
“IMPLEMENTACIÓN DE B/B GRADO KD EN POZOS CON PROBLEMAS DE PESCA FRECUENTES EN CUERPO”

Autor: Cortes Veronica veronica.cortez@ypf.com / Ibañez Brian brian.ibanez@ypf.com

El Activo CED, Cañadón de la Escondida, es un Yacimiento que se encuentra en la cuenca del golfo San Jorge. El mismo se ubica en la zona norte de la provincia de Santa Cruz, cercano a la Localidad de Las Heras. Actualmente cuenta con 650 pozos productores los cuales se extrae 1.700 m³/d diarios de petróleo y 12.000 m³/d de bruta. El principal sistema de extracción utilizado, que abarca 95% de los pozos productores, es el Bombeo Mecánico.



Ilustración 1: Localización geográfica del activo CED

La profundidad extractiva promedio del yacimiento ronda alrededor de los 2500 m, con aportes del reservorio que requieren extraer caudales que oscilan en el rango de 30 a 70 m³/d.

Como bien se mencionaba anteriormente, la producción de los pozos principalmente se realiza a través de bombeo mecánico. Los cuales son operados a través de sartas de varillas de bombeo (B/B) de grado MMS – UHS – API D. Las mismas normalmente trabajan con exigencias elevadas, por las condiciones de operación impuestas, y en algunos casos en un ambiente corrosivo provocando que las B/B sean frágiles en tenacidad. Esta sumatoria de factores constituye la causa de pescas frecuentes de los cuerpos de B/B. La solución para esta problemática, nos orienta en incursionar en alternativas para reducir la frecuencia de intervención, pozos problemas y, de esta manera, optimizando nuestros recursos y la producción.

Una de las alternativas visualizadas desde el activo es el empleo de B/B Grado TENARIS KD. Durante el presente informe se desarrollará la metodología empleada para la selección de pozos candidatos y se evidenciarán los resultados obtenidos en una prueba en campo llevada a cabo en el yacimiento CED.

La importancia de una buena selección del pozo candidato radica en que, las varillas TENARIS KD cuentan con propiedades mecánicas diseñadas para trabajar en pozos con cargas moderadas y altas, en ambientes corrosivos a los que se recomienda inhibir. Su uso no se promueve de forma masiva, sino que se recomienda su aplicación en casos puntuales donde las condiciones de operación alteran las de diseño.

SELECCIÓN POZOS CANDIDATOS

El proceso de selección de los pozos candidatos consta de recolectar la información proveniente de los informes de fallas que el grupo de ingeniería realiza luego de cada intervención de pozo por una falla de fondo.

Durante este proceso de selección se puso énfasis en aquellos pozos que presentaban fallas reiteradas en cuerpos de B/B. Luego de inspección visual en campo y estudio de las solicitudes en las cuáles se encontraba operando se seleccionó el pozo **CED**.

A continuación, en la *Ilustración 1*, se muestran las fallas que se presentaban en las reiteradas pescas:

Equipo	Objetivo	Fecha	Frecuencia [d]	Grado B/B	Observaciones
W.O	Pesca + Optimización	21/11/2015	56	MMS	Pesca varilla n°22 7/8" cuerpo (6.6 m). Se baja BBA TH 2.5" y sarta de varillas KD. Fecha real falla 23/7/15.
Pulling	Pesca + Optimización	28/05/2015	77	MMS	Pesca en V/B N°34 7/8" cuerpo cortado. Se baja BBA 2"
Pulling	Pesca	12/03/2015	143	MMS	Pesca en cuerpo de V/B N°11 7/8" (prof aprox 327 mts)
Pulling	Pesca	20/10/2014	-	MMS	Pozo en pesca, por desenrosque. Logran empalmar (Peso en pesca constatado 8000 lbs)

Ilustración 2: Frecuencia de fallas

El pozo CED-1, se encuentra afectado por secundaria por lo cual en las diversas intervenciones se buscó resolver las fallas, así como también, optimizar la instalación de fondo para aumentar el caudal de extracción. En la *Ilustración 3*, puede visualizarse las intervenciones realizadas y la evolución de la sumergencia:

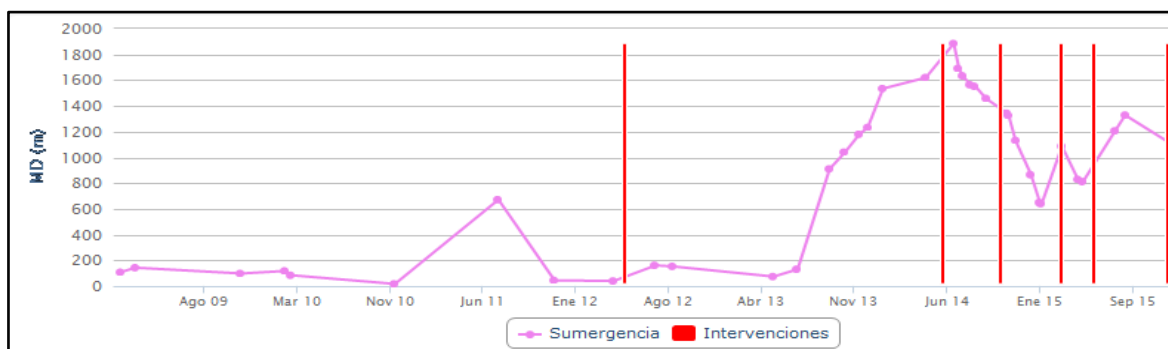


Ilustración 3: Fallas y evolución de sumergencia.

ANÁLISIS DE FALLA

En virtud de conocer las exigencias del S.E al momento de presentar reiteradas fallas, se procede a analizar la información de operación durante la vida útil de las B/B MMS:

- % Goodman MMS, *Ilustración 4*.
- Cartas Dinamométricas, *Ilustración 5*.
- Régimen de operación, *Ilustración 6*.

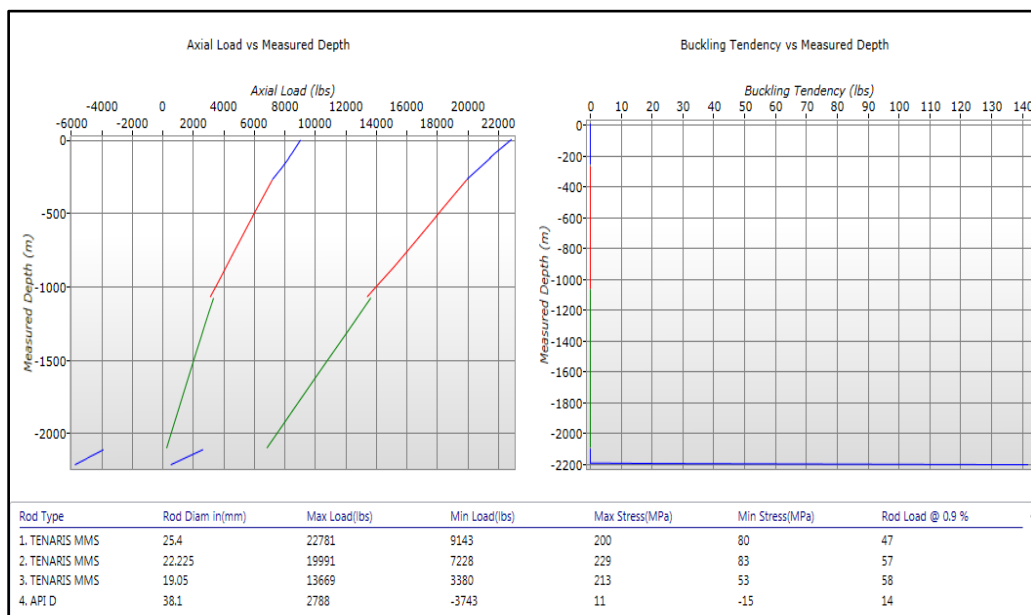


Ilustración 4: Simulación diseño de instalación de fondo-%Goodman (SROD)

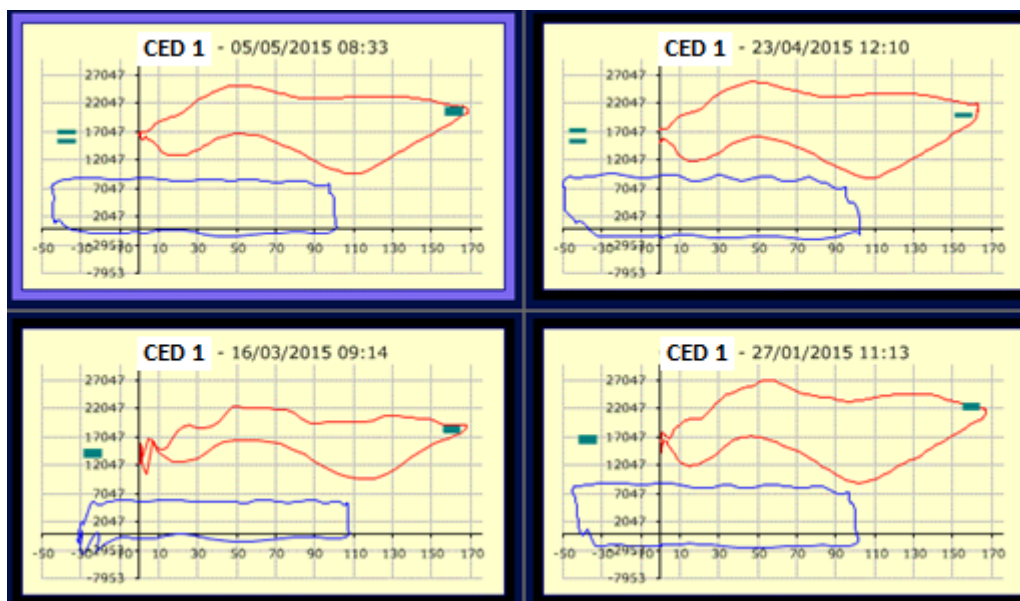


Ilustración 5: Dinamometría empleando varillas MMS

Aparato Individual de Bombeo		Contrapesos	
Marca y desc. API FDP	LUFKIN-M-640 D -365-168	Distancia EM (cm) FDP	0.01
Carrera del Vástago (Pulg.) FDP	168	Tipo - Principal FDP	OORO
GPM (U.) FDP	5.28	Cantidad (U.) FDP	4
Carrera Medida Sup. (Pulg.) FDP	168.98	Constante de Resorte (U.) FDP	
Bomba			
Diám. Pistón (Pulg.) FDP	2.00	Densidad PO (g/cm3) FDP	0.865
Prof. De BBA (mbbp) FDP	2215.00	Densidad de Columna (g/cm3) FDP	0.922
Diám. Tubing (Pulg.) FDP	2.440	Prof. Ancla/Packer (m) FDP	2205.90
Sarta			
Comentario FDP	33-1.000-UHS-251.46-251.46 +105-0.875-UHS-800.10-1051.56 +135-0.750-UHS-1028.70-2080.26 +15-1.500-GradoD-114.30-2194.56		
Número Tramo FDP	Número de Varillas FDP	Diámetro (Pulg.) FDP	Grado y Desc. API FDP
0	33	1.000	'U'
1	105	0.875	'U'
2	135	0.750	'U'
3	15	1.500	'D'

Ilustración 6: Régimen de operación empleando B/B MMS

Luego de analizar que los parámetros de operación no se encontraban operando fuera de los límites máximos admisibles de diseño, se procede a realizar las siguientes acciones de choque:

- Inspección del material del pozo, el cual fue bajado a inicios del 2014 en condición nuevo.
- Caracterización de fluido.
- Premisa “fragilidad MMS”.

Inspección del material:

Se decide realizar una inspección durante intervención con equipo de W.O para evaluar posibilidad de optimización.

Dicha inspección fue realizada visualmente en campo y determinando acción microbiológica y presencia de carbonato sobre el material saliente. Como puede observarse en las [Ilustración 7-10](#).



Ilustración 7: Zona de inicio de falla- Picado profundo



Ilustración 8: Zona de inicio de picado, depósitos y reacción obtenida con BAROID (Sulfuro de Fe)

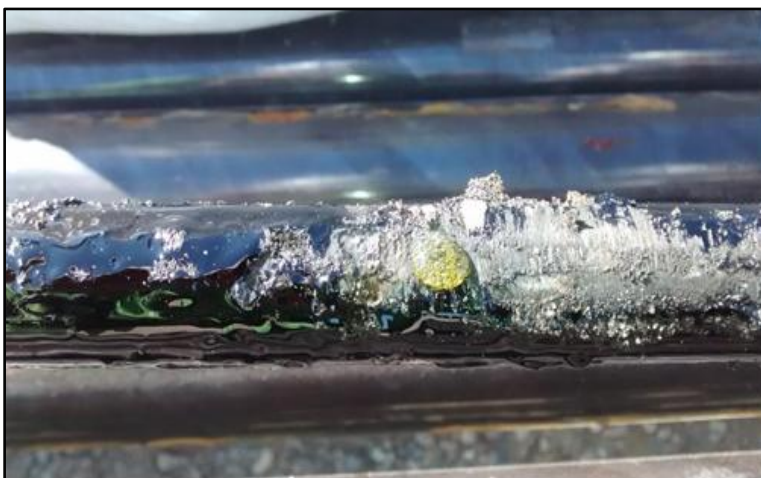


Ilustración 9: Cuerpo de varillas- depósitos de Carbonato de Fe



Ilustración 10: Cuerpo de varillas- depósitos de Carbonatos de Fe

Premisa:

A partir de la información recabada y en conjunto con personal de Tenaris se decide cambiar el tipo de sarta a utilizar en el pozo. Con la premisa de que las B/B MMS son fabricadas como barras de alta resistencia para pozos con exigencia elevadas (profundidad-caudal), pero evidentemente son más “frágiles” por una cuestión de que tienen una menor tenacidad. Se tuvieron en cuenta los componentes químicos y propiedades mecánicas de las B/B mencionadas en la siguiente tabla:

COMPOSICION	GRADO C	GRADO K	GRADO D				VARILLAS ALTA RESISTENCIA		
	C	K	D CARBONO	D ALEADO	KD	D ESPECIAL	PLUS	UHS - NR	MMS- NR
ACERO	1530 M	4621 M	1530 M	4142 M	4320 M	4330 M	1530 M	4330 M	4138 M
CARBONO	0,31 - 0,36	0,18 - 0,25	0,31 - 0,36	0,40 - 0,45	0,18 - 0,25	0,29 - 0,37	0,31 - 0,36	0,29 - 0,37	0,36 - 0,43
Mn	1,40 - 1,6	0,7 - 1,00	1,4 - 1,6	0,75 - 1,00	0,80 - 1,00	0,70 - 0,95	1,40 - 1,60	0,70 - 0,95	1,10 - 1,40
S	0,025 Max	0,025 Max	0,025 Max	0,025 Max	0,025 Max	0,025 Max	0,025 Max	0,025 Max	0,025 Max
P	0,025 Max	0,025 Max	0,025 Max	0,025 Max	0,025 Max	0,025 Max	0,025 Max	0,025 Max	0,025 Max
Si	0,25 - 0,40	0,15 - 0,30	0,25 - 0,40	0,15 - 0,35	0,15 - 0,35	0,15 - ,35	0,25 - 0,40	0,15 - 0,35	0,20 - 0,40
Ni	0,15 Max	1,65 - 2,00	0,15 Max	0,25 Max	1,15 - 1,50	1,65 - 2,00	0,15 Max	1,65 - 2,00	0,30 Max
Cr	0,2 Max	0,3 Max	0,2 Max	0,8 - 1,1	0,70 - 0,90	0,80 - 1,10	0,2 Max	0,80 - 1,10	0,50 - 0,90
Mo	0,05 Max	0,2 - 0,3	0,05 Max	0,15 - 0,25	0,20 - 0,30	0,20 - 0,30	0,05 Max	0,20 - 0,30	0,25 - 0,50
V	0,10 - 0,15	-	0,10 - 0,15	-	0,03 - 0,07	0,035 - 0,100	0,10 - 0,15	0,035 - 0,100	0,04 - 0,07
Nb	-	-	-	-	-	-	-	-	0,020 - 0,050
Al	0,01 - 0,04	0,01 - 0,04	0,01 - 0,04	0,01 - 0,04	0,01 - 0,05	0,01 - 0,06	0,01 - 0,04	0,01 - 0,06	0,01 - 0,07
Cu	0,25 Max	0,25 Max	0,25 Max	0,25 Max	0,25 Max	0,25 Max	0,25 Max	0,25 Max	0,25 Max
TENSION FLUENCIA (PSI) ==> Y _S	60000	60000	85000	100000 (*)	85000	100000 (*)	115000	115000	115000
MAX TENSION ROTURA (PSI) ==> U _T	90000-115000	90000-115000	115000/140000	120000/140000	115000/140000	125000/140000	140000-160000	140000-160000	138000/155000
CARACTERISTICAS	DISEÑADA PARA TRABAJAR EN POZOS CON CARGAS BAJAS Y MEDIANAS, NO CORROSIVOS	DISEÑADA PARA TRABAJAR EN POZOS CON CARGAS BAJAS Y MEDIANAS, CORROSIVOS	DISEÑADA PARA TRABAJAR EN POZOS CON CARGAS MODERADAS, NO CORROSIVOS O EFECTIVAMENTE INHIBIDOS	DISEÑADA PARA TRABAJAR EN POZOS CON CARGAS MODERADAS Y ALTAS, NO CORROSIVOS O EFECTIVAMENTE INHIBIDOS	SERVICIO CRITICO DISEÑADA PARA TRABAJAR EN POZOS CON CARGAS MODERADAS Y ALTAS, CORROSIVOS, A LOS QUE SE RECOMIENDA INHIBIR	DISEÑADA PARA TRABAJAR EN POZOS CON CARGAS MODERADAS Y ALTAS, CORROSIVOS, A LOS QUE SE RECOMIENDA INHIBIR	DISEÑADA PARA TRABAJAR EN POZOS CON ALTAS CARGAS (POZOS PROFUNDOS Y MAYORES CAUDALES), EFECTIVAMENTE INHIBIDOS	DISEÑADA PARA TRABAJAR EN POZOS CON CARGAS MUY ELEVADAS (> CAUDAL Y PROF) NO CORROSIVOS	DISEÑADA PARA TRABAJAR EN POZOS CON ALTAS CARGAS, PARA MEJORAR PERFORMANCE SE RECOMIENDA INHIBICION
TRATAMIENTO TERMICO	NORMALIZADO REVENIDO	NORMALIZADO	NORMALIZADO ENFRIAMIENTO FORZADO	NORMALIZADO REVENIDO	NORMALIZADO REVENIDO	NORMALIZADO REVENIDO	NORMALIZADO TEMPLADO SUPERFICIAL	NORMALIZADO REVENIDO	NORMALIZADO REVENIDO

Ilustración 11: Composición y propiedades de B/B

PROPUESTA

Respalados en base a los análisis de falla realizados y en función de los componentes y propiedades de las sarts en el mercado, se decide emplear B/B GRADO KD para su posterior análisis de performance y trazando los siguientes objetivos:

Objetivo	Descripción	Observaciones	Unidad
1	Run-Life	Incrementar un 300% el Run-Life promedio anterior	Días
2	IPAvb	Disminuir en un 75% el índice de pulling anual por B/B después de 12 meses de operación	Fallas/año

Ilustración 12: Objetivos para prueba de performance

En base a los objetivos delineados se procedió a realizar el diseño de la configuración de Instalación de fondo a bajar. Para ello se empleó SROD, *Ilustración 13*:

	Rod Type	Diameter (mm)	Length (m)	Modulus (MM psi)	Tensile (kPa)	Weight (lbs/ft)
			Count			
1	TENARIS KD	25.40 (1.00)	78	30.5	792897.05	2.912
2	TENARIS KD	22.225 (0.875)	90	30.5	792897.05	2.192
3	TENARIS KD	19.05 (0.75)	104	30.5	792897.05	1.632
4	API D	38.10 (1.50)	16	30.5	792897	6.00

Rod Type	Rod Diam in(mm)	Max Load(lbs)	Min Load(lbs)	Max Stress(MPa)	Min Stress(MPa)	Rod Load @ 0.9 %
1. TENARIS KD	25.4	28680	10622	252	93	120
2. TENARIS KD	22.225	22105	6093	253	70	128
3. TENARIS KD	19.05	16868	2938	263	46	140
4. API D	38.1	7742	-3612	30	-14	24

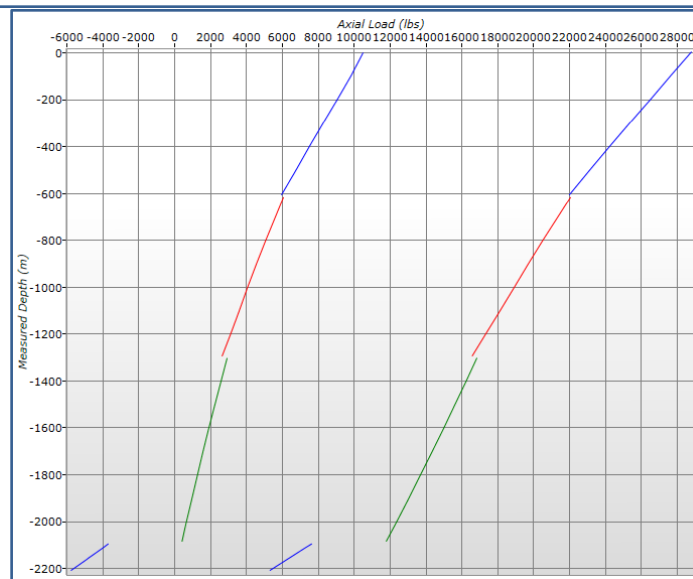


Ilustración 13: Diseño de instalación de varillas

Cabe considerar que en esta oportunidad el sistema se encuentra sometido a mayores exigencias ya que se decidió operar con una BBA TH de 2.5" / S: 168" / GPM 6,3.

RESULTADOS

Finalmente, en diciembre del 2015 se realiza la bajada del material. Luego, en mayo del corriente año el pozo presenta pesca pero esta vez en cupla de V/B ¾". Ver, [Ilustración 14](#).

Equipo	Objetivo	Fecha	Frecuencia [d]	Observaciones
Pulling	Pesca	13/05/2016	146	Pesca en cupla 3/4". Conexión entre última varilla de 3/4" y primer barra de peso 1.5"
Pulling	Bajada sarta KD	19/12/2015	-	Se realiza bajada de varillas KD con equipo de pulling, luego de salida de equipo de WO

Ilustración 14: Frecuencia de falla B/B KD

En esta ocasión la falla como bien se menciona se produce en la cupla de B/B ¾". Como se muestra a continuación, podrá observarse que se detecta nuevamente la presencia de sulfuro de Fe y carbonato, pero la pesca en esta ocasión se produce en el material que no pudo soportar las altas concentraciones de carga, a las cuales se encuentra sometido el sistema, CUPLA ¾" T API D. Ver [Ilustración 15](#), en la misma se muestran imágenes de la condición de salida de la misma.



Ilustración 15: Presencia de carbonato y sulfuro de Fe (Baroid)

Considerando que la pesca en esta ocasión no se efectuó en cuerpo de B/B, se conserva el RL propuesto para las fallas en cuerpos de varillas.

Actualmente, el pozo se encuentra en marcha produciendo a potencial. La sumergencia ha descendido hasta los 500 m y el diseño no ha presentado mayores dificultades.

En la *Ilustración 17*, puede observarse la evolución de producción y sus resultados:

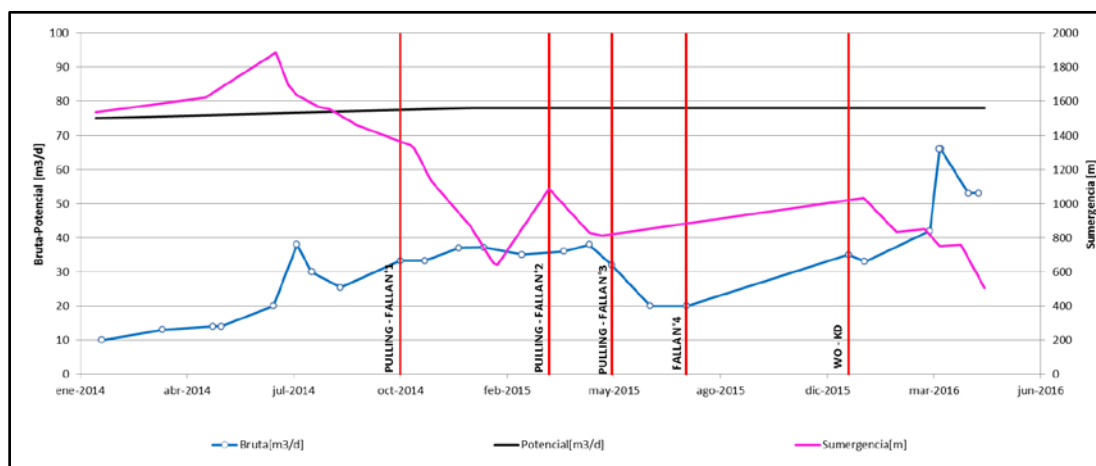


Ilustración 16: CED 1- Comportamiento de la Producción

Los resultados obtenidos hasta el momento durante el ensayo de las B/B GRADO KD en comparación a las varillas GRADO MMS se ven reflejados en *Ilustración 18*:

	Etapa		Inicial	Ensayo
	Pozo		CED I	CED I
	Prof [m]		2215	2232
Diseño de varillas	Grado		MMS	KD
	1"		33	78
	7/8"		105	90
	3/4"		135	104
	BDP 1.5"		15	16
AIB			Lufkin M-640-305-168	Lufkin M-912-365-168
BBA (in)			2	2.5
Q Bruto (m3/d)			35	59
% Goodman - FS=0.9	1"		52,3	164,8
	7/8"		67,7	176,8
	3/4"		77,8	189,6
	BDP		25,9	31,6
	% Sarta		66,7	174,5
Tensión sobre sarta de B/B (KSI)	Grado		MMS	KD
	1"	Min	12,3	10,4
		Max	32,0	33,5
	7/8"	Min	12,8	5,2
		Max	38,0	34,5
	3/4"	Min	8,4	-0,5
Max		38,8	36,3	
RL Obj. [días]			-	270
RL Act. [días]			92	180 (Cuerpo) 143(Cupla)

Ilustración 17: Resultados ensayo varillas Tenaris KD

Cabe destacar que el comportamiento de las KD vs MMS a mismas condiciones de operación se *estiman ampliamente superior*, ya que las B/B KD implementadas fueron sometidas a extraer el doble de producción para alcanzar el potencial del pozo.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos, estas implementaciones puntuales de B/B KD en reemplazo de B/B MMS-UHS-APID reducen el promedio de intervención/pozo en al menos un **50 %**, considerando la pesca de cupla de Mayo 2016.

El Run-Life mejoró sustancialmente. Antes de iniciar la prueba el mismo era de 90 días promedio y, actualmente, sin considerar la pesca de cupla, alcanza los **180** días. Cabe destacar que el incremento del Run-Life es más que significativo si consideramos que el sistema de extracción se encuentra operando en condiciones más desfavorables ya que al optimizarlo se incrementó el caudal de extracción en un 200%.

Gracias a la validación de la experiencia de campo se han detectado y analizado pozos candidatos y los mismos ya se encuentran en carpeta para su ejecución. Este grupo de pozos representa entre el **10-15%** del total de pozos problema del yacimiento.

Adicionalmente, se detecta la oportunidad de robustecer aún más los diseños al considerar incorporar mejoras en las conexiones. Surgen como oportunidades visualizadas cuplas spray metal o conexiones BlueRod.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración a Pablo Funes de Tenaris por brindar sus conocimientos y colaboración durante la etapa de diseño y puesta en marcha del pozo CED.

C.V:

Título y lugar de estudio: [Ingeniera Química](#), Universidad Nacional del Sur.

Diferentes empresas en las que hizo su carrera: [ExxonMobil](#), [YPF](#).

Cargo actual en la empresa: [Ing Producción](#).

Título y lugar de estudio: [Técnico Electromecánico – ENET N°1 - Com. Riv.](#)

Diferentes empresas en las que hizo su carrera: [Año 2009 _ YPF](#).

Cargo actual en la empresa: [Ing Producción](#).