



OPTIMIZACIÓN DE POZOS UTILIZANDO CONTROLADORES INTEGRADOS PARA UNIDADES DE BOMBEO DE CARRERA LARGA

- **Renné Benavides**
- **Gustavo Fernández**
- **Rudy Zamora**

Introducción

La exploración de horizontes profundos en yacimientos operados por YPF S.A. en la Cuenca del Golfo San Jorge, ha dado como resultado el descubrimiento de reservorios sobre presurizados cargados con petróleo liviano y abundante gas. Estas características han generado retos para el staff de ingeniería de producción, ya que estos pozos nuevos han requerido un sistema de extracción lo suficientemente versátil para trabajar inicialmente en estado semi surgentes hasta llegar a una etapa de producción más estable. Este comportamiento de pozo llevó a la elección del sistema de extracción bombeo mecánico de carrera larga con controladores integrados como la solución más viable considerando las tecnologías aplicadas en nuestros campos.

Se decidió ampliar la aplicación para intentar solucionar las fallas repetitivas en un pozo de alto caudal bruto que maneja alta tasa de sólidos que se producía anteriormente con electro sumergible.

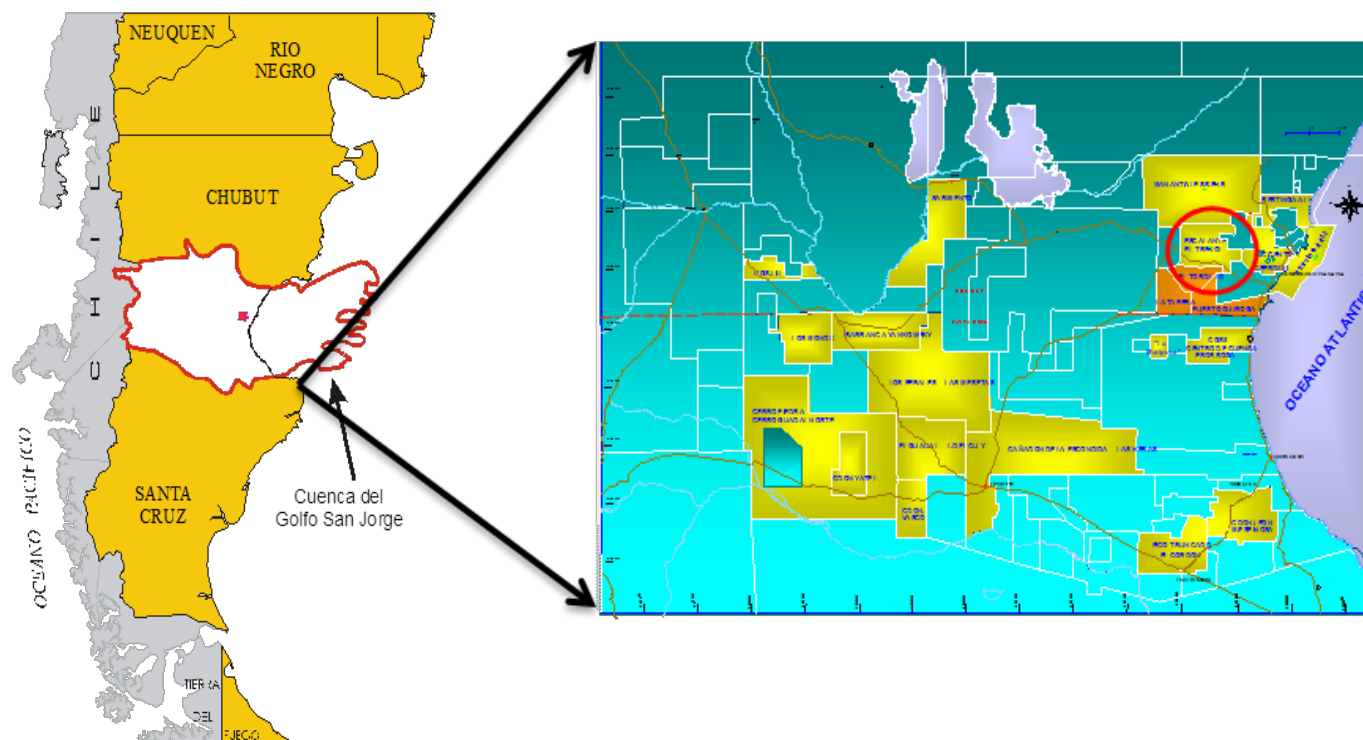
Agenda

1. Objetivos.
2. Ubicación geográfica.
3. Diagrama general de la instalación y explicación de cada una de las funciones principales.
4. Caso de estudio optimización de pozos nuevos de alto GOR.
5. Caso de estudio aumento de MTBF en pozo con producción de alta tasa de sólidos.
6. Resultados.
7. Lecciones aprendidas y recomendaciones.

1. Objetivos

- Optimizar la producción de pozos nuevos de alto GOR en activos de YPF dentro de la CGSJ.
- Aumentar el MTBF en pozos problema con manejo de sólidos.
- Disminuir el costo operativo.

2. Ubicación geográfica



Los activos Manantiales Behr y Trébol - Escalante se encuentran en el extremo sudeste de la provincia de Chubut, en el flanco norte de la cuenca del Golfo San Jorge.

EDAD		Ma	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS			
			SURESTE	NORTE	SUR-OESTE	AMBIENTE
TERCIARIO	Pleistoceno	5	Fm. Tehuelches			Aluvial aluvial
	Mioceno	25	Fm. Santa Cruz			Fluvial-deltaico
	Oligoceno		Fm. Palagonia			Marino somero
	Eoceno	65	Fm. Santarito			Fluvial-lacustre
	Paleoceno		Fm. Río Chico		Fm. Río Chico	Fluvial-deltaico?
CRETÁCICO		65	Fm. Río Chico			Marino somero
			Fm. Salasanca			Fluvial-deltaico
			Glauconítico			
		65	Fm. Meseta Espinosa sup.	Fm. Bajo Barreal sup.		Deltaico
		70	Fm. Meseta Espinosa	Fm. El Trébol		Fluvial-lacustre
		78				
		82			Fm. Bajo Barreal inf.	
		88	Fm. Corrión Seco	Fm. Corrión Rivadavia		Aluvial-fluvial-lacustre
		88				
		92			Sección Toboaca	
CRETÁCICO SUPERIOR		100				
		108	Fm. Mina El Carmen		Fm. Castillo	Lacustre-fluvial
		116				
		121	Fm. Pozo Q-129		Fm. Malasia	Fluvial-lacustre
		128				
		131	Fm. Pozo Cerro Gualal			Lacustre-fluvial
CRETÁCICO INFERIOR		136	Fm. Pozo Antidinal			Fluvial-lacustre
			Agua de Santa Elena			
		148				
		148				
JURÁSICO		168	Grupo Bahía Laura		Grupo Lanco Típtel	Complejo Volcánico Productivo
		185				
DOGGER Malm						
DOGGER Malm						

3. Diagrama general de la instalación.

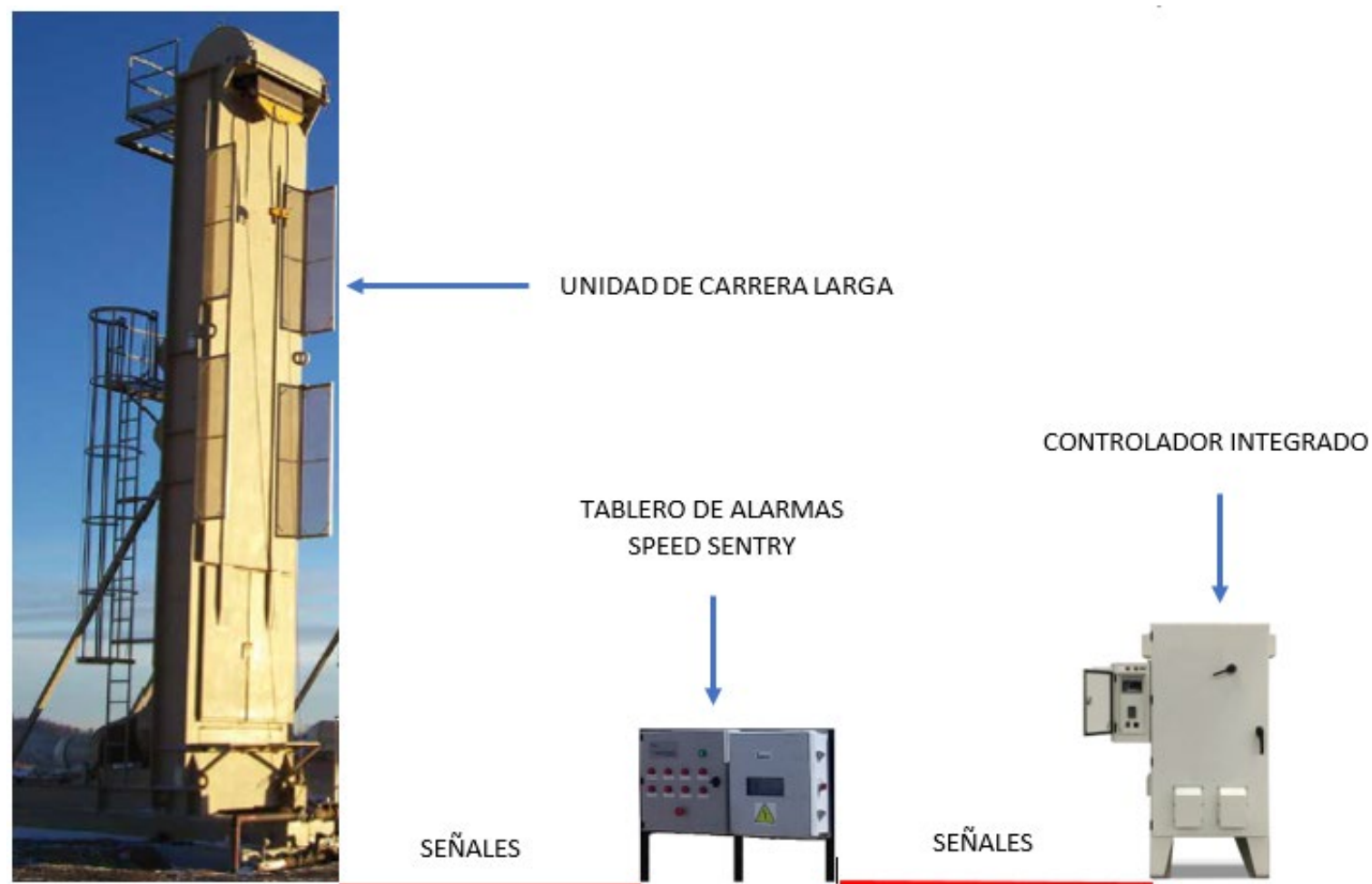


Fig. 1 – Diagrama general de la instalación.

Speed Sentry es el encargado de controlar la velocidad y recibir la señales:

- Sensor de corona (PMI)
- Sensor de velocidad (disco)
- Paro de emergencia
- Señal del tablero de alarmas



Fig. 2 – Speed Sentry

Su función principal es actuar y detener la unidad de bombeo si cualquiera de las señales se activa, a través del actuador lineal sobre el disco de freno.

- Over speed

Pesca en sarta y/o aprisionamiento del sistema de extracción.

- Under speed

Aprisionamiento de bomba y/o flotación de herramienta.

Tablero de alarmas llegan todas las señales de los sensores instalados en la unidad.

- Sensores de puertas abiertas.
- Sensores de banda desplazada.
- Murphy vibración superior.
- Murphy vibración inferior.
- Nivel de aceite de la caja reductora.
- Sensor ecológico.
- Selectora Run/Off/Reset.
- Falla del controlador integrado.
- PTC del motor.

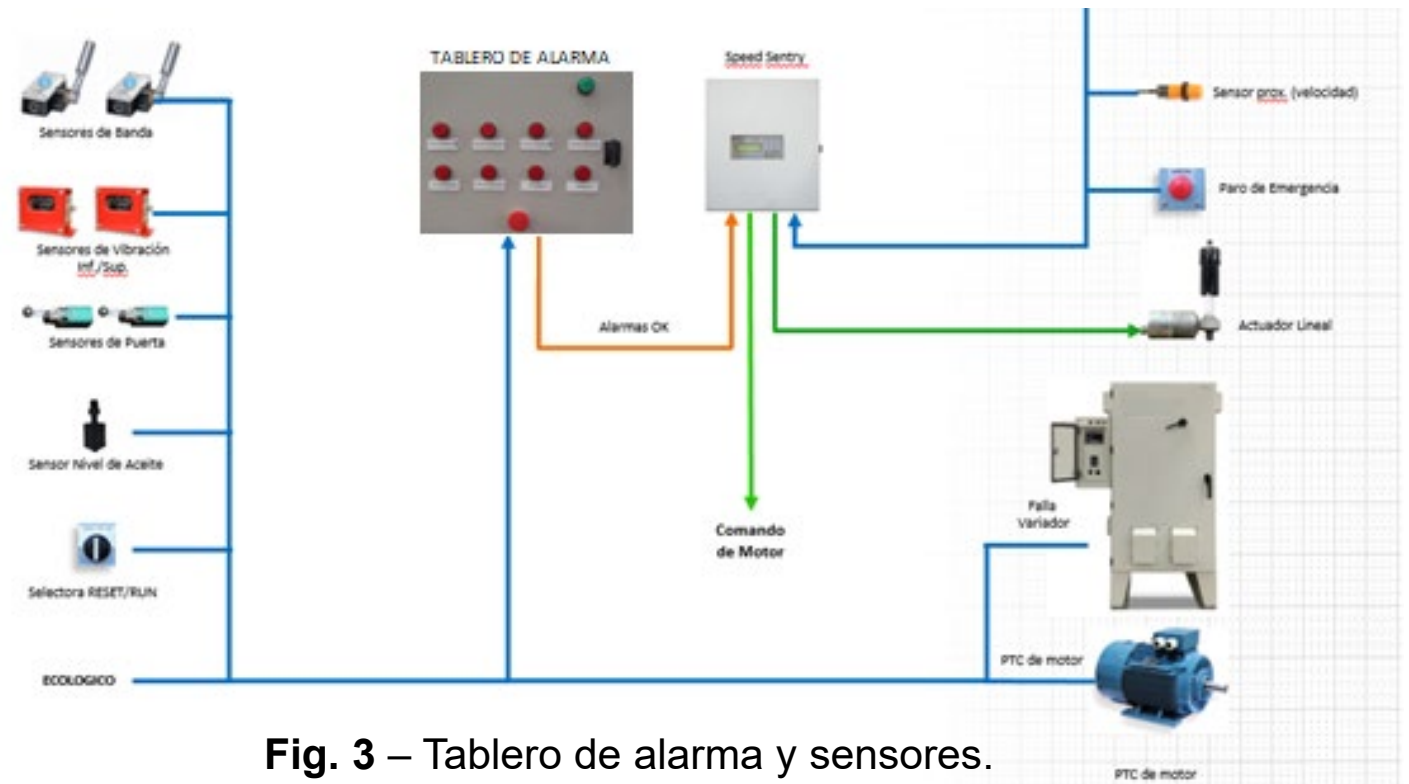


Fig. 3 – Tablero de alarma y sensores.

Controlador integrado es quien optimiza la producción del pozo, utilizando 3 funciones:

- Función del llenado de bomba.
- Función de carga instantánea RLC.
- Función de tres velocidades.

Función de llenado de bomba

Se setea un valor de llenado de bomba y los rangos de funcionamiento de velocidades máximas y mínimas. El controlador calcula en cada embolada el llenado de la bomba con la carta de fondo en tiempo real y lo compara con el setpoint y decide si disminuir la velocidad hasta que el pozo recupere nivel o llevarlo a un régimen mayor una vez que el pozo empieza a recuperar nivel.

Función control de carga instantánea RLC

Protege a la unidad de bombeo por excesos de cargas o flotabilidad de la herramienta, disminuyendo proporcionalmente la velocidad en función de la cantidad de carga excedida.

Para esta función, se seta un valor de carga máxima y mínima, y de esta forma realizar el control RLC.

Así mismo, se setean las siguientes alarmas para la carta de superficie y que el pozo se detenga en forma temporal o definitiva cuando se cumple alguna de ellas:

- Low Load Limit
- Low Low Load Limit
- High Load Limit
- High High Load Limit
- Low Load Span

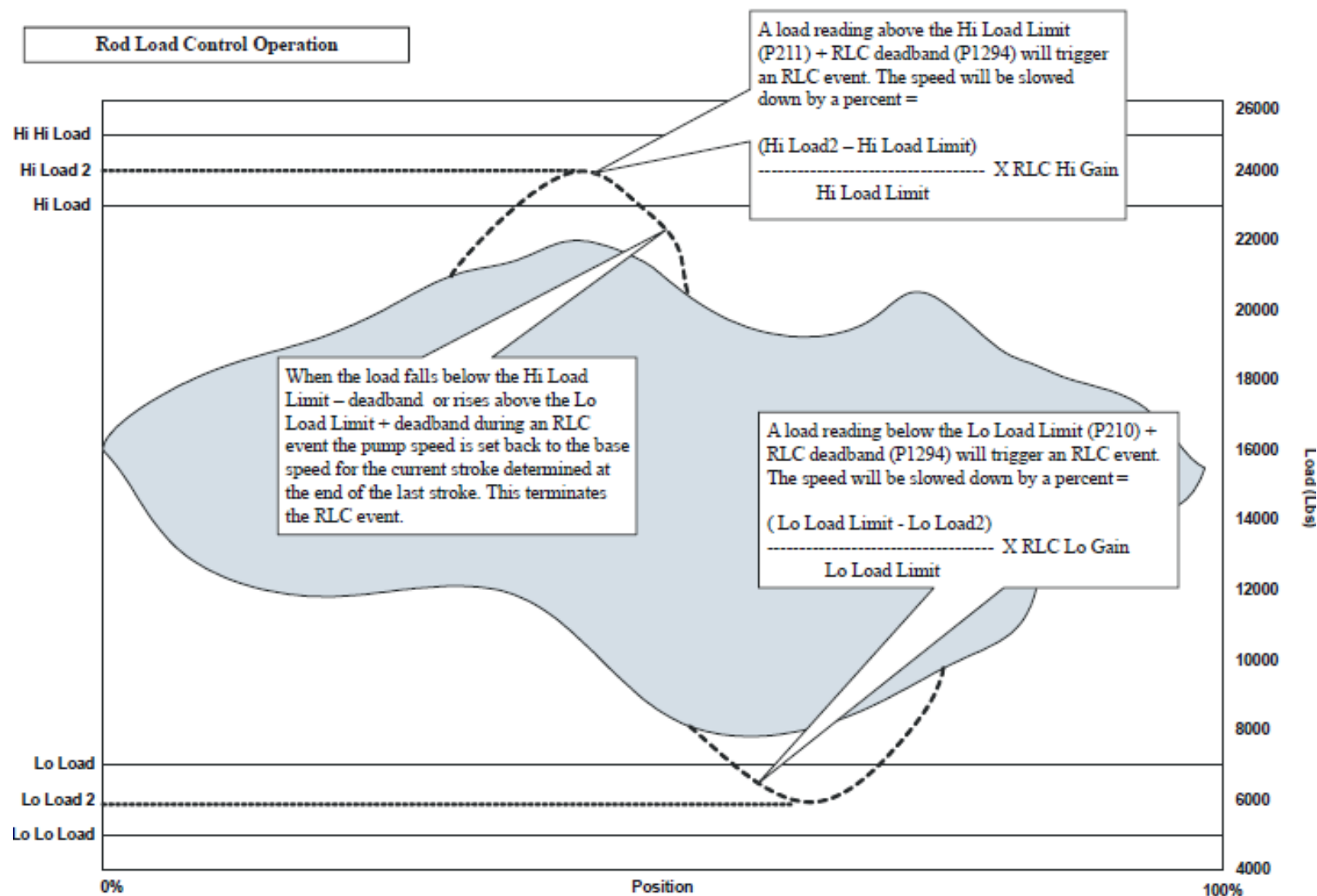


Fig. 4 – Carta de superficie, diagrama de cargas.

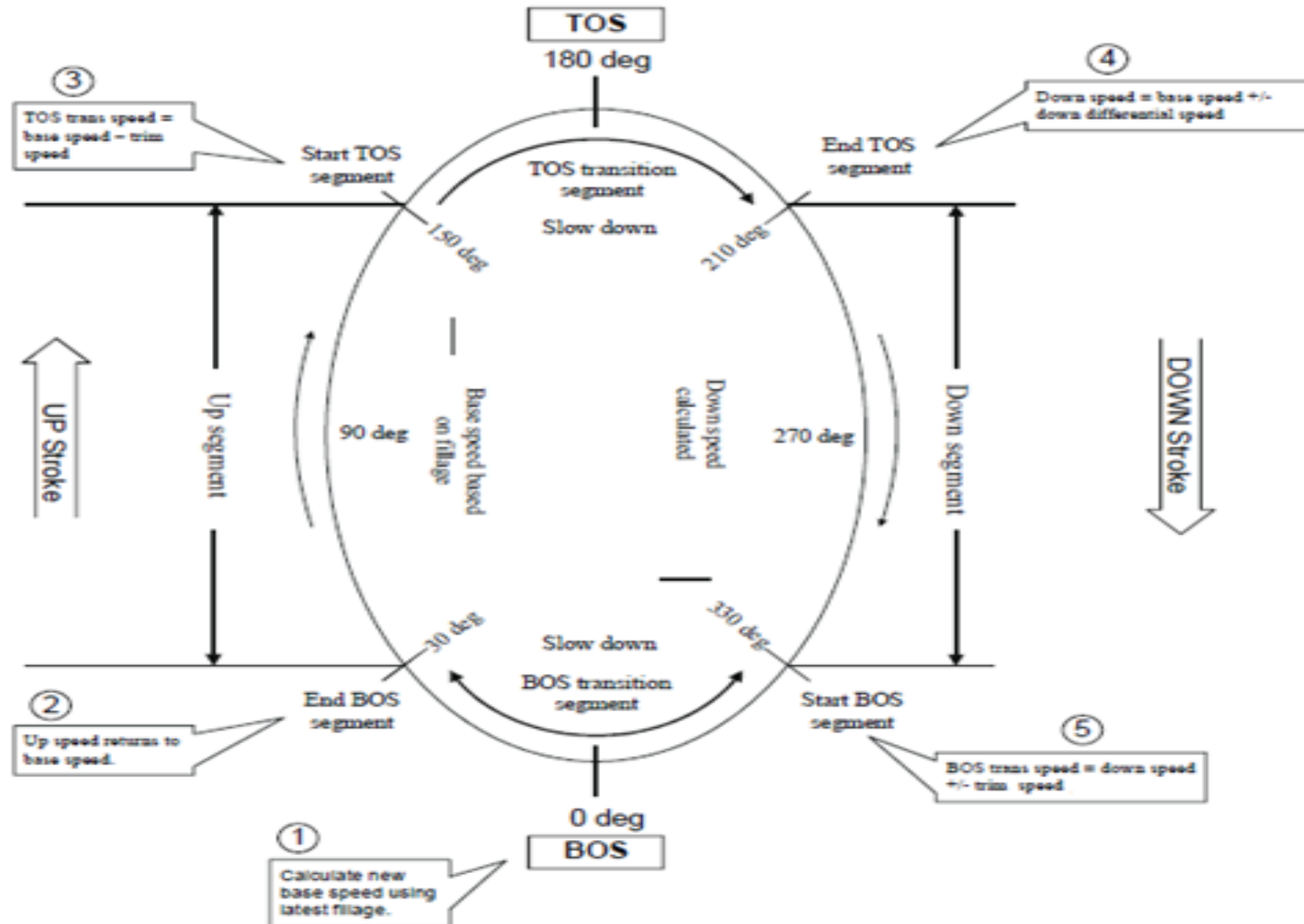


Fig. 5 – Ángulos de trabajo.

La característica más importante que tienen los controladores integrados es el seteo de los ángulos para los cambios de velocidad. Esto es fundamental por varias razones:

- Evitar golpes de bombas y estiramiento de varillas en los cambios de carrera.
- Cuidar la alineación del carro inversor.
- Incrementar la velocidad máxima promedio de funcionamiento de la unidad hasta un 25% más.

Los controladores integrados poseen entradas digitales para poder colocar presostatos, teniendo la posibilidad de detener la unidad por alta y/o baja presión de línea. Esto es una gran ventaja, ya que evita un daño en la línea por exceso de presión o que se queme la empaquetadura por tener el pozo sin producción.

4. Optimización de pozos nuevos de alto GOR.

Para optimizar los pozos, el controlador integrado se puede configurar para que trabaje de tres formas diferentes o combinaciones de ellas.

A continuación se muestran las características de los pozos estudiados:

Tabla 1 – Característica de los Pozos

Pozos	Profundidad de Bomba (m)	Presión de Reservorio (PSI)	Tipo de Bomba	Densidad del Crudo	Corte de Agua (%)	Producción Bruta (m3/d)	Producción Neta (m3/d)	GOR
Pozo A	1930	2200	25-200-R-W-B-CUP-34-0	35° API	29	221	157	500
Pozo B	1937	2500	25-200-R-W-B-CUP-34-0	39° API	24	50	38	481
Pozo C	2730	3200	25-175-R-W-B-CUP-36-0	35° API	4	125	120	326

Una vez terminada la etapa de semi surgencia de los pozos, empiezan a trabajar con las 3 funciones del controlador, control por llenado de bomba, control de 3 velocidades STA y control de carga RLC, aumentando su régimen después de evaluar las distintas condiciones prefijadas sin la necesidad de ningún recurso externo.

Tabla 2 – Incrementos de Producción y Régimen

Régimen / Producción sin Controlador				Régimen con Controlador				Producción con Controlador				
Con Variador	GPM	Bruta (m3/d)	Neta (m3/d)	Ascen. (GPM)	Desc. (GPM)	Cambio de Carrera (GPM)	Prom. (GPM)	Bruta (m3/d)	Neta (m3/d)	Llenado de Bomba (%)	Incremento Producción Neta (m3/d)	Incremento GPM
Pozo A	2	24	20	4	4.3	3.5	4	40,13	32,1	100	12,72	2
Pozo B	1,8	42	37,5	2.6	3	2.8	2.8	49	39,5	100	2	1
Pozo C	3	45	39	4.3	4.5	3.5	4.5	59	51,92	100	13,67	1.5

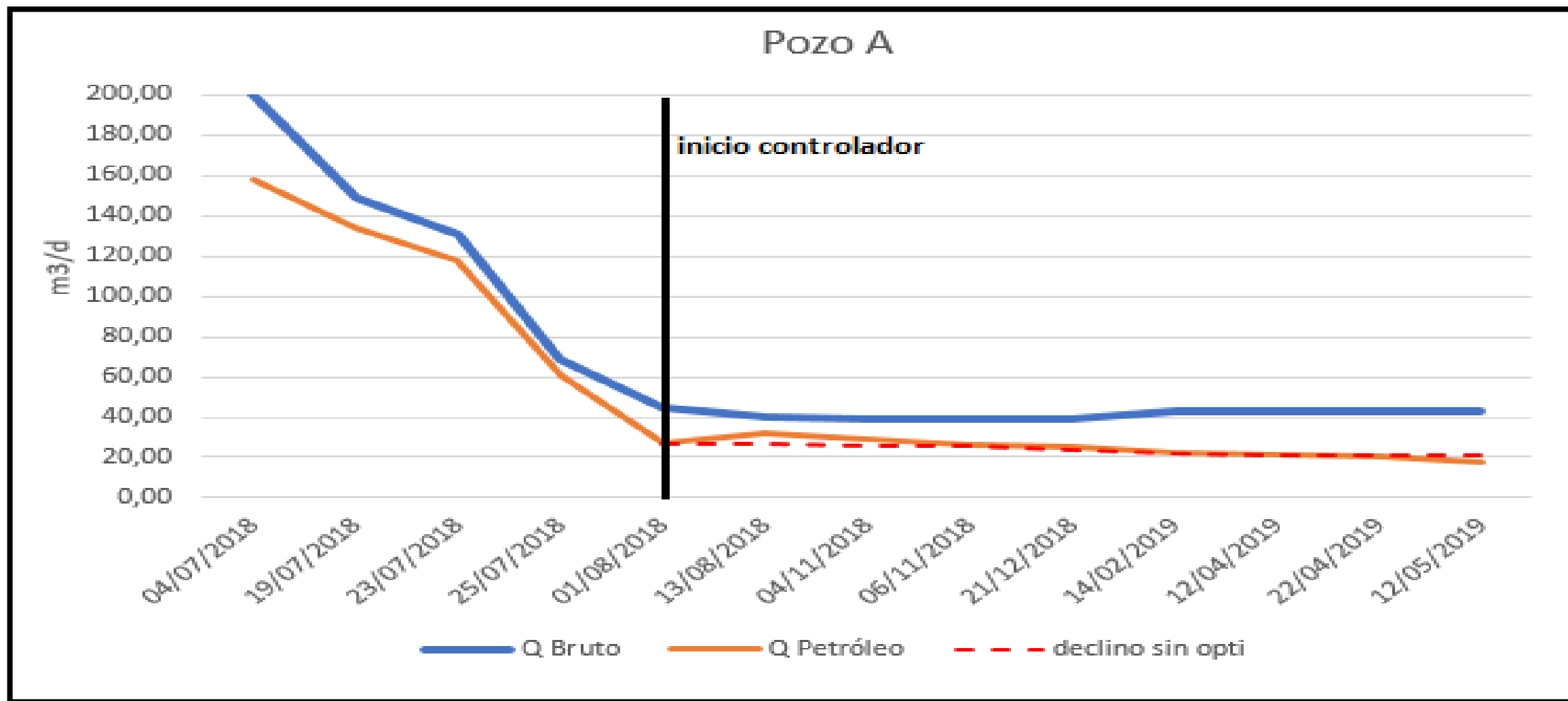


Fig. 6 – Producción pozo A.

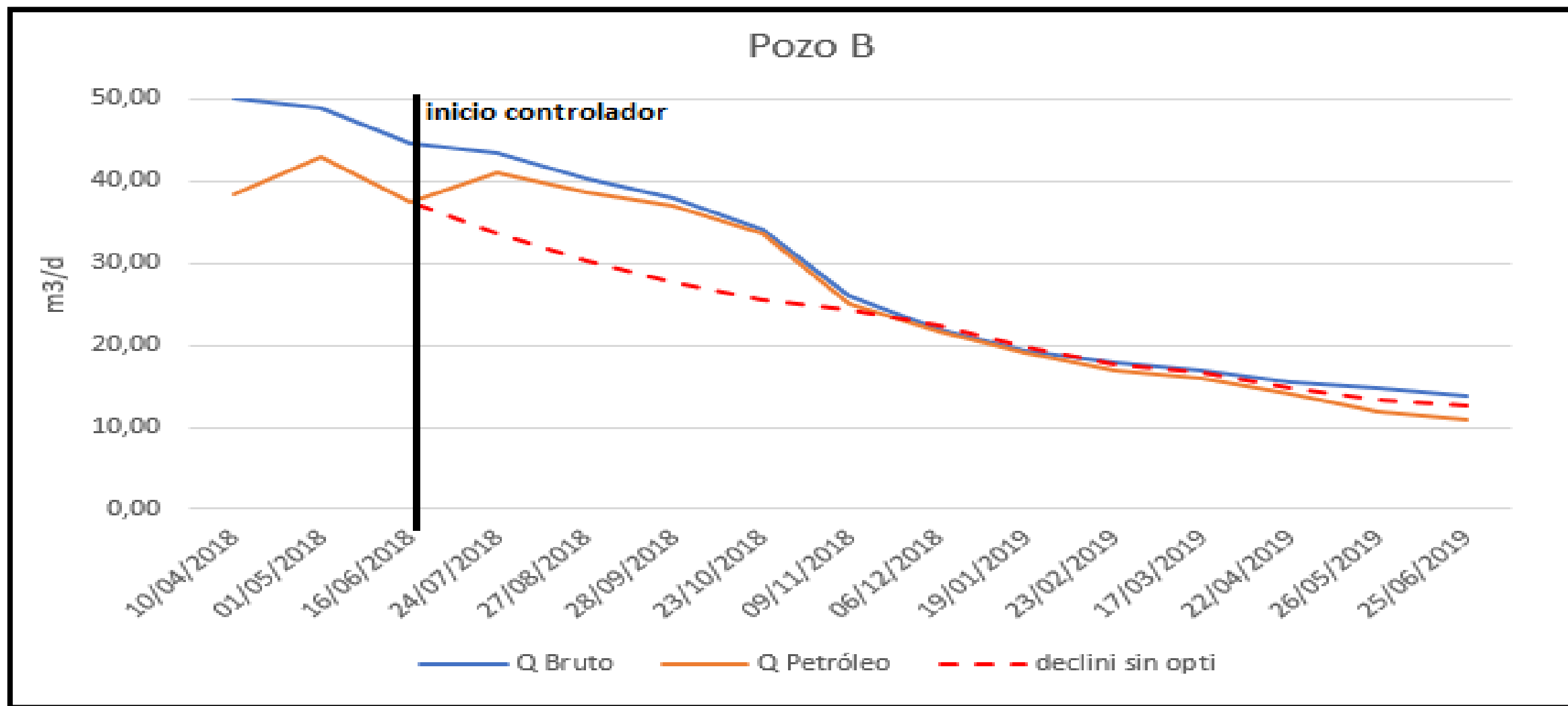


Fig. 7 – Producción pozo B.

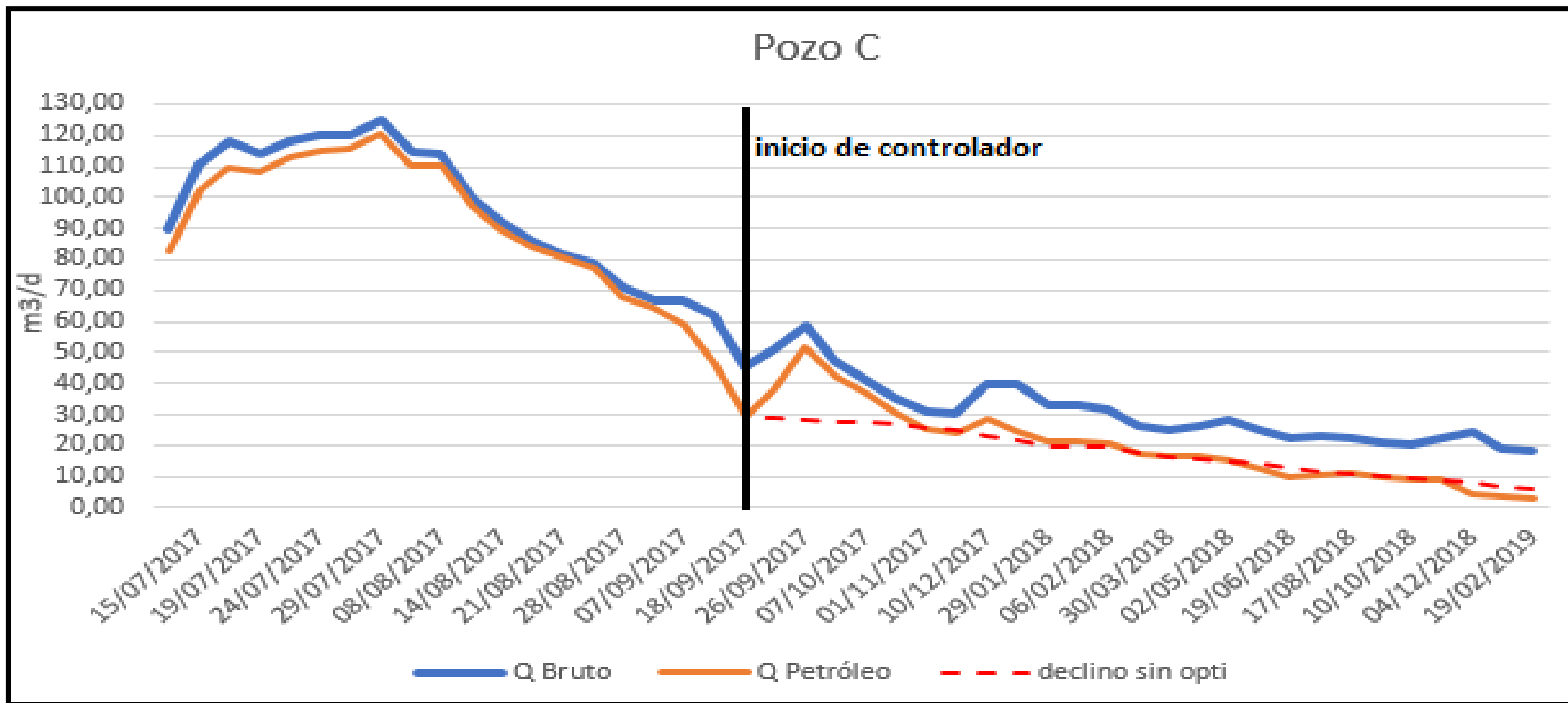


Fig. 8– Producción pozo C.

5. Aumento de MTBF en pozo con producción de alta tasa de sólidos.

Se prueba la tecnología propuesta en un pozo con un alto caudal bruto con intervenciones frecuentes por falla debido a sólido (3% en volumen) y que previamente fue producido con electro sumergible. El objetivo de la prueba es mantener el alto caudal y aumentar el MTBF.

Se configura el controlador para trabajar con los 3 controles en simultaneo, llenado de bomba, 3 velocidades y control de carga RLC.

Tabla 3 – Característica pozo D

Pozos	Profundidad de Bomba	Sistema Extracción	Tipo de Bomba	Producción Bruta (m3/d)	Bruta Esperada (%)	MTBF (días)	MTBF Esperado
Pozo D	1720	BES	DN 1750	100	100	384	100%
Pozo D	2120	BM	25-200-R-W-B-CUP-34-0	83	83	788	205%

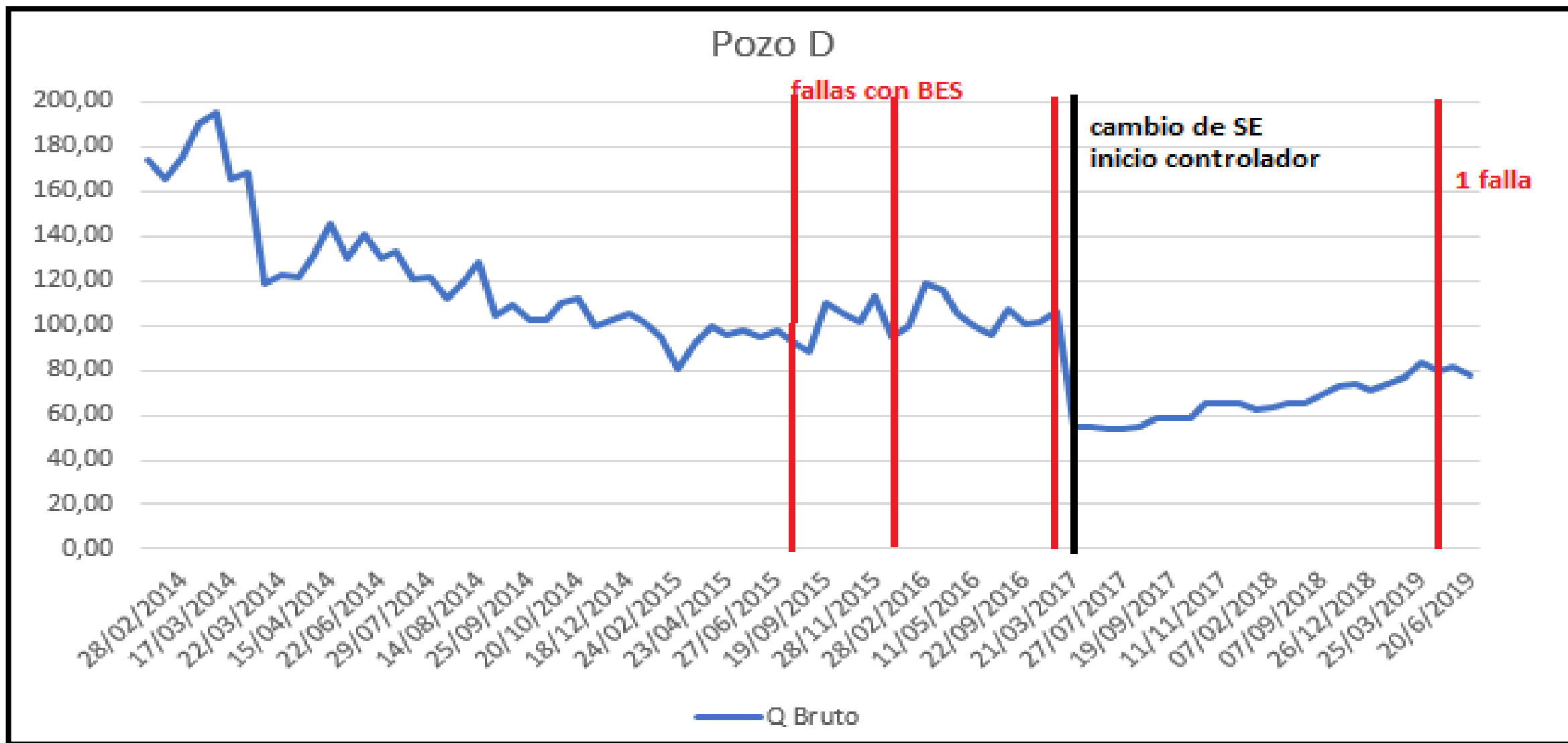


Fig. 9 – Producción pozo D.

6. Resultados

Incremental de producción.

Tanto en el pozo A y B el controlador ha estado en funcionamiento un año y medio, mientras que en el pozo C ha funcionado durante más de 2 años, el acumulado optimizado de los 3 pozos ha sido 1566m³ en función al declino sin la optimización.

Reducción de fallas.

Los 3 pozos nuevos de alto GOR, no han tenido fallas desde la instalación del controlador, resultado que confirma qué al definir las 3 velocidades de una manera adecuada en cada etapa de producción del pozo, resulta que, además de ser un sistema optimizador es un sistema que cuida la integridad de las varillas (reduce el golpe de bomba y sus consecuencias), aumenta el llenado de la bomba de profundidad (evita bloqueos) y cuida el aparato de bombeo.

Con respecto al aumento del MTBF en el pozo C, se consiguió aumentar al doble el MTBF que tenía el pozo cuando se producía con electro sumergible, a pesar de que no se pudo alcanzar la producción bruta que se había planteado.

Eficiencia energética

Se realizaron mediciones para corroborar la eficiencia energética al utilizar este sistema en comparación con una unidad de bombeo de carrera estándar, se consideró para el estudio instalaciones de fondo a profundidades similares y caudales extraídos cercanos a los pozos estudiados. Los resultados arrojaron qué, en promedio, se mejora la eficiencia energética en un 8%.



7. Lecciones aprendidas y recomendaciones

Reducción de tiempos de paro

- La reducción de tiempos de paro se bajaron significativamente con la incorporación de la celda de carga inalámbrica.
- Se modificó la configuración en el controlador, con el objetivo que cuando el sistema pierda la señal de celda de carga o posición, se transfiera a modo manual a un régimen preestablecido.

Impacto ambiental

- Configuración alarma de bajo “bajo span” -> evitando fugas ambientales.
- Los pozos estudiados tuvieron instalados sensores de presión con paro de alta y baja presión además de T prensa ecológico.

Recomendaciones

- Mejora en el funcionamiento del controlador en función del stress de varilla y torque en la caja reductora.
- Aviso anticipado al SCADA de alguna alarma existente en el controlador de forma independiente, sin esperar a que este sea interrogado por el sistema.
- Instalar alarma sonora y luminosa de pre-arranque de pozo.

Debido a los buenos resultados obtenidos en el presente trabajo, el controlador amplió su uso dentro de los yacimientos estudiados y se extendió a otros yacimientos operados por YPF S.A dentro de la Cuenca del Golfo San Jorge.



Preguntas?

GRACIAS!