text{ [kg/cm}^2\text{]} * 0.0014$$

$$HHp = 26.7$$

$$Hp = 26.7 / 0.6 \approx 45 \text{ Hp}$$

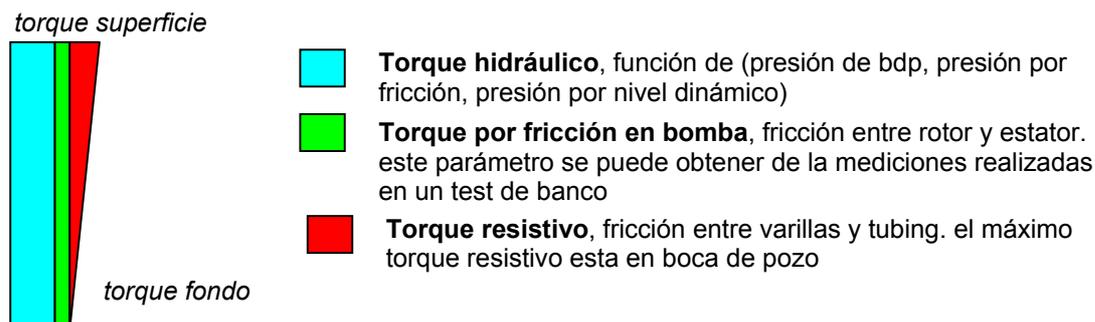
6- Cálculo de torque

Al transmitir la rotación al rotor desde superficie a través de las varillas de bombeo, la potencia necesaria para elevar el fluido me genera un torque resistivo el cual tiene la siguiente expresión:

$$\text{Torque} = K * \text{Hp} / \text{RPM} \quad (\text{Ecu.1})$$

La componente total de torque medida en boca de pozo tiene las siguientes componentes:

Torque total : Torque Hidráulico + Torque fricción + Torque resistivo



Para nuestro caso solo consideraremos el torque hidráulico debido a su incidencia. Si bien el torque por fricción posee un valor relativamente bajo, el mismo se puede incrementar al producir fluidos con arena o si el elastómero del estator comienza a endurecerse o hincharse

Debemos calcular a cuantas **RPM** deberá girar el rotor(las varillas) para poder calcular el torque requerido en superficie.

En el punto 3 se calculó el caudal teórico de la bomba, es decir cuando volumen desplace por día, por RPM:

$$C = 0.6912 \text{ [m}^3\text{/d/RPM]} \quad C : \text{cte volumétrica}$$

$$Q \text{ [m}^3\text{/d]} = C * \text{RPM} * \text{efic} \quad \text{efic} = \text{eficiencia volumétrica}$$

Para estimar la eficiencia volumétrica de la bomba analizaremos la curva de test a 300 RPM que se aproxima al caudal que queremos producir.

Se puede observar que a la presión de 85 [kg/cm²] (la cual fue calculada como contrapresión a la salida de la bomba), el caudal a 300 RPM es de 180 [m³/d]. Por otro lado el caudal a 300 RPM y 0 [kg/cm²] es de \approx 200 [m³/d].

Si consideramos este último como caudal al 100% de eficiencia volumétrica, podríamos estimar la eficiencia en las condiciones reales de operación:

$$\text{efic} [\%] = 180 / 200 = 90 \% (*)$$

Para determinar las RPM de operación estimadas:

$$\text{RPM} = Q[\text{m}^3\text{/d}] / C / \% \text{efic}/100$$

$$\text{RPM} \approx 225 \text{ [m}^3\text{/d]} / 0.6912 \text{ [m}^3\text{/dia/RPM]} / 0.9$$

$$\text{RPM} \approx 360$$

() consideramos que la eficiencia volumétrica a 360 RPM es igual que a 300 RPM. En la practica se puede observar, analizando las curvas de test, que la eficiencia volumétrica aumenta a medida que se incrementan las RPM(manteniendo la presión constante)*

Volviendo a la (ecu.1)

$$\text{Torque} = K * \text{Hp} / \text{RPM} \quad K = 5252 \text{ para torque [lb*ft]}$$

$$\text{Torque [lb*ft]} = 5252 * 45 [\text{Hp}] / 360$$

$$\text{Torque} = 656 [\text{lb* ft}] \text{ o } 885 [\text{N*m}]$$

7- Cálculo de esfuerzos axiales

La carga axial que soportan las varillas de bombeo consta de dos componentes principales.

- a)- debido al peso de la varillas
- b)- debido al efecto de la presión sobre la impulsión de la bomba.

a)- Debido al peso de varillas (F1)

Peso aproximado de varilla 1" \approx 4.322 Kg/m

$$F1 = \text{Longitud[m]} * 4.322 \text{ Kg/m}$$

$$F1 = 900 [\text{m}] * 4.322 [\text{kg/m}]$$

$$F1 \approx 3890 [\text{Kg}]$$

b)- Debido a la presión sobre la bomba (presión diferencial) (F2)

Para calcular la carga axial debido a la presión sobre la bomba se debe considerar el efecto de la presión sobre la proyección efectiva del rotor de la bomba(*)

$$F2 = \text{Presión total} * \text{Area efectiva}$$

(*) llamamos proyección efectiva del rotor a la superficie proyectada del rotor, menos la sección de la varilla de bombeo.

$$\text{Area efectiva} = \text{Area proyectada del rotor} - \text{área de la varilla de bombeo}$$

Por el catálogo de GEREMIA- Weatherford, el área efectiva para la bomba 14-40-2100 y varillas de 1" de diámetros:

$$\text{área efectiva} = 18,14 \text{ cm}^2$$

$$F2 = 85 [\text{kg/cm}^2] * 18.14 [\text{cm}^2]$$

$$F2 \approx 1540 [\text{kg}]$$

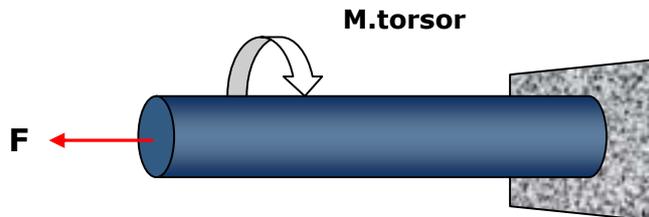
$$F = 1540 + 3890 [\text{kg}]$$

$$F = 5430 [\text{Kg}]$$

8- Cálculo de tensiones combinadas

Para calcular las tensiones combinadas se debe tener conocimiento de la componentes:

- axial (tensión a la tracción) : σ
- tangencial(tensión a la torsión) T



definiciones:

σ : tensión a la tracción = F /área de la barra

T: tensión a la torsión = M.Torsor / Wt

M.Torsor= Torque calculado = 656 [lbxft] = **90 [kgxm]**

Wt: Módulo resistente polar = Jp / radio de barra

Jp: Momento de inercia polar = $\pi \cdot d^4 / 32$ (para una barra cilíndrica maciza)

$$Tension_combinada = \sqrt{(\sigma^2 + 4 \times T^2)}$$

$$\sigma = 5430 \text{ [kg]} / 5.06 \text{ [cm}^2\text{]} = \mathbf{1073 \text{ [kg/cm}^2\text{]}}$$

$$\mathbf{Jp = 4.08 \text{ [cm}^4\text{]}}$$

$$\mathbf{Wt = 3.21 \text{ [cm}^3\text{]}}$$

$$\mathbf{T = 90 \text{ [kgxm]} \cdot 100 / 3.21 \text{ [cm}^3\text{]}}$$

$$\mathbf{T = 2803 \text{ [kg/cm}^2\text{]}}$$

$$Tension_combinada = \sqrt{(1073^2 + 4 \times 2803^2)}$$

$$\text{Tensión combinada} \approx 5700 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

$$S = \sigma_{adm} / \sigma_{calculado}$$

$$\sigma_{adm} \text{ varilla grado "D"} = 6300 \text{ [Kg / cm}^2\text{]} (\text{tensión de escurrimiento})$$

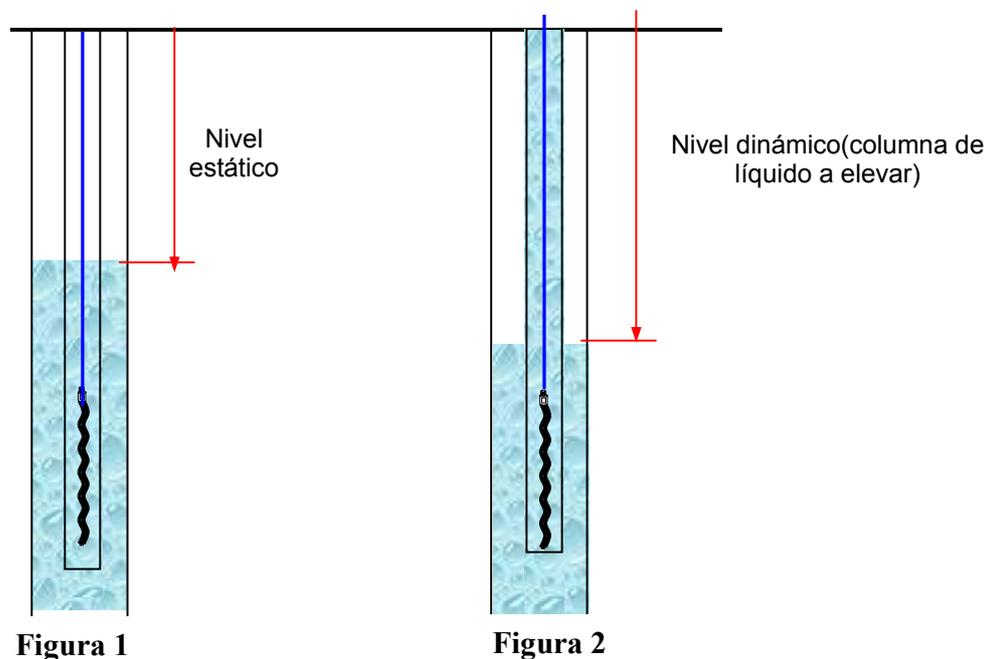
9-Cálculo de estiramiento de las varillas

Una vez bajada la instalación de varillas de bombeo con el rotor se debe ajustar la medida de dicha sarta para que el rotor trabaje dentro del estator durante su operación.

Antes de la puesta en marcha, la columna de fluido entre el espacio anular tubing-casing es igual a la columna de líquido que se encuentra en el espacio anular varilla-tubing(**fig 1**). De esta forma no existe presión diferencial en la bomba, por lo tanto las varillas de bombeo no se encuentran sometidas a un estiramiento debido a la presión sobre el rotor.

Cuando la bomba comienza a producir, aumenta la columna de líquido en el interior del tubing y se produce el descenso del nivel de fluido en el anular casing-tubing(**fig 2**) hasta llegar a una condición de equilibrio dada por el índice de potencial del reservorio. Este aumento en la carga axial en las varillas (ver punto 7) me produce un estiramiento en la sarta de varillas de bombeo el cual está regido por la **Ley de Hooke**.

Esta distancia, junto a la longitud del niple de paro se deberán tener en cuenta ya que permite realizar el ajuste de medida en condiciones estáticas, las cuales se modificarán y adaptarán en condiciones dinámicas.



$$Y = (\Delta L + \Delta LT) + D$$

Y : elongación total

ΔL : elongación debido a carga axial por presión diferencial

ΔLT : elongación debido a dilatación térmica(solo se considera si instala un ancla de tensión)

D: longitud del niple de paro (stop pin) = 50 cm (depende generalmente del modelo de bomba)

$$\Delta L = l_0 * F_2 / E * S$$

l_0 : longitud de la sarta de varillas [cm]

F_2 : carga axial debido a presión diferencial sobre la bomba[Kg]

E: Módulo de elasticidad del acero (2000000 Kg/cm²)

S: área transversal de la barra [cm²]

$$\Delta L = 900 [m] * 100 * 1540 [kg] / 2000000 [kg/cm^2] * 5.06 [cm^2]$$

$$\Delta L \approx 14 [cm]$$

$$Y = 14 + 50 = 64 [cm]$$

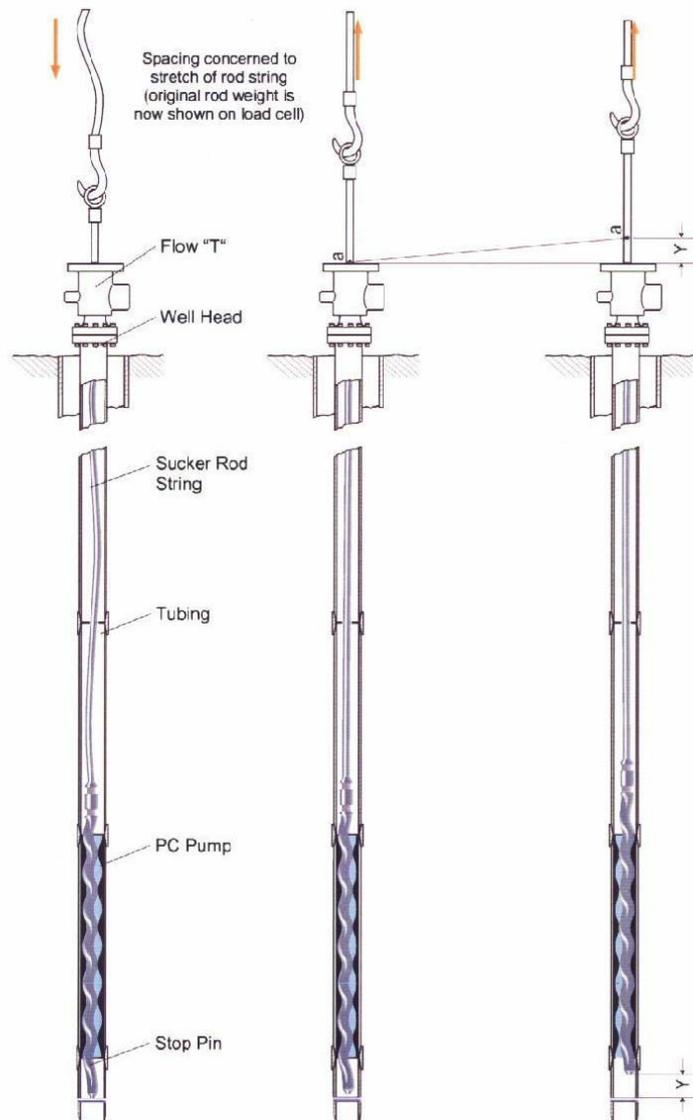


Fig.1. La sarta esta apoyada sobre el "stop pin"

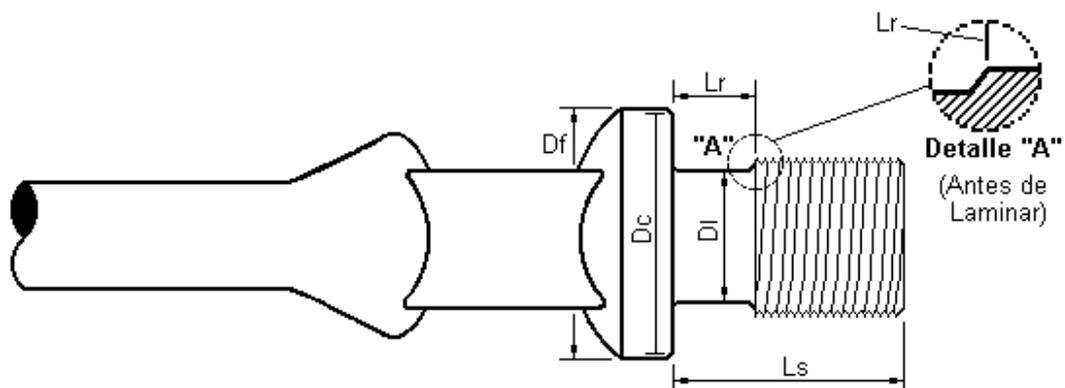
Fig.2. Se tensiona la sarta hasta recuperar el peso completo de la misma

Fig.3. Se levanta la sarta una distancia Y, y se realiza el ajuste de medida en superficie

Fuente: Manual Netzsch

DIMENSIONES GENERALES PARA VARILLAS DE BOMBEO Y TROZOS DE MANIOBRA

(Todos los valores que no tengan unidades están expresados en milímetros)



Parámetro		5/8"	3/4"	7/8"	1"	1 1/8"
Diámetro MAYOR de la cara de contacto (Dc)	Min.	29,90	36,25	39,42	47,37	53,59
Diámetro del Desahogo de Rosca (DI)	Min.	19,94	23,11	26,29	31,04	35,79
	Max.	20,20	23,37	26,55	31,30	36,05
Diámetro del Respaldo (Df)	Min.	31,50	37,85	41,03	50,55	56,77
	Max.	31,88	38,23	41,41	50,93	57,53
Longitud del PIN desde el Extremo hasta el Espejo (Ls)	Min.	31,75	36,50	41,28	47,63	53,98
	Max.	33,32	38,07	42,85	49,20	55,55
Longitud del Desahogo (Lr)	Min.	13,11	15,09	17,07	20,24	22,23
	Max.	13,90	15,88	17,86	21,03	23,02
Paralelismo de la Cara de Contacto (Espejo)	Al entrar el calibre anillo P8 (pasa) en contacto con el espejo, una galga de 0,051 mm de espesor, no debe entrar en ningún punto entre las caras.					
Rosca Mínima (Filete Bajo)	El calibre anillo P6 (no pasa) no debe entrar en el PIN roscado más de 3 vueltas.					
Rosca Máxima (Filete Alto)	El calibre anillo P8 (pasa) debe enroscar hasta hacer contacto con el espejo de la varilla.					
Diámetro MAYOR de Rosca (*)	Min.	23,452	26,624	29,799	34,559	39,319
	Max.	23,779	26,952	30,127	34,887	39,647
Diámetro MEDIO de Rosca (*)	Min.	21,981	25,146	28,321	33,071	37,826
	Max.	22,128	25,303	28,476	33,236	37,998
Diámetro MENOR de Rosca (*)	Max.	20,663	23,835	27,010	31,770	36,530
(*) Estos parámetros solo se listan como referencia.						

PESOS DE VARILLAS DE BOMBEO - VASTAGOS Y BARRAS DE PESOS

DESCRIPCION	LARGO (Pies)	PESOS SIN CUPLAS (Kg)										
		5/8"	3/4"	7/8"	7/8" Pin 1"	1"	1" Pin 7/8"	1 1/8" Pin 7/8"	1 1/8"	1 1/4" Pin 1"	1 1/4" Pin 1 1/8"	1 1/2" Pin 1 1/8"
TROZO	2'	0,973	1,42	1,964	2,00	2,61	2,61	3,25	3,37	4,08	4,16	6,00
TROZO	3'	1,45	2,105	2,90	2,93	3,83	3,83	4,79	4,91	5,99	6,07	8,74
TROZO	4'	1,921	2,785	3,82	3,86	5,04	5,04	6,32	6,44	7,87	7,96	11,46
TROZO	5'	2,40	3,47	4,753	4,79	6,26	6,26	7,86	7,98	9,78	9,86	14,19
TROZO	6'	2,87	4,15	5,676	5,71	7,46	7,46	9,89	9,51	11,66	11,74	16,91
TROZO	7'	3,344	4,834	6,611	6,65	8,68	8,68	10,93	11,05	13,57	13,65	19,65
TROZO	8'	3,815	5,51	7,533	7,57	9,89	9,89	12,45	12,58	15,45	15,53	22,37
TROZO	10'	4,761	6,874	9,39	9,42	12,31	12,31	15,52	15,65	19,24	19,32	27,82
TROZO	12'	5,709	8,239	11,25	11,28	14,74	14,74	18,59	18,72	23,03	23,11	33,28
VARILLA	25'	12,31	17,84	24,01	24,66	31,90	31,18	39,39	39,39	49,10	49,10	69,53
VARILLA	30'	14,68	21,20	28,54	-	37,99	-	47,09	47,09	58,89	58,14	83,18
CUPLAS VARILLAS	S.H	0,35	0,53	0,59	0,96	0,96	0,59	0,59	0,59	0,96	-	-
CUPLAS VARILLAS	F.S	0,63	0,70	0,85	1,28	1,28	0,85	0,85	0,85	1,28	1,59	1,59
CUPLAS VASTAGOS	S.H	0,35	0,53	0,59	0,96	0,96	0,59	0,59	0,59	0,96	1,36	-
CUPLAS VASTAGOS	F.S	0,63	0,70	0,85	1,28	1,28	0,85	0,85	0,85	1,28	1,59	1,59
CUPLAS VASTAGOS	S.F.S	-	-	2,54	2,36	2,36	2,54	2,54	2,54	-	-	-

DESCRIPCION	LARGO (Pies)	PESOS CON CUPLAS FS (Kg)										
		5/8"	3/4"	7/8"	7/8" Pin 1"	1"	1" Pin 7/8"	1 1/8" Pin 7/8"	1 1/8"	1 1/4" Pin 1"	1 1/4" Pin 1 1/8"	1 1/2" Pin 1 1/8"
TROZO	2'	1,60	2,12	2,81	3,28	3,89	3,46	4,10	4,22	5,36	5,75	7,59
TROZO	3'	2,08	2,81	3,75	4,21	5,11	4,68	5,64	5,76	7,27	7,66	10,33
TROZO	4'	2,55	3,49	4,67	5,14	6,32	5,89	7,17	7,29	9,15	9,55	13,05
TROZO	5'	3,03	4,17	5,60	6,07	7,54	7,11	8,71	8,83	11,06	11,45	15,78
TROZO	6'	3,50	4,85	6,53	6,99	8,74	8,31	10,74	10,36	12,94	13,33	18,50
TROZO	7'	3,97	5,53	7,46	7,93	9,96	9,53	11,78	11,90	14,85	15,24	21,24
TROZO	8'	4,45	6,21	8,38	8,85	11,17	10,74	13,30	13,43	16,73	17,12	23,96
TROZO	10'	5,39	7,57	10,24	10,70	13,59	13,16	16,37	16,50	20,52	20,91	29,41
TROZO	12'	6,34	8,94	12,10	12,56	16,02	15,59	19,44	19,57	24,31	24,70	34,87
VARILLA	25'	12,94	18,54	24,86	25,94	33,18	32,03	40,24	40,24	50,38	50,69	71,12
VARILLA	30'	15,31	21,90	29,39	-	39,27	-	47,94	47,94	60,17	59,73	84,77

DESCRIPCION	LARGO (Pies)	PESOS CON CUPLAS SH (Kg)										
		5/8"	3/4"	7/8"	7/8" Pin 1"	1"	1" Pin 7/8"	1 1/8" Pin 7/8"	1 1/8"	1 1/4" Pin 1"	1 1/4" Pin 1 1/8"	1 1/2" Pin 1 1/8"
TROZO	2'	1,32	1,95	2,55	2,96	3,57	3,20	3,84	3,96	5,04	-	-
TROZO	3'	1,80	2,64	3,49	3,89	4,79	4,42	5,38	5,50	6,95	-	-
TROZO	4'	2,27	3,32	4,41	4,82	6,00	5,63	6,91	7,03	8,83	-	-
TROZO	5'	2,75	4,00	5,34	5,75	7,22	6,85	8,45	8,57	10,74	-	-
TROZO	6'	3,22	4,68	6,27	6,67	8,42	8,05	10,48	10,10	12,62	-	-
TROZO	7'	3,69	5,36	7,20	7,61	9,64	9,27	11,52	11,64	14,53	-	-
TROZO	8'	4,17	6,04	8,12	8,53	10,85	10,48	13,04	13,17	16,41	-	-
TROZO	10'	5,11	7,40	9,98	10,38	13,27	12,90	16,11	16,24	20,20	-	-
TROZO	12'	6,06	8,77	11,84	12,24	15,70	15,33	19,18	19,31	23,99	-	-
VARILLA	25'	12,66	18,37	24,60	25,62	32,86	31,77	39,98	39,98	50,06	-	-
VARILLA	30'	15,03	21,73	29,13	-	38,95	-	47,68	47,68	59,85	-	-

DESCRIPCION	LARGO (Pies)	PESOS VASTAGOS (Kg)		VAST.c/ CUPLAS VAST. SH		VAST.c/ CUPLAS VAST. FS		VAST.c/ CUPLAS VAST. SFS	
		1 1/4" Pin 7/8"	1 1/2" Pin 1"	1 1/4" Pin 7/8"	1 1/2" Pin 1"	1 1/4" Pin 7/8"	1 1/2" Pin 1"	1 1/4" Pin 7/8"	1 1/2" Pin 1"
VASTAGOS	7'	14,77	20,60	15,36	21,56	15,62	21,88	17,31	22,96
	8'	16,66	23,33	17,25	24,29	17,51	24,61	19,20	25,69
	11'	22,35	31,52	22,94	32,48	23,20	32,80	24,89	33,88
	16'	31,83	45,17	32,42	46,13	32,68	46,45	34,37	47,53
	19'	37,51	53,36	38,10	54,32	38,36	54,64	40,05	55,72
	22'	43,20	61,54	43,79	62,50	44,05	62,82	45,74	63,90
	24'	46,99	67,00	47,58	67,96	47,84	68,28	49,53	69,36
	26'	50,78	72,46	51,37	73,42	51,63	73,74	53,32	74,82
	34'	65,94	94,30	66,53	95,26	66,79	95,58	68,48	96,66

DESCRIPCION	LARGO (Pies)	PESOS BARRAS DE PESO (Kg)						
		1 1/4" Pin 5/8"	1 1/4" Pin 3/4"	1 3/8" Pin 5/8"	1 3/8" Pin 3/4"	1 1/2" Pin 3/4"	1 5/8" Pin 7/8"	1 3/4" Pin 7/8"
BARRA DE PESO	25'	48,77	48,77	56,77	56,77	68,12	79,48	95,33
	30'	58,52	58,52	68,12	68,12	81,75	95,37	114,39

Varillas de Bombeo: Mecánico

Bombeo Mecánico	
Requerimiento	Varilla recomendada
Bajas cargas en pozos no corrosivos	API Grado C
Bajas y medianas cargas en pozos corrosivos	API Grado K
Cargas moderadas en pozos no corrosivos	API Grado D carbon
Cargas moderadas en pozos corrosivos	Premium Grado KD special
Altas cargas en pozos no corrosivos	API Grado D alloy
Muy altas cargas en pozos no corrosivos	Premium UHS NR Premium Plus
Muy altas cargas en pozos corrosivos	Premium Special

Varillas de Bombeo: API Grado C

Diseñada para su utilización con cargas bajas y medianas en pozos no corrosivos o efectivamente inhibidos.

Propiedades Mecánicas		
Resistencia a la tensión (Kpsi)		
YS (Ksi)	60 min.	
UTS (Ksi)	90-115	
Resistencia a la torsión (lb . ft)		
	Fluencia	Rotura
5/8"	140	210
3/4"	240	360
7/8"	380	570
7/8" pin 1"	380	570
1"	570	850
1 1/8"	810	1210
1 1/4" pin 1"	1100	1660

Composición Química	
Acero	1530 M
C	0,31 - 0,36
Mn	1,40 - 1,60
S	0,025 Mx
P	0,025 Mx
Si	0,25 - 0,40
Ni	0,15 Mx
Cr	0,2 Mx
Mo	0,05 Mx
V	0,10 - 0,15
Nb	
Cu	0,25 Mx

Microestructura	Tratamiento Térmico
Ferrita - Perlita	Normalizado y revenido

Varillas de Bombeo: API Grado K

Diseñada para su utilización con cargas bajas y medianas en pozos corrosivos a los que se recomienda inhibir.

Propiedades Mecánicas		
Resistencia a la tensión (Kpsi)		
YS (Ksi)		60 min.
UTS (Ksi)		90-115
Resistencia a la torsión (lb . ft)		
	Fluencia	Rotura
5/8"	140	210
3/4"	240	360
7/8"	380	570
7/8" pin 1"	380	570
1"	570	850
1 1/8"	810	1210
1 1/4" pin 1"	1100	1660

Composición Química	
Acero	4621 M
C	0,18 - 0,25
Mn	0,70 - 1,00
S	0,025 Mx
P	0,025 Mx
Si	0,15 - 0,30
Ni	0,26 - 2,00
Cr	0,2 Mx
Mo	0,2 - 0,30
V	
Nb	
Cu	0,25 Mx

Microestructura	Tratamiento Térmico
Ferrita - Perlita	Normalizado y revenido

Varillas de Bombeo: API Grado D Carbón

Diseñada para su utilización con cargas moderadas en pozos no corrosivos o efectivamente inhibidos.

Propiedades Mecánicas		
Resistencia a la tensión (Kpsi)		
YS (Ksi)		85 min.
UTS (Ksi)		115 - 140
Resistencia a la torsión (lb . ft)		
	Fluencia	Rotura
5/8"	200	265
3/4"	340	460
7/8"	540	730
7/8" pin 1"	540	730
1"	800	1090
1 1/8"	1140	1550
1 1/4" pin 1"	1570	2120

Composición Química	
Acero	1530 M
C	0,31 - 0,36
Mn	1,40 - 1,60
S	0,025 Mx
P	0,025 Mx
Si	0,25 - 0,40
Ni	0,15 Mx
Cr	0,2 Mx
Mo	0,05 Mx
V	0,10 - 0,15
Nb	
Cu	0,25 Mx

Microestructura	Tratamiento Térmico
Perlita - Ferrita	Normalizado con Enfriamiento forzado

Varillas de Bombeo: Premium Grado KD Specia I

Diseñada para su utilización con cargas moderadas a altas en pozos corrosivos a los que se recomienda inhibir.

Propiedades Mecánicas		
Resistencia a la tensión (Kpsi)		
YS (Ksi)		85 min.
UTS (Ksi)		115 - 140
Resistencia a la torsión (lb . ft)		
	Fluencia	Rotura
5/8"	200	265
3/4"	340	460
7/8"	540	730
7/8" pin 1"	540	730
1"	800	1090
1 1/8"	1140	1550
1 1/4" pin 1"	1570	2120

Composición Química	
Acero	4320 M
C	0,18 - 0,24
Mn	0,80 - 1,00
S	0,025 Mx
P	0,025 Mx
Si	0,15 - 0,35
Ni	1,15 - 1,50
Cr	0,70 - 0,90
Mo	0,20 - 0,30
V	0,03 - 0,07
Nb	
Cu	0,25 Mx

Microestructura	Tratamiento Térmico
Bainita	Normalizado y revenido

Varillas de Bombeo: Premium Grado D Alloy

Diseñada para su utilización con altas cargas en pozos no corrosivos o efectivamente inhibidos.

Propiedades Mecánicas		
Resistencia a la tensión (Kpsi)		
YS (Ksi)		85 min.
UTS (Ksi)		115 - 140
Resistencia a la torsión (lb . ft)		
	Fluencia	Rotura
5/8"	200	265
3/4"	340	460
7/8"	540	730
7/8" pin 1"	540	730
1"	800	1090
1 1/8"	1140	1550
1 1/4" pin 1"	1570	2120

Composición Química	
Acero	4142 M
C	0,40 - 0,45
Mn	0,75 - 1,00
S	0,025 Mx
P	0,025 Mx
Si	0,15 - 0,35
Ni	0,25 Mx
Cr	0,80 - 1,10
Mo	0,15 - 0,25
V	
Nb	
Cu	0,25 Mx

Microestructura	Tratamiento Térmico
Bainita	Normalizado y revenido

Varillas de Bombeo: Premium Grado UHS NR

Diseñada para su utilización con muy altas cargas en pozos no corrosivos o efectivamente inhibidos.

Propiedades Mecánicas		
Resistencia a la tensión (Kpsi)		
YS (Ksi)		115 min.
UTS (Ksi)		140 - 160
Resistencia a la torsión (lb . ft)		
	Fluencia	Rotura
5/8"	270	320
3/4"	460	560
7/8"	730	890
7/8" pin 1"	730	890
1"	1090	1320
1 1/8"	1550	1880
1 1/4" pin 1"	2120	2580

Composición Química	
Acero	4330 M
C	0,30 - 0,35
Mn	0,70 - 0,95
S	0,025 Mx
P	0,025 Mx
Si	0,15 - 0,35
Ni	1,65 - 2,00
Cr	0,80 - 1,00
Mo	0,20 - 0,30
V	0,035 - 0,070
Nb	
Cu	0,25 Mx

Microestructura	Tratamiento Térmico
Bainita	Normalizado y revenido

Varillas de Bombeo: Premium Grado Plus

Diseñada para su utilización con altas cargas en pozos no corrosivos o efectivamente inhibidos.

Posee una gran dureza superficial que mejora la resistencia a la fatiga.

Propiedades Mecánicas		
Resistencia a la tensión (Kpsi)		
YS (Ksi)		115 min.
UTS (Ksi)		140 - 160
Resistencia a la torsión (lb . ft)		
	Fluencia	Rotura
5/8"	270	320
3/4"	460	560
7/8"	730	890
7/8" pin 1"	730	890
1"	1090	1320
1 1/8"	1550	1880
1 1/4" pin 1"	2120	2580

Composición Química	
Acero	1530 M
C	0,31 - 0,36
Mn	1,40 - 1,60
S	0,025 Mx
P	0,025 Mx
Si	0,25 - 0,40
Ni	0,15 Mx
Cr	0,20 Mx
Mo	0,05 Mx
V	0,10 - 0,15
Nb	
Cu	0,25 Mx

Microestructura	Tratamiento Térmico
Núcleo de perlita - ferrita, capa exterior de martensita	Normalizado y temple superficial

Varillas de Bombeo: Grado 4138 Special

Diseñada para su utilización con cargas extremadamente altas en pozos no corrosivos o efectivamente inhibidos.

Este grado no es tan susceptible a la fragilización por hidrógeno como las otras varillas de alta resistencia.

Propiedades Mecánicas		
Resistencia a la tensión (Kpsi)		
YS (Ksi)		115 min.
UTS (Ksi)		140 - 160
Resistencia a la torsión (lb . ft)		
	Fluencia	Rotura
5/8"	270	320
3/4"	460	560
7/8"	730	890
7/8" pin 1"	730	890
1"	1090	1320
1 1/8"	1550	1880
1 1/4" pin 1"	2120	2580

Composición Química	
Acero	4138 M
C	0,38 - 0,43
Mn	1,10 - 1,40
S	0,025 Mx
P	0,025 Mx
Si	0,20 - 0,40
Ni	0,30 Mx
Cr	0,60 - 0,90
Mo	0,25 - 0,35
V	0,04 - 0,07
Nb	0,025 - 0,045
Cu	0,25 Mx

Microestructura	Tratamiento Térmico
Bainita	Normalizado y revenido



Dimensiones Cuplas para Varillas

Tipo de Cuplas	Diametro Cupla	Diametro Exterior		Largo
		D (FS)	D (SH)	
SM - T - UHS - SLF	5/8"	1,5	1,25	4
	3/4"	1,625	1,5	4
	7/8"	1,812	1,625	4
	1"	2,187	2	4
	1 1/8"	2,375	2,25	4,5

CAPACIDADES DE TIRO DE VARILLAS DE BOMBEO

DIÁMETRO	CARACTERÍSTICA	UNIDAD	TIPO DE VARILLA					
			GRADO C	GRADO K	GRADO D	GRADO PLUS	GRADO MMS-NR	GRADO UHS
5/8"	Tensión de fluencia % recom. norma API Área de varilla	psi % norma API pulg2.	60000 80% 0,31	60000 80% 0,31	85000 80% 0,31	115000 80% 0,31	115000 80% 0,31	115000 80% 0,31
	Capacidad de Tiro recomendado API	Lb. Ton.	14718,75 6,68	14718,75 6,68	20851,56 9,47	28210,94 12,81	28210,94 12,81	28210,94 12,81
	Capacidad de Tiro Máxima	Lb. Ton.	17478,52 7,94	17478,52 7,94	24761,23 11,24	33500,49 15,21	33500,49 15,21	33500,49 15,21
3/4"	Tensión de fluencia % recom. norma API Área de varilla	psi % norma API pulg2.	60000 80% 0,44	60000 80% 0,44	85000 80% 0,44	115000 80% 0,44	115000 80% 0,44	115000 80% 0,44
	Capacidad de Tiro recomendado API	Lb. Ton.	21195,00 9,62	21195,00 9,62	30026,25 13,63	40623,75 18,44	40623,75 18,44	40623,75 18,44
	Capacidad de Tiro Máxima	Lb. Ton.	25169,06 11,43	25169,06 11,43	35656,17 16,19	48240,70 21,90	48240,70 21,90	48240,70 21,90
7/8"	Tensión de fluencia % recom. norma API Área de varilla	psi % norma API pulg2.	60000 80% 0,60	60000 80% 0,60	85000 80% 0,60	115000 80% 0,60	115000 80% 0,60	115000 80% 0,60
	Capacidad de Tiro recomendado API	Lb. Ton.	28848,75 13,10	28848,75 13,10	40869,06 18,55	55293,44 25,10	55293,44 25,10	55293,44 25,10
	Capacidad de Tiro Máxima	Lb. Ton.	34257,89 15,55	34257,89 15,55	48532,01 22,03	65660,96 29,81	65660,96 29,81	65660,96 29,81
1"	Tensión de fluencia % recom. norma API Área de varilla	psi % norma API pulg2.	60000 80% 0,79	60000 80% 0,79	85000 80% 0,79	115000 80% 0,79	115000 80% 0,79	115000 80% 0,79
	Capacidad de Tiro recomendado API	Lb. Ton.	37680,00 17,11	37680,00 17,11	53380,00 24,23	72220,00 32,79	72220,00 32,79	72220,00 32,79
	Capacidad de Tiro Máxima	Lb. Ton.	47100,00 21,38	47100,00 21,38	66725,00 30,29	90275,00 40,98	90275,00 40,98	90275,00 40,98
1 1/8"	Tensión de fluencia % recom. norma API Área de varilla	psi % norma API pulg2.	60000 80% 0,99	60000 80% 0,99	85000 80% 0,99	115000 80% 0,99	115000 80% 0,99	115000 80% 0,99
	Capacidad de Tiro recomendado API	Lb. Ton.	47688,75 21,65	47688,75 21,65	67559,06 30,67	91403,44 41,50	91403,44 41,50	91403,44 41,50
	Capacidad de Tiro Máxima	Lb. Ton.	59610,94 27,06	59610,94 27,06	84448,83 38,34	114254,30 51,87	114254,30 51,87	114254,30 51,87

Nota: - Los valores indicados están referidos a las varillas. NO tienen en cuenta elementos como bombas, vástago pulido, ancas de tensión, etc. Sólo indican la resistencia a la fluencia máxima que tiene el material.
 - Los valores correspondientes a varillas Grado UHS, aplican también a varillas MMSpecial.
 - Los valores correspondientes a varillas Grado D, aplican también a varillas Grado D Special (4320).
 - Recordar que en caso de ser necesario tirar con el aparejo debe tomarse en cuenta el valor de tiro correspondiente a las varillas de MENOR diámetro de la sarta en el pozo.
 - Estas capacidades de tiro NO corresponden a los valores que indica el instrumento Martin Decker del equipo. Para ello debe considerarse el peso del aparejo, peso de la sarta, peso del fluido, capacidad del ancla, etc.
 - La carga de tiro debe aplicarse lenta y progresivamente sobre la sarta. NO golpear la sarta con el parejo al tirar.

VARILLAS DE BOMBEO HUECAS (PCPRod)				
CARACTERÍSTICA	UNIDAD	PCPRod 1000	PCPRod 1500	PCPRod 2500
Tensión de fluencia % recom. norma API Área de varilla	psi % norma API pulg2.	135000 80% 1,35	135000 80% 0,89	135000 80% 1,35
Capacidad de Tiro recomendado API	Lb. Ton.	146033,55 66,30	96216,82 43,68	146033,55 66,30
Capacidad de Tiro Máxima	Lb. Ton.	182541,94 82,87	120271,03 54,60	182541,94 82,87

Tubing Size		Nominal Weight		Grade	Wall Thickness in.	Inside Dia. in.	Threaded Coupling			Collapse Resistance psi	Internal Yield Pressure psi	Joint Yield Strength		Capacity Table		
		T & C Non-Upset lb/ft	T & C Upset lb/ft				Drift Dia. in.	Non-Upset in.	Upset Reg. in.			Upset Spec. in.	T & C Non-Upset lb	T & C Upset lb	Barrels per Linear ft	Linear ft per Barrel
3/4	1.05	1.14	1.20	H-40 J-55 C-75 N-80	0.113	0.824	0.730	1.313	1.660		7,200 9,370 12,250 12,710	7,530 10,360 14,120 15,070	6,360 8,740 11,920 12,710	13,300 18,290 24,940 26,610	0.0007	1516.13
1	1.315	1.700	1.800	H-40 J-55 C-75 N-80	0.113	1.049	0.955	1.660	1.900		6,820 8,860 11,590 12,270	7,080 9,730 13,270 14,160	10,960 15,060 20,540 21,910	19,760 27,160 37,040 39,510	0.0011	935.49
1 1/4	1.660	2.300	2.400	H-40 H-40 J-55 J-55 C-75 N-80	0.125 0.140 0.125 0.140 0.140 0.140	1.410 1.380 1.410 1.380 1.380 1.380	1.286	2.054	2.200		5,220 5,790 6,790 7,530 9,840 10,420	5,270 5,900 7,250 8,120 11,070 11,810	15,530 21,360 21,360 29,120 31,060	26,740 36,770 50,140 53,480	0.0019 0.0018 0.0019 0.0018 0.0018 0.0018	517.79 540.55 517.79 540.55 540.55 540.55
1 1/2	1.900	2.750	2.900	H-40 H-40 J-55 J-55 C-75 N-80	0.125 0.145 0.125 0.145 0.145 0.145	1.650 1.610 1.650 1.610 1.610 1.610	1.516	2.200	2.500		4,450 5,290 5,790 6,870 8,990 9,520	5,290 19,090 26,250 10,020 10,680	19,090 31,980 43,970 35,800 59,960 63,960	31,980 43,970 59,960 63,960	0.0026 0.0025 0.0026 0.0025 0.0025 0.0025	378.11 397.14 378.11 397.14 397.14 397.14
2 1/16	2.063			H-40 J-55 C-75 N-80	0.156	1.751					5,240 6,820 8,910 9,440	5,290 7,280 9,920 10,590			0.0030	335.75
2 3/8	2.375	4.00 4.60 4.00 4.60 4.00 4.60 5.80 4.00 4.60 5.80 4.60 5.80	4.70 4.70 4.70 4.70 5.95 4.70 5.95 4.70 5.95 4.70 5.95	H-40 H-40 J-55 J-55 C-75 C-75 N-80 N-80 N-80 P-105 P-105	0.167 0.190 0.167 0.190 0.167 0.190 0.254 0.167 0.190 0.254 0.190 0.254	2.041 1.995 2.041 1.995 2.041 1.995 1.867 2.041 1.995 1.867 1.995 1.867	1.947 1.901 1.947 1.901 1.947 1.901 1.773 1.947 1.901 1.773 1.901 1.773	2.875	3.063	2.910	4,880 5,520 6,340 7,180 8,150 9,380 12,180 8,660 9,940 12,890 13,250 17,190	4,920 5,600 6,770 7,700 9,230 10,500 14,040 9,840 11,200 14,970 14,700 19,650	30,130 35,960 41,430 49,450 56,500 67,430 96,560 60,260 71,930 102,990 135,400 136,940 177,710	52,170 71,730 97,820 126,940 104,340 135,400 136,940 177,710	0.0040 0.0039 0.0040 0.0039 0.0040 0.0039 0.0034 0.0040 0.0039 0.0034 0.0039 0.0034 0.0034	247.12 258.65 247.12 258.65 247.12 258.65 295.33 247.12 258.65 295.33 258.65 295.33 295.33
2 7/8	2.875	6.40 6.40 6.40 8.60 6.40 8.60 6.40 8.60	6.50 6.50 8.70 6.50 8.70 6.50 8.70	H-40 J-55 C-75 C-75 N-80 N-80 P-105 P-105	0.217 0.217 0.217 0.308 0.217 0.308 0.217 0.308	2.441 2.441 2.441 2.259 2.441 2.259 2.441 2.259	2.347 2.347 2.347 2.165 2.347 2.165 2.347 2.165	3.500	3.668	3.460	5,230 6,800 8,900 12,200 9,420 12,920 12,560 17,220	5,280 7,260 9,910 14,060 10,570 15,000 13,870 19,690	52,780 72,580 98,970 149,360 105,570 159,310 138,560 209,100	72,480 99,660 135,900 185,290 144,960 198,710 190,260 260,810	0.0058 0.0058 0.0058 0.0050 0.0058 0.0050 0.0058 0.0050	172.76 172.76 172.76 201.72 172.76 201.72 172.76 201.72
3 1/2	3.500	7.70 9.20 10.20 7.70 9.20 10.20 7.70 9.20 10.20 12.70 7.70 9.20 10.20 12.70 9.20 12.70	9.30 9.30 9.30 9.30 9.30 12.95 9.30 9.30 9.30 12.95 9.30 12.95 12.95	H-40 H-40 H-40 J-55 J-55 J-55 C-75 C-75 N-80 N-80 N-80 N-80 P-105 P-105	0.216 0.254 0.289 0.216 0.254 0.289 0.216 0.254 0.289 0.375 0.216 0.254 0.289 0.375 0.375 0.216	3.068 2.992 2.922 3.068 2.992 2.922 3.068 2.992 2.922 2.750 3.068 2.992 2.922 2.750 2.992 2.867 2.625	2.943 2.867 2.797 2.943 2.867 2.797 2.943 2.867 2.797 2.625 2.943 2.867 2.797 2.625 2.867 2.625	4.250	4.500	4.180	4,070 5,050 5,680 5,290 6,560 7,390 6,690 8,530 9,660 12,200 7,080 9,080 10,230 12,920 12,110 17,200	4,320 5,080 5,780 5,940 6,980 7,950 8,100 9,520 10,840 14,060 8,640 10,160 11,560 15,000 13,330 19,690	65,070 79,540 92,550 89,470 109,370 127,250 122,010 149,140 173,530 230,990 130,140 159,090 185,100 246,390 208,800 323,390	103,610 142,460 194,260 276,120 130,140 207,220 294,530 271,970 386,570	0.0091 0.0087 0.0083 0.0091 0.0087 0.0083 0.0091 0.0087 0.0083 0.0073 0.0091 0.0087 0.0083 0.0073 0.0087 0.0073	109.37 114.99 120.57 109.37 114.99 120.57 109.37 114.99 120.57 136.12 109.37 114.99 120.57 136.12 114.99 136.12
4	4.000	9.500	11.000	H-40 H-40 J-55 J-55 C-75 C-75 N-80 N-80	0.226 0.262 0.226 0.262 0.226 0.262 0.226 0.262	3.548 3.476 3.548 3.476 3.548 3.476 3.548 3.476	3.423 3.351 3.423 3.351 3.423 3.351 3.423 3.351	4.750	5.000		3,580 4,420 4,650 5,750 5,800 7,330 6,120 7,780	3,960 4,580 5,440 6,300 7,420 8,600 7,910 9,170	72,000 99,010 135,010 144,010	123,070 169,220 230,750 246,140	0.0122 0.0117 0.0122 0.0117 0.0122 0.0117 0.0122 0.0117	81.78 85.20 81.78 85.20 81.78 85.20 81.78 85.20
4 1/2	4.500	12.600	12.750	H-40 J-55 C-75 N-80	0.271	3.958	3.833	5.200	5.563		3,930 5,100 6,430 6,810	4,220 5,800 7,900 8,430	104,360 143,500 195,680 208,730	144,020 198,030 270,240 288,040	0.0152	65.71

OilProduction.net

Casing O.D.	Weight				Casing Nom I.D.		Wall Thickness		Drift I.D.		API Cplg O.D.	API Cplg Lengths			
	T & C		Plain End		Nom I.D.		Thickness		Drift I.D.			API Cplg O.D.	Round		Buttress
	lb/ft	kg/m	lb/ft	kg/m	in	mm	in	mm	in	mm			Short	Long	
4 101.6	9.26	13.78	9.07	13.50	3.550	90.17	0.225	5.72	3.425	86.99					
	9.50	14.13	9.11	13.56	3.548	90.12	0.226	5.74	3.423	86.94					
	10.90	16.22	10.46	15.57	3.476	88.29	0.262	6.65	3.351	85.12					
	11.00	16.37	10.39	15.46	3.480	88.39	0.260	6.61	3.355	85.22					
	11.60	17.26	11.34	16.88	3.428	87.07	0.286	7.27	3.303	83.90					
	12.60	18.75	12.51	18.61	3.364	85.45	0.318	8.08	3.239	82.27					
	13.00	19.34	12.93	19.25	3.340	84.84	0.330	8.38	3.215	81.66					
	14.80	22.02	14.69	21.86	3.240	82.30	0.380	9.65	3.115	79.12					
	16.50	24.55	16.40	24.40	3.140	79.76	0.430	10.92	3.015	76.58					
	6.75	10.04	6.61	9.84	4.216	107.09	0.142	3.61	4.091	103.91					
	8.77	13.05	8.66	12.88	4.124	104.75	0.188	4.78	3.999	101.57					
	9.50	14.13	9.40	13.99	4.090	103.99	0.205	5.16	3.965	100.71					
10.50	15.62	10.25	15.26	4.051	102.87	0.225	5.72	3.926	99.72	5.000	6.250			8.875	
11.60	17.26	11.35	16.89	4.000	101.60	0.250	6.35	3.875	98.42	127.0	158.8			225.4	
11.77	17.48	11.77	17.52	3.980	101.09	0.260	6.61	3.855	97.92			7.000			
12.60	18.75	12.24	18.22	3.958	100.53	0.271	6.89	3.833	97.36						
13.50	20.09	13.04	19.40	3.920	99.57	0.290	7.37	3.795	96.39						
15.10	22.62	14.98	22.30	3.826	97.18	0.337	8.56	3.701	94.00						

Referencia: Weatherford Technical Data Handbook

Casing O.D.	Weight				Casing I.D.		Wall Thickness		Casing Drift I.D.		API Cplg O.D.	API Cplg Lengths		
	T & C		Plain End		in	mm	in	mm	in	mm		Short in	Round in	Buttress in
	lb/ft	kg/m	lb/ft	kg/m										
5 1/2 139.7	9.00	13.39	8.79	13.09	5.192	131.88	0.154	3.91	5.067	128.73	6.05 153.7	6.75 171.5	8.00 203.2	9.25 234.9
	13.00	19.34	12.84	19.10	5.044	128.12	0.228	5.79	4.919	124.94				
	14.00	20.83	13.70	20.38	5.012	127.30	0.244	6.20	4.887	124.13				
	15.00	22.32	14.71	21.89	4.974	126.34	0.263	6.68	4.849	123.16	6.05 153.7	6.75 171.5	8.00 203.2	9.25 234.9
	15.50	23.06	15.35	22.84	4.950	125.73	0.275	6.98	4.825	122.55				
	17.00	25.29	16.87	25.11	4.892	124.26	0.304	7.72	4.767	121.08				
	20.00	29.76	19.81	29.49	4.778	121.36	0.361	9.17	4.653	118.19				
	23.00	34.22	22.54	33.54	4.670	118.62	0.415	10.54	4.545	115.44				
	23.80	35.41	23.63	35.17	4.626	117.50	0.437	11.10	4.501	114.33				
	25.00	37.19	24.76	36.85	4.580	116.33	0.460	11.69	4.455	113.16				
	26.00	38.68	25.54	38.01	4.548	115.52	0.476	12.09	4.423	112.34				
	26.80	39.88	26.70	39.73	4.500	114.30	0.500	12.70	4.375	111.13				
	28.40	42.26	28.13	41.87	4.440	112.78	0.530	13.46	4.315	109.60				
	29.70	44.19	29.64	44.11	4.376	111.15	0.562	14.28	4.251	107.98				
	32.30	48.06	31.95	47.55	4.276	108.61	0.612	15.55	4.151	105.44				
	32.60	48.51	32.54	48.43	4.250	107.95	0.625	15.88	4.125	104.78				
	35.30	52.53	35.31	52.55	4.126	104.80	0.687	17.45	4.001	101.63				

Referencia: Weatherford Technical Data Handbook

Casing O.D.	Weight				Casing I.D.		Wall Thickness		Casing Drift I.D.		API Cplg O.D.	API Cplg Lengths			
	T & C		Plain End		in	mm	in	mm	in	mm		in	Round		Buttress
	lb/ft	kg/m	lb/ft	kg/m									Short	Long	
6 5/8 168.3	33.00	49.10	32.71	48.67	5.625	142.90	0.500	12.69	5.500	139.70					
	34.00	50.59	33.61	50.01	5.595	142.11	0.515	13.08	5.470	138.94					
	34.50	51.34	34.20	50.90	5.575	141.60	0.525	13.34	5.450	138.43					
	36.70	54.61	36.39	54.16	5.501	139.73	0.562	81.38	5.376	136.55					
	40.20	59.82	40.05	59.60	5.375	136.52	0.625	15.88	5.250	133.35					
6 5/8 168.3	43.70	65.03	43.57	64.84	5.251	133.38	0.687	17.45	5.126	130.20					
	47.10	70.08	47.06	70.03	5.125	130.17	0.750	19.05	5.000	127.00					
	50.40	75.00	50.41	75.02	5.001	127.03	0.812	20.62	4.876	123.85					
	53.70	79.91	53.73	79.97	4.875	123.82	0.875	22.23	4.750	120.65					
	56.80	84.52	56.92	84.71	4.751	120.68	0.937	23.80	4.626	117.50					
	59.90	89.13	60.08	89.40	4.625	117.47	1.000	25.40	4.500	114.30					
	62.90	93.60	63.10	93.90	4.501	114.33	1.062	26.97	4.376	111.15					
	65.80	97.91	66.08	98.34	4.375	111.12	1.125	28.58	4.250	107.95					
	71.30	106.09	71.76	106.79	4.125	104.77	1.250	31.75	4.000	101.60					
	7	13.00	19.34	12.69	18.88	6.652	168.96	0.174	4.42	6.527	165.79				
177.8	17.00	25.29	16.70	24.85	6.538	166.07	0.231	5.87	6.413	162.89	7.66	7.25			
	20.00	29.76	19.54	29.09	6.456	163.98	0.272	6.91	6.331	160.81	194.5	184.2			
	22.00	32.73	21.54	32.05	6.398	162.51	0.301	7.65	6.273	159.33					

Referencia: Weatherford Technical Data Handbook

COROD® Continuous Sucker Rod

Physical Properties

Radius for all sizes is 2.5 in.				
COROD Number	Nominal SI (in./mm)	Minimum Weight (lb/ft, kg/m)	Minimum Area (in. ² /cm ²)	Grades Available
8	18/16	3.38	0.994	All
	28.6	5.03	642	
7	17/16	3.01	0.886	All
	27.0	4.46	572	
6	16/16	2.67	0.785	All
	25.4	3.97	506	
5	15/16	2.35	0.690	All
	23.8	3.50	445	
4	14/16	2.04	0.601	All
	22.2	3.04	388	
3	13/16	1.76	0.518	All
	20.6	2.62	334	
2	12/16	1.50	0.441	All
	19.0	2.23	285	
6R	16/16	2.67	0.785	All
	25.4	3.97	507	
4R	14/16	2.04	0.601	All
	22.2	3.04	388	
3R	13/16	1.76	0.518	1536
	20.6	2.62	334	

Continuous Round Rod

Grade	Type	Size (in./mm)	Maximum Hardness HRc	Maximum Torque (ft-lb/N·m)	Maximum Product on Reel (ft/m)
D carbon steel	DR	1	26	955	6,560
		25.4		1,294.8	2,000
		7/8	26	640	8,528
		22.2		867.7	2,599
		13/16	26	500	9,840
		20.6		677.9	2,999
D chrome moly	DER	1	26	955	6,560
		25.4		1,294.8	2,000
		7/8	26	640	8,560
		22.2		867.7	1,999
D miscellaneous special service	SER	1	32	1,300	6,560
		25.4		1,762.6	1,999
		7/8	32	900	8,528
		22.2		1,220.2	2,599

Chemical Properties

Material	C	Mn	Maximum P	Maximum S	Maximum Si	Maximum Ni	Maximum Cr	Maximum Mo	Al	Maximum CU
1536M	0.28 to 0.32	1.10 to 1.30	0.015	0.01	0.15 to 0.35	0.25	0.25	0.25	0.02 to 0.05	0.35
4120M	0.18 to 0.23	0.40 to 0.60			0.15 to 0.30	0.15 to 0.30	1.80 to 2.00	1.80 to 2.00		0.20 to 0.30

Mechanical Properties

Grade*	Codes	Material	Minimum Tensile Strength (psi/MPa)	Minimum Yield Strength (psi/MPa)	Maximum Hardness HRc (+2)
D grade carbon steel	D, DR	1536M	115,000	85,000	26
			793	586	
D grade chrome moly alloy	DE, DER	4120M	130,000	90,000	26
				896	
Miscellaneous special-service chrome moly alloy	SE, SER		110,000	758	32

*Based on API classes and materials



When selecting a sucker-rod system for your artificial lift application, whether for ease of installation, longer run life or operating cost reduction, choose Weatherford COROD continuous sucker rod. COROD continuous sucker rod is an integral part of Weatherford's portfolio of artificial lift systems, products and services for optimal performance and production enhancement. Its unique design characteristics reflect Weatherford's ongoing commitment to providing customers more efficient and cost-effective solutions to reservoir production problems.



Fuente: catálogo COROD-Weatherford www.weatherford.com

PCPRod®

Varillas Huecas para Bombeo por Cavidades Progressivas



Productos y Servicios

Tenaris es la única compañía en el mundo que produce varillas de bombeo de forma totalmente integrada. Desde sus plantas en Argentina y Brasil, desarrolla productos especiales para cada tipo de necesidad.

Desde la fabricación del acero como materia prima hasta las varillas de bombeo, todo el proceso se completa dentro de las plantas de Tenaris. Allí se produce toda la línea de varillas de bombeo API así como su gama de productos *premium* y para bombeo por cavidades progresivas (BCP), que responden con gran eficiencia a condiciones extremas tales como altas cargas, ambientes corrosivos y aplicaciones donde se requiere el control del rozamiento *tubing-varillas*.

Las soluciones que se ofrecen abarcan desde el diseño de la ingeniería de aplicación y análisis de fallas hasta los procedimientos de manipuleo e instalación en pozos.

Los productos se fabrican conforme a las normas API 11B en las instalaciones de Villa Mercedes, provincia de San Luis en Argentina y en el Parque Industrial de Moreira César, en Brasil. El sistema de calidad cuenta con las certificaciones ISO 9001:2000 y API Q1. Los productos API se monograman bajo licencias 11B-0020 y 11B-0067 en sus plantas.

Junto con los productos, se ofrecen servicios asociados a través de un equipo de profesionales que, entre otros, prestan asistencia técnica especializada durante las operaciones en el campo.

Diseños de sartas para bombeo mecánico y por cavidades progresivas (BCP); análisis de falla en laboratorio; análisis integral de intervenciones y diagnósticos de campo; optimización del nivel de intervenciones en yacimientos y desarrollo de productos especiales son algunos de los servicios que Tenaris ofrece a sus clientes.

Asimismo, también se cuenta con el soporte técnico del grupo de especialistas en tecnología, investigación y desarrollo del Centro de Investigación Industrial de Tenaris, ubicado en la planta de Tenaris en Campana, Argentina.

A través del compromiso constante con agregar valor a través de los servicios, proporcionamos a nuestros clientes: paquetes integrales de materiales bajo la modalidad *just-in-time*, administración de *stock* de materiales nuevos y usados, entrega e inspección en pozo; y la recuperación de material usado a través de una amplia red en lugares estratégicos alrededor del mundo.



▲ PCPRod® 1000, PCPRod® 1500 y PCPRod® 2500

PCPRod®

Varillas huecas para Bombeo por Cavidades Progresivas.

En el sistema de Bombeo por Cavidades Progresivas o BCP, se utiliza una bomba del tipo tornillo rotativo. El movimiento de rotación es transmitido desde la superficie hacia la bomba a través de una sarta de varillas de bombeo. Estas varillas son fabricadas conforme a la norma API 11B, cuyos diseño y especificaciones fueron definidos para trabajar únicamente bajo cargas de tracción. Dicha especificación prevé que las varillas sean utilizadas en otro sistema de bombeo artificial: el bombeo mecánico alternativo o bombeo por balancín.

Progresivamente, se fue implementando el uso de estas varillas como estándar para

el accionamiento de los sistemas BCP, pero el progreso y avance tecnológico de las bombas incrementaron las profundidades y caudales posibles de extraer, lo que se tradujo en mayores requerimientos para las varillas. Sin duda, este aumento de las exigencias operativas implicó un aumento en las roturas prematuras de las varillas, lo que generó mayores costos operativos del sistema o limitó su campo de aplicación.

Durante mucho tiempo, la industria esperó el desarrollo de un producto especialmente diseñado para resistir altas cargas de torsión. A través del Centro de Investigación Industrial de Tenaris, se desarrolló la varilla de bombeo hueca PCPRod®, una evolución tecnológica que no sólo aumenta la confiabilidad del bombeo BCP, sino que también reduce los costos operativos.

Una de las alternativas que presenta la varilla hueca es la de inyectar por el interior de la misma un diluyente para el bombeo de crudo pesado y extra pesado. Esto mejora la eficiencia de la inyección y reduce en gran medida la complejidad de las instalaciones gracias a la eliminación de tubería y capilares de inyección.

Innovación

En la creación de la conexión *premium* y la varilla hueca PCPRod® se tomó en cuenta la experiencia previa de los clientes y usuarios de sistemas BCP, de los fabricantes de bombas y las fallas más comunes de las varillas convencionales. También se contó con el apoyo de consultores externos de reconocida trayectoria en sistemas BCP.

Toda esta información fue combinada para alcanzar una serie de requerimientos previos en el proceso de diseño y para desarrollar un modelo de cálculo que permitiera determinar los requerimientos de la unión en diferentes condiciones de trabajo. De esta manera, se llegó a la creación de la varilla hueca PCPRod®, la solución más completa para bombeo por cavidades progresivas.



◀ *Cabezal para bombeo por cavidades progresivas.*

- Conectores PCPRod® 1000, internal flush.



Ventajas Comparativas del Uso de PCPRod®

- Elimina las fallas prematuras por rotura de pines de varillas causadas por sobre torque durante la operación del pozo.
- Permite operar bombas de alto caudal (superior 100m³/d - 600bpd) en forma confiable a altas profundidades (más de 1.200m/3.600 ft).
- Reduce la fricción entre varillas y tubing por el diseño de su unión flush. La fricción localizada en cuplas y tubing de las varillas de bombeo convencionales ocasiona importantes costos operativos debido a roturas en la tubería de producción.

Esto no ocurre con las varillas huecas PCPRod®, ya que se elimina el cambio brusco de geometría en las uniones de las varillas y eso permite una mejor distribución de las cargas de rozamiento.

- Reduce 30-50% los costos de instalación iniciales para extraer idénticos caudales en sistemas de bombeo mecánico o electro-sumergible (BES).
- Reduce los costos de instalación y operativos para la inyección de diluyentes en la producción de crudos pesados y extra pesados (respecto a capilares).
- Aumenta la efectividad en la inhibición de corrosión.
- Reduce los problemas de manipuleo: PCPRod® no requiere herramientas especiales de montaje y se puede instalar rápidamente (una sarta de 1.000 m requiere de 3 a 5 horas aproximadamente).
- Reduce el efecto del *backspin* (giro inverso de la bomba al detenerse). Esto facilita el redimensionamiento del cabezal de superficie.

Por ejemplo, una sarta de 1.000 m de varillas de bombeo de 1 1/8" acumula 41 giros en deformación elástica. La columna actúa como un "resorte" y cuando la bomba se detiene, gira en la dirección inversa hasta liberar esa energía.

En el caso de una PCPRod®1000 se acumulan sólo 8 giros de deformación elástica gracias a su mayor rigidez de torsión. Esto también implica una transmisión más efectiva y constante del torque.

Accesorios

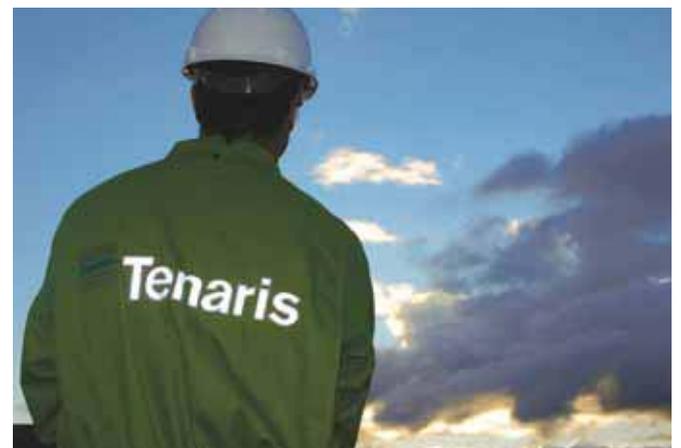
Tenaris ofrece su línea completa:

- *Pup joints* para ajustar la longitud de la sarta.
- *Crossover* de combinación entre rosca convencional API a la rosca PCPRod®.
- Vástagos huecos pulidos y cromados.
- Juntas para la inyección de diluyentes.
- PCPRod® perforados (niple derivador de flujo) que permiten la inyección de fluidos dentro del tubing.
- Válvulas – *check* de seguridad.

Servicio Técnico

Tenaris brinda soporte total a través de su Servicio de Asistencia Técnica, entre otras cosas, para la terminación del pozo así como para conformar una mejor configuración y diseño de columna de acuerdo con las condiciones particulares del mismo pozo.

En caso de requerir información adicional, para verificar la disponibilidad de las nuevas aplicaciones o solicitar la versión completa de la Guía de Prácticas de Manejo y Torque Recomendado, contactarse con el Servicio de Asistencia Técnica de Varillas de Bombeo especificado en la web: www.tenaris.com.ar.



Principales Características de PCPRod®

Para trabajar bajo cargas rotativas en BCP y resistir vida infinita a la fatiga fue desarrollado este nuevo producto que incluye un tubo con extremos box-box y un manguito de conexión que posibilita una unión *external flush* (sin variar de diámetro en la zona de la unión), que minimiza turbulencias y pérdidas de cargas localizadas.

La conexión *flush* reduce notablemente el rozamiento entre el *tubing* y la sarta de varillas y consecuentemente genera ahorros gracias a la reducción de fallas y la disminución en el consumo de *tubing* y varillas.

La gama de productos con rosca PCPRod® incluye tres modelos de conexiones que permiten trabajar con torques de hasta 1000, 1500 y 2500 lbs.pie según el modelo.

Características

- Unión *external y near flush*.
- Mayor confiabilidad para sistemas de BCP.
- Rosca cónica PCPRod® con diente trapezoidal de 8 hpp y conicidad diferenciada entre pin y box.
- Unión con hombro de torque.
- Posibilidad de inyectar diluyentes, inhibidores de corrosión u otros fluidos a través de una unión hueca.
- Posibilidad de introducir sensores de temperatura y presión.
- Fabricadas a partir de un tubo sin costura, laminado en caliente, de acero aleado de alta dureza con una resistencia a la tracción de 140.000 psi.

Manipuleo e Instalación

Para el manipuleo y transporte de las varillas de bombeo huecas PCPRod®, se deberán observar las mismas especificaciones que para las varillas de bombeo convencionales.

La instalación en el pozo es simple dado que no se requieren accesorios especiales, tales como guías de emboque. La bajada de 1000 metros de PCPRod® demanda entre tres y cinco horas.

• Elevadores

Los elevadores de varillas de bombeo convencionales son utilizados con un trozo de maniobra de 1" x 2 pies y un *crossover* para ajustar el extremo de PCPRod® en el momento de la elevación.

• Llave hidráulica

Se recomienda el uso de llaves estándar para tubos con mordazas adaptadas para diámetro exterior de 1,66" o 1,9". El torque de instalación para cada diámetro de tubo se encuentra indicado en la "Tabla de Torque de Ajuste para Varillas Huecas". No se requieren herramientas especiales. Para un mejor rendimiento, se recomienda un dispositivo de control electrónico de torque.

• Cuñas colgadoras

Se utilizan cuñas neumáticas para tubos convencionales adaptadas a diámetros externos de 1,66" o 1,9".

TABLA DE TORQUE DE AJUSTE PARA VARILLAS HUECAS

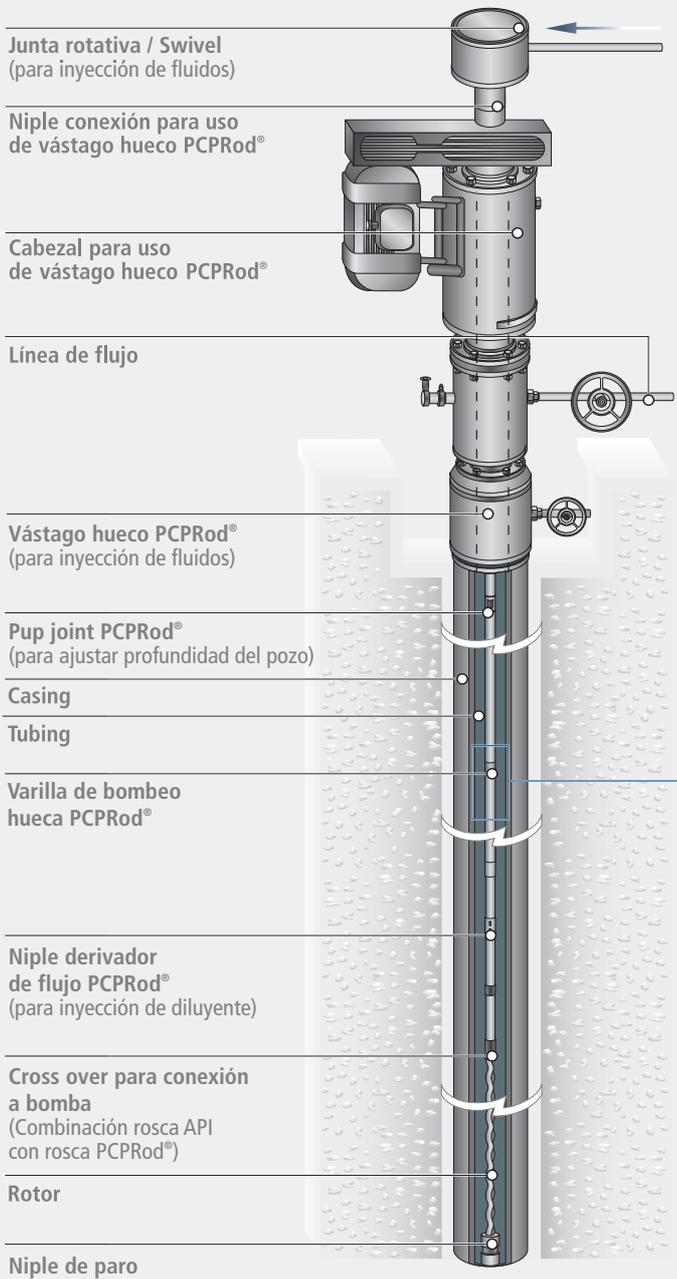
PRODUCTO	Torque mín. lbs.pie	Torque óptimo lbs.pie	Torque máx. lbs.pie
PCPRod®1000	900	950	1000
PCPRod®1500	1400	1450	1500
PCPRod®2500	2400	2450	2500

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

PRODUCTO	Ø Ext. del tubo	Espesor del tubo	Ø Ext. del recalque	Torque max. de trabajo *	Peso métrico sin niple	Peso métrico con niple	Rango de Longitud	Ø Int. mín. de unión
PCPRod®1000	48,8 mm	6,7 mm	Sin recalque	1.000 libras.pie	6,95 kg/m	7,1 kg/m	9,35 a 9,75 m	20 mm
PCPRod®1500	42,2 mm	5,0 mm	50 mm	1.500 libras.pie	4.6 Kg /m	4,7 kg/m	8,53 a 9,20 m	17 mm
PCPRod®2500	48,8 mm	6,7 mm	60 mm	2.500 libras.pie	6.95 Kg/m	7,2 kg/m	9,35 a 9,65 m	20 mm

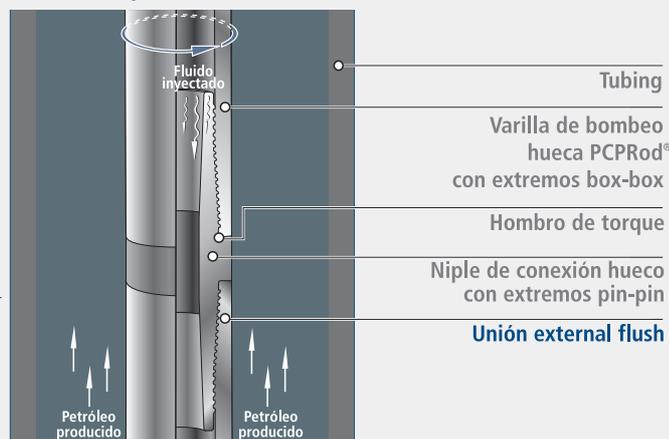
*Tenaris recomienda el uso de un factor de seguridad 0,9 para maximizar la resistencia a la fatiga.

Esquema de Instalación de Pozo con PCPRod®

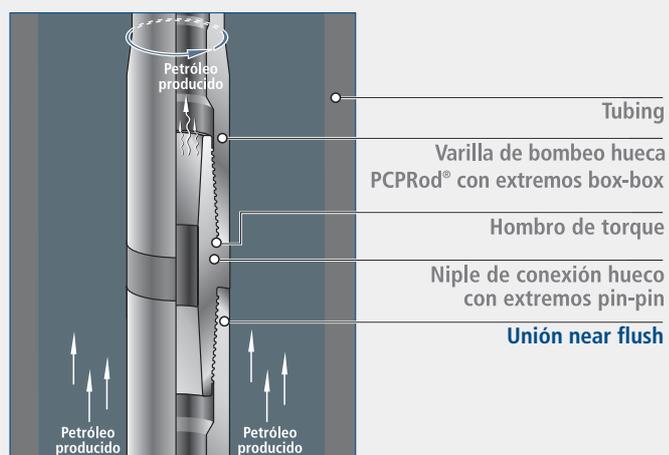


Configuraciones de pozo

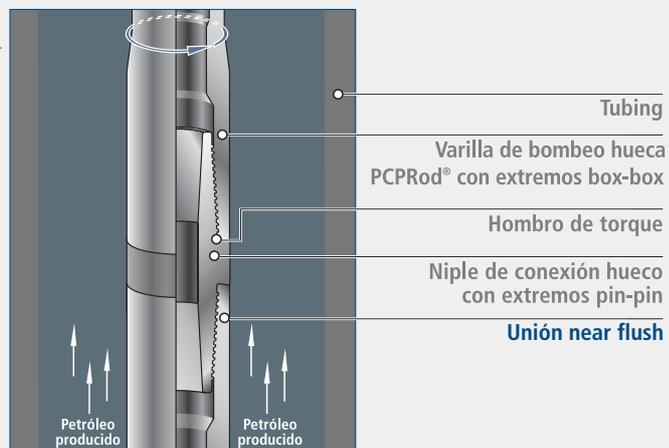
Pozo con inyección



Pozo con producción por interior de PCPRod®



Pozo estándar





SUCKER RODS

Argentina

Aldo Gentile
(54) 3489 435 340 tel
(54) 3489 435 366 fax
agentile@tenaris.com

Brasil

Robson Silva
55 (12) 3644 9614 tel
55 (12) 3644 9027 fax
rosilva@confab.com.br

Canadá

Juan Pablo Martín
(1) 403 2670347 tel
(1) 403 2670351 fax
jpmartin@tenaris.com

Estados Unidos

Fernando Labaronne
(1) 713 767 4400 tel
(1) 713 767 4444 fax
flabaronne@tenaris.com

Venezuela

José Jaime García
(58) 212 600 3999 tel
(58) 212 600 3691 fax
jgarcia@tenaris.com

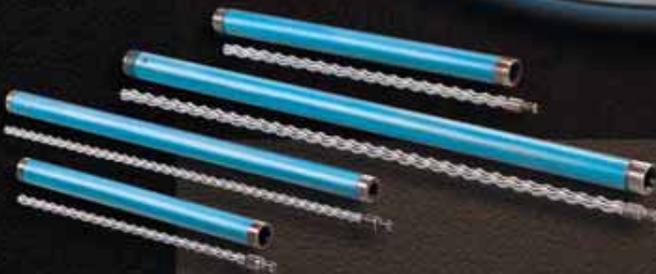
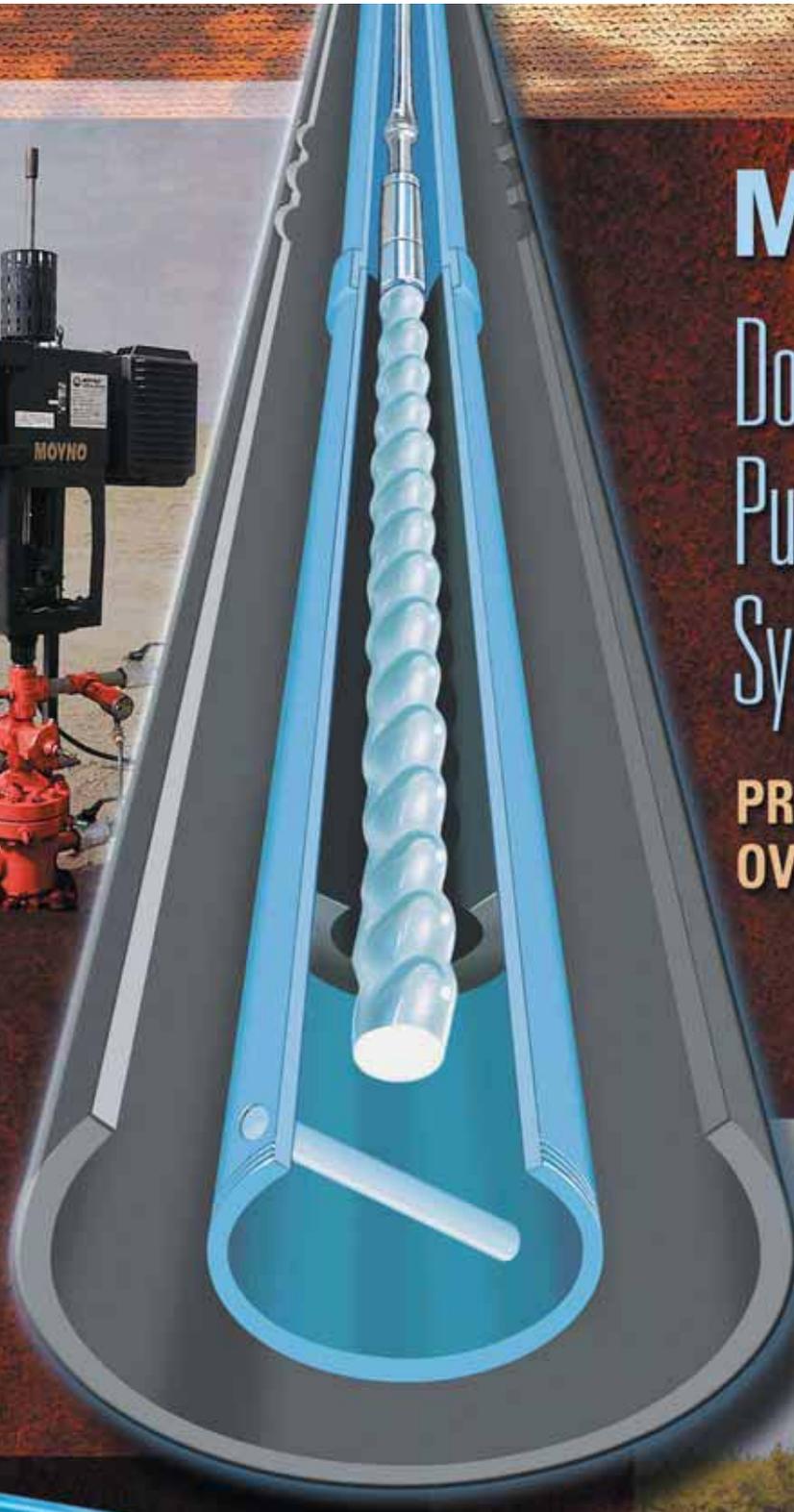
Otros países

Diego Schumansky
(54) 3489 43 5353 tel
(54) 3489 43 5366 fax
dschumansky@tenaris.com

Moyno®

Down-Hole Pump Systems

PRODUCT OVERVIEW



**R&M ENERGY
SYSTEMS**

Página 71

Excellence Through Innovation

Moyno® Down-Hole Pump Systems

Pump Model		Performance				Dimensions										
		Displacement**		Lifting Capacity		Rotor Pin Size		Rotor Overall Length		Largest Rotor Dia.		Stator O.D.		Stator Overall Length		Stator Top Thread
Metric	Imperial	M ³ PD/ RPM	BFPD/ RPM	Meters Of H ₂ O	Feet Of H ₂ O	MM (A)	Inches	Meters (B)	Inches	MM	Inches	MM (C)	Inches	Meters (D)	Inches	Inches/MM (E)
6-N-1	20-N-006	0.009	0.06	600	2000	15.9	5/8	1.17	46.1	32.3	1.27	60.5	2.38	1.13	44.6	2 3/8 10 RND
12-N-1	40-N-006	0.009	0.06	1200	4000	15.9	5/8	2.03	79.9	32.3	1.27	60.5	2.38	2.04	80.25	EXT (60.3 mm)
18-N-1	60-N-006	0.009	0.06	1800	6000	15.9	5/8	2.93	115.5	32.3	1.27	60.5	2.38	2.88	113.5	
6-N-4*	20-N-025	0.039	0.25	600	2000	19	3/4	1.54	60.5	36.8	1.45	73.2	2.88	1.53	60.1	2 7/8
9-N-4*	30-N-025	0.039	0.25	900	3000	19	3/4	2.20	87.05	36.8	1.45	73.2	2.88	2.12	83.4	10 RND EXT
12-N-4*	40-N-025	0.039	0.25	1200	4000	19	3/4	2.75	108.3	36.8	1.45	73.2	2.88	2.76	108.5	(73.0 mm)
15-N-4*	50-N-025	0.039	0.25	1500	5000	19	3/4	3.50	137.7	36.8	1.45	73.2	2.88	3.47	136.5	
18-N-4*	60-N-025	0.039	0.25	1800	6000	19	3/4	3.95	158.5	36.8	1.45	73.2	2.88	3.88	155.25	
6-N-7	20-N-045	0.072	0.45	600	2000	22.2	7/8	2.28	89.9	41.7	1.64	73.2	2.88	2.18	86.0	2 7/8
9-N-7	30-N-045	0.072	0.45	900	3000	22.2	7/8	3.37	135.85	41.7	1.64	73.2	2.88	3.51	129.0	10 RND
12-N-7	40-N-045	0.072	0.45	1200	4000	22.2	7/8	4.24	167.0	41.7	1.64	73.2	2.88	4.14	163.0	EXT
15-N-7	50-N-045	0.072	0.45	1500	5000	22.2	7/8	5.42	214.65	41.7	1.64	73.2	2.88	5.28	205.37	(73.0 mm)
18-N-7	60-N-045	0.072	0.45	1800	6000	22.2	7/8	6.53	244.35	41.7	1.64	73.2	2.88	6.62	238.0	
24-N-7	80-N-045	0.072	0.45	2400	8000	22.2	7/8	8.38	329.9	41.7	1.64	73.2	2.88	8.14	322.0	
6-H-10	20-H-065	0.094	0.65	600	2000	22.2	7/8	2.01	79.0	48.8	1.92	88.9	3.50	1.87	73.74	2 7/8
9-H-10	30-H-065	0.094	0.65	900	3000	22.2	7/8	2.91	114.5	48.8	1.92	88.9	3.50	2.77	109.24	8 RND
12-H-10	40-H-065	0.094	0.65	1200	4000	22.2	7/8	3.71	146.0	48.8	1.92	88.9	3.50	3.58	141.0	INT
15-H-10	50-H-065	0.094	0.65	1500	5000	22.2	7/8	4.65	190.35	48.8	1.92	88.9	3.50	4.53	175.74	(73.0 mm)
18-H-10	60-H-065	0.094	0.65	1800	6000	22.2	7/8	5.52	213.65	48.8	1.92	88.9	3.50	5.27	207.24	
24-H-10	80-H-065	0.094	0.65	2400	8000	22.2	7/8	7.09	281.35	48.8	1.92	88.9	3.50	6.99	275.24	
36-H-10	120-H-065	0.094	0.65	3600	12000	22.2	7/8	10.50	413.3	48.8	1.92	88.9	3.50	10.39	409.0	
3-N-17	10-N-095	0.171	1.07	300	1000	22.2	7/8	1.53	60.06	49.0	1.93	88.9	3.50	1.61	63.3	2 7/8
6-N-17	20-N-095	0.171	1.07	600	2000	22.2	7/8	2.49	97.9	49.0	1.93	88.9	3.50	2.54	100.0	8 RND
9-N-17	30-N-095	0.171	1.07	900	3000	22.2	7/8	3.77	148.92	49.0	1.93	88.9	3.50	3.71	147.3	INT
12-N-17	40-N-095	0.171	1.07	1200	4000	22.2	7/8	4.65	183.0	49.0	1.93	88.9	3.50	4.60	181.0	(73.0 mm)
15-N-17	50-N-095	0.171	1.07	1500	5000	22.2	7/8	6.09	243.5	49.0	1.93	88.9	3.50	5.92	240.22	
18-N-17	60-N-095	0.171	1.07	1800	6000	22.2	7/8	6.53	272.35	49.0	1.93	88.9	3.50	6.44	267.12	
24-N-17	80-N-095	0.171	1.07	2400	8000	22.2	7/8	9.27	365.0	49.0	1.93	88.9	3.50	9.02	355.24	
36-N-17	120-N-095	0.171	1.07	3600	12000	22.2	7/8	13.66	539.0	49.0	1.93	88.9	3.50	13.44	529.24	
12-T-22	40-T-135	0.220	1.35	1200	4000	22.2	7/8	3.92	154.4	41.7	1.64	69.9	2.75	2.41	140.0	Special
18-T-22	60-T-135	0.220	1.35	1800	6000	22.2	7/8	5.84	229.9	41.7	1.64	73.2	2.75	5.41	213.0	
24-T-22	80-T-135	0.220	1.35	2400	8000	22.2	7/8	7.61	299.5	41.7	1.64	73.2	2.75	7.11	280.0	
6-N-27*	20-N-170	0.267	1.68	600	2000	25.4	1	2.72	107.0	56.9	2.24	114.3	4.50	2.51	98.7	3 1/2
9-N-27*	30-N-170	0.267	1.68	900	3000	25.4	1	3.94	155.6	56.9	2.24	114.3	4.50	3.75	147.25	8 RND
12-N-27*	40-N-170	0.267	1.68	1200	4000	25.4	1	5.03	198.0	56.9	2.24	114.3	4.50	4.82	189.7	INT
15-N-27*	50-N-170	0.267	1.68	1500	5000	25.4	1	6.22	245.0	56.9	2.24	114.3	4.50	6.01	236.0	(88.9 mm)
18-N-27*	60-N-170	0.267	1.68	1800	6000	25.4	1	7.43	292.5	56.9	2.24	114.3	4.50	7.22	280.25	
24-N-27*	80-N-170	0.267	1.68	2400	8000	25.4	1	9.66	379.85	56.9	2.24	114.3	4.50	9.44	371.5	
30-N-27*	100-N-170	0.267	1.68	3000	10000	25.4	1	12.50	467.1	56.9	2.24	114.3	4.50	12.29	461.5	
9-N-31	30-N-195	0.310	1.95	900	3000	25.4	1	4.83	190.1	57.4	2.26	114.3	4.50	4.50	177.0	3 1/2
12-N-31	40-N-195	0.310	1.95	1200	4000	25.4	1	6.27	249.6	57.4	2.26	114.3	4.50	5.98	234.62	8 RND
15-N-31	50-N-195	0.310	1.95	1500	5000	25.4	1	7.76	290.6	57.4	2.26	114.3	4.50	7.35	299.5	INT
18-N-31	60-N-195	0.310	1.95	1800	6000	25.4	1	9.42	370.9	57.4	2.26	114.3	4.50	8.99	354.0	(88.9 mm)
24-N-31	80-N-195	0.310	1.95	2400	8000	25.4	1	12.50	489.1	57.4	2.26	114.3	4.50	12.30	472.0	
2-H-32	9-H-200	0.320	2.01	200	900	22.2	7/8	2.44	95.98	48.5	1.91	88.9	3.50	2.39	94.0	2 7/8
6-H-32	20-H-200	0.320	2.01	600	2000	22.2	7/8	4.65	182.9	48.5	1.91	88.9	3.50	4.60	181.0	8 RND
9-H-32	30-H-200	0.320	2.01	900	3000	22.2	7/8	6.87	270.5	48.5	1.91	88.9	3.50	6.79	260.62	INT
12-H-32	40-H-200	0.320	2.01	1200	4000	22.2	7/8	9.14	360.0	48.5	1.91	88.9	3.50	8.96	352.7	(73.0 mm)
15-H-32	50-H-200	0.320	2.01	1500	5000	22.2	7/8	11.35	445.0	48.5	1.91	88.9	3.50	11.20	436.7	

Moyno® Down-Hole Pump Systems

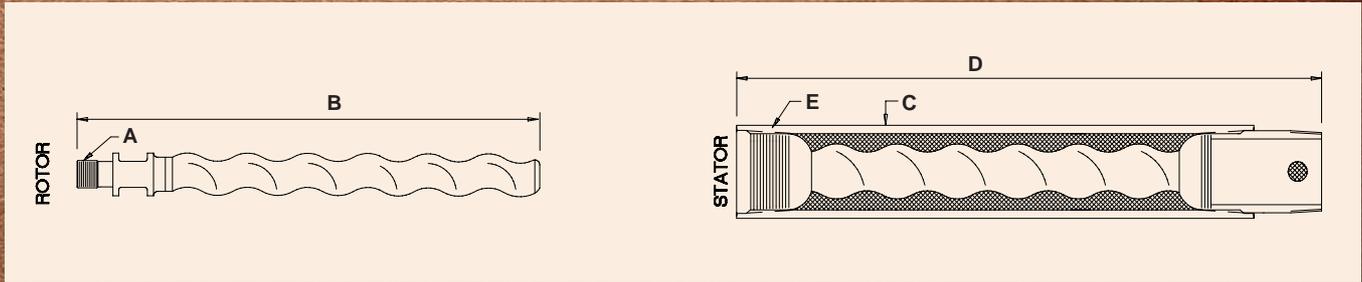
Pump Model		Performance				Dimensions										
		Displacement**		Lifting Capacity		Rotor Pin Size		Rotor Overall Length		Largest Rotor Dia.		Stator O.D.		Stator Overall Length		Stator Top Thread
Metric	Imperial	M ³ PD/ RPM	BFPD/ RPM	Meters Of H ₂ O	Feet Of H ₂ O	MM	Inches (A)	Meters	Inches	MM	Inches	MM	Inches (C)	Meters	Inches (D)	Inches/MM (E)
7-T-40	22-T-250	0.400	2.52	700	2200	22.2	7/8	3.94	155.64	41.7	1.64	69.9	2.75	3.57	140.0	Special
10-T-40	33-T-250	0.400	2.52	1000	3300	22.2	7/8	5.84	229.9	41.7	1.64	69.9	2.75	6.88	213.0	
14-T-40	44-T-250	0.400	2.52	1400	4400	22.2	7/8	7.61	299.5	41.7	1.64	69.9	2.75	6.88	280.0	
8-N-44*	27-N-275	0.440	2.76	800	2700	25.4	1	5.08	200.0	57.4	2.26	114.3	4.50	4.78	188.0	3 1/2
12-N-44*	40-N-275	0.440	2.76	1200	4000	25.4	1	7.52	293.78	57.4	2.26	114.3	4.50	7.29	281.94	8 RND
16-N-44*	54-N-275	0.440	2.76	1600	5400	25.4	1	9.86	391.1	57.4	2.26	114.3	4.50	9.55	376.0	INT
24-N-44*	80-N-275	0.440	2.76	2400	8000	25.4	1	14.68	575.1	57.4	2.26	114.3	4.50	14.87	564.0	(88.9 mm)
8-T-50	27-T-315	0.500	3.14	800	2700	25.4	1	3.17	124.8	57.2	2.25	114.3	4.50	2.96	116.5	3 1/2
16-T-50	54-T-315	0.500	3.14	1600	5400	25.4	1	5.42	200.84	57.2	2.25	114.3	4.50	5.21	188.0	8 RND
24-T-50	81-T-315	0.500	3.14	2400	8100	25.4	1	7.68	302.4	57.2	2.25	114.3	4.50	7.47	294.1	INT
32-T-50	108-T-315	0.500	3.14	3200	10800	25.4	1	9.96	392.1	57.2	2.25	114.3	4.50	9.75	383.9	(88.9 mm)
3-N-52*	10-N-340	0.514	3.23	300	1000	25.4	1	2.65	104.5	57.4	2.26	114.3	4.50	2.38	93.88	3 1/2
6-N-52*	20-N-340	0.514	3.23	600	2000	25.4	1	5.08	200.0	57.4	2.26	114.3	4.50	4.78	188.0	8 RND
9-N-52*	30-N-340	0.514	3.23	900	3000	25.4	1	7.47	293.9	57.4	2.26	114.3	4.50	7.19	281.88	INT
12-N-52*	40-N-340	0.514	3.23	1200	4000	25.4	1	10.01	393.9	57.4	2.26	114.3	4.50	9.55	376.0	(88.9 mm)
15-N-52*	50-N-340	0.514	3.23	1500	5000	25.4	1	12.40	481.25	57.4	2.26	114.3	4.50	12.07	469.75	
18-N-52*	60-N-340	0.514	3.23	1800	6000	25.4	1	14.63	578.0	57.4	2.26	114.3	4.50	14.76	564.0	
5-H-64	15-H-400	0.636	4.00	450	1500	25.4	1	4.83	190.1	57.4	2.26	114.3	4.50	4.50	177.0	3 1/2
7-H-64	22-H-400	0.636	4.00	700	2200	25.4	1	7.11	281.0	57.4	2.26	114.3	4.50	6.83	263.37	8 RND
9-H-64	30-H-400	0.636	4.00	900	3000	25.4	1	9.42	370.9	57.4	2.26	114.3	4.50	8.99	354.0	INT
10-H-64	33-H-400	0.636	4.00	1000	3300	25.4	1	10.74	423.0	57.4	2.26	114.3	4.50	10.44	411.0	(88.9 mm)
12-H-64	40-H-400	0.636	4.00	1200	4000	25.4	1	11.95	454.0	57.4	2.26	114.3	4.50	11.65	440.25	
15-H-64	50-H-400	0.636	4.00	1500	5000	25.4	1	13.82	546.1	57.4	2.26	114.3	4.50	14.24	531.0	
4-H-75*	13-H-500	0.749	4.71	400	1300	25.4	1	4.94	194.5	56.6	2.23	114.3	4.50	4.80	189.0	3 1/2
6-H-75*	20-H-500	0.749	4.71	600	2000	25.4	1	7.19	283.0	56.6	2.23	114.3	4.50	6.96	276.62	8 RND
8-H-75*	27-H-500	0.749	4.71	800	2600	25.4	1	9.49	373.5	56.6	2.23	114.3	4.50	9.31	366.6	INT
10-H-75*	33-H-500	0.749	4.71	1000	3300	25.4	1	11.72	462.75	56.6	2.23	114.3	4.50	11.56	454.24	(88.9 mm)
12-H-75*	40-H-500	0.749	4.71	1200	4000	25.4	1	14.04	552.8	56.6	2.23	114.3	4.50	14.37	544.0	
4-H-93*	13-H-580	0.930	5.85	400	1300	25.4	1	5.56	200.0	56.3	2.22	114.3	4.50	5.35	188.0	3 1/2
6-H-93	20-H-580	0.930	5.85	600	2000	25.4	1	7.93	295.0	56.3	2.22	114.3	4.50	7.72	285.62	8 RND
8-H-93*	27-H-580	0.930	5.85	800	2700	25.4	1	9.88	389.1	56.3	2.22	114.3	4.50	10.10	376.0	INT
10-H-93	33-H-580	0.930	5.85	1000	3300	25.4	1	12.51	483.0	56.3	2.22	114.3	4.50	12.30	470.0	(88.9 mm)
12-H-93*	40-H-580	0.930	5.85	1200	4000	25.4	1	14.68	577.0	56.3	2.22	114.3	4.50	14.87	585.5	
3-H-110*	10-H-685	1.089	6.85	300	1000	25.4	1	5.08	200.0	57.6	2.27	114.3	4.50	4.78	188.0	3 1/2
5-H-110*	15-H-685	1.089	6.85	450	1500	25.4	1	7.43	292.5	57.6	2.27	114.3	4.50	7.16	281.8	8 RND
7-H-110*	20-H-685	1.089	6.85	600	2000	25.4	1	9.79	392.1	57.6	2.27	114.3	4.50	9.55	376.0	INT
8-H-110*	26-H-685	1.089	6.85	700	2500	25.4	1	12.33	481.25	57.6	2.27	114.3	4.50	12.08	469.75	(88.9 mm)
9-H-110*	30-H-685	1.089	6.85	900	3000	25.4	1	14.51	575.5	57.6	2.27	114.3	4.50	14.89	564.0	
6-H-125	20-H-800	1.270	7.99	600	2000	28.6	1 1/8	5.45	200.25	76.71	3.02	136.7	5.38	5.24	206.74	5.0 EXT RND
9-H-125	30-H-800	1.270	7.99	900	3000	28.6	1 1/8	8.39	330.2	76.71	3.02	136.7	5.38	8.38	330.1	
12-H-125	40-H-800	1.270	7.99	1200	4000	28.6	1 1/8	10.71	392.5	76.71	3.02	136.7	5.38	10.50	393.74	
15-H-125	50-H-800	1.270	7.99	1500	5000	28.6	1 1/8	13.42	521.6	76.71	3.02	136.7	5.38	13.41	503.74	
6-T-125	20-T-785	1.250	7.86	600	2000	25.4	1	5.43	200.84	57.2	2.25	114.3	4.50	5.21	188.0	3 1/2
9-T-125	30-T-785	1.250	7.86	900	3000	25.4	1	7.68	302.4	57.2	2.25	114.3	4.50	7.47	294.1	8 RND INT
12-T-125	40-T-785	1.250	7.86	1200	4000	25.4	1	9.96	388.62	57.2	2.25	114.3	4.50	9.75	376.0	(88.9 mm)
3-H-150	10-H-950	1.513	9.50	300	1000	25.4	1	5.08	200.0	61.5	2.42	114.3	4.50	5.04	198.5	3 1/2
5-H-150	15-H-950	1.513	9.50	460	1500	25.4	1	7.48	294.6	61.5	2.42	114.3	4.50	7.24	291.87	8 RND INT
6-H-150	20-H-950	1.513	9.50	600	2000	25.4	1	9.97	388.1	61.5	2.42	114.3	4.50	9.91	384.7	
7-H-150	24-H-950	1.513	9.50	700	2400	25.4	1	12.40	488.0	61.5	2.42	114.3	4.50	12.29	484.3	
9-H-150	30-H-950	1.513	9.50	900	3000	25.4	1	14.83	584.0	61.5	2.42	114.3	4.50	14.9	581.5	(88.9 mm)

* Slim-Hole Models Available

** Average displacement with a Standard Rotor at 0 psi

Please note: Refer to drawings on back page.

Reference Drawings to be used with Performance and Dimensions tables found inside.



Moyno® PUMP MODEL IDENTIFICATION	
(METRIC)	(IMPERIAL)
<p>DAILY PRODUCTION M³/DAY @ 100 RPM</p> <p>N - NOMINAL VOLUME H - HIGH VOLUME T - 2/3 MULTILOBE DESIGN S - SLIM-HOLE DESIGN E - EXTENDED ROTOR/ TAG BAR</p> <p>LIFTING CAPACITY METERS OF WATER/100</p>	<p>DAILY PRODUCTION BFPD/DAY @ 100 RPM</p> <p>N - NOMINAL VOLUME H - HIGH VOLUME T - 2/3 MULTILOBE DESIGN S - SLIM-HOLE DESIGN E - EXTENDED ROTOR/ TAG BAR</p> <p>LIFTING CAPACITY FEET OF WATER/100</p>



Worldwide Sales & Marketing Headquarters

R&M Energy Systems
363 N. Sam Houston Parkway E.
Suite 950
Houston, TX 77060
U.S.A.
Phone: 281-765-4700
Fax: 281-445-7491

Canadian Sales Headquarters

R&M Energy Systems Canada
8750 – 58th Avenue
Edmonton, Alberta T6E 6G6
Canada
Phone: 780-465-9500
Fax: 780-465-9535

Excellence Through Innovation



www.rmenergy.com



Moyno Ultra-Drive®

MODELO BD1

Cabezal de Impulsión Superficial para Bombas de Cavidad Progresiva (PC)

Para ofrecer desempeño y economía sin igual para las aplicaciones de bombeo artificial de hoy día, el Modelo BD1 Moyno Ultra-Drive® de R&M Energy Systems incorpora una serie de características optimizadas para mayor flexibilidad de aplicación, mayor vida útil de servicio y menor tiempo de inactividad.

Características y Ventajas

- Diseñado para el uso con las bombas Moyno® para el fondo del pozo
- Cabezal de impulsión con eje hueco para fácil montaje e instalación en terreno
- La opción de contención ambiental en el prensaestopas ofrece máxima protección contra derrames
- El prensaestopas es desmontable para fácil servicio y mantenimiento en prensaestopas convencionales y en sellos mecánicos
- El sistema de trinquete para tensión de la correa permite realizar con facilidad la instalación y el mantenimiento
- Las conexiones a brida o con clavija de la cabeza del pozo ofrecen flexibilidad de instalación
- Los puntos equilibrados de alzado en el bastidor del impulsor permiten el manejo fácil y mayor estabilidad
- Acceso sin obstrucciones a la polea a través de un protector articulado de correa de cuatro piezas



Cuadro de Especificaciones

Tipo de Eje	Hueco
Diámetro de Varilla Pulida	1-1/4"
Relación de Impulsión	1:1
Torsión Máxima de Varilla	1.100 pies-libras
Potencia Máxima	40 hp
Velocidad Máxima de Varilla Pulida	600 rpm
Carga Axial Máxima	33.000 libras
Polea Máxima Impulsada	31,5"
Conexión de la Cabeza del Pozo	A Brida o con Clavijas

Excelencia por Medio de Innovación

R&M Energy Systems
363 N. Sam Houston Parkway E.
Suite 950
Houston, TX 77060 EE.UU.
Teléfono: (281) 765-4700
Fax: (281) 445-7491

R&M Energy Systems Canada
8750-58th Avenue
Edmonton, Alberta T6E 6G6
Canadá
Teléfono: (780) 465-9500
Fax: (780) 465-9535

www.rmenergy.com



Una unidad de Robbins & Myers, Inc.

MODELO BD1

Moyno Ultra-Drive[®]

MODELO DHH

Sistema Superficial de Impulsión para Bombas de Cavidad Progresiva (PC)

Con el objeto de satisfacer las necesidades de los usuarios finales para obtener una solución de bombeo artificial capaz de adaptarse a las fluctuantes condiciones en el fondo del pozo, R&M Energy Systems ofrece el sistema superficial de impulsión Moyno Ultra-Drive[®] Modelo DHH para bombas PC de cavidad progresiva y para el uso con bombas para el fondo del pozo Moyno[®]. Este sistema combina una impulsión superior de bomba PC y un calzo con potencia hidráulica para el control ilimitado de velocidad variable y la seguridad adicional de frenos automáticos de giro invertido.



Características y Ventajas

- Cabezal de impulsión superficial de perfil bajo para menor impacto visual
- Calzo con potencia hidráulica con alimentación opcional de gas natural o eléctrica
- La unidad impulsada a gas natural es ideal para el uso en áreas remotas sin alimentación eléctrica
- Instalación fácil en terreno y de mantenimiento simplificado
- El prensaestopas "Enviro-Stuffing Box" proporciona protección contra costosos derrames de prensaestopas y necesita menos mantenimiento que otros tipos de unidades de sello ambiental

Cuadro de Especificaciones

Tipo de Eje	Hueco
Diámetros de Varillas Pulidas	1-1/4" - 1-1/2"
Relación de Impulsión	4:1
Torsión Máxima de Varilla	1.250 pies-libras
Potencia Máxima	65 HP
Velocidad Máxima de Varilla Pulida	500 rpm*
Carga Axial Máxima	33.000 libras
Polea Máxima Impulsada	N/A
Conexión de la Cabeza del Pozo	A Brida o con Clavijas

* Dependiente de la bomba hidráulica/motor

Excelencia por Medio de Innovación

R&M Energy Systems
363 N. Sam Houston Parkway E.
Suite 950
Houston, TX 77060 EE.UU.
Teléfono: (281) 765-4700
Fax: (281) 445-7491

R&M Energy Systems Canada
8750-58th Avenue
Edmonton, Alberta T6E 6G6
Canadá
Teléfono: (780) 465-9500
Fax: (780) 465-9535

www.rmenergy.com



Una unidad de Robbins & Myers, Inc.

Moyno Ultra-Drive®

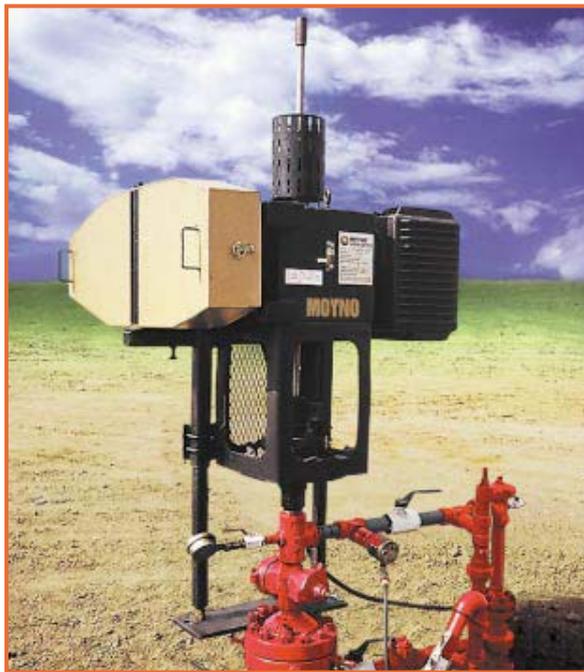
MODELO DA3

Cabezal de Impulsión Superficial para Bombas de Cavidad Progresiva (PC)

El modelo DA3 de Moyno Ultra-Drive® de R&M Energy Systems combina la máxima eficiencia de funcionamiento y un diseño avanzado. Al combinarse con las bombas para el fondo del pozo Moyno® proporciona un rendimiento eficiente en el pozo para aplicaciones de recuperación de aceites de servicio intermedio y de gas.

Características y Ventajas

- Cabezal de impulsión con eje hueco esencial para fácil montaje e instalación en terreno
- Características de contención para cumplir con las normativas de prensaestopas para la protección del medio ambiente
- El sistema de sellos desmontables simplifica el mantenimiento en prensaestopas convencionales y sellos mecánicos
- El sistema de trinquete para tensión de la correa permite la distribución uniforme de cargas durante el funcionamiento
- El sistema ajustable de arriostamiento diseñado para el uso en pozos inclinados y aplicaciones de alta potencia agrega estabilidad y refuerzo
- Flexibilidad de instalación con conexiones de cabezas del pozo a brida o con clavijas
- Los puntos equilibrados de izado proporcionan un manejo seguro y estabilidad
- Protector articulado de correa para fácil acceso



Cuadro de Especificaciones

Tipo de Eje	Hueco
Diámetros de Varillas Pulidas	1-1/4" - 1-1/2"
Relación de Impulsión	3:1
Torsión Máxima de Varilla	1.750 pies-libras
Potencia Máxima	50 hp
Velocidad Máxima de Varilla Pulida	600 rpm
Carga Axial Máxima	33.000 libras
Polea Máxima Impulsada	24"
Conexión de la Cabeza del Pozo	A Brida o con Clavijas

Excelencia por Medio de Innovación

R&M Energy Systems
363 N. Sam Houston Parkway E.
Suite 950
Houston, TX 77060 EE.UU.
Teléfono: (281) 765-4700
Fax: (281) 445-7491

R&M Energy Systems Canada
8750-58th Avenue
Edmonton, Alberta T6E 6G6
Canadá
Teléfono: (780) 465-9500
Fax: (780) 465-9535

www.rmenergy.com



Una unidad de Robbins & Myers, Inc.

Moyno Ultra-Drive®

MODELO DD1

Cabezal de Impulsión Superficial para Bombas de Cuidad Progresiva (PC)

Diseñado para el uso con las bombas Moyno® para pozos en la producción de petróleo y en aplicaciones de desagüe de pozos de gas, el Modelo DD1 Moyno Ultra-Drive® accionado eléctricamente incluye características de diseño muy similares al modelo DA3. La principal diferencia está en la potencia. Este modelo tiene una capacidad máxima de 100 hp en comparación con la potencia de 50 hp del modelo DA3.

Características y Ventajas

- Cabezal de impulsión con eje hueco esencial para fácil montaje e instalación en terreno
- Características de contención para cumplir con las normativas de presaestopas para la protección del medio ambiente
- El sistema de sellos desmontables simplifica el mantenimiento en presaestopas convencionales y sellos mecánicos
- El sistema de trinquete para tensión de la correa permite la distribución uniforme de cargas durante el funcionamiento
- El sistema ajustable de arriostramiento diseñado para el uso en pozos inclinados y aplicaciones de alta potencia agrega estabilidad y refuerzo
- Flexibilidad de instalación con conexiones de cabezas del pozo a brida o con clavijas
- Los puntos equilibrados de izado proporcionan un manejo seguro y estabilidad
- Protector articulado de correa para fácil acceso



Cuadro de Especificaciones

Modelo	DD1	DD1H
Tipo de Eje	Hueco	Hueco
Diámetros de Varillas Pulidas	1-1/4" - 1-1/2"	1-1/4" - 1-1/2"
Relación de Impulsión	Directa	Directa
Torsión Máxima de Varilla	1.750 pies-libras	1.750 pies-libras
Potencia Máxima	150 HP	150 HP
Velocidad Máxima de Varilla Pulida	600 rpm	600 rpm
Carga Axial Máxima	33.000 libras	56.000 libras
Polea Máxima Impulsada	31,5"	31,5"
Conexión de la Cabeza del Pozo	A Brida o con Clavijas	A Brida o con Clavijas

Excelencia por Medio de Innovación

R&M Energy Systems
363 N. Sam Houston Parkway E.
Suite 950
Houston, TX 77060 EE.UU.
Teléfono: (281) 765-4700
Fax: (281) 445-7491

R&M Energy Systems Canada
8750-58th Avenue
Edmonton, Alberta T6E 6G6
Canadá
Teléfono: (780) 465-9500
Fax: (780) 465-9535

www.rmenergy.com



Una unidad de Robbins & Myers, Inc.

Bombas KUDU de Cavidades Progresivas

- Costos de operación menores
- Manejan arena hasta un 50%
- Ideales para viscosidades altas
- Gas sulfhídrico hasta un 18%
- Gas carbónico hasta un 30%
- Desaguado de pozos de carbón-gas metano
- Temperaturas hasta los 150°C
- Aromáticos hasta un 15%
- Capacidades para volúmenes altos : hasta 1,000 m³/d (6,000 bfpd)
- Pozos desviados y horizontales
- Ahorro de energía hasta un 50%
- No bloqueo por gas
- No caída de varillas
- Sistemas de bombas insertables disponibles
- Diseño geométrico avanzado
- Profundidad máxima 3,000 metros (10,000 pies)

Series*	Model	Capacidad @ 500 rpm y altura cero		Capacidad @ 100 rpm y altura cero		Profundidad operacional máxima		Nombre Genérico del Modelo altura(m)/gasto(m ³) @100rpm
		m ³ /d	bfpd	m ³ /d	bfpd	M	Ft	
2 3/8"	15 TP 600 SL	15	94	3.1	19	600	1980	600/3
	15 TP 1200 SL	15	94	3.1	19	1200	4000	1200/3
	15 TP 2400 SL	15	94	3.1	19	2400	8000	2400/3
	30 TP 650 SL	27	170	5.4	34	600	2000	650/5
	30 TP 1300 SL	27	170	5.4	34	1300	4250	1300/5
	30 TP 2000 SL	27	170	5.4	34	2000	6600	2000/5
	30 TP 2600 SL	27	170	5.4	34	2600	8600	2600/5
	45 TP 1200 ML	45	283	9	56	1200	4000	1200/9
	45 TP 2400 ML	45	283	9	56	2400	8000	2400/9
	80 TP 400 SL	80	503	16	100	400	1600	400/17
	80 TP 800 SL	80	503	16	100	800	2600	800/17
	80 TP 1200 SL	80	503	16	100	1200	4000	1200/17
80 TP 1600 SL	80	503	16	100	1600	5300	1600/17	
80 TP 2000 SL	80	503	16	100	2000	6600	2000/17	
180 TP 1300 ML	180	1132	36	226	1300	4250	1300/36	
180 TP 2000 ML	180	1132	36	226	2000	6600	2000/36	
2 7/8"	60 TP 650 SL	66	415	13.2	83	650	2100	650/13
	60 TP 1300 SL	66	415	13.2	83	1300	4250	1300/13
	60 TP 2000 SL	66	415	13.2	83	2000	6600	2000/13
	60 TP 2600 SL	66	415	13.2	83	2600	8600	2600/13
	100 TP 600 SL	108	680	21.6	136	600	1980	600/22
	100TP 1200 SL	108	680	21.6	136	1200	4000	1200/22
	100 TP 1800 SL	108	680	21.6	136	1800	5900	1800/22
	240 TP 600 SL	240	1510	48	300	600	1980	600/48
	240 TP 900 SL	240	1510	48	300	900	2950	900/48
	120 TP 1300 SL	120	755	24	151	1300	4250	1300/24
	120 TP 2000 SL	120	755	24	151	2000	6600	2000/24
	120 TP 2600 SL	120	755	24	151	2600	8600	2600/24
3 1/2"	200 TP 600 SL	194	1220	38.8	244	600	1980	600/39
	200 TP 1200 SL	194	1220	38.8	244	1200	4000	1200/39
	200 TP 1800 SL	194	1220	38.8	244	1800	5900	1800/39
	200 TP 2400 SL	194	1220	38.8	244	2400	8000	2400/39
	300 TP 400 SL	300	1887	60	377	400	1600	400/60
	300 TP 800 SL	300	1887	60	377	800	2600	800/60
	300 TP 1200 SL	300	1887	60	377	1200	4000	1200/60
	300 TP 1600 SL	300	1887	60	377	1600	5300	1600/60
	180 TP 1000 SL	180	1132	36	226	1000	3300	1000/38
	180 TP 2000 SL	180	1132	36	226	2000	6600	2000/38
	180 TP 3000 SL	180	1132	36	226	3000	10000	3000/38
	225 TP 1600 SL	225	1415	45	283	1600	5300	1600/46
225 TP 2400 SL	225	1415	45	283	2400	8000	2400/46	
300 TP 600 SL	300	1887	60	377	600	1980	600/60	
300 TP 1200 SL	300	1887	60	377	1200	4000	1200/60	
300 TP 1800 SL	300	1887	60	377	1800	5900	1800/60	
300 TP 2400 SL	300	1887	60	377	2400	8000	2400/60	
400 TP 450 SL	400	2516	80	503	450	1500	450/80	
400 TP 900 SL	400	2516	80	503	900	2950	900/80	
400 TP 1350 SL	400	2516	80	503	1350	4450	1350/80	
400 TP 1800 SL	400	2516	80	503	1800	5900	1800/80	
600 TP 300 SL	600	3774	120	755	300	1000	300/120	
600 TP 600 SL	600	3774	120	755	600	1980	600/120	
600 TP 900 SL	600	3774	120	755	900	1950	900/120	
600 TP 1200 SL	600	3774	120	755	1200	4000	1200/120	
600 TP 1500 SL	600	3774	120	755	1500	5000	1500/120	
840 TP 500 ML	840	5284	168	1057	500	1650	500/168	
840 TP 1000 ML	840	5284	168	1057	1000	3300	1000/168	
840 TP 1500 ML	840	5284	168	1057	1500	5250	1500/168	
5"	750 TP 800 SL	750	4718	150	944	800	2600	800/150
	750 TP 1200 SL	750	4718	150	944	1200	4000	1200/150
	1000 TP 200 SL	1000	6290	200	1258	200	660	200/200
	1000 TP 400 SL	1000	6290	200	1258	400	1320	400/200
	1000 TP 600 SL	1000	6290	200	1258	600	1980	600/200
	1000 TP 860 SL	1000	6290	200	1258	860	2800	860/200
	1000 TP 1150 SL	1000	6290	200	1258	1150	3800	1150/200
	1000 TP 1450 SL	1000	6290	200	1258	1450	5000	1450/200
	1000 TP 1700 SL	1000	6290	200	1258	1700	5600	1700/200

*Todas las informaciones son exactas y actualizadas para el momento de su impresión.
Kudu Industries Inc. se reserva el derecho de modificar las especificaciones de sus productos en cualquier momento sin que ello comporte ningún tipo de obligación.

Bombas KUDU de Cavidades Progresivas

Field Locations

Brooks

1-403-793-8080

Elk Point

1-780-724-2910

Estevan

1-306-634-9966

Grande Prairie

1-780-805-1339

Kindersley

1-306-463-6440

Lloydminster

1-780-871-0660

Provost

1-780-753-2950

Sedgewick

1-780-384-2177

Slave Lake

1-780-849-5650

Taber

1-403-223-1201

International

1-800-642-5519

Head Office

9112 - 40th Street SE

Calgary, AB

T2C 2P3

1-403-279-5838

Selección del elastómero

REF	Máx. API	Máx. Temp °C				<i>Resistencia a :</i>		
			Arena	H ₂ S	CO ₂	Aromáticos	Agua	Explosiva Decompresión
159	35	120	Bueno	Excelente	Alto	Excelente	Excelente	Superior
194	30	80	Excelente	Excelente	Bueno	Buena	Excelente	Buena
198	25	150	Excelente	Excelente	Bueno	Buena	Buena	Mediana
199	40	120	Mediano	Bueno	Superior	Excelente	Excelente	Superior
204	20	60	Pobre	Excelente	Excelente	Mediana	Excelente	Mediana
205	28	80	Superior	Bueno	Mediano	Mediana	Excelente	Buena

Bombas de Tamaño Reducido

Series	<i>Slim Hole (Bombas Insertables)</i>		<i>Flushline</i>	
	<i>Diam. Ext.del Estator</i>		<i>Diam. Ext.del Estator</i>	
	mm	pg	mm	pg
2 7/8"	78	3.07	86	3.38
4"	99	3.9	110	4.33
5"	—	—	138	5.43

Sistemas BCP Insertables

Tubería

Tamaño Size	lbs/pie*	kg/m*	Modelos de Bomba
2 7/8"	6.50	9.67	45IP1200ML, 2400ML
3 1/2"	9.30	13.84	15IP600SL, 1200SL, 2400SL; 30IP650SL, 1300SL, 2000SL, 2600SL 80IP400SL, 800SL, 1200SL, 1600SL, 2000SL 180IP650ML, 1300ML, 2000ML
4 1/2"	12.75	18.97	100IP600SL, 1200SL, 1800SL, 120IP1300SL, 2000SL, 2600SL 200IP600SL, 1200SL, 1800SL, 2400SL 240IP600SL, 900SL 300IP400SL, 800SL
5 1/2"	17	25.3	180IP1000SL, 2000SL, 3000SL 225IP1600SL, 2400SL 300IP600SL, 1200SL, 1800SL, 2400SL 400IP450SL, 900SL, 1350SL, 1800SL 600IP300SL, 600SL, 900SL, 1200SL, 1500SL 840IP500ML, 1000ML, 1500ML

*Peso Máximo de la Tubería
PATENTE(S) PENDIENTE(S)

**Bombas KUDU fabricadas por
PCM Pompes. PCM Pompes fue
establecida por René Moineau,
Inventor de la BCP.**



www.kudupump.com

Sistemas de BCP Insertables

Durabilidad – Seguridad – Fiabilidad

Al hacer posible la bajada y la subida de la bomba con la sarta de varillas, y al eliminar la necesidad de sacar la tubería de producción para reemplazar la bomba, el sistema Kudu de BCP insertables reduce el tiempo de paro y los costos asociados al equipo de superficie. El conjunto completo de la bomba se puede instalar o sacar con un equipo de servicio, lo que tiene por resultado una reducción de un 40 a 50% de los costos de maniobra.

Tamaño de la Tubería	Peso de la Tubería* lbs/ft* kg/m*	Modelos de Bomba
2 7/8"	6.50 9.67	45IP1200ML, 2400ML
3 1/2"	9.30 13.84	15IP600, 1200, 2400; 30IP650, 1300, 2000, 2600 80IP400, 800, 1200, 1600, 2000 180IP650ML, 1300ML, 2000ML
4 1/2"	12.75 18.97	100IP600, 1200, 1800, 120IP1300, 2000, 2600 200IP600, 1200, 1800, 2400 240IP600, 900 300IP400, 800
5 1/2"	17 25.3	180IP1000, 2000, 3000 225IP1600, 2400 300IP600, 1200, 1800, 2400 400IP450, 900, 1350, 1800 600IP300, 600, 900, 1200, 1500 840IP500ML, 1000ML, 1500ML

*Peso Máximo de la Tubería
PATENTE(S) PENDIENTE(S)



BCP insertable dentro de la sarta de tubería

Conjunto de bomba insertable

Tubería con niple de asiento de la bomba



www.kudupump.com

Sistemas de BCP Insertables

Especificaciones

Field Locations

Brooks

1-403-793-8080

Elk Point

1-780-724-2910

Estevan

1-306-634-9966

Grande Prairie

1-780-805-1339

Kindersley

1-306-463-6440

Lloydminster

1-780-871-0660

Provost

1-780-753-2950

Sedgewick

1-780-384-2177

Slave Lake

1-780-849-5650

Taber

1-403-223-1201

International

1-800-642-5519

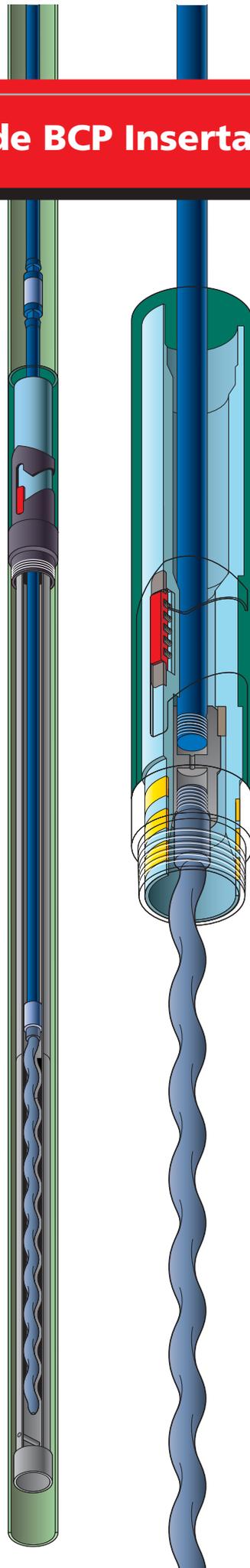
Head Office

9112 - 40th Street SE

Calgary, AB

T2C 2P3

1-403-279-5838



El conjunto robusto de bloqueo y sellado es solidario de la bomba. Este conjunto coloca automáticamente la bomba y la asienta firmemente en el niple de asiento. Ello impide cualquier movimiento de la bomba, axial o rotatorio, durante las operaciones. Un acople de labrado especial conecta el rotor a la sarta de varillas. Al sacar la sarta de varillas, este acople se mete en un perfil de acoplamiento situado en la extremidad superior del conjunto de bomba. Sacar la bomba de su asiento se cumple simplemente levantando y haciendo girar la sarta de varillas en cuanto se ha metido el acople en el perfil. El área de desvío permite lavar la bomba sin sacarla de su asiento.

Características

- Anclaje auto localizador en la extremidad superior
- Niple de asiento de la bomba insertado en la sarta de tubería
- No fuerza requerida para asentar o desasentar
- Confirmación clara del asentado o desasentado
- El conjunto superior de sellado incluye varios sellos API de reemplazo fácil.
- Se adapta fácilmente a varios tamaños de bomba
- Área de desvío permite el flujo del fluido a través del conjunto

Todas las informaciones son exactas y actualizadas para el momento de su impresión. Kudu Industries Inc. se reserva el derecho de modificar las especificaciones de sus productos en cualquier momento sin que ello comporte ningún tipo de obligación.



www.kudupump.com

Ancla Cam-Loc



El Ancla Cam-Loc KUDU une la acción probada de bloqueo por una leva con un mecanismo de activación de cuñas separado y mejorado, y con un procedimiento de mantenimiento sumamente sencillo.

El Cam-Loc utiliza bloques separados de cuñas y de zapatas con el objetivo de eliminar un desgaste prematuro de las cuñas durante la instalación. Un resorte Inconel X 750 retira las cuñas dentro del equipo durante la bajada en el pozo. Las zapatas centran el ancla y proporcionan la fricción de interferencia necesaria para desplegar las cuñas cuando se aplica la torsión hacia la derecha. Al aplicar la torsión, el perfil de las levas (que es parte integral del equipo) se mueve debajo de las cuñas, forzando a estas hacia afuera (ver gráfica abajo). Las levas ponen las cuñas en contacto con la tubería de

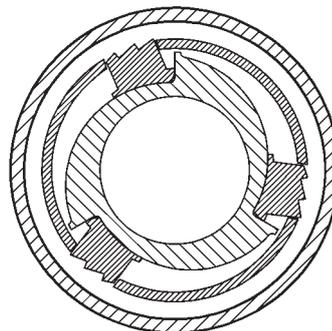
revestimiento. Los dientes verticales largos agarran la tubería firmemente, impidiendo una rotación hacia la derecha, aunque permitiendo movimientos verticales de la tubería de producción cuando esta misma se alarga o se contrae.

Al utilizar bloques separados para cuñas y zapatas, cada componente logra una mayor área de aplicación de las cargas. Ello resulta en un desgaste menor de las cuñas, de las zapatas y de la tubería – es decir, en una vida útil mayor de todos los componentes.

El mantenimiento de esta herramienta es sencillo : los forros de las cuñas y de las zapatas están unidos por un retenedor y seis tornillos. Se quitan los tornillos, se hacen girar los forros, y cada uno se quita del equipo. La única herramienta requerida es una llave Allen.

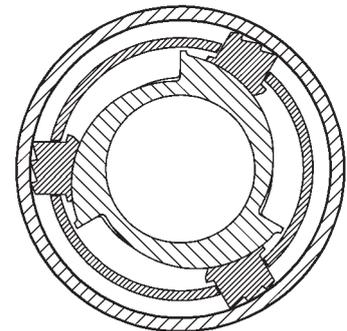
Tubo de revestimiento 5 1/2" x Ancla 2 7/8" EUE

Figura 1



Sección 1
Cuñas totalmente
retractadas

Figura 2



Sección 1
Cuñas totalmente
desplegadas

Patente US 6,159,348
Otras Patente(s) Pendiente(s)



KUDU
INDUSTRIES INC.

www.kudupump.com

Ancla Cam-Loc

Field Locations

Brooks

1-403-793-8080

Elk Point

1-780-724-2910

Estevan

1-306-634-9966

Grande Prairie

1-780-805-1339

Kindersley

1-306-463-6440

Lloydminster

1-780-871-0660

Provost

1-780-753-2950

Sedgewick

1-780-384-2177

Slave Lake

1-780-849-5650

Taber

1-403-223-1201

International

1-800-642-5519

Head Office

9112 - 40th Street SE

Calgary, AB

T2C 2P3

1-403-279-5838

Especificaciones del Ancla Cam-Loc

Tamaño del Tubo de Revestimiento		Diám. Ext. del Ancla		Diám. Int. del Ancla		Longitud Total		Peso		Conexión EUE		Rango de Instalación Peso del Tubo de Revest.	Rango de Instalación Peso del Tubo de Revest.
pg	mm	pg	mm	pg	mm	pg	mm	lbs	kgs.	pg	mm	Peso del Tubo de Revest. lbs/pie	Peso del Tubo de Revest. kg/m
4 1/2	114.3	3.63	92.2	1.9	48.2	23	584	30	13.6	2 3/8	60.3	9.5 - 13.5	14.1 - 20.1
5	127.0	3.63	92.2	1.9	48.2	23	584	33	14.9	2 3/8	60.3	13.0 - 20.8	19.3 - 30.9
5 1/2	139.7	4.45	113.0	2.5	63.5	26	584	48	21.6	2 7/8	73.0	14.0 - 26.0	20.8 - 38.7
5 3/4	146.0	4.45	113.0	2.5	63.5	26	584	48	21.6	2 7/8	73.0	ID 5.165"-4.865"	ID131mm-123.54mm
6 5/8	168.3	4.45	113.0	2.5	63.5	26	584	51	23.2	2 7/8	73.0	20.0 - 29.0	29.7 - 43.1
7	177.8	4.45	113.0	2.5	63.5	26	584	53	24.2	2 7/8	73.0	17.0 - 30.0	25.3 - 44.6
7	177.8	5.63	143.0	3.0	76.2	26	584	84	38.0	3 1/2	88.9	17.0 - 32.0	25.3 - 44.6
7 5/8	193.7	5.63	143.0	3.0	76.2	26	584	86	38.4	3 1/2	88.9	24.0 - 33.70	35.7 - 50.1
8 5/8	219.1	5.63	143.0	3.0	76.2	26	584	86	39.0	3 1/2	88.9	24.0 - 44.0	35.7 - 65.5
9 5/8	244.5	5.63	143.0	3.0	76.2	26	584	86	39.0	3 1/2	88.9	38.0 - 58.4	56.5 - 86.9
9 5/8	244.5	7.15	181.61	4.0	101.6	29	736.6	112	50.9	4 1/2	114.3	38.0 - 58.4	56.5 - 86.9
10 3/4	273.05	7.15	181.63	4.0	101.6	29	736.6	114	50.9	4 1/2	114.5	40.5 - 60.7	60.3 - 90.3

Para otros tamaños póngase en contacto con su representante Kudu.

Instrucciones para ensamblaje y bajada

Si el Cam-Loc está instalado al extremo inferior de la sarta de tubería, se aconseja colocar un cople al piñón inferior para eliminar el riesgo de un posible desgaste de la rosca.

Utilizar tenazas o llaves de bloqueo únicamente en el área caja del ancla, nunca sobre las cuñas o sobre el cuerpo de las zapatas. Las instrucciones recomendadas por API sobre el roscado y el par de torsión deben ser puestas en práctica. El Cam-Loc puede ser colocado por encima o por debajo de la BCP.

El ancla se fija en la tubería aplicando un par de torsión hacia la derecha. Durante el roscado, utilizar llaves de bloqueo sobre la sarta de tubería para impedir un desgaste superfluo de las cuñas. El ancla y la bomba deben ser manejadas lentamente a través del preventor durante instalación y retirada.

Una vez en la tubería de revestimiento, y con el objetivo de familiarizar al personal operador con los procedimientos de instalación y de retirada, se sugiere que el ancla sea asentada. Esta se libera con un giro hacia la izquierda.

El ancla debe ser instalada en una tubería apropiada. La bajada a través de las perforaciones debe realizarse con precaución.

La capacidad de torsión del ancla excede la de las conexiones de la tubería de producción.

Nuestra empresa entrega instrucciones adicionales con el envío de cada herramienta.



www.kudupump.com

Todas las informaciones son exactas y actualizadas para el momento de su impresión. Kudu Industries Inc. se reserva el derecho de modificar las especificaciones de sus productos en cualquier momento sin que ello comporte ningún tipo de obligación.

Niple Anti-Vibratorio



El niple anti-vibratorio de Kudu viene equipado de zapatas de resorte para atenuar los movimientos de la tubería de producción, amortiguar las vibraciones y reducir la resonancia armónica. Con ello se reduce el desgaste de las bombas, de las tuberías, de las sartas de varillas y de las anclas.

Diseñado para ser utilizado con las bombas de cavidades progresivas (BCP), este niple ofrece un cojín elástico entre la tubería de producción y la tubería de revestimiento. El mismo debe ser instalado encima de la bomba y en cualquier punto de contacto entre las dos tuberías.

El niple anti-vibratorio tiene un diseño y una configuración similares a los de otras herramientas de fondo Kudu. Algunos componentes de zapata y de resorte son intercambiables con los de las anclas Kudu para BCP.

Especificaciones del Niple Anti-Vibratorio

Casing Size		Maximum OD		Length		Standard ID*		Connection (EUE)
in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.
4.500	114.3	3.60	91.44	14.50	368.3	1.90	48.3	2 3/8
5.000	127.0	3.60	91.44	14.50	368.3	1.90	48.3	2 3/8
5.500	139.7	4.35	110.49	15.25	387.4	2.50	63.5	2 7/8
5.750	146.1	4.35	110.49	15.25	387.4	2.50	63.5	2 7/8
6.625	168.3	4.35	110.49	15.25	387.4	2.50	63.5	2 7/8
7.000	177.8	4.35	110.49	15.25	387.4	2.50	63.5	2 7/8
7.000	177.8	5.50	139.7	17.00	431.8	2.50	63.5	2 7/8
7.000	177.8	5.50	139.7	17.00	431.8	3.00	76.2	3 1/2
7.625	193.7	5.50	139.7	17.00	431.8	2.50	63.5	2 7/8
7.625	193.7	5.50	139.7	17.00	431.8	3.00	76.2	3 1/2
8.625	219.1	5.50	139.7	17.00	431.8	2.50	63.5	2 7/8
8.625	219.1	5.50	139.7	17.00	431.8	3.00	76.2	3 1/2

*PSN Special Clearance I.D.'s Available.

*Todas las informaciones son exactas y actualizadas para el momento de su impresión. Kudu Industries Inc. se reserva el derecho de modificar las especificaciones de sus productos en cualquier momento sin que ello comporte ningún tipo de obligación.



Field Locations

Brooks

1-403-793-8080

Elk Point

1-780-724-2910

Estevan

1-306-634-9966

Grande Prairie

1-780-805-1339

Kindersley

1-306-463-6440

Lloydminster

1-780-871-0660

Provost

1-780-753-2950

Sedgewick

1-780-384-2177

Slave Lake

1-780-849-5650

Taber

1-403-223-1201

International

1-800-642-5519

Head Office

9112 - 40th Street SE

Calgary, AB

T2C 2P3

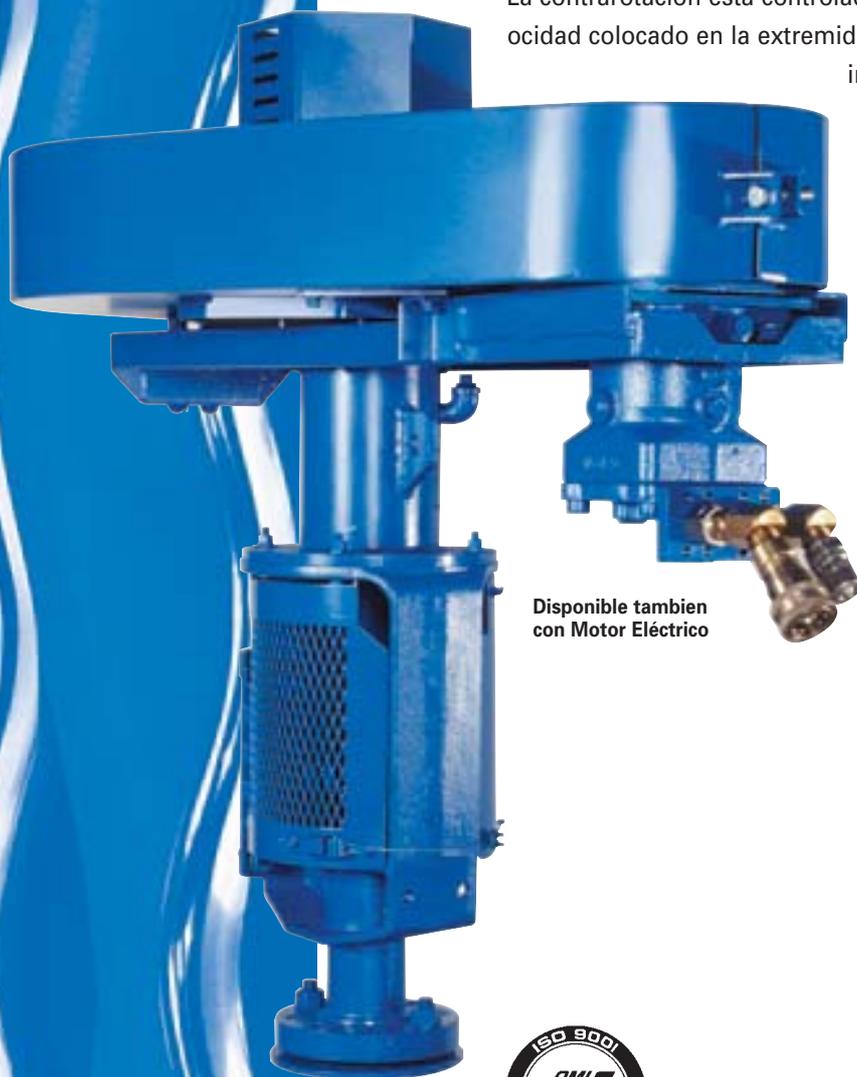
1-403-279-5838

VH 40 HP 5.6 T

Durabilidad – Seguridad – Fiabilidad

Sólido y robusto, el VH-40 HP, 5.6 T de KUDU ha sido diseñado para bombas que requieren hasta 40 HP de potencia con motor eléctrico o 40 HP con motor hidráulico. Su carga axial nominal máxima es de 5.6 toneladas. El eje motriz hueco permite acomodar una barra pulida de 1 1/4" o 1 1/2" de diámetro. Está equipado con tres rodamientos de alta capacidad, lubricados con aceite.

La contrarotación está controlada por un freno centrífugo de sobrevelocidad colocado en la extremidad del motor eléctrico o, en caso de impulsión hidráulica, por el circuito hidráulico.



Disponibles también con Motor Eléctrico



- Ideal para aplicaciones con crudo pesado
- Pozos de carbón-gas metano
- Excede los estándares de la industria
- Punto único de levantamiento
- Carter de guardabanda de dos mitades abisagradas
- Prensaestopa protegido
- Montaje en la cabeza del pozo con brida o rosca
- Relación de poleas 4 :1 o 5 :1
- Todas las partes en movimiento están protegidas
- Seguridad operacional máxima
- Niveles mínimos de ruido
- Perfil bajo, ocupa poco espacio
- Instalación en pozos inclinados sin apoyo adicional
- El sistema de sello rotatorio Oryx elimina pérdidas y mantenimiento

Póngase en contacto con su representante Kudu para las opciones de unidad de potencia.

Todas las informaciones son exactas y actualizadas para el momento de su impresión. Kudu Industries Inc. se reserva el derecho de modificar las especificaciones de sus productos en cualquier momento sin que ello comporte ningún tipo de obligación.



VH 60 HP 8 T

Durabilidad – Seguridad – Fiabilidad

El nuevo diseño del VH-60 HP-8 T es el resultado de 15 años de experiencia industrial para proveer un cabezal avanzado, de servicio medio, para sistemas BCP.

El VH-60 HP-8 T ha sido diseñado para permitir facilidad de operación y mantenimiento reducido.

La nueva configuración del sistema de freno elimina las líneas externas y provee un acceso fácil a las zapatas del freno. La altura total del cabezal ha sido reducida con el fin de obtener un perfil más bajo.

El VH-60 HP-8 T está equipado del sello de no-mantenimiento, no-perdidas, Oryx. El sello Oryx supera los estándares EUB y puede ser mantenido en el campo.

Como todos los cabezales Kudu, el VH-60 HP utiliza un total de tres rodamientos. El rodamiento de empuje, de auto alineación, asegura que la carga axial en el rodamiento sea uniforme. El eje impulsor está soportado por dos rodamientos de rodillos de alta capacidad. Los tres rodamientos están continuamente lubricados por aceite.

La carga axial nominal de 8 toneladas del VH-60 HP ofrece una longevidad excepcional en los campos petroleros. Esta carga nominal de 8 toneladas ha sido establecida de acuerdo con el calculo aceptado ISO de la vida L10 a la velocidad nominal de 500 rpm.

Este cabezal es ideal para operaciones a baja velocidad y a alta velocidad hasta 500 rpm.

- Diseño compacto, robusto
- Sello Oryx: no mantenimiento, no perdidas
- Freno de disco ventilado para disipar el calor
- Zapatas de freno accesibles
- Freno anti-bloqueo (patente Kudu)
- Grapa en la barra pulida impide la eyección de ésta
- Un solo punto de ajuste de la tensión de las bandas
- Tacómetro integrado
- Orejas de levantamiento equilibradas
- Eje impulsor hueco permite el lavado de la bomba
- Guarda banda de apertura máxima
- Posibilidad de impulsión por convertidor de frecuencia



VH 100 HP 11.6/18T

Durabilidad – Seguridad – Fiabilidad

El nuevo cabezal Centurian de KUDU es compacto, robusto, seguro y el de más alta capacidad en la industria. Este equipo está diseñado para manejar hasta 11.6 o 18 toneladas de carga axial. El eje impulsor hueco permite acomodar barras pulidas de 1 1/4" o 1 1/2" de diámetro. Al levantar la barra pulida, se saca el rotor del estator, lo que permite lavar la bomba por circulación inversa. Este cabezal está equipado con tres rodamientos de alta capacidad, lubricados con aceite.

Al desarrollar el sistema de freno de disco para cabezales BCP, escribió KUDU Industries Inc. el libro sobre la seguridad relativa a los cabezales. Este sistema de freno de disco patentado es integral, automático, antibloqueo y elimina con toda seguridad la energía asociada a la contrarrotación.

El par de torsión impulsado por el cabezal es transferido a la sarta de varillas por medio de un eje hexagonal corredizo. El mismo permite movimientos verticales de la sarta de varillas, de modo que se puede liberar un rotor atascado sin desacoplar el freno : un aspecto esencial en la seguridad.



- Control de contrarrotación patentado, automático y antibloqueo
- Sistema de freno de acción instantánea
- Eje hexagonal patentado
- Punto único de levantamiento
- Ideal para aplicaciones con crudo pesado
- Carter de guardabanda de dos mitades
- Pozos de carbón-gas metano
- Prensaestopa protegido
- Potencia eléctrica o hidráulica
- Montaje del cabezal con brida o rosca
- Sistema de sello medioambiental Oryx
- Todas las partes en movimiento están protegidas
- Seguridad operacional máxima
- Instalación en pozos inclinados sin apoyo adicional
- Excede los estándares de la industria
- Niveles mínimos de ruido
- Perfil bajo, ocupa poco espacio

KUDU
INDUSTRIES INC.

VH 200 HP 18 T

Durabilidad – Seguridad – Fiabilidad

El VH-200 HP de KUDU es un cabezal eficiente, diseñado para cumplir las exigencias de las BCP de gran capacidad. Su sistema de impulsión posee lo último de la tecnología en sistemas de freno y de sello. Además, está disponible con motores eléctricos o hidráulicos.

La capacidad nominal L10 de este equipo para una carga axial de 18 toneladas le garantiza longevidad y seguridad óptima. El diseño de motores gemelos ya viene balanceado y permite que el cabezal sea instalado o removido fácilmente en un solo conjunto. El eje impulsor hueco acomoda una barra pulida de 1 1/2" de diámetro. Al levantar esta, se puede lavar el pozo por circulación inversa. Este cabezal va equipado con tres rodamientos de alta capacidad, lubricados con aceite, y con un sistema de freno de disco patentado, integral, automático, antibloqueo, que elimina con toda seguridad la energía asociada a la contrarrotación.

El par de torsión impulsado por el cabezal es transferido a la sarta de varillas por medio de un eje hexagonal corredizo. El mismo permite movimientos verticales de la sarta de varillas, de modo que se puede liberar un rotor atascado sin desacoplar el freno : un aspecto esencial en la seguridad.

El guardabanda tiene una altura interior de 10 pg que permite acomodar diseños con bandas sincrónicas.

- Control de contrarrotación patentado, automático, antibloqueo
- Ensayo vacío del sistema de freno
- Eje hexagonal patentado
- Ideal para aplicaciones de altos volúmenes
- Carter de guardabanda de dos mitades abisagradas
- Prensaestopa protegido
- Montaje por brida en la cabeza del pozo
- Instalación sobre pozos inclinados sin apoyo adicional
- El sistema de sello rotatorio Oryx elimina pérdidas y mantenimiento
- Todas las partes en movimiento están protegidas
- Seguridad operacional maximizada
- Niveles mínimos de ruido
- Perfil bajo, ocupa poco espacio
- Excede los estándares de seguridad de la industria
- Disponible con impulsión eléctrica o hidráulica



KUDU
INDUSTRIES INC.

www.kudupump.com

Página 89



Weatherford®

Artificial Lift Systems

MG and MG-I Direct Progressing Cavity Pump Surface Drives

Weatherford's MG and MG-I direct drives are proven powerhouses in Weatherford progressing cavity pump (PCP) systems that handle highly demanding PCP applications with reliability and economy. These drive-head systems feature Weatherford's unique centrifugal wet brake system for superior safety and protection.

The **MG** can be equipped with a pinned or flanged conventional stuffing box or a retrofit stuffing box. The **MG-I** is equipped with an integral stuffing box and is a low-profile alternative surface drive that is ideal for aesthetically sensitive environments.

Weatherford has the industry's largest selection of surface drives and a full range of sucker-rod technology and production optimization controls and services. Fully integrated PCP product and service packages provide greater system efficiency and better control of lifting costs.

Applications

- Demanding PCP applications, including dewatering gas wells, pumping sand-laden heavy crude oil, light oil, and water source wells
- Height-restricted work areas
- Aesthetically sensitive areas that require a small footprint
- Operations with low-capital-investment constraints



MG Direct Drive
Polished Rod Sizes: 1-1/4 and 1-1/2 in.



MG-I Direct Drive
Polished Rod Size: 1-1/4 in.



MG and MG-I Direct Progressing Cavity Pump Surface Drives

Features, Advantages and Benefits

- Unique centrifugal wet brake system provides the ultimate in backspin protection. To maintain safe drivehead recoil speeds, two large brake shoes engage their stationary housings once the backspin speed reaches 250 rpm. The brake shoes remain retracted below 250 rpm for a quick, controlled, and complete fluid dump. This system guards against drivehead failures and enhances safe control of rod recoil.
- The centrifugal brake system is totally enclosed and immersed in synthetic oil to control fluctuating temperatures and provide continual lubrication of parts to ensure long service life.
- Light weight, compact size, a stable three-point lifting system, and hinged belt guards provide ease of handling.

Options

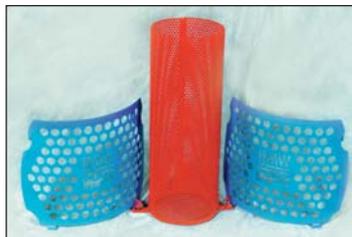


Retrofit



Integral

Rotating Stuffing Box



Polished Rod Guards



Polished Rod Speed Indicators



MG and MG-I Direct Progressing Cavity Pump Surface Drives

Specifications

Basic Specifications	MG	MG-I	MG Dual
Drive type	Direct		
Drive ratio	1:1		
Drive style	Bearing box		
Input shaft	Hollow shaft		
Ratings			
Maximum input polished rod torque	2,000 ft-lb (2,712 N•m)		
Maximum polished rod speed	600 RPM		
Thrust bearing ISO rating ^a	194,000 lb (87,997 kg)		
Thrust bearing, Ca90 rating ^a	50,300 lb (22,816 kg)		
Maximum motor size, single motor	125 HP		75 HP x 2
Polished rod size	1-1/4 or 1-1/2 in. (31.75 or 38.10 mm)		1-1/2 in. (38.10 mm)
Maximum recommended temperature, seal	230°F (110°C)		
Dimensions and Weights			
Height	64 in. (1,625.6 mm)	48 in. (1,219.2 mm)	60 in. (1,524.0 mm)
Input shaft size	2-3/4 in. (69.85 mm)		
Weight ^b	1,780 lb (807 kg)	1,600 lb (726 kg)	1,850 lb (839 kg)
Backspin control	Centrifugal wet		
Wellhead connection ^c	3 1/8-in., 3,000-psi R-31 flange		
Prime mover	Electric or hydraulic		Electric
Driven sheave maximum diameter	31.5 in. (800.1 mm)		28.0 in. (711.2 mm)
Drive sheave maximum diameter	14.0 in. (355.6 mm)		13.0 in. (330.2 mm)
Drive sheave minimum diameter	4.9 in. (124.46 mm)		
Drive belt type	V-belts or synchronous belts/sprockets		V-belts/sprockets
Maximum number of belts ^d	4 or 6		8 or 10
Minimum center distance ^e	17 in. + D (431.8 mm + D)		

^aUpgradeable to 310,000-lb (ISO) or 80,400-lb (Ca90) thrust bearing

^bExcluding motor

^cA 2 7/8-in. pin will fit on the MG.

^dMaximum of 4 Type C belts or 6 Type 5V belts for MG and MG-I; 8 Type C belts or 10 Type 5V belts for MG Dual

^eD = distance from the base of the selected motor to its control line

The Lift ExpertsSM



AF30 Progressing Cavity Pump Surface Drive

Weatherford's AF30 progressing cavity pump (PCP) surface drive is specially designed for applications requiring 30 HP or less. It offers features and benefits not typically available on low-horsepower drive heads and is a low-profile, quieter-running alternative surface drive, ideal for aesthetically sensitive environments.

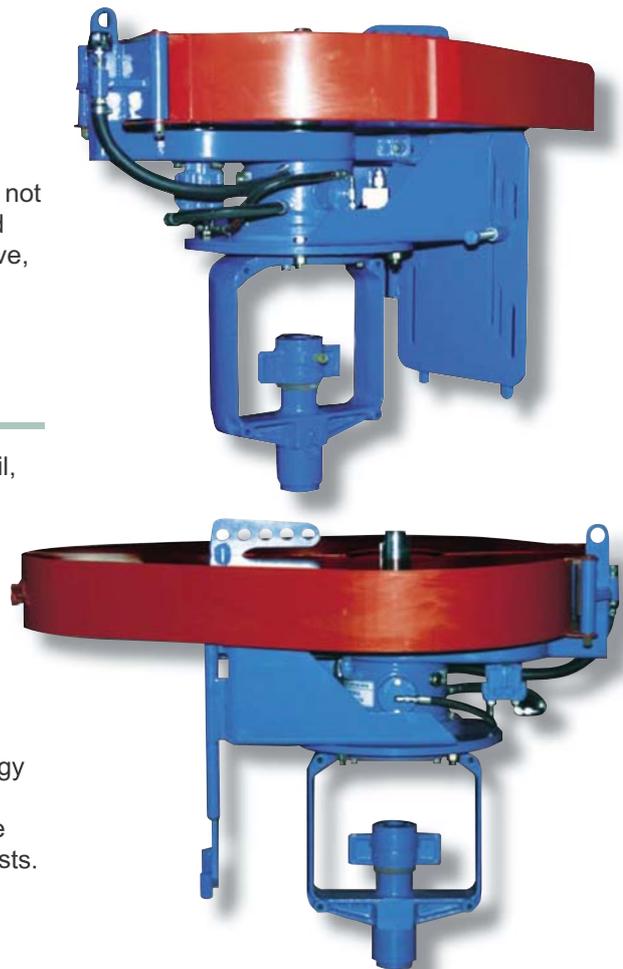
Applications

- Dewatering operations for shallow gas wells, light oil, and heavy oil
- Height-restricted work areas
- Aesthetically sensitive environments requiring a small footprint and low visual profile
- Operations with low-capital-investment constraints

Weatherford has the industry's largest selection of surface drives and a full range of sucker-rod technology and product optimization controls and services. Fully integrated PCP product and service packages provide greater system efficiency and better control of lifting costs.

Features, Advantages and Benefits

- The internal, hydraulically actuated friction-pad brake system is designed to provide safe, controlled backspin with every shutdown.
- The lightweight, compact design, balanced lifting points, and hinged belt guards help minimize installation and maintenance costs.





AF30 Progressing Cavity Pump Surface Drive

Specifications

Basic Specifications	
Drive type	Direct
Drive ratio	1:1
Drive style	Bearing box
Input shaft	Vertical
Ratings	
Maximum input polished rod torque	1,000 ft-lb (1,356 N•m)
Maximum polished rod speed	600 RPM
Thrust bearing ISO rating ^a	100,000 lb (45,359 kg)
Thrust bearing, Ca90 rating ^a	25,900 lb (11,748 kg)
Maximum motor size	30 HP
Polished rod size	1-1/4 in. (31.75 mm)
Maximum recommended temperature, seal	230°F (110°C)
Dimensions and Weights	
Height	44 in. (1,117.60 mm)
Input shaft size	2-1/2 in. (63.50 mm)
Drive/frame weight	440 lb (200 kg)
Backspin control	Internal hydraulic friction
API wellhead connection	2 7/8-in. EUE pin or 3 1/8-in., 3,000-psi flange
Prime mover	Electric or hydraulic
Driven sheave maximum diameter	25 in. (635.00 mm)
Drive sheave maximum diameter	11 in. (279.40 mm)
Drive sheave minimum diameter	4.4 in. (111.76 mm)
Drive belt type	V-belts or synchronous belts/sprockets
Maximum number of belts ^b	4 or 6
Minimum center distance ^c	15-1/2 in. + D (393.70 mm + D)

^aExcluding electric motor

^bMaximum of 4 Type C belts or 6 Type 5V belts

^cD = distance from the base of the selected motor to its center line

The Lift ExpertsSM



Weatherford®

Artificial Lift Systems

Mini G and Mini G-I Direct Progressing Cavity Pump Surface Drives

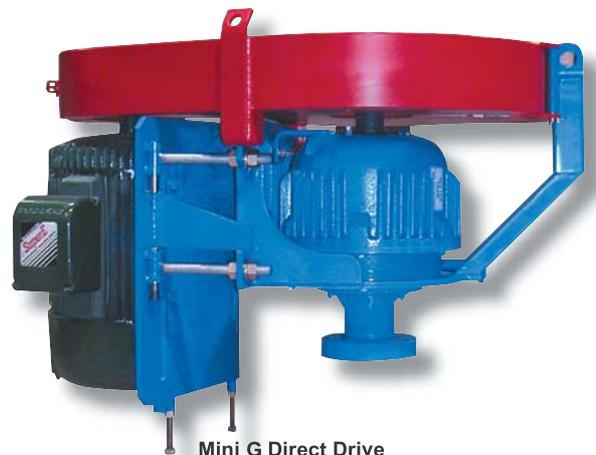
Weatherford's Mini G and Mini G-I direct drives are proven powerhouses in Weatherford progressing cavity pump (PCP) systems that handle highly demanding PCP applications with reliability and economy. These drive-head systems feature Weatherford's unique centrifugal wet brake system for superior safety and protection.

The **Mini G** can be equipped with a pinned or flanged conventional stuffing box or a retrofit stuffing box. The **Mini G-I** is equipped with an integral stuffing box and is a low-profile alternative surface drive that is ideal for aesthetically sensitive environments.

Applications

- Demanding PCP applications, including dewatering gas wells, pumping sand-laden heavy crude oil, light oil and water source wells
- Height-restricted work areas
- Aesthetically sensitive areas that require a small footprint
- Operations with low-capital-investment constraints

Weatherford has the industry's largest selection of surface drives, a full range of sucker-rod technology, and product optimization controls and services. Fully integrated PCP product and service packages provide greater system efficiency and better control of lifting costs.



Mini G Direct Drive
Polished Rod Sizes: 1-1/4 and 1-1/2 in.



Mini G-I Direct Drive
Polished Rod Size: 1-1/4 in.

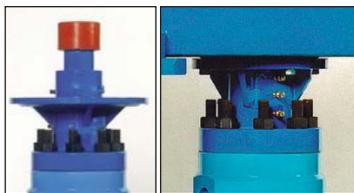


Mini G and Mini G-I Direct Progressing Cavity Pump Surface Drives

Features, Advantages and Benefits

- Unique centrifugal wet brake system provides the ultimate in backspin protection. To maintain safe drivehead recoil speeds, two large brake shoes engage their stationary housings once the backspin speed reaches 280 rpm. The brake shoes remain retracted below 280 rpm for a quick, controlled, and complete fluid dump. This system guards against drivehead failures and enhances safe control of rod recoil.
- The centrifugal brake system is totally enclosed and immersed in synthetic oil to control fluctuating temperatures and provide continual lubrication of parts to ensure long service life.
- Light weight, compact size, hinged belt guards, and balanced lifting points facilitate ease of handling.

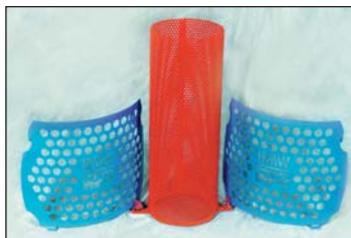
Options



Retrofit

Integral

Rotating Stuffing Box



Polished Rod Guards



Polished Rod Speed Indicators



Mini G and Mini G-I Direct Progressing Cavity Pump Surface Drives

Specifications

Basic Specifications	Mini G	Mini G-I
Drive type	Direct	
Drive ratio	1:1	
Drive style	Bearing box	
Input shaft	Vertical hollow shaft	
Ratings		
Maximum input polished rod torque	2,000 ft-lb (2,712 N•m)	
Maximum polished rod speed	600 RPM	
Thrust bearing ISO rating	129,000 lb (58,513 kg)	
Thrust bearing, Ca90 rating	33,500 lb (15,195 kg)	
Maximum motor size, single motor	75 HP	
Polished rod size	1-1/4 or 1-1/2 in. (31.75 or 38.1 mm)	
Maximum recommended temperature, housing	230°F (110°C)	
Dimensions and Weights		
Height	55-7/8 in. ^a (1,419.23 mm ^a)	39-1/2 in. (1,003.30 mm)
Input shaft size	2-3/4 in. (69.85 mm)	
Weight ^b	1,180 lb (535 kg)	1,000 lb (454 kg)
Backspin control	Centrifugal braking system	
API wellhead connection	2 7/8-in.pin or 3 1/8-in., 3,000-psi flange	
Prime mover	Electric or hydraulic	
Driven sheave maximum diameter	30 in. (762.00 mm)	
Drive sheave maximum diameter	11.5 in. (292.10 mm)	
Drive sheave minimum diameter	4.4 in. (111.76 mm)	
Drive belt type	V-belts or synchronous belts/sprockets	
Maximum number of belts ^c	4 or 6	
Minimum center distance ^d	13-1/4 in. + D (336.55 mm + D)	

^aMini G with retrofitted rotating stuffing box

^bExcluding electric motor

^cMaximum of 4 Type C belts or 6 Type 5V belts

^dD = distance from the base of the selected motor to its center line

The Lift ExpertsSM

Unmatched Performance.

TorqStopper™

7 years downhole with no repair or service required! That's the unmatched performance our Southern Alberta Client has experienced with their TorqStopper. This high liquid volume production well has required 7 new pumps in the past six years with 350 rpms producing 3600 bpd at 1200 meters. That's rugged performance. Increase your production capacity today with an Advantage TorqStopper.

In excess of 20,000 API TorqStoppers are in service around the globe with the "lowest repair/service" in the industry today!

*thinking
outside
the box*

LongNeck Sidewinder®

OnOff Tool™

PCP Stabilizer™

TorqStopper™

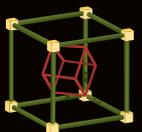


P 403-264-1647 | F 403-263-2369 | Toll Free 1-877-255-2002

For Product details and specifications
visit our website at

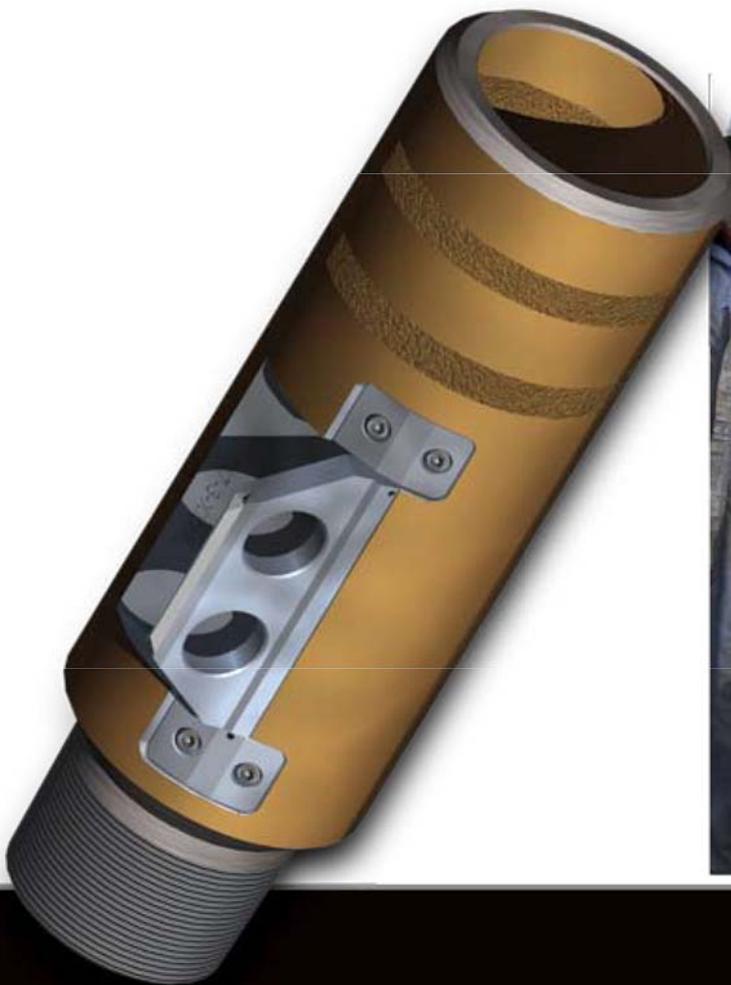
www.advantageproductsinc.com

PRODUCTS INC.
ADVANTAGE

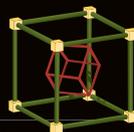


API TorqStopper™

TorqStopper	Casing	Casing Weights	Tubing	Thread	Coil Tube By-Pass Size
TN2-7	n/a	n/a	2 7/8"	1 1/4" NPT	n/a
TN3	n/a	n/a	3 1/2"	1.90" EUE	n/a
TX4-2-T	n/a	n/a	4 1/2"	2 7/8" EUE	n/a
TX4-2	4 1/2"	all common wts.	n/a	2 7/8" EUE	3/8"
TX5-2	5 1/2"	all common wts.	n/a	2 7/8" EUE	3/4"
TX5-3 (hi vol.)	5 1/2"	all common wts.	n/a	3 1/2" EUE	n/a
TX6-3	6 5/8"	all common wts.	n/a	3 1/2" EUE	3/4"
TX7-3 / TX7-4	7"	all common wts.	n/a	3 1/2" / 4 1/2" EUE	1 1/4"
TX8-3	8 5/8"	all common wts.	n/a	3 1/2" EUE	1 3/4"
TX9-3 / TX9-4	9 5/8"	all common wts.	n/a	3 1/2" / 4 1/2" EUE	2"
TN10	10 3/4"	all common wts.	n/a	4 1/2" EUE	2 1/2"



PRODUCTS INC.
ADVANTAGE



*thinking
outside
the box*