

Explotación de pozos con PCP en Yacimiento Diadema

Laura Farías, Marcelo Hirschfeldt
Compañías Asociadas Petroleras S.A.

Abstract:

El objetivo del presente trabajo es describir la experiencia adquirida en la explotación de pozos con bombas de cavidades progresivas (PCP) en el Yacimiento Diadema, perteneciente a la empresa CAPSA.

La gran cantidad de PCP instaladas en el Yacimiento, se debe fundamentalmente a que resulta la alternativa técnico-económica más ventajosa para las características de los pozos del Yacimiento y de los fluidos que se manejan.

Los pozos son en su mayoría someros (1000 m), y los diámetros de las entubaciones varían entre 5.1/2" y 7" predominando el diámetro de 5.1/2".

En cuanto al fluido, se maneja una gran cantidad de sólidos (arena), lo cual es un factor muy importante a tener en cuenta a la hora de elegir el sistema de extracción a instalar. Podemos citar al respecto los pozos K-153 con 744 ppm de sólidos e I-133 con 645 ppm de sólidos.

Se producen en Diadema actualmente 40.000 m³/día de bruta, con una neta asociada de 1650 m³/día.

El Yacimiento cuenta en este momento con 372 pozos productores activos, de los cuales 245 se producen con PCP (65,8 % de los pozos). Estos pozos involucran una producción bruta del 85% del total y una neta del 77%, siendo en su mayoría productores de secundaria.

La producción promedio por pozo con PCP asciende a 128 m³/día, y la profundidad promedio de las bombas es de 950 mts b.b.p.

A lo largo de este trabajo se describirá el equipamiento utilizado para la operación de las PCP, sistema de transmisión de potencia (sarta de varillas o barras huecas) y cabezales, y se mencionan también las innovaciones realizadas sobre ese equipamiento.

Introducción:

A modo introductorio, podemos comenzar ubicándonos geográficamente.

Nuestro Yacimiento de interés (Diadema Argentina) se encuentra en el norte de la Cuenca del Golfo San Jorge dentro de la Provincia del Chubut. **(fig.1)**

El Yacimiento Diadema tiene una extensión de 9.406 Hectáreas y está ubicado a 27 Km. de la ciudad de Comodoro Rivadavia.

Lo rodean Yacimientos de otras compañías como Repsol YPF, Tecpetrol, entre otras.

El primer pozo fue perforado por Shell en el año 1922 y el desarrollo comenzó tres años más tarde.

La perforación por parte de Shell se extendió hasta el año 1960, totalizando 776 pozos. El objetivo principal de estos sondeos fue explotar los complejos superiores con una profundidad media de 1.100 metros.

CAPSA adquirió el yacimiento en septiembre de 1977 cuando la producción era de 129 m³/día y se habían extraído un total de 19,4 Millones de m³ de petróleo.

La actividad de CAPSA se orientó desde sus comienzos a la ampliación y desarrollo de las reservas mediante la perforación y reparación de los pozos; en una primera etapa la perforación se basó en los niveles más profundos.

Posteriormente, CAPSA comenzó las actividades de recuperación secundaria en 1988 con la ejecución del primer proyecto piloto; a continuación se desarrollaron proyectos de recuperación secundaria de mayor envergadura.

Un hecho de interés fue la registraci3n de s3smica 3D durante el a3o 1999. Esta informaci3n ayud3 a continuar con la explotaci3n primaria y mejorar el desarrollo de los proyectos de recuperaci3n secundaria

Al ser este un yacimiento que se explota en su mayor3a por recuperaci3n Secundaria, existen para ello en marcha actualmente diez proyectos .

Con un total de 372 pozos productores, y 194 pozos inyectoros que los asisten, se lleva a cabo la operaci3n.

La producci3n bruta extra3da por d3a ronda los 40000 m³, con una producci3n neta asociada de 1650 m³/d3a. El corte de agua promedio del yacimiento es del 96%. Para lograr esta producci3n bruta, es necesario inyectar diariamente un caudal aproximado de 38.350 m³ de agua, a las formaciones El Tr3bol y tope de Comodoro Rivadavia.

Evoluci3n Hist3rica del Sistema PCP en Diadema:

Si miramos hacia atr3s en el tiempo, descubriremos que hace solo 7 a3os, para ser mas precisos en el a3o 1996, hab3an instaladas en el Yacimiento solo 35 PCP, que representaban un 13,4 % del total de los pozos en producci3n.

En la figura se puede observar que si bien el numero de pozos totales fue creciendo en el tiempo, la cantidad proporcional de PCP instaladas aument3 a una mayor velocidad, hasta llegar en la actualidad a superar el 68% de los pozos en extracci3n. (fig.2)

Caracter3sticas fundamentales del sistema PCP en Diadema:

Otra caracter3stica muy importante del sistema en el Yacimiento Diadema son los caudales que se extraen mediante el mismo.

El 67 % del parque total de PCP extraen un caudal superior a 100 m³/d, siendo el promedio por pozo de 128 m³/d. La dispersi3n en lo que hace a distintos tipos de bombas puede observarse en la (fig.3).

Podemos encontrar bombas cuyos rangos operativos superan los 250 m³/d3a.

Los rangos de presiones de las bombas que se manejan rondan los 100 a 150 kg/cm².

Es importante no olvidar la relaci3n existente entre caudal y presi3n, y tener en cuenta que la profundidad promedio a la que se encuentran instaladas estas bombas es de 950 m bajo boca de pozo.

La mayor3a de los pozos en cuesti3n est3n entubados con casing de 5.1/2", y el tubing que se utiliza es de 2.7/8".

En cuanto a la transmisi3n de potencia hacia el fondo, se utilizan varillas de bombeo grado D, de 7/8" y 1" en la mitad de los pozos y barras huecas de 48 mm en la mitad restante.

El uso de barras huecas se prefiere en aquellos pozos cuyos caudales superan los 150 m³/d3a, y tambi3n en los que se presume alg3n tipo de desviaci3n, para preservar por mas tiempo los ca3os de 2.7/8".

En cuanto a la geometr3a de las PCP utilizadas, encontramos singlelobe y multilobe (2:3).

Actualmente la cantidad de bombas multilobulares representan una minor3a, ya que se han ido reemplazando por bombas de l3bulo simple, con mejores eficiencias volum3tricas para los mismos caudales y menores valores de torque en el motor.

Los elast3meros de las mismas son de acrilonitrilo, con alto contenido de nitrilo o NBR.

La interferencia entre rotor y elast3mero se prefiere est3ndar y undersize.

Vida 3til de las bombas de cavidades progresivas en Diadema:

Para analizar la vida 3til de las bombas en nuestro Yacimiento se tomaron los modelos m3s importantes en cuanto a cantidad de bombas instaladas y caudales que se manejan.

Definiremos rangos de operaci3n de los equipos, para no hablar de marcas o modelos en particular.

Así tenemos bombas de 190 m³/día, las de 250 m³/día y las de 165 m³/día ; a regímenes de 400 rpm. A las bombas de menores caudales, las denominaremos simplemente “otras”.

De este análisis surge que las bombas singlelobe para 190 m³/día, son las de mayor vida útil comprobada. El promedio está entre los 300 y 350 días efectivos de funcionamiento. Este valor fue medido sobre ciclos cerrados, es decir sobre bombas que pueden haber funcionado en uno o más pozos, pero que ya finalizaron su vida útil.

Las de mayor caudal, todavía en implementación, llevan un promedio de 250 días efectivos, pero cabe aclarar que los ciclos son abiertos, ya que estas bombas todavía están en funcionamiento en pozos. Si bien no son condiciones comparables, cabe esperar que se comportarán de manera similar, ya que las eficiencias de los dos modelos son similares a similares regímenes.

También se observa de este análisis que las bombas multilobulares que habían instaladas mostraron períodos de vida útil más cortos que las anteriores siendo de entre cien y ciento cincuenta días.

Instalaciones de superficie

Si bien en superficie encontraremos equipamiento variado, las características generales que vale la pena mencionar en cuanto a cabezales, son la carga de 20.000 lbs, y los tipos de freno, en los que encontramos tanto hidráulicos como mecánicos.

La mayoría del parque de motores es de 50 HP y 980 RPM. En la actualidad se comienzan a instalar motores de 75 HP, asociados a las bombas de mayores caudales.

En cuanto a transmisión de potencia entre motor y cabezal, las relaciones de transmisión se distribuyen en rangos de 2:1 a 5:1, usando para ello correas trapezoidales o dentadas (transmisión sincrónica).

Los vástagos de bombeo que podremos encontrar son huecos (de 48 mm para barras huecas) o macizos de 1.1/4” y 1.1/2”.

Todos los pozos poseen un variador de frecuencia, para ampliar el rango de operación de las bombas, lo cual también es favorable a la hora de arrancar pozos con problemas de sólidos, para ir variando el régimen de extracción en forma gradual.

Innovaciones realizadas

Para tratar el tema de las innovaciones que se han ido realizando en el último tiempo, se ha dividido la instalación de producción del pozo en cuatro categorías distintas (**fig.4**).

Tocaremos el tema de equipamiento de superficie, haciendo referencia sobre todo a cabezales.

También se incluye conducción, siendo esta categoría la que se refiere a las innovaciones realizadas en los tubings, que conducen el fluido desde la bomba hasta superficie.

Otra subdivisión de la instalación es la transmisión, que recibe este nombre por ser la que transmite la potencia desde el equipo de superficie hasta la bomba en el fondo del pozo; aquí se incluye lo referente a varillas de bombeo y barras huecas.

Por último, pero no menos importante se profundiza en las innovaciones que se han realizado en bombas, tanto en diseño, geometrías o dimensiones.

Innovaciones en instalaciones de superficie

Una de las propuestas más novedosas, fue la de instalar poleas dentadas o sincrónicas, tanto en motor, como en cabezal, para de esta manera tener una transmisión mucho mas eficiente, ya que no hay resbalamiento entre la polea y la correa. Ver (**fig.5**).

Se incorporaron caudalímetros electromagnéticos en boca de pozo, para una medición directa e instantánea de la producción bruta por pozo (**fig.6**).

A modo experimental se instaló un sistema de tele medición en uno de los pozos. En este pozo se pueden monitorear desde la base, variables como caudal, frecuencia y presión de línea.

Innovaciones sobre conducción

Se incorporó a los pozos sobre los que se tiene cierta certeza de una desviación, el giratorio de tubings, que es un conjunto de cabeza colgadora con giratorio, y un giratorio de fondo, a fin de poder girar la columna periódicamente, y de esta manera, evitar el fuerte desgaste sobre los caños, provocado por las varillas de bombeo en forma localizada, como en el caso de la **(fig.7)**.

Otra línea de acción tomada sobre este problema, es el uso de barras huecas, que por su propia geometría también evitan este desgaste localizado tan poco deseado **(fig.8)**.

Al tener la cañería inspeccionada subdividida en tres condiciones básicas de uso, se hizo necesaria la creación de un implemento que permitiera bajar los tbg inspeccionados, probando la hermeticidad de los mismos. Cabe aclarar que en la mayoría de nuestras instalaciones se hace imposible el uso de BHD o niple probador a copas, debido a que la medida de los rotores de nuestras bombas exceden el pasaje interior de éste.

Actualmente se encuentra instalada a prueba en un pozo, una sarta de varillas de 1" grado D con "cuplas huecas antidesgaste". Estas son cuplas de diseño propio de la Compañía, de dimensiones superiores a las de las cuplas de 1" slim hole, sobre todo en lo que hace a la longitud que supera tres veces la de las cuplas convencionales. Estas tienen orificios que permiten el pasaje interior del fluido del pozo, compensando de alguna manera la pérdida de carga sufrida por el mismo al pasar por una sección anular más restringida. Una de estas cuplas se muestra en la **(fig.9)**.

Innovaciones sobre transmisión

Aquí volvemos a mencionar las barras huecas, pero esta vez para aprovechar su geometría en lo que a torques se refiere, ya que soportan un 20 a 25 % más de torque que las varillas de bombeo de 1" grado D comúnmente utilizadas. Así se pretende solucionar en parte el problema de las pescas **(fig.10)**.

A un tiempo de haber tomado esta iniciativa, ya habiendo instalado barras huecas en los pozos de mayores exigencias y sabiendo que el porcentaje de torque que soportan es mayor, se presentó en dos pozos pesca de cuerpo en barra hueca por sobretorque. Esta falla puede observarse con claridad en la **(fig.11)**.

Fue a partir de este inconveniente que se decidió otra vía de ataque simultánea, dando una campaña de capacitación a los supervisores de producción, inherente a los límites de torque programados en los variadores de frecuencia, llevando este valor límite a un 20% más de lo que comúnmente consume el sistema en cada pozo en régimen normal.

Innovaciones realizadas sobre Impulsión

En cuanto a las bombas, uno de los cambios introducidos es el reemplazo de las bombas preexistentes de geometría multilobular, por otras de caudales similares, pero de lóbulo simple.

Se han instalado en varios pozos 65 bombas para 150 kg/cm² y de caudales que rondan los 250 m³/día a un régimen de extracción de 400 RPM.

Teniendo ya buenos resultados con esas bombas comenzamos a probar en 6 pozos bombas de la misma presión pero de hasta 300 m³/día de caudal.

Uno de los puntos más destacables en este rubro, es la utilización en forma regular de un banco de prueba para las bombas recuperadas del campo, mediante el cual se logra un ensayo de las mismas a distintas presiones, obteniendo finalmente la curva de eficiencia de cada bomba usada.

Acompaña a esto la elaboración de un procedimiento de inspección y ensayo de bombas PCP y de clasificación de estatores y rotores por categorías de acuerdo al estado en que se encuentren.

Este banco de prueba se muestra en la **(fig.12)**.

Figura 1

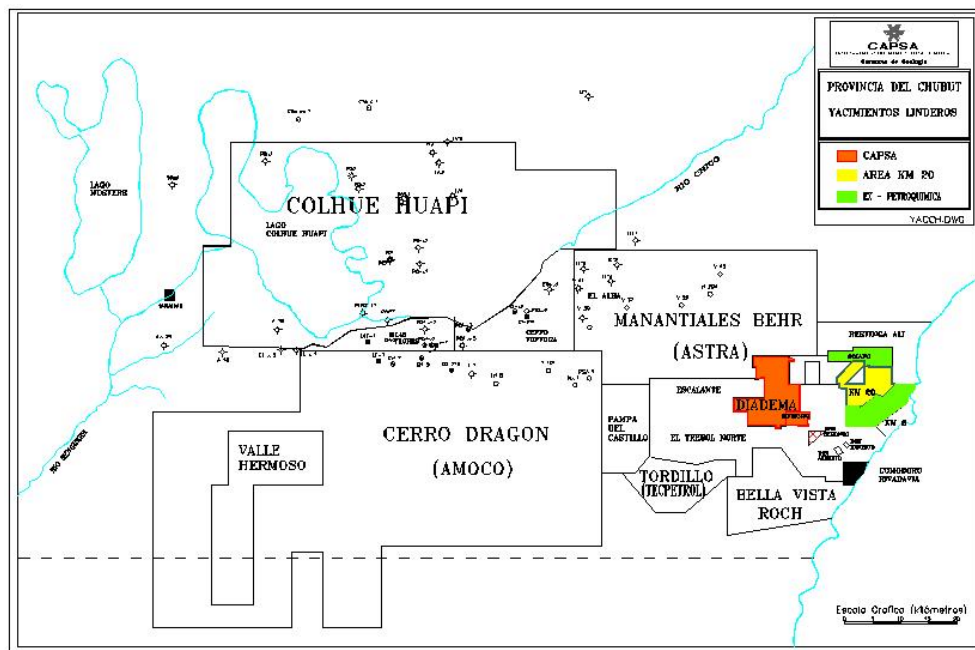


Figura 2

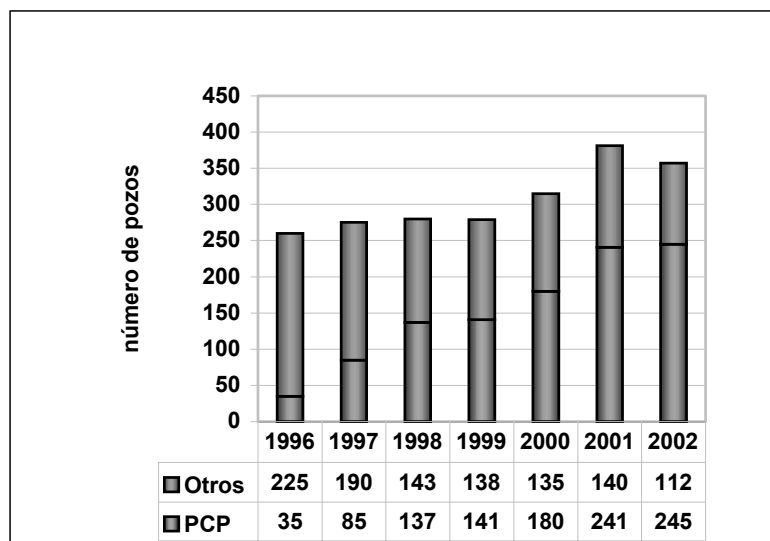


Figura 3

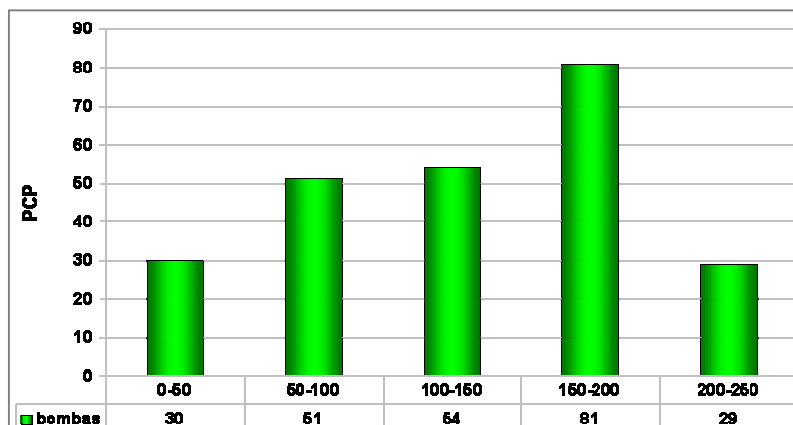


Figura 4

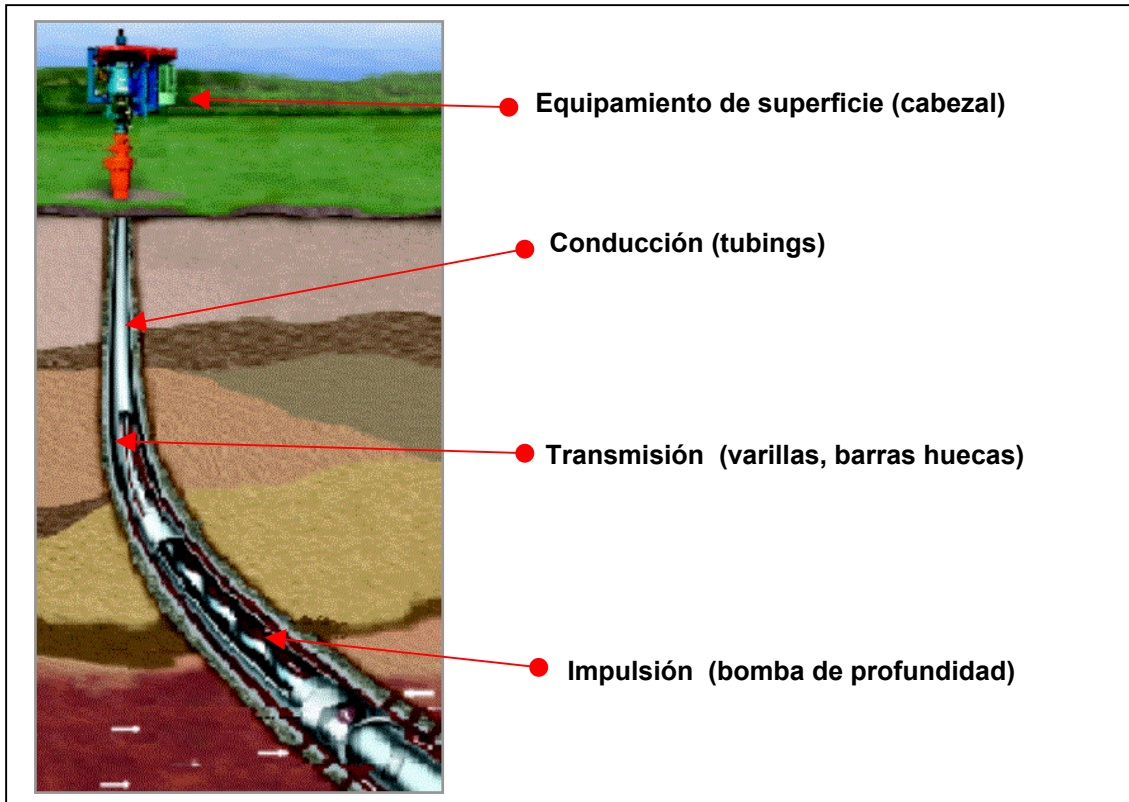


Figura 5

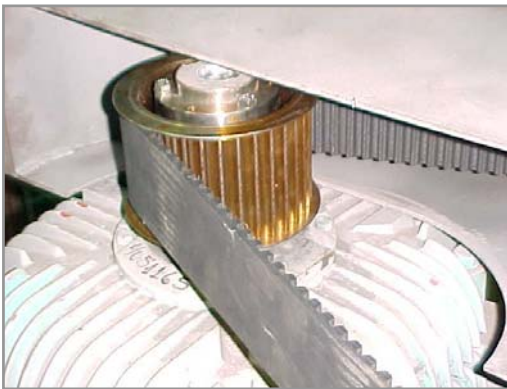


Figura 6



Figura 7



Figura 8



Figura 9



Figura 10



Figura 11



Figura 12

