

OPTIMIZACION DEL BOMBEO MECANICO ATRAVES DE LA AUTOMATIZACION

Juan Pablo Sanchez
Diego Festini
Weatherford Int. de Argentina

SINOPSIS

En general, este informe presenta en forma teórica y práctica los beneficios que se obtienen con la utilización de Controladores “Pump-Off”:

Ahorro de energía: Si bien el costo de la energía en Argentina, no es muy elevado, la crisis actual nos sugiere disminuir los consumos bajo cualquier circunstancia.

Optimización de la producción: Cualquier aumento en la producción del pozo es resultado de la inmediata e importante información provista por el controlador para detectar previamente potenciales problemas de bombeo.

Reducción de gastos de mantenimiento: Disminución de intervenciones, por detección e inmediato accionar ante golpe de fluido y cargas excesivas.

Mejora del manejo de personal: Como el controlador puede proveer mensajes de falla relacionados con el problema que ha sido identificado, una acción correctiva puede ser determinada más fácilmente.

El trabajo brinda una breve descripción técnica del controlador “Pump-Off” y del Software de Telemetría.

Luego, para exhibir en forma práctica los beneficios, se presentará un ensayo realizado en el yacimiento Lomita (Rincón de Los Sauces - RepsolYPF), donde se puntualizarán algunas ventajas prácticas, además de una comparación de controles de producción, índices de falla y controles de consumo energético, antes y después del ensayo.

1. INTRODUCCION

El Bombeo Mecánico, mostrado en la Figura 1, es el sistema de extracción artificial más utilizado en campos petroleros. Su funcionamiento consiste en transferir la energía desde la superficie hasta el fondo del pozo para extraer los fluidos existentes en el mismo.

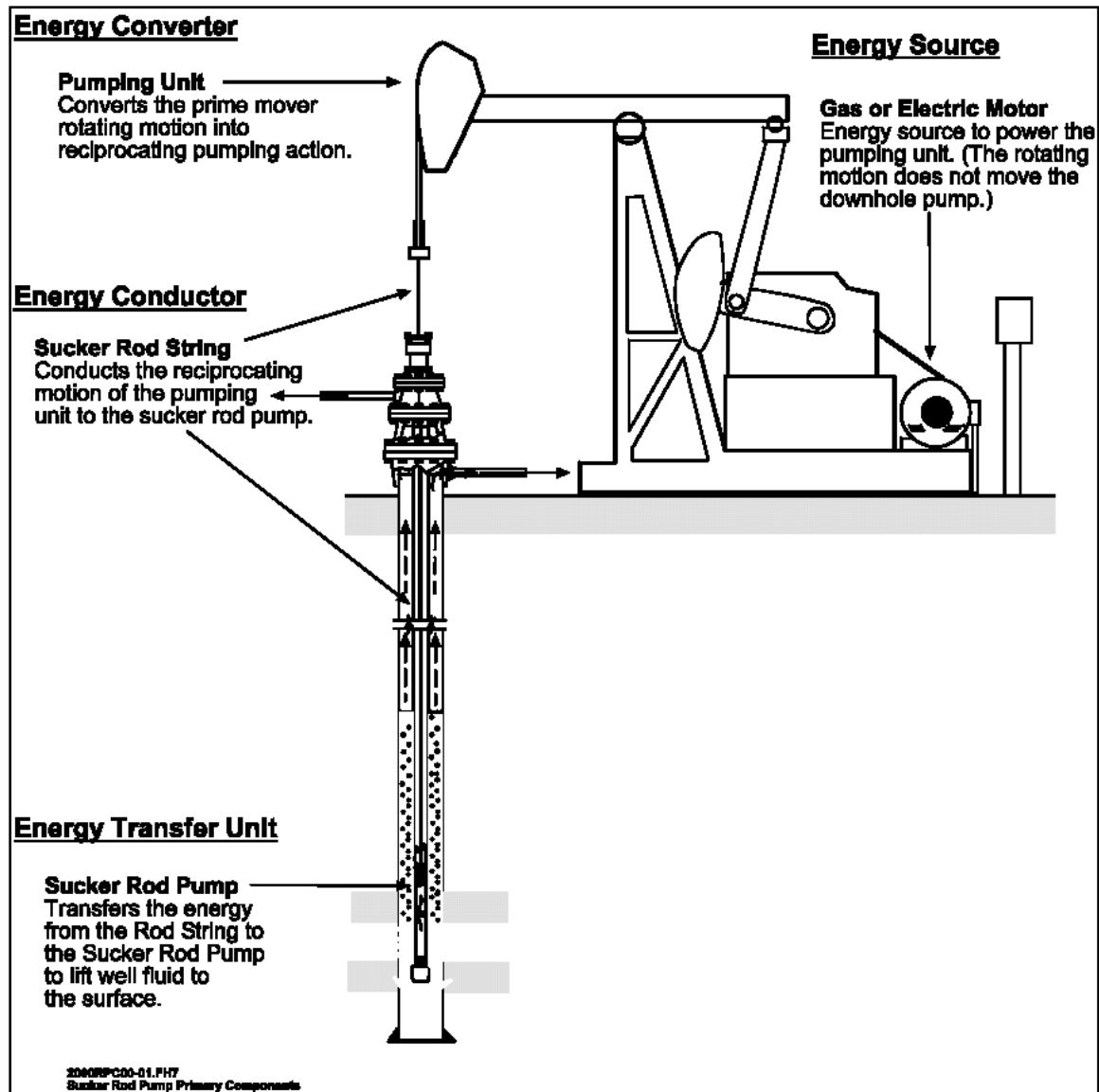


Figura 1

La aplicación de sistemas de Bombeo Mecánico en pozos petroleros figura recomendada en el *Recommended Practice (RO) API RP11L "Design Calculations for Sucker Rod Pumping Systems (Conventional Pumping Units)"*.

1.1 Funcionamiento

Durante la carrera ascendente (Figura 2), el pistón sube a través del barril de la bomba. El fluido por encima la válvula móvil la mantiene cerrada. Cuando la presión dentro del

barril de la bomba es menor que la presión en la succión de la bomba, la válvula fija se abre, permitiendo que ingrese fluido al barril.

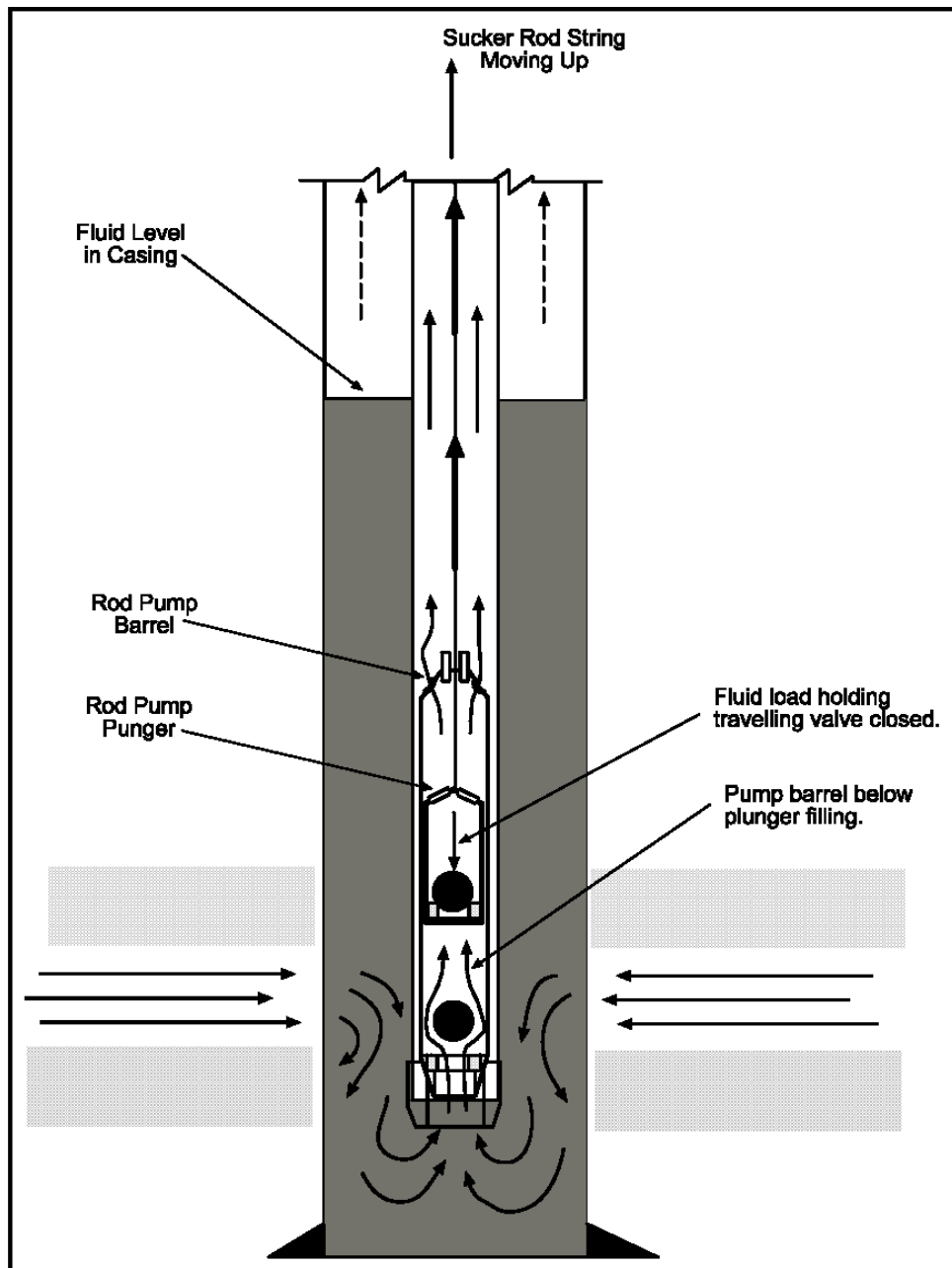


Figura 2

Cuando la unidad de bombeo alcanza el PMS (Punto Muerto Superior), el pistón también alcanza el punto superior de su carrera.

Cuando la unidad de bombeo comienza su carrera descendente (Figura 3), la sarta de varillas se mueve hacia abajo, como también el pistón de la bomba.

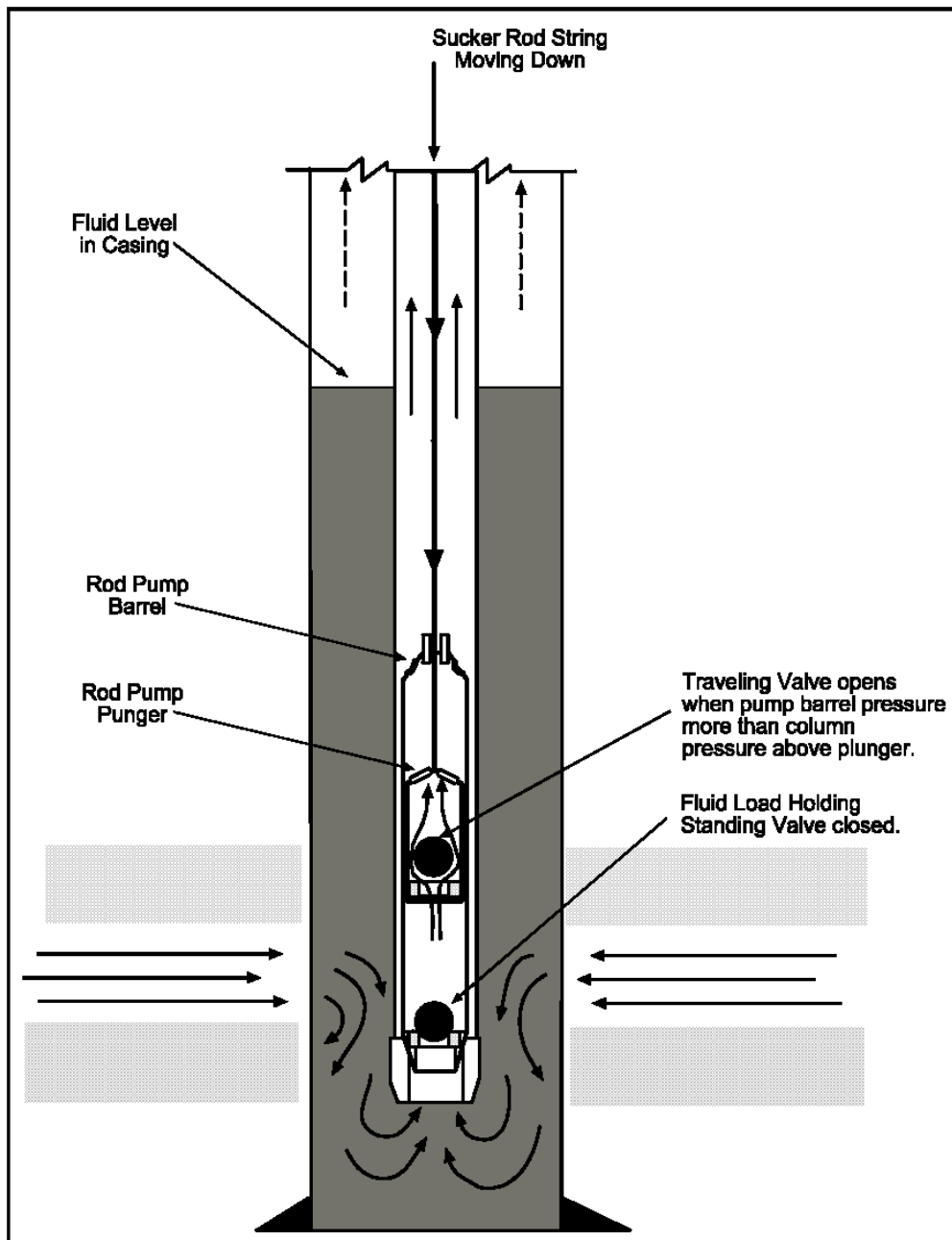


Figura 3

Si el barril se llenó completamente en la carrera ascendente, el pistón tomará contacto con el fluido inmediatamente en la carrera descendente. Como el pistón recién está comenzando a descender, su movimiento será muy lento al momento del de producirse el contacto.

La presión en el barril de la bomba (entre la válvula fija y la móvil) aumenta mientras el pistón continúa bajando. Esto sucede hasta que la misma excede la presión sobre la válvula móvil. La válvula móvil se abre. El fluido en el barril de la bomba, de este modo, atraviesa la válvula móvil y sube hacia el espacio anular entre el diámetro mayor de la varilla y el diámetro menor del tubing. Mientras la acción de la bomba continúa, el pistón alcanza el punto inferior de su carrera, se detiene brevemente, y comienza

nuevamente su movimiento ascendente. Mientras continúa este movimiento, la válvula fija se abrirá nuevamente y el fluido del pozo ingresará al barril de la bomba.

2. APLICACIONES DEL POC (CONTROLADOR PUMP-OFF)

2.1 Llenado Parcial de la bomba

Las condiciones del pozo pueden causar que el barril de la bomba no se llene completamente durante la carrera ascendente. Cuando esto ocurre, como muestra la Figura 4, se dice que el llenado de la bomba es incompleto o parcial.

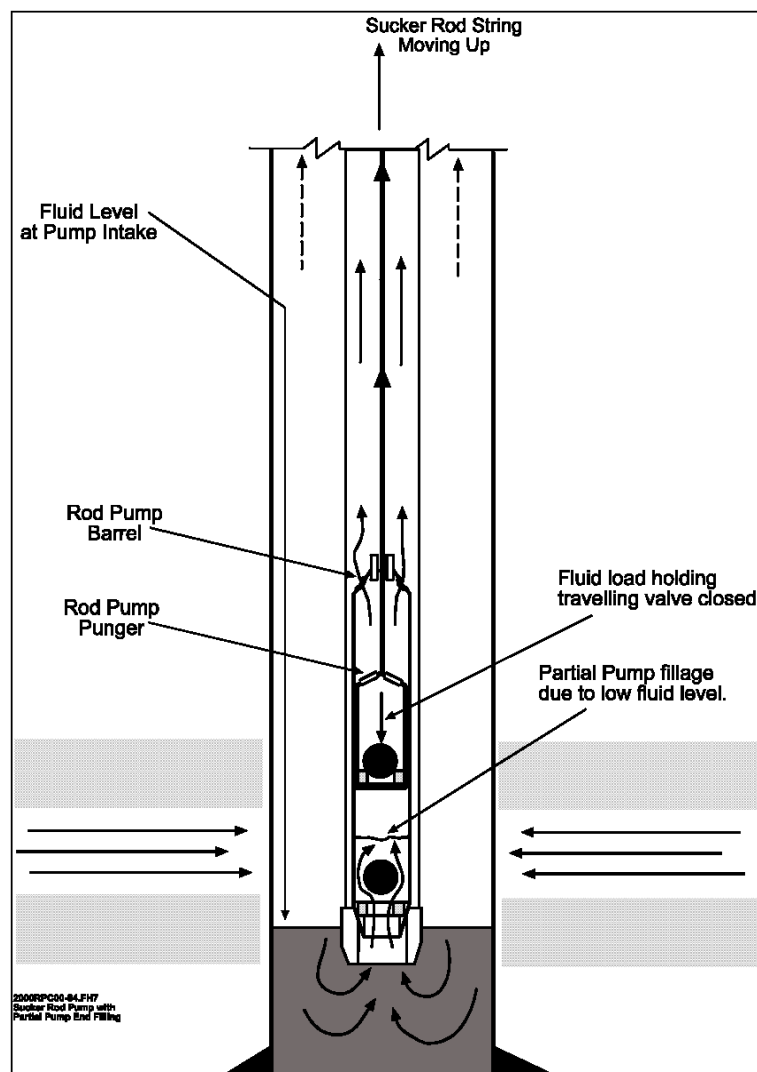


Figura 4

Este llenado parcial puede ocurrir en las siguientes condiciones:

- El pozo no está aportando fluido para llenar el barril. Esto puede ocurrir debido a que las dimensiones del sistema de bombeo son mayores a la capacidad de

producción del pozo. Esta es la causa más común de llenado incompleto de la bomba.

- La bomba ha tomado un “bolsón” de gas que desplaza cualquier fluido del pozo disponible para ser bombeado. Hasta que la bomba sea capaz de eliminar el gas del barril, el llenado de la bomba será incompleto y errático. Un disparo acústico para estimar el nivel indicará la presencia de fluido en el espacio anular entre la cañería de revestimiento (casing) y el tubing. Esta situación también puede causarse por basura o restos del pozo tapando la succión de la bomba.

Indiferentemente de la razón de llenado incompleto, es un serio problema operativo y debe tomarse una acción correctiva lo antes posible. Una falta de fluido en el barril de la bomba en la carrera descendente puede causar lo que se conoce como: “Golpe de Fluido”. Esta situación puede ser muy perjudicial para la totalidad del sistema de bombeo. Los daños que se ocasionan podrían ser:

- *Válvula fija y móvil:* La bola de la válvula golpea contra el asiento de la misma con tal fuerza que uno o ambos componentes pueden dañarse. Esto puede suceder tanto en la válvula fija como en la móvil.
- *Rajadura del barril:* Las fuerzas hidráulicas generadas por el impacto del pistón en el escaso fluido dentro del barril puede ser tan grande como para rajar el barril.
- *Sarta de varillas:* Las inversiones de carga y el incremento de los picos de carga en la sarta de varillas pueden ocasionar la roturas en la sarta de varillas o en las cuplas. Esto es debido a la excesiva fatiga.
- *Roturas de tubing:* Las fuerzas hidráulicas causadas por el golpe de fluido pueden ocasionar el contacto varilla – tubing, provocando roturas en el mismo.
- *Fallas en la unidad de bombeo y en la caja reductora:* El golpe de carga transmitido por la sarta de varillas induce picos de carga que son mucho más grandes que en funcionamiento normal. Esto puede resultar en un progresivo deterioro de la unidad de bombeo y la caja reductora.

Estos problemas son causados por el llenado incompleto de la bomba, dando lugar al “Golpe de Fluido”. A menos que el nivel de fluido aumente, la bomba continuará “golpeando fluido”. El nivel de fluido no aumentará a menos que las dimensiones de la bomba disminuyan, que la unidad de bombeo sea detenida por un periodo definido o que el régimen de bombeo se reduzca (dependiendo de la magnitud de la reducción). Estas acciones permiten el ingreso de fluidos del reservorio para subir el nivel del pozo, dando lugar a un mejor llenado de la bomba.

La forma de una Carta Dinamométrica de Superficie (Carga del Vástago Pulido en función de la Posición del mismo) puede proveer una representación gráfica de la condición de “bomba parcialmente llena” :

Ejemplo:

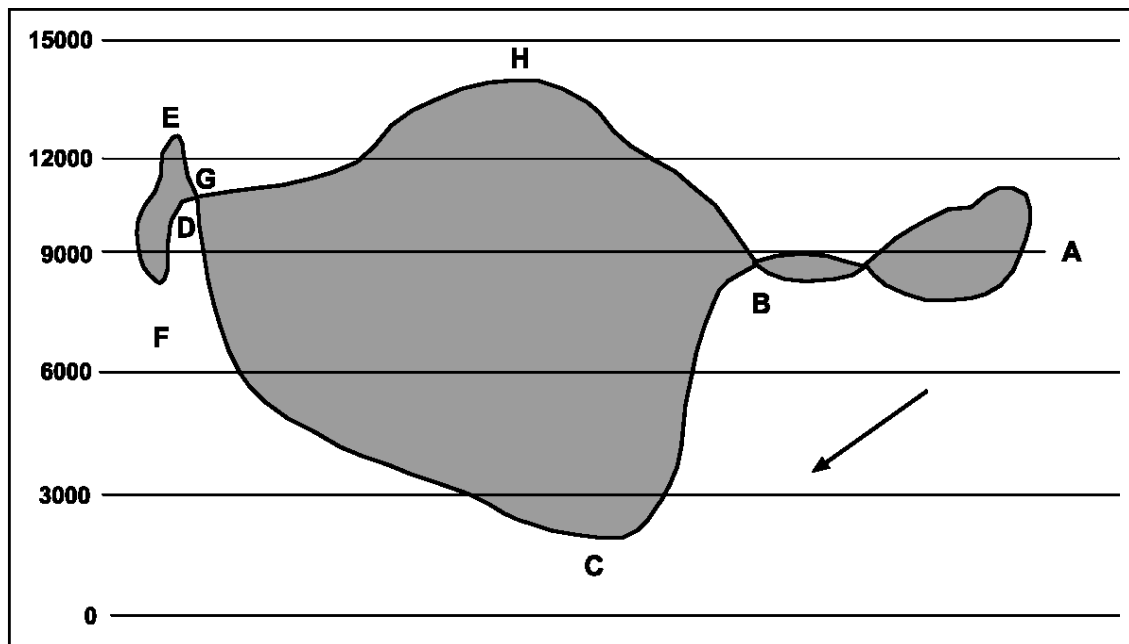


Figura 5

La Figura 5 muestra una carta dinamo-métrica con golpe de fluido.

El vástago pulido viaja desde el punto A al B. Antes de que la válvula móvil se abra. Esto significa que aproximadamente un tercio del barril de la bomba está vacío. La presión bajo la válvula móvil debe ser mayor que el peso del fluido sobre ella para poder abrirse.

En este caso, a una profundidad de bombeo de 3500 pies, la presión es aproximadamente 1400 PSI. En el punto B, la presión bajo la válvula móvil debió exceder 1400 PSI. Cuando la válvula móvil se abre, la carga del fluido se transfiere instantáneamente de la sarta de varillas al tubing. El peso del fluido es ahora soportado por la válvula fija en vez de la válvula móvil. En este caso, una violenta reducción de carga de (8950 libras) ocurre.

La función básica del POC es adquirir información de carga y posición de modo que el operador pueda definir el “set point” que indique que una condición de bomba parcialmente llena ha ocurrido. La información de carga es obtenida utilizando una celda de carga sobre el vástago pulido o un “strain gauge” (medidor de tensión) ubicado sobre la viga superior. Los datos de posición son obtenidos utilizando un “switch” de posición y/o un sensor de posicionamiento continuo.

Durante la operación, los datos de carga son continuamente registrados y almacenados en un “buffer” (memoria) de datos. Esta información es correlacionada con los datos de posición para obtener la carta dinamo-métrica.

Utilizando el ejemplo de golpe de fluido expuesto en la Figura 5, puede ser demostrado como el POC puede detectar y controlar una condición de llenado parcial o incompleto. La Figura 6 muestra la misma carta con un llenado completo de la bomba (Del punto A al Punto C).

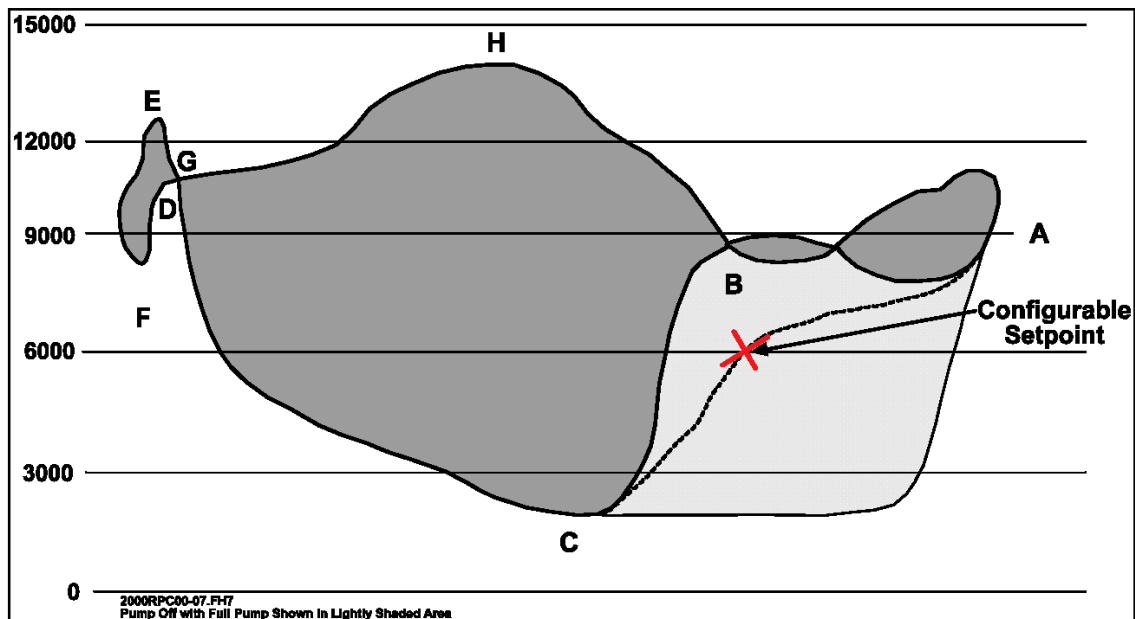


Figura 6

El proceso de movimiento de una “operación de bomba llena”, como se especifica en la línea desde el punto A al punto C, a una condición de golpe de fluido es mostrada en la línea A - B - C. ***Si este “movimiento” o cambio en la carta dinamométrica puede ser monitoreado, la cantidad de condiciones de bomba parcialmente llena puede ser controlada deteniendo la unidad de bombeo o disminuyendo la velocidad de bombeo adecuadamente.***

El punto *setpoint* , para detener la unidad de bombeo, está basado en el “movimiento” de la carrera descendente de la carta dinamométrica. El operador puede ajustar este punto según diferentes condiciones de bombeo. Luego de un tiempo de recuperación (durante el cual la unidad de bombeo permanece detenida) el controlador automáticamente reiniciará la unidad de bombeo para producir el fluido que haya ingresado al pozo.

Es importante aclarar que en caso de que el controlador se encuentre funcionando en lazo con un Variador de Frecuencia, la unidad de bombeo no se detendrá en ningún momento, sino que disminuirá o aumentará la velocidad de bombeo hasta llegar al *setpoint de llenado* deseado. En caso de que el llenado de la bomba supere el *setpoint* preestablecido, la velocidad de bombeo aumentará hasta alcanzarlo; del mismo modo, si el llenado de la bomba está por debajo del *setpoint*, la velocidad de bombeo disminuirá hasta alcanzarlo nuevamente.

El tiempo de bombeo más el tiempo de recuperación es considerado un ciclo completo de bombeo.

El controlador además, protege a la unidad de bombeo de violaciones de carga, como picos anormales o mínimas cargas en el vástago pulido. Esto puede ocurrir debido a un aprisionamiento de la bomba o a una pesca de varillas. Esta protección es provista por los parámetros de límites de carga del POC.

Si los límites definidos por el operador son violados, el controlador puede ser programado para tomar una de las siguientes acciones:

- Encender una lámpara de falla solamente.
- Transferir el control a un “*timer*” interno del software (Este *timer* del software utiliza el tiempo de marcha de los últimos diecisiete ciclos de bombeo).
- Transferir el control al tablero de control de la unidad de bombeo (*timer* porcentual u otro tipo de *timer*).
- Detener la unidad de bombeo hasta que sea reiniciada por el operador.
- No tomar ninguna acción.

Además, un POC podría brindar información histórica incluyendo, ente otras características:

Información Histórica	Descripción
Máxima Carga (pico).	Último ciclo, Desde último arranque, Desde inicialización.
Mínima Carga.	Último ciclo, Desde último arranque, Desde inicialización.
Mínima Diferencia entre Máxima y Mínima Carga (“Span” de Carga).	Último ciclo, Desde último arranque, Desde inicialización.
Tiempo de Ciclo de Marcha.	
Tiempo de Marcha Diario.	
Última Carta Dinamométrica de Arranque.	
Última Carta Dinamométrica de Parada.	

Tabla 1

2.2 Beneficios del Control de Bombeo Mecánico

Las condiciones económicas recientes en campos petroleros han brindado mayor énfasis a las operadoras a la búsqueda de nuevos caminos para optimizar la producción y reducir costos operativos. Esto es justamente lo que el POC realiza. Con una nueva funcionalidad y performance del microprocesador, los POC han sido notablemente mejorados. Adicionalmente, la mejora del software de telemetría y telecomando, provee un monitoreo y control más eficiente. Estos programas utilizan la carga y posición de la sarta de varillas para brindar un análisis de la carta de fondo y de superficie. Los nuevos

POCs proveen una excelente reducción de costos de energía, mantienen o mejoran levemente la producción, y reducen gastos operativos.

De la revisión de beneficios reportados obtenidos al instalar POCs, un gran rango de mejoras y ahorros operativos es encontrado:

2.2.1 Ahorro de Energía

El ahorro de energía resulta de reducir el tiempo de marcha de la unidad mientras se mantiene la máxima producción. El ahorro de energía se realiza en función del método de operación anterior a la instalación del POC. Este pudo haber sido:

- Operación con *timer*.
- 24 hs. de operación por día, sin ningún tipo de control.
- Operación de encendido y apagado controlada por operador.

La habilidad para posicionar el *setpoint* en los primeros “golpes de fluido”, asegura que la unidad de bombeo se detendrá cuando existe un mínimo nivel de fluido en el pozo. La energía que se ahorra se optimiza adaptando al POC a las condiciones del pozo, de este modo se conseguirán los máximos tiempos de recuperación y bombeo sin tener pérdidas de producción.

En caso de que el POC trabaje en lazo con un Variador de Frecuencia, el ahorro de energía se ve reflejado en la reducción de velocidad para mantener la carta dinamométrica del pozo de acuerdo al *setpoint* preestablecido.

2.2.2 Optimización de la Producción

En general, cualquier aumento en la producción del pozo es resultado de la inmediata e importante información provista por el POC para detectar previamente potenciales problemas de bombeo.

También, el controlador puede aumentar automáticamente los ciclos de marcha para compensar algún decrecimiento de la eficiencia de bombeo o pequeños orificios en el tubing, manteniendo la máxima producción. El monitoreo de los ciclos diarios de marcha en un pozo estable, permite al operador detectar potenciales problemas al notar algún cambio significativo. El operador puede además planear anticipadamente alguna intervención, al observar los cambios en los ciclos diarios de marcha.

En general, de acuerdo a ensayos y con un adecuado seguimiento, la producción debería aumentar de un 1 % a un 4 %.

2.2.3 Reducción de Gastos de Mantenimiento

Dos beneficios resultan del monitoreo de un pozo con POC. Primero, el controlador está diseñado para detectar el golpe de fluido en condiciones de bomba parcialmente llena, limitando la cantidad de ocurrencia de éstos. Esta acción ayuda a evitar daños en la unidad de bombeo, extendiendo la vida útil del equipo. Por otro lado, el POC monitorea

la máxima y mínima carga, así como también la diferencia entre ellas (*span*). Si el sistema de bombeo experimenta alguna falla (Por Ej.: agarres de bomba, roturas de tubing, pérdidas en la válvulas) el controlador detendrá la unidad de bombeo.

2.2.4 Mejora del Manejo del Personal

Cómo el POC puede proveer mensajes de falla relacionados con el problema que ha sido identificado, una acción correctiva puede ser determinada más fácilmente.

Mensajes de Falla	Posible Causa / Solución
Falla de Control	El switch HOA fue dejado en “Manual” o “Cero”.
	Falla del Panel de Control.
	Falla en las correas de la unidad de bombeo.
Bajo Trabajo de Bomba	Pesca de varilla.
	Alto nivel de fluido.
	Falla en válvula de la bomba.
Tiempo de Marcha Diario Excesivo	Pérdida de tubing.
	Pérdida en alguna de las válvulas.
	Excesivo escurrimiento del pistón.

Tabla 2

Cuando los controladores están enlazados a una estación central o software de adquisición y análisis de datos, esta información está disponible en la oficina de campo u otro lugar donde el software de aplicación esté disponible. El software muestra alarmas cuando éstas ocurren y además brinda reportes de las mismas. *Esto permite al usuario “actuar cuando es necesario”.*

2.2.5 Mejora de la Seguridad y Protección ambiental

En el caso de combinar el uso del controlador con dispositivos tales como: sensor de presión, *stuffing box* ecológico, sensores de nivel, etc., el POC detendrá el pozo al detectar una condición insegura, por ej.: alta presión de línea, pérdidas en el *stuffing box*, niveles de tanque, etc..

3. SOFTWARE DE TELEMETRIA Y TELECOMANDO

Existen Sistemas de Telemetría y Telecomando que aportan un valor agregado, integrando la ingeniería de análisis y diseño con el monitoreo y control en tiempo real de los pozos en yacimientos petroleros.

Para comprender algunos beneficios obtenidos en el ensayo que se describirán en el próximo punto, se realizará una breve descripción de un software de control particular:

A grandes rasgos, este software permite disponer en las oficinas del yacimiento (y en la red global de la empresa) de toda la información brindada por los POC, permitiendo un adecuado análisis y control de los pozos.

Básicamente, el software utilizado, consta de dos módulos principales:

3.1 Módulo de Análisis

Este módulo permite:

- Monitorear, controlar y optimizar pozos con bombeo mecánico, con la colección y el análisis de datos desde múltiples tipos de controladores.
- Visualizar cartas dinamométricas de superficie, calcular y visualizar cartas dinamométricas de fondo, realizar tendencias y reportes para monitorear y optimizar los pozos con bombeo mecánico.
- Ver diagnósticos de cada pozo, incluyendo detección de cartas de superficie y de fondo similares a las almacenadas como erróneas en la librería de cartas.

El sistema identifica los pozos con problemas y recolecta los datos durante la noche, a fin de reducir el tiempo empleado en esperar la recolección.

Los usuarios pueden mostrar inmediatamente múltiples cartas de superficie, y fondo, curvas o lecturas actuales de cada pozo para un análisis rápido.

Este software trabaja en entorno MS Windows, con la posibilidad de visualizar diversas ventanas con datos suministrados por los POCs. (Ver Figura 7)

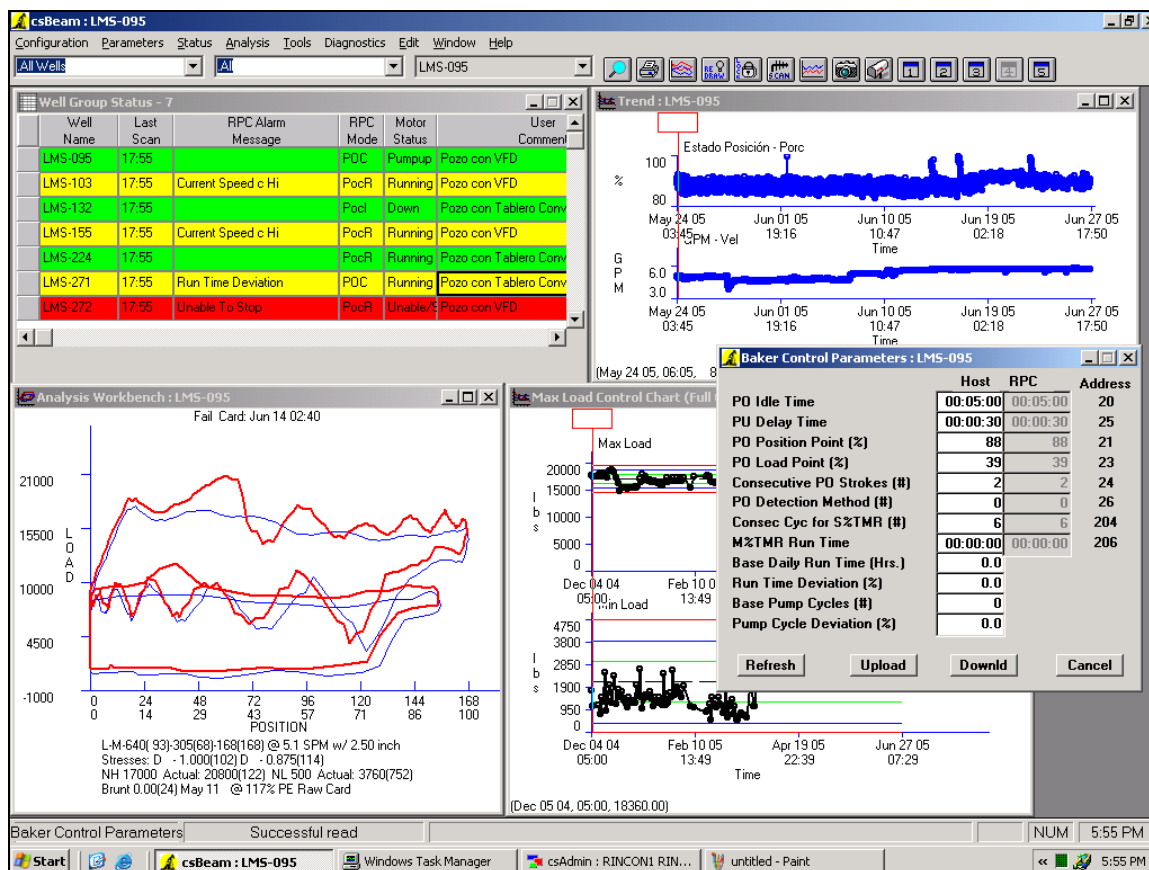


Figura 7

3.2 Módulo de Diseño

Este módulo proporciona al usuario la posibilidad de optimizar el diseño de pozos con bombeo mecánico con escenarios: “qué pasa si ...”, evaluando posibles cambios en el equipamiento.

Es importante aclarar que *el diseño es realizado en función a una carta dinamométrica prácticamente real del pozo, es decir, teniendo una carta actual del pozo, es posible ver cómo se modificaría si se cambian diversas variables*. Por supuesto, cada diseño es acompañado de un informe que reporta los valores de los principales parámetros del pozo.

4. ENSAYO YACIMIENTO LOMITAS – RINCON DE LOS SAUCES

Durante ocho meses (Dic/2004 – Ago/2005) y con la intervención de 2 empresas proveedoras de controladores, se realizó un ensayo en el yacimiento Lomitas, localizado en Rincón de los Sauces, perteneciente a la empresa Repsol-YPF.

El mismo consistió en la instalación de 6 controladores “Pump-Off” (con sistema de comunicaciones) y un software de Telemetría y Telecomando. El objetivo del mismo fue analizar en forma práctica los beneficios de este sistema.

De los 6 pozos, 4 trabajaron con VFD (Variador de Frecuencia), es decir, en caso de registrarse un llenado de bomba menor a un *setpoint*, el controlador (a través del VFD) disminuye los GPM (Golpes Por Minuto) del pozo. Por otro lado, si se registra un llenado mayor al *setpoint*, el controlador aumenta los GPM.

Los dos pozos restantes trabajaron en conjunto con tableros convencionales, deteniendo a los pozos cuando fue necesario.

4.1 RESULTADOS

4.1.1 Ahorro de Energía

La instalación de un medidor de consumo energético en uno de los pozos afectados al ensayo (sin VFD) manifestó lo siguiente:

Con POC		Sin POC	
Día	Kwh/día	Día	Kwh/día
1	52.96	1	73.58
2	57.16	2	73.48
3	56.71	3	73.79
4	55.93		
5	58.57		
Promedio	56.27	Promedio	73.62
Ahorro de Energía diario: 17.35 Kwh/día			
Ahorro de Energía mensual: 0.52052 Mwh/mes			
Ahorro porcentual: 30 %			

Tabla 3

Es importante aclarar que la producción se mantuvo en los mismos niveles para ambos casos.

Si bien este 30% de ahorro no refleja gran cantidad de dinero para un solo pozo, en cantidades mayores podría significar un monto importante.

4.1.2 Optimización de la Producción – Mejora del Manejo de Personal

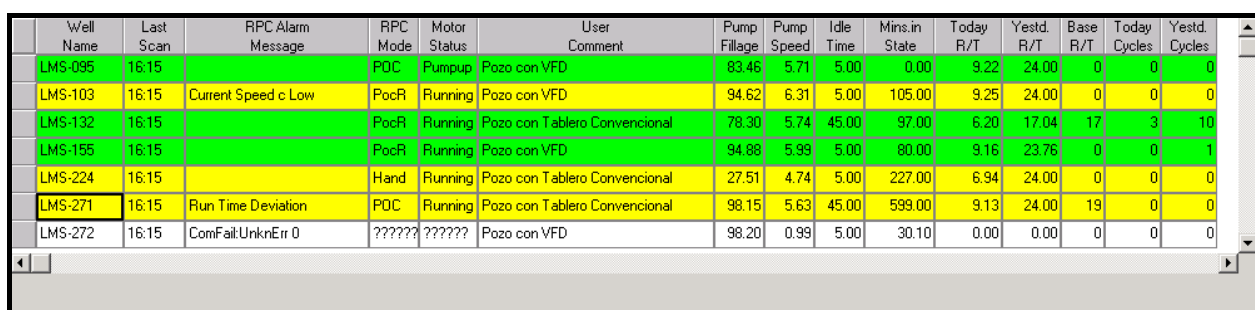
A continuación se presentarán algunas ventajas puntuales que demostraron estos beneficios del sistema.

4.1.2.1 Problemas de recirculación

El software utilizado dispone de una ventana donde se pueden observar las principales características de cada pozo, *para poder realizar una rápida verificación del estado actual de todos los pozos*. Entre las variables (configurables por el usuario) pueden encontrarse: Mensaje de Alarma, Estado del Motor (*Run/Stop*), GPM, Tiempo de Marcha, Ciclos realizados, etc. Estas variables son actualizadas cada 5 min. (o el tiempo que el usuario desee) y según el tipo de alarma será el color correspondiente a la fila de cada pozo (graves, menores, sin comunicación, sin alarma, etc.). Ver Figura 8.

Durante uno de los días de ensayo, esta ventana indicó la alarma: “Tiempo excesivo de Marcha” para uno de los pozos, dando a conocer al operador que el pozo había estado en funcionamiento un tiempo relativamente mayor al que normalmente lo hacía.

En funcionamiento normal, este pozo realizaba entre 10 y 14 ciclos por día. El día que la alarma apareció, el mismo no realizó ningún ciclo.



Well Name	Last Scan	RPC Alarm Message	RPC Mode	Motor Status	User Comment	Pump Fillage	Pump Speed	Idle Time	Mins.in State	Today R/T	Yestd. R/T	Base R/T	Today Cycles	Yestd. Cycles
LMS-095	16:15		POC	Pumpup	Pozo con VFD	83.46	5.71	5.00	0.00	9.22	24.00	0	0	0
LMS-103	16:15	Current Speed c Low	PocR	Running	Pozo con VFD	94.62	6.31	5.00	105.00	9.25	24.00	0	0	0
LMS-132	16:15		PocR	Running	Pozo con Tablero Convencional	78.30	5.74	45.00	97.00	6.20	17.04	17	3	10
LMS-155	16:15		PocR	Running	Pozo con VFD	94.88	5.99	5.00	80.00	9.16	23.76	0	0	1
LMS-224	16:15		Hand	Running	Pozo con Tablero Convencional	27.51	4.74	5.00	227.00	6.94	24.00	0	0	0
LMS-271	16:15	Run Time Deviation	POC	Running	Pozo con Tablero Convencional	98.15	5.63	45.00	599.00	9.13	24.00	19	0	0
LMS-272	16:15	ComFailUnknErr 0	??????	??????	Pozo con VFD	98.20	0.99	5.00	30.10	0.00	0.00	0	0	0

Figura 8

Al concurrir a la locación, se encuentra el problema: Una de las retenciones del puente de producción estaba averiada, con lo cual el pozo se estaba recirculando.

Se reemplaza retención. Se retorna a funcionamiento normal.

4.1.2.2 Problemas de Aprisionamiento (a)

Se detectó la alarma de “Alto Pico de Carga”:

La carta dinamométrica (Figura 9) presentaba un notable pico de carga, a la mitad de la carrera ascendente, que sobrepasaba el límite máximo permitido de 24.000 lbs. (intento de aprisionamiento).

Se decide disminuir la velocidad de bombeo a 4.5 GPM hasta desparafinar al pozo, de modo tal que el pico de carga no sobrepase el máximo permitido. Una vez realizada la desparafinación se aumenta progresivamente la velocidad hasta llegar al régimen normal (6 GPM).

La siguiente figura muestra la carta dinamométrica (de superficie y de fondo) que presentaba el pozo al momento de falla (en rojo) y luego de desparafinar, en régimen normal (en azul).

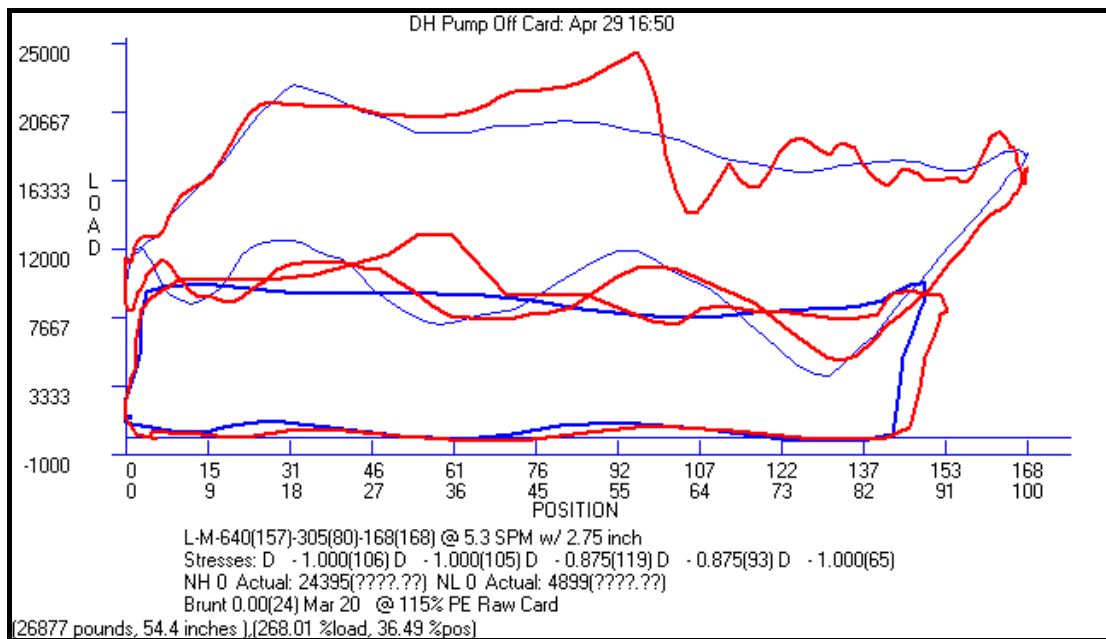


Figura 9

En la gráfica de tendencias de carga se puede observar el pico de carga registrado el día en que ocurrió el inconveniente (Ver Figura 10).

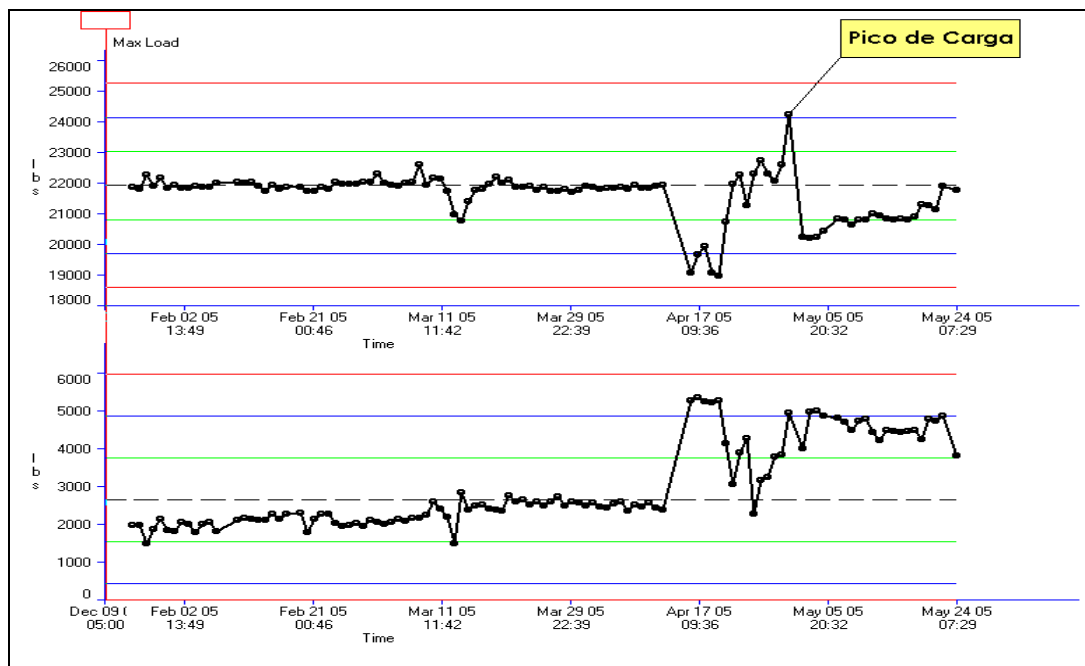


Figura 10

4.1.2.3 Problemas de Aprisionamiento (b)

Se detectó un continuo aumento en la Carga Máxima (registrada cada 5 min.). A consecuencia de esto se procede a desparafinar el pozo, con lo que la misma disminuye, evitando riesgos de pesca o perjuicios en la bomba de profundidad.

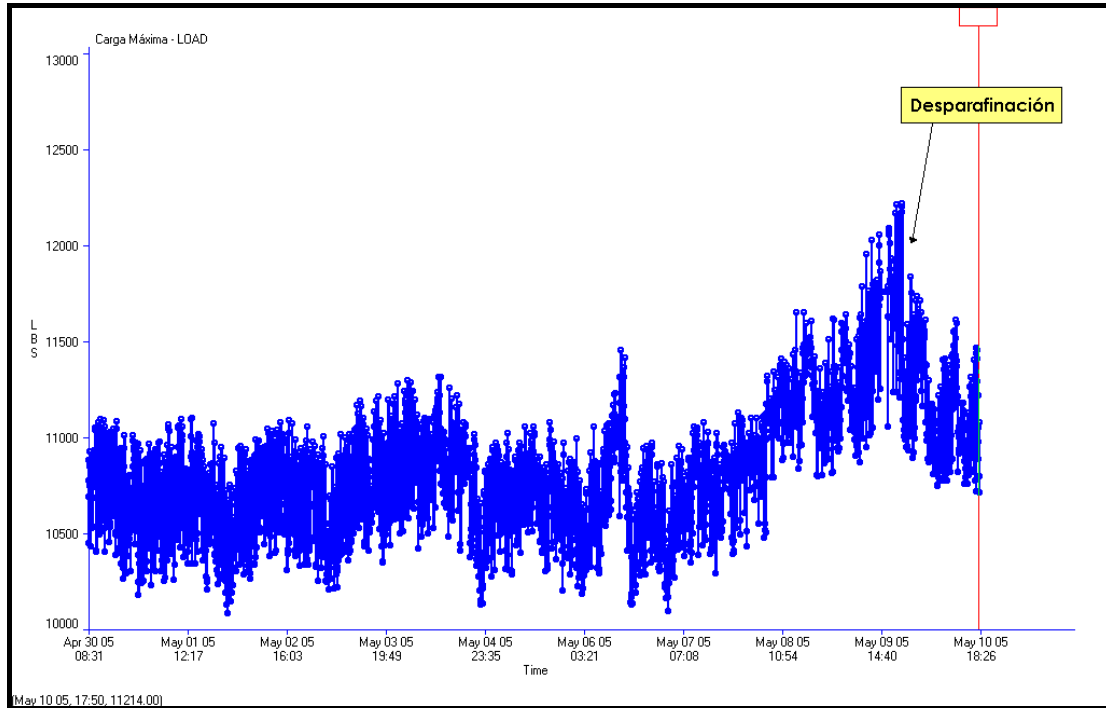


Figura 11

En la Figura 12 se puede observar otra tendencia, que registró el aumento en el llenado de la bomba al momento de la desparafinación.

Es importante aclarar que los controles del pozo figuró un aumento de aproximadamente un metro cúbico de producción, luego de realizar la desparafinación.

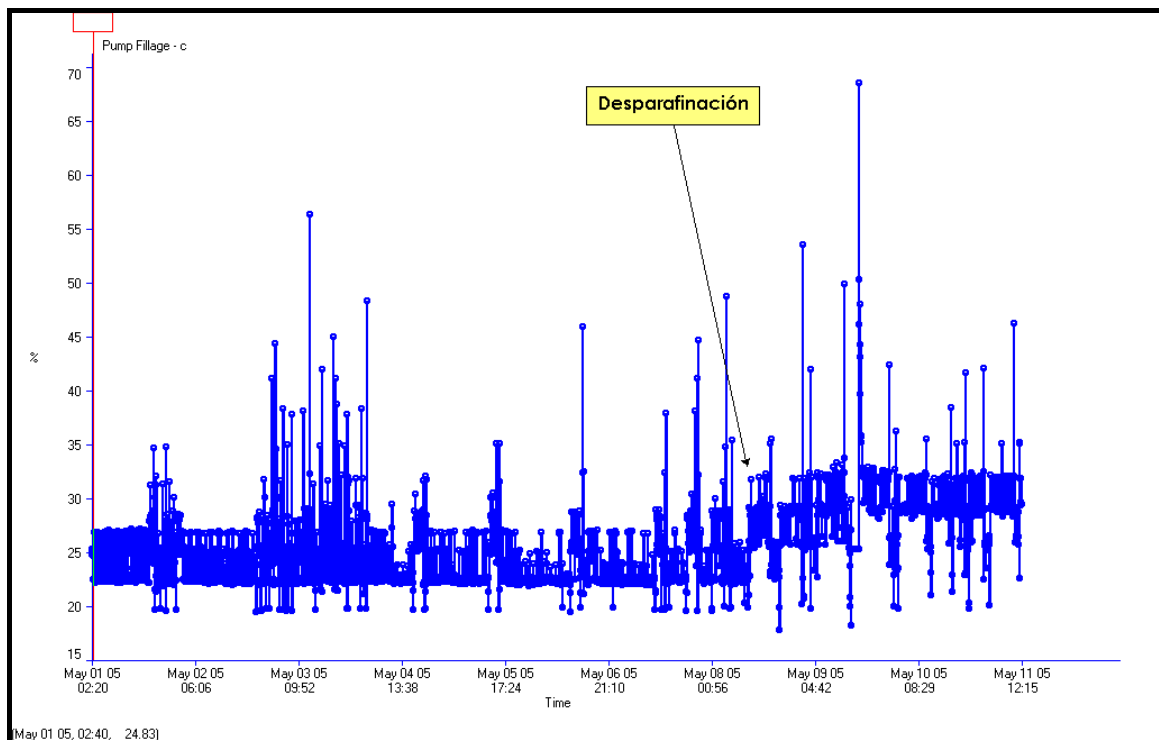


Figura 12

4.1.2.4 Problemas de desbalanceo

Otra herramienta que posee el software utilizado en el ensayo es un reporte de profundidad. El mismo brinda al usuario información de: Torque en la caja reductora, Estrés en las varillas, Picos de carga (en superficie y fondo), Cálculos de producción estimada, llenado de bomba, eficiencia y consumo energético, Potencia en el vástago pulido, etc.

Al observar este reporte, se apreció que el torque en la caja reductora era elevado (114 %; máx: 320.000 Libras x Pulgada). Se realiza una calibración, encontrándose que la Unidad de Bombeo estaba desbalanceada.

Se procede a balancear la unidad.

Well: LMS-271

PAGE 1 of 1

Pumping Unit: L -M -320-256-120

Crank: 120108MR

Rotation: Counter Clockwise

EXISTING COUNTERBALANCE:

	Distance*	Primary Weight	Auxiliary Weight
	=====	=====	=====
Crank 1 Lead Weight	17.0	3CRO	NONE
Crank 1 Lag Weight	24.0	3CRO	NONE
Crank 2 Lead Weight	24.8	3CRO	NONE
Crank 2 Lag Weight	20.8	3CRO	NONE

Existing Counterbalance Torque: 684.3 1000 in-lb

Existing Max Gearbox Torque: 114.0 [% of gearbox rating]

DESIRED COUNTERBALANCE:

	Distance*	Primary Weight	Auxiliary Weight
	=====	=====	=====
Crank 1 Lead Weight	4.5	3CRO	5C
Crank 1 Lag Weight	4.5	3CRO	NONE
Crank 2 Lead Weight	4.5	3CRO	5C
Crank 2 Lag Weight	4.5	3CRO	NONE

Resulting Counterbalance Torque: 827.6 1000 in-lb

Projected Max Gearbox Torque: 84.0 [% of gearbox rating]

* All distances are measured from the end of the crank arm to the outside edge of the weight.

Figura 13

4.1.2.4 Datos de Producción

La siguiente tabla muestra los controles de producción registrados antes y después del ensayo:

Pozo	Produc. Bruta Nov-04 [m3/d]	Produc. Bruta Dic-04/Abr-05 [m3/d]	Produc. Bruta May-05/Nov-05 [m3/d]
LmS-95	94	93	87
LmS-103	146	137	135
LmS-155	131	128	122
LmS-271	24	29	28
LmS-272	110	123	130
LmS-132	9	9	8

Tabla 4

Estos registros reflejan que la producción se mantuvo dentro de los niveles tomados a priori. En teoría, la producción no debería registrar prácticamente variaciones, aunque dependiendo de las condiciones particulares de cada pozo, la producción podría modificarse.

Hay que destacar que si bien hubo algunas disminuciones de la producción, los controles de nivel realizados a los pozos registraron sumergencias dentro de ciertos límites admisibles, manteniendo a los pozos explotados a su máxima capacidad.

Además cabe mencionar que el ensayo requirió de la detención de los pozos en reiteradas oportunidades.

4.1.3 Reducción de Gastos de Mantenimiento

Por último, en la Tabla 5 y la Gráfica 14 se realiza la comparación del CI (Coeficiente de Intervención) del año 2004 y el registrado durante el ensayo.

Pozo	CI	CI	Mejora CI
	2004 [int/año]	Ensayo [int/año]	
LmS-95	3	1	67
LmS-103	3	1	80
LmS-155	3	1	67
LmS-271	4	0	100
LmS-272	5	2	60
LmS-132	3	1	67

Tabla 5

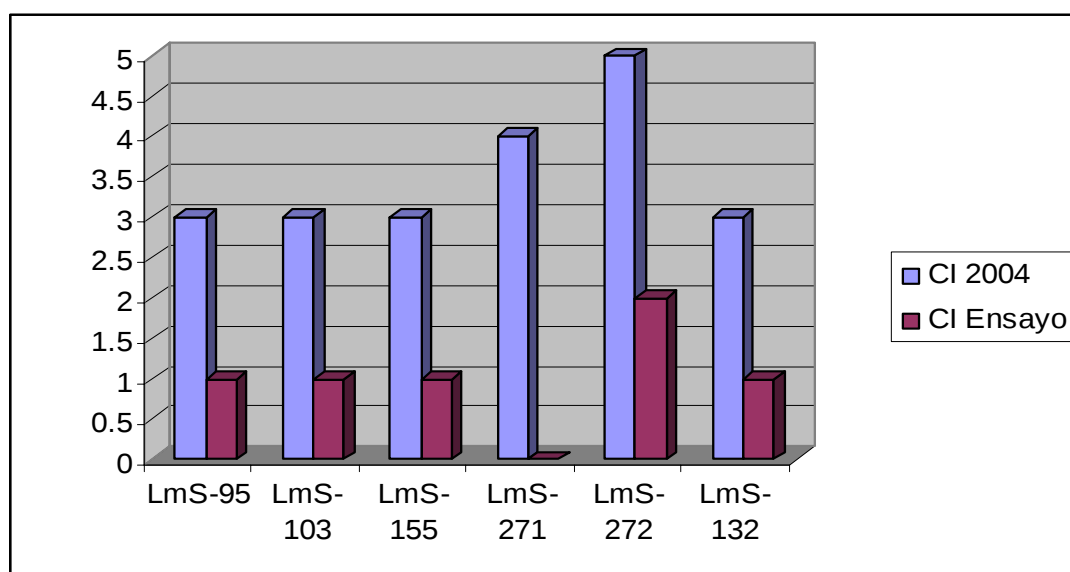


Figura 14

Si bien la disminución de intervenciones es evidente, es importante aclarar, que existieron factores externos (a la instalación de los POC) que pueden haber influido en esta mejora. Puntualmente, se realizaron acciones correctivas en algunos pozos (durante el año 2004), como inyección de productos químicos y cambio de sarta de varillas y/o tubería de producción.

5. CONCLUSIONES

El ensayo realizado logró demostrar los beneficios de la Automatización del Bombeo Mecánico.

Los casos puntuales expuestos en el punto: '4.1.2' son algunos ejemplos que ocurrieron durante el ensayo, y demostraron cómo se pueden tomar acciones correctivas antes de que algo grave ocurra, disminuyendo los tiempos muertos y la consecuente pérdida de producción.

Por otro lado, la disminución de los CI expuesta en el punto anterior explica la reducción en los gastos de mantenimiento. Este punto se apreciará de mejor modo conforme transcurra el tiempo: Datos empíricos demuestran que 10 GPM suman 5,250,000 Golpes por Año. El vida promedio de una sarta de varillas es de 20,000,000 Golpes. La vida promedio de una bomba es de unos 5,000,000 Golpes. Si el tiempo de marcha de un pozo es reducido un 25% (como ocurrió en algunos casos), la sarta durará al menos un año más y la bomba de profundidad 3 meses más.

Finalmente, en cuanto al ahorro de energía, la medición realizada a un pozo con POC registró un porcentaje menor de consumo, que extendido a un yacimiento de dimensiones importantes podría representar un importante ahorro. Es primordial destacar este punto, debido a que la instalación de POCs en pozos que lo ameriten significaría una mejora notable para cualquier país petrolero con problemas energéticos, como lo es Argentina.