

Aplicación del Sistema PCP a la extracción de petróleo con alto contenido de parafina (primera parte)

*Autores: Rubén Croceri - Jorge Díaz Baher-
Eduardo Andersson - CADIPSA S. A.*

*Trabajo presentado en las Jornadas de Extracción de
Hidrocarburos*

INTRODUCCION

El trabajo refleja la experiencia realizada por CADIPSA en la utilización del Sistema de Cavidades Progresivas (PCP) en el Yacimiento Cerro Wenceslao, Provincia de Santa Cruz.

En noviembre de 1987 se instaló la primera bomba y debido a que los resultados fueron satisfactorios se amplió el uso del sistema PCP.

Luego de dos años se cuenta con la experiencia de haber instalado veintiséis equipos de cinco proveedores distintos, teniendo actualmente siete en funcionamiento.

Comprende los siguientes aspectos:

- Descripción breve del Sistema PCP.

- Caracterización del yacimiento y selección de pozos.

- Experiencias de campo, desparafinación y uso de inhibidores de parafina.

- Seguimiento - Evaluación.

BOMBAS DE CAVIDADES PROGRESIVAS

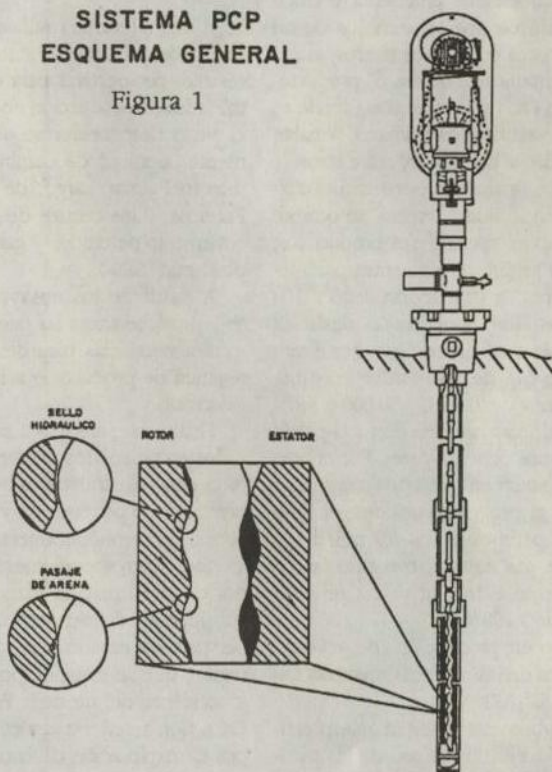
GENERALIDADES

Está compuesta por un conjunto Rotor-Estator de fondo, accionado desde superficie por un cabezal reductor que transmite el movimiento rotatorio a través de la sarta de varillas convencional (figura 1).

El bombeo se produce por el desplazamiento de cavidades desde el punto de succión del estator hasta el de impulsión del mismo. El volumen de estas cavidades y la velocidad con que se van desplazando determinan el caudal de bombeo. El número de

SISTEMA PCP ESQUEMA GENERAL

Figura 1



cavidades (etapas) indica la capacidad de soportar presiones.

Estas bombas son de rotor helicoidal excéntrico, aspirantes, rotativas, de desplazamiento positivo y no tienen válvulas. El sello se obtiene por la combinación de un elemento rígido (rotor) y otro flexible (estator), lubricados por el fluido bombeado.

Su principio de funcionamiento y la simplicidad del equipamiento de fondo las ubican como adecuadas para el bombeo de fluidos viscosos, con alto contenido de sólidos y en presencia de gas.

DESCRIPCION DE LAS PARTES

El rotor consiste en un sinfín excéntrico, de acero, endurecido superficialmente para resistir los ataques químicos y físicos. El estator es un tubo de acero que, en su interior, tiene vulcanizado un elastómero moldeado en forma helicoidal de doble entrada; es el elemento más sensible del sistema ya que su composición y el moldeado dentro del tubo requieren formulaciones y técnicas especializadas.

El cabezal accionador de superficie es una caja transmisora y reductora, conectada al motor por intermedio de correas o de engranajes. Cumple también con sostener la sarta y el rotor permitiendo, además, el giro a través de un vástago sobre el cual se enrosca la sarta. Para la lubricación del cabezal se usa aceite normal para engranajes. Existen modelos provistos con freno que impide el giro en sentido inverso.

Las varillas usadas son las mismas que en bombeo mecánico, y los cálculos deben verificarse sobre los valores de resistencia a la torsión.

SELECCION DE EQUIPOS

El caudal de bombeo está definido por el diámetro del rotor y la velocidad de giro (0 a 500 rpm). Los rotores más usados son de diámetro 20, 30 y 40 mm, y los caudales máximos 5, 15 y 40 m³/d respectivamente; estos valores tienen variaciones sensibles para cada marca.

La presión que debe soportar el equipo de fondo es definida de la siguiente forma:

$$P_t = P_c + P_f + P_b \text{ (Kg/cm}^2\text{)} \quad (1)$$

P_c = Peso del fluido desde el nivel dinámico de extracción hasta la boca de pozo; a los efectos de diseño se considera el mínimo nivel dinámico que es la profundidad del conjunto de fondo, y la máxima densidad (1 gr/cm³).

P_f = Pérdidas por fricción en el tubing.

P_b = Presión de bombeo

El número de etapas se seleccionará de acuerdo a P_t calculado en (1).

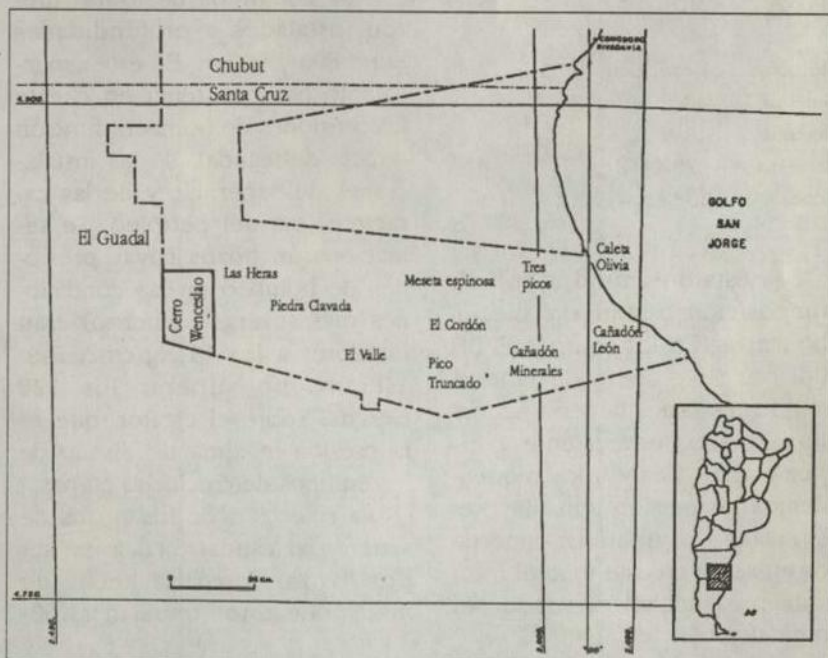
Cada etapa soporta una presión equivalente a 6-8 kg/cm². El fabricante provee las curvas de performance (q vs. Pt) a rpm constantes, características de cada modelo.

CARACTERIZACION DEL YACIMIENTO

El yacimiento Cerro Wenceslao está ubicado en las proximidades de la localidad de Las Heras, al Norte de la Pcia. de Santa Cruz, en la cuenca del golfo San Jorge. El área total posee una superficie de 354,5 km² y el yacimiento propiamente dicho de 16 km² (ver plano de ubicación).

Los pozos perforados son ciento sesenta y uno, de los cuales ciento siete están en producción. La profundidad media es de 950 m, entubados con diámetros 7 y 5,5 pulg.

La formación productiva es Bajo Barreal ubicada entre 300 y 800 m de profundidad. Dada la característica de baja permeabilidad, para aumentar la productividad es necesario estimular con fracturación hidráulica en la mayoría de los pozos.



La producción bruta promedio por pozo a marzo de 1990 es de 5,6 m³/d, con un porcentaje de agua del 20%, viscosidad promedio 46 cp a 40°C y densidad 0,890 a 15°C.

No existen en la actualidad problemas serios de extracción por presencia de arena, carbonatos, sustancias corrosivas, etc. El inconveniente mayor en la producción del fluidos es la deposición de parafina en un 80% de los pozos, en cañerías de conducción, puentes de bombeo y tubing. Se previene con circulación de petróleo deshidratado o agua de formación, a temperaturas de 80-90°C, en un programa de mantenimiento con ciclos de intervenciones promedio de tres o cuatro meses (mínimo un mes, máximo doce meses).

EQUIPOS UTILIZADOS EN EL YACIMIENTO

Los equipos, marcas y modelos que han sido utilizados hasta el momento son los siguientes:

MARCA	MODELO	CANTIDAD
Moineaus	Down Hole 18 * 3	4
Geremia	18 gp 30	7
Geremia	18 gp 20	5
Borneman	EPBH 10d	9
Kobe	18 * 3	1

Los estatores usados son de composición estandar y dieciocho etapas. En los equipos EPBH 10d, por su proceso de fabricación, los estatores tienen una longitud máxima equivalente a catorce etapas. Cuando los requerimientos de presión son mayores se utilizan dos estatores conectados en serie; en este caso el rotor también es doble, conectado por un eje flexible.

Se instalaron motores eléctricos de 5 y 7,5 hp, en los equipos de diámetro de rotor de 20 y 30 mm respectivamente.

SELECCION DE POZOS

El campo de aplicación elegido para los equipos PCP fueron pozos estabilizados, con producciones brutas entre 1 y 5 m³/día. De esta manera se desafectaron instalaciones de bombeo mecánico sobredimensionadas para estos caudales y necesarias en pozos nuevos y reparados de mayor producción y con declinaciones más fuertes. Se logró así cubrir las necesidades de equipos realizando una inversión inicial equivalente al 40% de la que hubiese sido necesaria de optar por el bombeo mecánico, para las mismas condiciones de extracción.

Debido a las complicaciones surgidas en las operaciones de desparafinación, lo que originó pérdidas de producción y afectó la vida útil de algunos estatores, se optó por seleccionar pozos con ciclos de desparafinación superior a tres meses.

Los conjuntos de fondo fueron instalados a profundidades entre 800 y 900 m. En este aspecto sólo hay que tener en cuenta las presiones de bombeo, función directa del caudal, de las instalaciones de superficie y de las características del petróleo. Se seleccionaron pozos cuyas presiones de bombeo en las condiciones más severas (invierno) eran inferiores a los 15 Kg/cm². Esto aseguró no superar los 120 Kg/cm² sobre el estator, que es la presión máxima de diseño de los equipos de dieciocho etapas.

La selección de los pozos de acuerdo al caudal total a extraer por los equipos fue hecha de modo que éstos trabajan al 50-

60% de su capacidad máxima (250-300 rpm). Esto permite realizar ajustes durante la operación de acuerdo a los niveles dinámicos, en los casos que sean necesarios.

Es importante mantener un nivel mínimo adecuado de fluido sobre el estator a fin de asegurar una correcta lubricación y refrigeración del mismo. El nivel se puede mantener con bastante precisión si no se agregan fluidos por entrecolumnas, por ejemplo para desparafinar.

EXPERIENCIAS DE CAMPO

PROBLEMAS DE PARAFINA - SEGUIMIENTO DE POZOS - USO DE INHIBIDORES

El método usado para eliminar la parafina depositada en tubing y bomba en el sistema mecánico consiste en inyectar agua caliente (80-90°C) por el espacio anular y lograr circulación de manera que retorne por el tubing a superficie, pasando por la bomba de profundidad. La parafina desprendida y disuelta en gran parte por efecto de la temperatura, es transportada a la superficie por la bomba del equipo de desparafinación y la bomba de profundidad. Una vez terminada la operación, los caudales extraídos aumentan hasta poder evacuar del pozo toda el agua agregada y normalizar su producción. En el sistema de bombeo mecánico, como la instalación está generalmente sobredimensionada, la mayor extracción necesaria durante las operaciones de desparafinación, se logra perfectamente sin necesitar cambios de régimen y sin mayores pérdidas de producción.

Es de hacer notar que, debido a la gran cantidad de punzados abiertos en zonas depletadas, se hace difícil una óptima circulación del tratamiento; esto determina una menor remoción de la parafina. Para equilibrar esta deficiente limpieza es necesario aumentar la frecuencia de intervenciones.

En el sistema PCP se utilizó el mismo mecanismo para remover la parafina depositada, cuidando que la temperatura no supere los 70°C en superficie. Dado que no es posible circular por la bomba de profundidad un caudal mayor que el determinado por la velocidad de rotación, la circulación del agua caliente a grandes caudales no es posible. Solamente se puede inyectar por entre-caños y evacuar con la misma bomba instalada, esperando que actúe el efecto de la temperatura.

Obviamente, el tiempo para producir el volumen inyectado es mucho mayor y las pérdidas de producción aumentan.

En general, la limpieza no fue buena y los resultados fueron los siguientes:

• Continuará en el próximo número.

POZO	PRODUCCION BRUTA	CICLO DE DESPARAF.	DURACION DE ESTATOR	CAUSAS DE PULLING
CW 91	8 m³/d	1 mes	14,1 meses	Rotura del estator por taponamiento del filtro de entrada con parafina. Pesca de estator, columna de tubing parafinada. Caños parafinados.
CW 82	4 m³/d	3 meses	7,5 meses	
CW 108	6 m³/d	5 meses	8,0 meses	

(Nota): Los conjuntos de fondo de los pozos CW 82 y CW 108 fueron recuperados y usados con posterioridad en otros pozos.



MECANOTECNICA

s.a.c.i.f.i.

- **Industria de diseño y desarrollo de piezas de ingeniería de goma.**
- **Gomametal - Poliuretano y plástico para las industrias:**
 - **Petrolera**
 - **Minera**
 - **Naval.**
- **Apoyos y juntas de expansión para industria vial.**
- **Bombas centrífugas revestidas de gran resistencia a la abrasión y productos químicos.**

Heredia 535 (1427) Cap. Fed. • Tel: 552-0140/5722/5188

Fax: 552-4785