

USO DEL VARIADOR DE FRECUENCIA PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN ROTAFLEX

**Diego Palomeque,
eProduction Solutions, Weatherford
Daniel Rodriguez,
Weatherford
Pablo Prado,
Petrolera Entre Lomas S.A.**

Abstract

En el presente informe se desarrolla la optimización integral del sistema de extracción por bombeo mecánico de carrera larga (Rotaflex), mediante la utilización de un Variador de Frecuencia.

Se tratarán dos casos concretos con mediciones y estadísticas relevadas en campo.

Ambos pozos presentaban altos índices de pulling y a la vez la necesidad de aumentar la producción.

Se propuso implementar un sistema compuesto por un variador de frecuencia con control de 3 velocidades que, conjuntamente con el Sistema de Control del Rotaflex, permita modificar independientemente las velocidades de las carreras ascendente, descendente y cambio de carrera, así como los puntos de variación de dichas velocidades.

Estos equipos se encuentran instalados y en funcionamiento en el Área Entre Lomas operada por Petrolera Perez Companc S.A.

Objetivo

En ambos pozos se buscaba disminuir el índice de pulling, principalmente por pescas de varillas, optimizando los ciclos de carga de las mismas y a la vez lograr un incremento de producción.

Desarrollo

Los pozos a analizar se encuentran ubicados en el Yacimiento Charco Bayo, Área Entre Lomas, Provincias de Río Negro y Neuquén, Argentina, siendo explotados por sistema de bombeo mecánico de carrera larga, cuyas características se detallan a continuación.

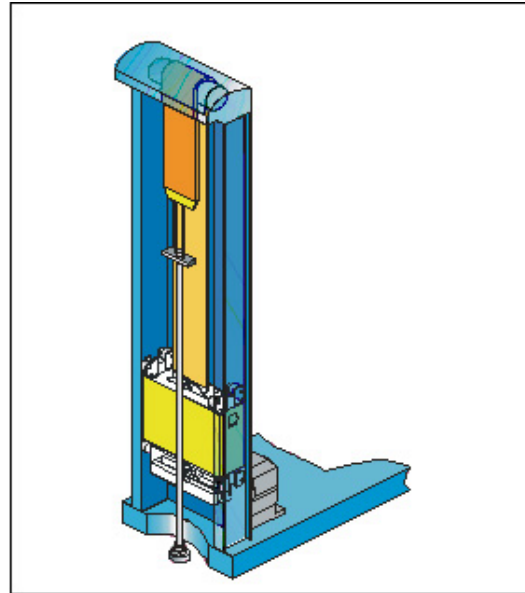
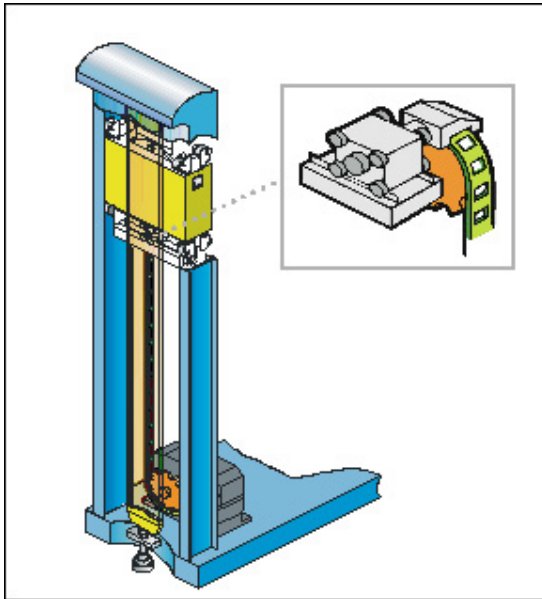
Caso A:

- Bomba de profundidad 25-225-THM-30-5-4 situada a 2244 m.
- Sarta de varillas Metalmecánica Plus (MMP), designación API 86.
- Equipo de superficie Rotaflex R-900-360-288.

Caso B:

- Bomba de profundidad 25-275-THM-30-5-4 situada a 2314 m.
- Sarta de varillas Metalmecánica Plus (MMP), designación API 86.
- Equipo de superficie Rotaflex R-900-360-288.

Debido al diseño constructivo de la unidad Rotaflex, donde el cambio de carrera se realiza mediante el desplazamiento horizontal de un carro solidario a la caja de contrapesos y a la faja de carga, la velocidad máxima recomendada para el aparato es de 4.5 golpes por minuto de modo de asegurar la integridad del equipo.



La combinación de grandes profundidades y la necesidad de altos caudales hace que las instalaciones de producción sean llevadas a valores límites, principalmente el equipo de superficie y las varillas de bombeo.

Esto trae aparejado la imposibilidad de incrementar el régimen de extracción y además un número de fallas en varillas muy superiores a los valores medios del Area.

Durante los cambios de carrera se producen los mayores esfuerzos sobre las instalaciones de producción, por lo que si se lograra disminuir la velocidad en estos puntos y a la vez mantener un alto régimen de bombeo, se podrían llegar a superar las actuales limitaciones existentes.

Con el objeto de brindar una solución a este problema se propuso instalar un variador de velocidad que permita modificar independientemente las velocidades tanto para la carrera ascendente, descendente y cambio de carrera, así como también en los puntos de cambio de velocidad.

El sistema de automatización instalado consta de 3 bloques principales que se detallan a continuación:

1) Bloque de adquisición de datos:

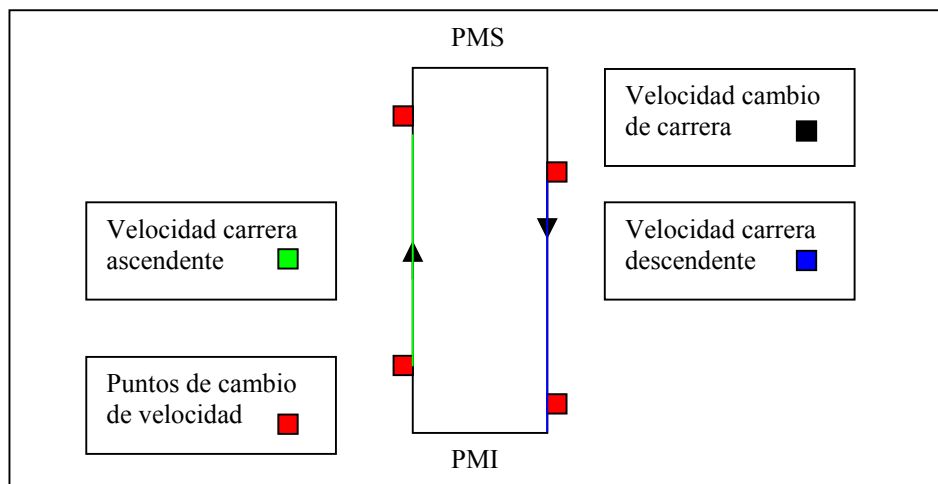
Esta formado por dos sensores de posición de tipo inductivo, de los cuales uno informa el momento en que se produce el cambio de carrera obteniéndose el dato de posición, mientras que el otro nos da la información necesaria para conocer la velocidad a la que se encuentra funcionando el equipo. Este último se encuentra en todos los Rotaflex siendo su función la de activar el freno de emergencia.

2) Bloque de procesamiento de datos:

Es comúnmente conocido como Speed Sentry. Esta compuesto principalmente por un PLC, dentro del cual corre un programa específico para esta aplicación. Este programa, de acuerdo a los valores de posición, velocidad y datos de parámetros internos, determina los 4 puntos que delimitan el principio y fin de los cambios de velocidad. Entre cada uno de estos puntos se genera una variable de salida del PLC las que son enviadas al variador de frecuencia para ser traducidas en distintas velocidades de funcionamiento.

A su vez este programa es el encargado de activar el freno de emergencia y parar el motor cuando se detecta alguna anomalía en dicha velocidad, tal como ocurre en caso de una pesca de varilla o de un agarre de bomba.

A continuación se muestra un esquema de como quedan distribuidas las velocidades a lo largo de un ciclo completo y cuales serían los puntos de inicio y fin de cambio de velocidad.



Para modificar la posición de dichos puntos, se deben ajustar las variables del programa que corre dentro del PLC. Esta modificación puede hacerse o bien grabando una nueva memoria, que luego se instala en el PLC, o en el caso de tener el software específico y el medio de conexión apropiado, con una laptop.

3) Bloque de ejecución y control:

Este bloque esta compuesto por un Variador de Frecuencia, que es quien controla al motor, para que le aplique en cada tramo del ciclo la velocidad requerida. Para ello, cuenta con la posibilidad de preseleo de 3 velocidades independientes ajustadas por el usuario. Las de la carrera ascendente y descendente son seteadas a través de potenciómetros ubicados en el panel principal, mientras que la de cambio de carrera se hace a través del teclado. Desde el teclado accedemos también, a los cuatro menús de operador en los que podemos visualizar: "Velocidad de funcionamiento", "Torque de motor", "Últimas fallas" y "Menú de Estado" que nos muestra el valor de todos los parámetros del sistema.

Estos variadores cuentan con la particularidad de poseer resistencias para disipar la energía que se produce al cambiar rápidamente de velocidad y pasar el motor a trabajar como generador.

Otro aspecto muy importante que nos ofrece el variador es la posibilidad de modificar los tiempos de aceleración y desaceleración, lo cual optimiza estos cambios.

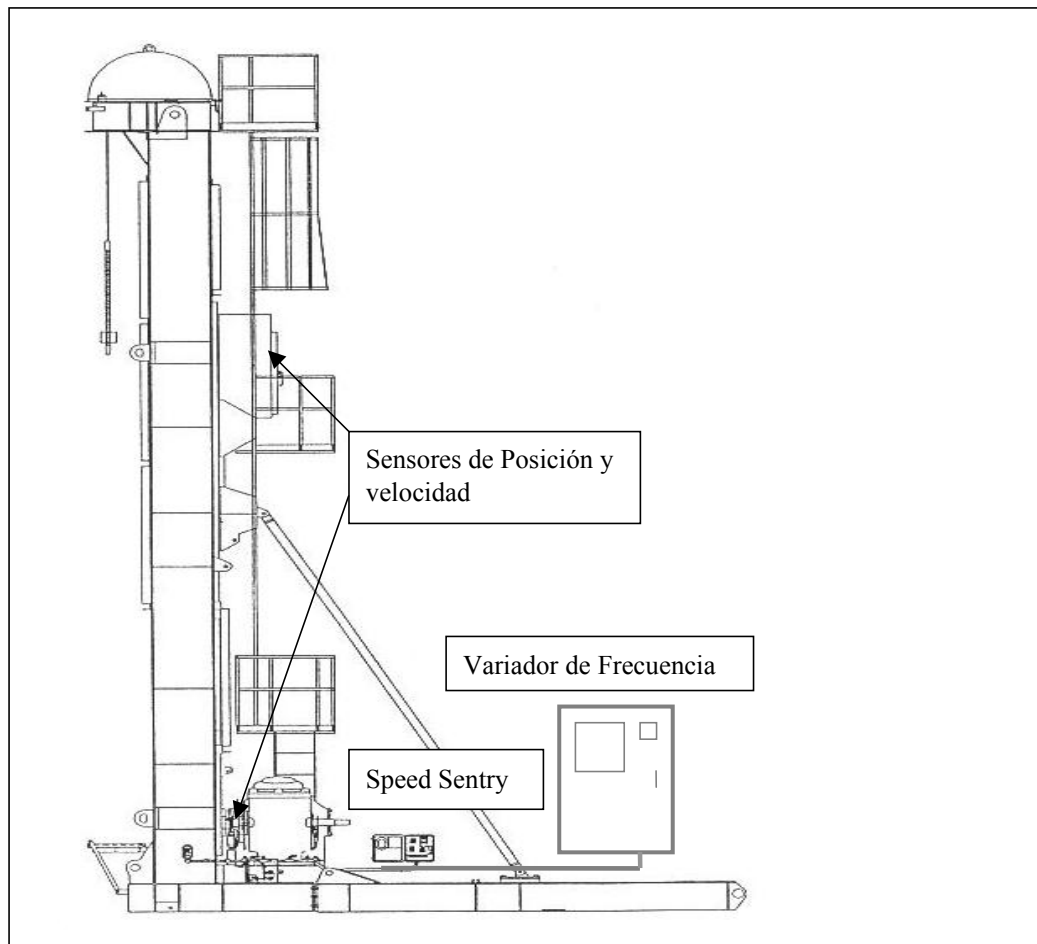
Además, el equipo cuenta con un sistema de control de torque que evita se apliquen cargas excesivas sobre las instalaciones

Cabe mencionar que este sistema requiere el uso de motores tipo Nema B ya que los mismos entregan mayor torque durante el ciclo de trabajo, mientras que el variador facilita el arranque al entregar máximo torque aún a bajas velocidades.

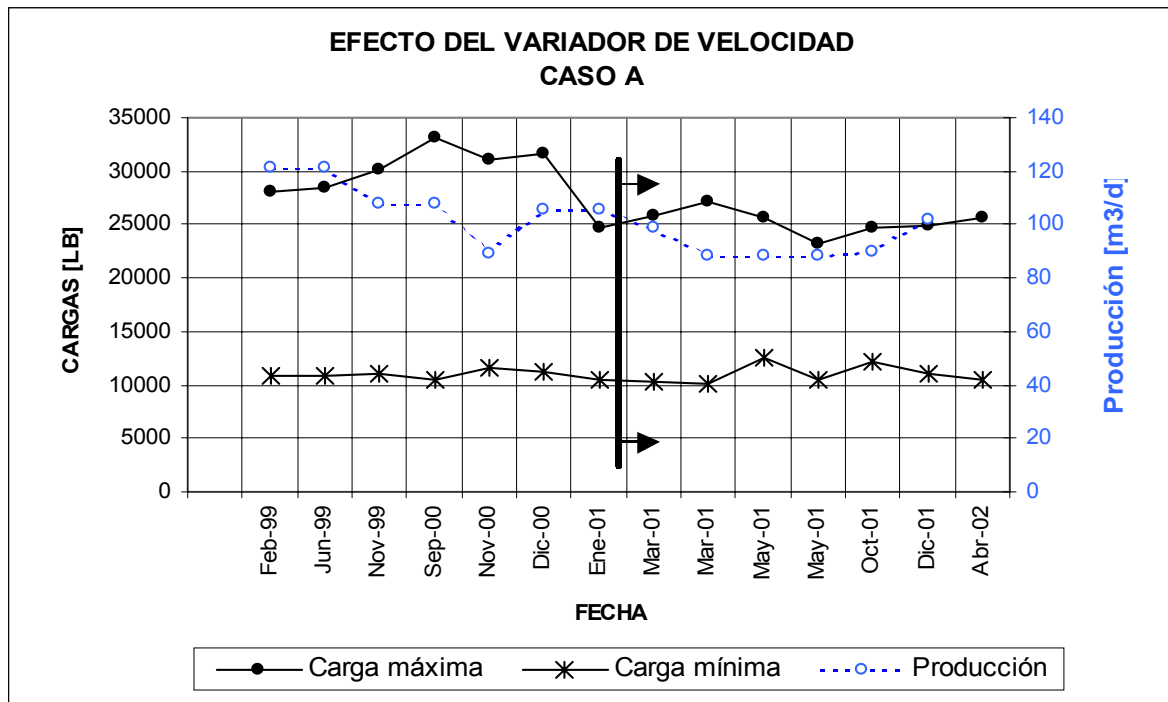
De esta manera, se logró incrementar la velocidad en las carreras ascendente y descendente y disminuirla durante las inversiones de sentido, puntos de principal variación de cargas, obteniéndose un número de golpes por minuto promedio superior al máximo recomendado para el sistema de extracción Rotaflex pero sin poner en riesgo el equipo, transmitiendo a la vez menor carga a las varillas de bombeo.

El sistema cuenta también con la posibilidad de funcionar en modo manual, en el cual todo el ciclo es recorrido a la misma velocidad.

El esquema del sistema completo es el siguiente:



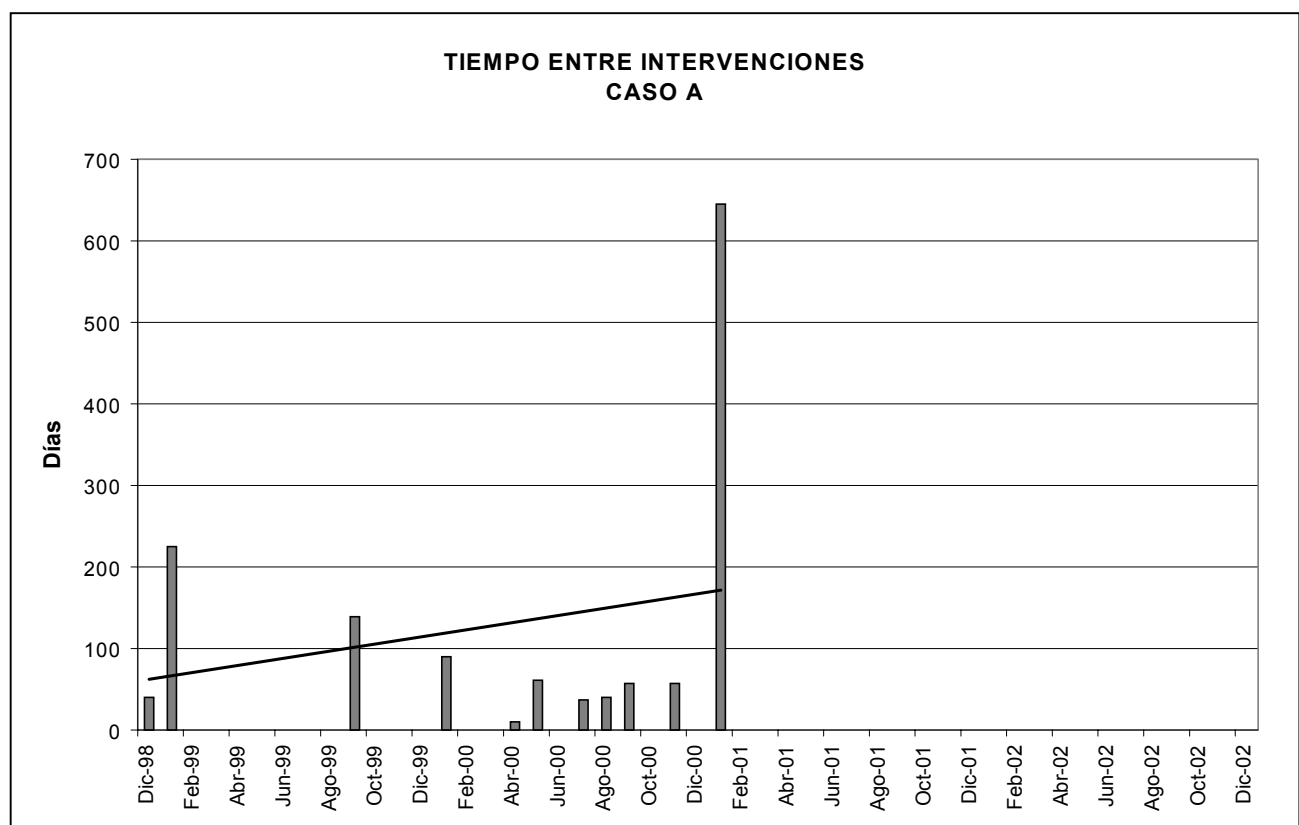
A continuación se muestran los resultados obtenidos en el ensayo. Los gráficos han sido confeccionados con datos de dinamómetros realizados en períodos anteriores y posteriores a la implementación del sistema y con datos de intervenciones de pulling.



En este caso se observa una importante disminución de la carga máxima, consecuencia no solo de la instalación del variador sino también por el cambio de bomba de profundidad de 25-275 a 25-225. Cabe aclarar que el arranque del ensayo se realizó con un variador de 75 HP de potencia, lo cual limitaba el régimen de trabajo, por lo que posteriormente se cambió por uno de 100 HP pudiéndose incrementar el mismo.

A pesar de la disminución del diámetro de la bomba se logró prácticamente mantener la misma producción del pozo.

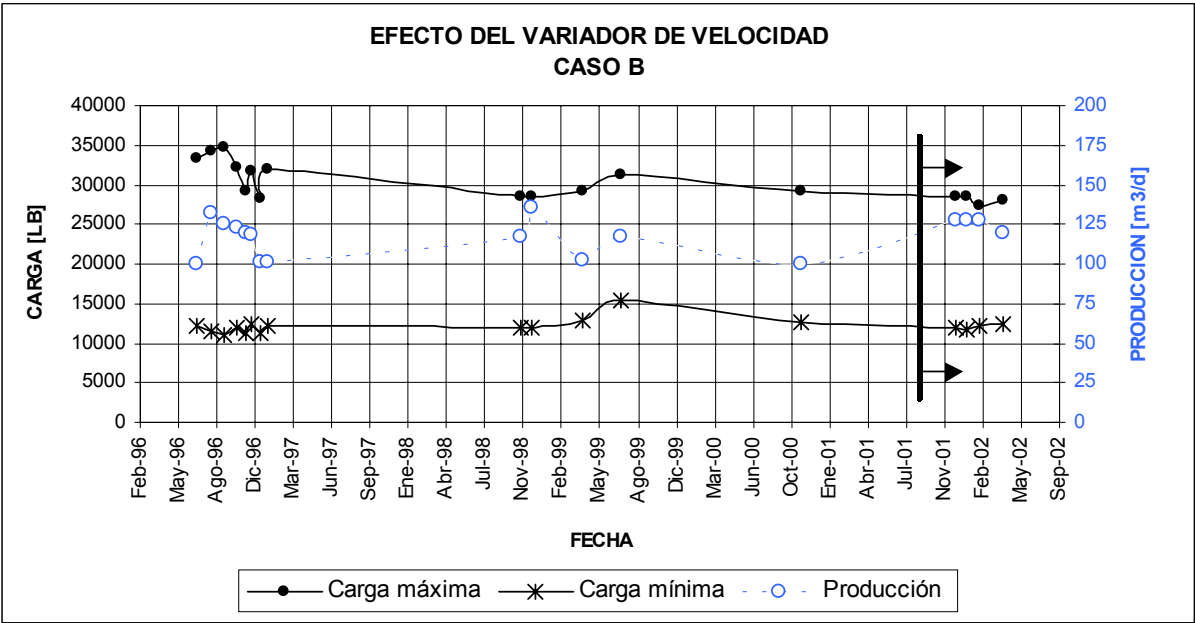
Por otra parte, como consecuencia de las menores cargas se logró disminuir de manera abrupta la cantidad de intervenciones por pescas de varillas de bombeo.



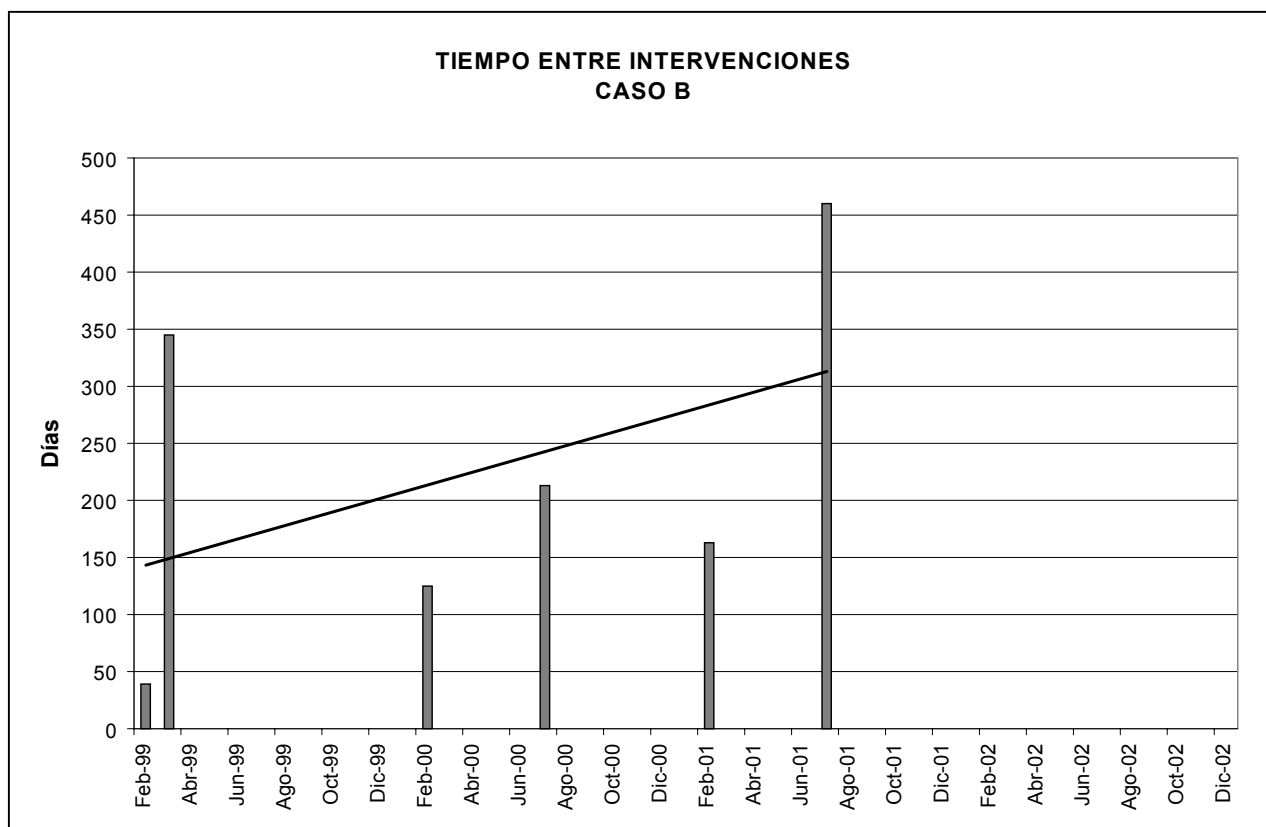
Los valores promedios de velocidad durante el ciclo de trabajo alcanzados hasta el momento para este caso son los siguientes:

Gpm	Sin variador	Con Variador
Promedio	4	4.2
Ascendente		4.5
Descendente		4.2
Cambio carrera		3.2

En el segundo caso, como consecuencia de la instalación del variador de velocidad, se observa que se mantienen los valores de cargas máximas pero luego de haber incrementado el régimen de bombeo y la producción del pozo



También se observa en este caso una disminución de la cantidad de intervenciones por pescas de varillas de bombeo.

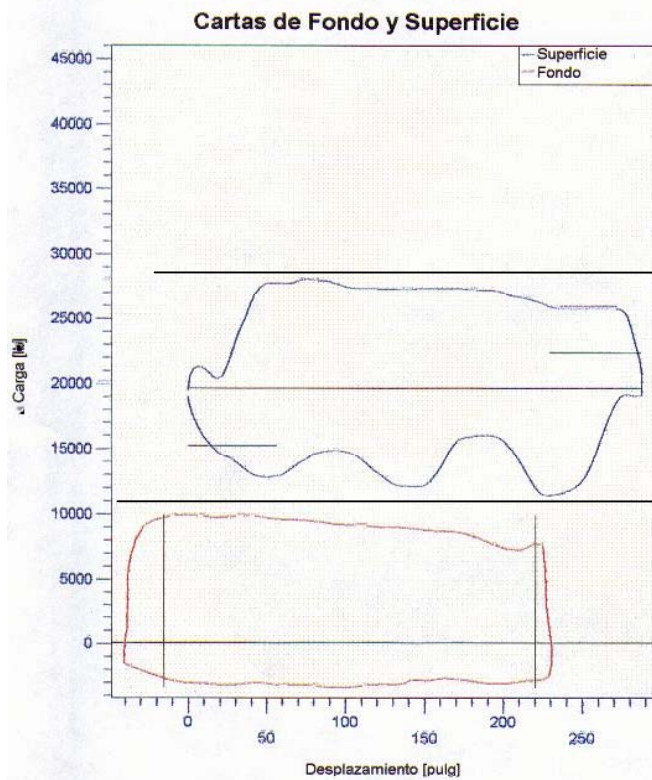


Los valores promedios de velocidad durante el ciclo de trabajo alcanzados en el segundo caso hasta el momento son los siguientes:

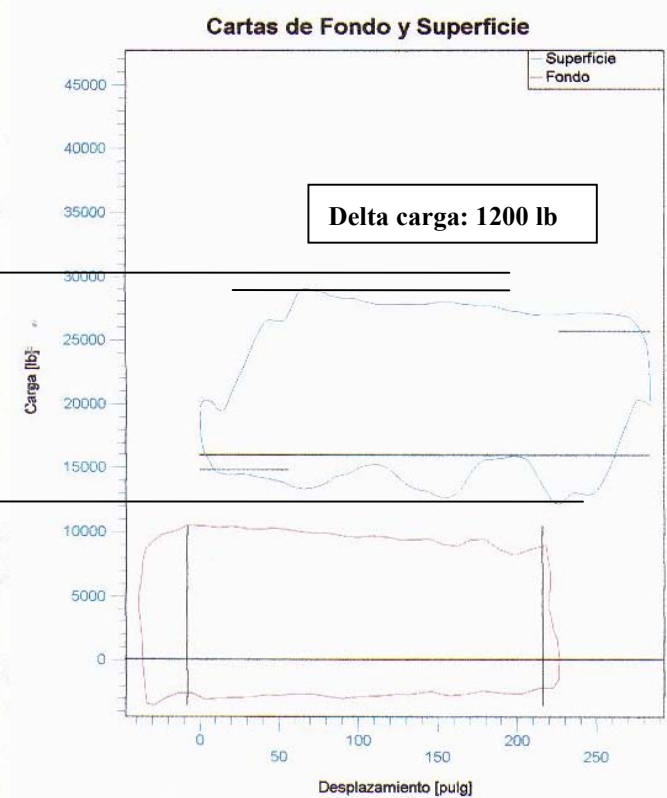
Gpm	Sin variador	Con Variador
Promedio	4.2	4.8
Ascendente		4.9
Descendente		4.9
Cambio carrera		3.6

Las cartas dinamométricas, donde se muestra la variación de cargas en el equipamiento, antes y después de la instalación del variador son las siguientes:

Carta dinamométrica sin variador



Carta dinamométrica con variador



Conclusiones

El exitoso resultado obtenido en la aplicación del variador de velocidad, permitió una importante reducción de la frecuencia de pulling por pescas, como así también una disminución de las cargas máximas sobre el equipamiento con un incremento de la producción.

USO DEL VARIADOR DE FRECUENCIA PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN ROTAFLEX

Autores:

Diego Palomeque: Ingeniero Electrónico egresado de la Universidad Tecnológica Nacional-Mendoza. Se desempeña como Ingeniero de Aplicación en eProduction Solutions empresa de Weatherford en el Área Neuquén

Daniel Rodriguez: Ingeniero electromecánico egresado de la Universidad Tecnológica Nacional Mendoza. Gerente Área Neuquén de Weatherford International de Argentina S.A. División Artificial Lift Systems.

Pablo Prado: Ingeniero de Petróleos recibido en la Universidad Nacional de Cuyo. Se desempeña como Ingeniero Producción y Operaciones de Petrolera Perez Companc en el Área Entre Lomas desde junio de 1994.