

OPTIMIZACIÓN DE LA PERFORACION DE POZOS HPHT MEDIANTE LA UTILIZACION DE LA TECNOLOGIA UBD

Darío Buzaglo-Gustavo Cullell

Empresa: Petrobras Energia S.A.

Neuquen, Argentina

Dario.buzaglo@petrobras.com Gustavo.cullell@petrobras.com

SINOPSIS

Los pozos del proyecto “tight gas” de Punta Rosada, tienen como objetivo producir de las formaciones Punta Rosada y Lajas, entre los 3200 m y 4000 m, atravesando formaciones abrasivas con gran dificultad para ser perforadas y cuyo perfil de presiones es anormal.

Características geológicas muy particulares, hacen que en la medida que se va profundizando, además de encontrar zonas sobre-presurizadas, estas no responden a un gradiente de presiones con crecimiento constante, sino que varía en escalones dificultando el control del pozo durante la perforación.

La implementación de la tecnología UBD permitió trabajar con mayor seguridad en este aspecto, teniendo en cuenta además, que se preveía llegar a la formación Molles, por debajo de las zonas de interés, con presiones del orden de las 9500 psi.

La perforación del último pozo resultó exitosa. No sólo se perforó el tramo objetivo con total seguridad, sino que además se redujeron los tiempos de perforación, disminuyendo a menos de la mitad la cantidad de trépanos utilizados bajo la metodología tradicional.

Esta disminución de tiempo se tradujo en un menor costo métrico, lo que contribuye a la rentabilidad del proyecto.

Como contrapartida, se observó un calibre de pozo deficiente que influenció en la lectura y posterior interpretación de los registros eléctricos. Esto plantea un nuevo desafío en el uso de la tecnología UBD, sistema y densidad de lodo a utilizar en la perforación, temas que son de estudio en desarrollo del proyecto.

INTRODUCCIÓN

El Yacimiento Río Neuquén fue descubierto por YPF en el año 1971 y se encuentra a 30 Km al Noroeste de la ciudad de Neuquen

En la actualidad el yacimiento cuenta con unos 250 pozos perforados, la gran mayoría de los cuales tuvieron por objetivo principal los reservorios someros (Lotena, Sierras Blancas, Quintuco y Mulichinco). Estos son reservorios convencionales en esta área.

Por debajo de estas formaciones, se encuentran las Formaciones Punta Rosada y Lajas, objetivos de este proyecto, que son reservorios del tipo “Tight Gas”, caracterizados por grandes volúmenes de gas in situ, pero muy bajas permeabilidades

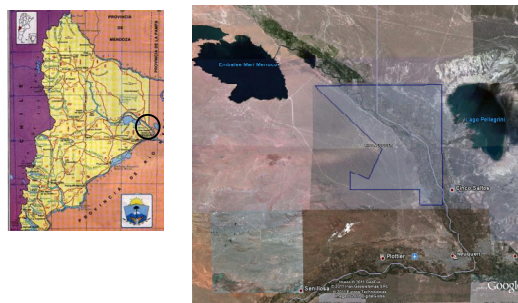


Figura 1

La formación Punta Rosada, se caracteriza por una alternancia de areniscas desde finas hasta muy gruesas (en algunos casos conglomerádicas) con arreglos de cuerpos delgados de 2 a 7 metros de espesor, intercalados con arenas muy finas, limos y arcillas que se repiten por un espesor total de aproximadamente 900 metros.

Los cuerpos de arena presentan poca continuidad lateral lo cual genera reflectores sísmicos poco continuos. La resolución sísmica vertical no es suficiente para definir cada uno de estos delgados reservorios de arena.

Las características petrofísicas de los reservorios están fuertemente modificadas por efectos diagenéticos que afectaron el intervalo Lajas – Punta Rosada y que redujeron considerablemente la calidad de los mismos, lo que los ubica dentro de los reservorios típicos de muy baja permeabilidad ($K < 0.1$ mD).

La porosidad varía entre 5 y 10 % siendo principalmente de origen secundaria, por disolución y microfisuras.

La migración de los hidrocarburos desde la Fm Los Molles (Roca Generadora) fue predominantemente vertical a través de fallas.

El sistema petrolero Los Molles-Lajas/Punta Rosada en el área de Río Neuquén, ha generado un sistema de gas de centro de cuenca.

Las características principales de este tipo de reservorio son:

- Acumulación continua de gas
- Extensión de carácter regional.
- Los límites del yacimiento son difusos.
- El entrapamiento no es convencional, sino por sello de presión.
- El contacto gas-agua no está definido.
- Los reservorios son sobrepresionados.
- Tienen un GOIS importante, pero un factor de recuperación muy bajo.
- Los reservorios son de muy baja permeabilidad y están en contacto con la roca generadora.
- Sin producción de agua.
- La recuperación final estimada (EUR) de los pozos son generalmente más bajos que acumulaciones convencionales de gas.

Los datos de ensayos y los perfiles de imagen de los pozos que atravesaron las arenas jurásicas no indican presencia de fracturas que puedan mejorar las características de estos reservorios.

La foto corresponde a un afloramiento del reservorio a 100 km del área y que muestra las intercalaciones de arcillas y arena.

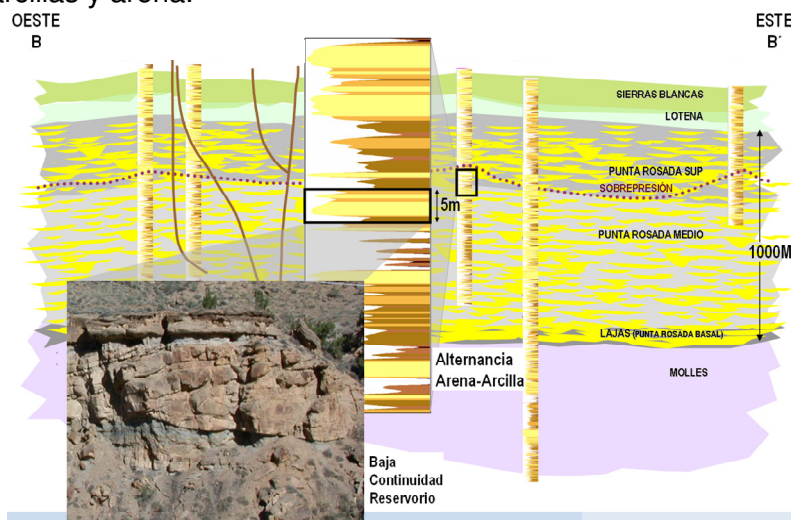


Figura 2

En 2006 se aprobó la realización del Piloto Punta Rosada con el objetivo de evaluar la factibilidad técnico económica de producir eficientemente reservorios Tight Gas mediante la aplicación de nuevas tecnologías, relacionadas a los desafíos del proyecto:

- 1- La definición de un modelo de reservorios No Convencional, característico de Reservorios de Gas de baja permeabilidad (Tight Gas)
- 2- La perforación en ambientes sobrepresionados - despresurizados
- 3- Metodologías y herramientas de completación que maximicen el GOIS contactado mediante multifracturamientos, minimizando el daño de formación.
- 4 – Productividad pozos gas

Desde entonces su desarrollo fue discontinuo debido a resultados de producción diversos, a la falta de un mercado de gas con precios apropiados y grandes incertidumbres técnicas en cuanto a la mejor manera de desarrollarlo.

Luego de la experiencia obtenida en la perforación, se replanteó el diseño de pozo, buscando nuevas tecnologías que ayudaran a optimizar los costos y lograr que el proyecto Punta Rosada fuera rentable y sustentable.

Las premisas, en pos de optimizar la perforación, fueron:

- Resolver el potencial problema de pérdida de circulación en la formación Lotena, producto de controlar zonas de sobre-presión e influjo de gas, como es el caso de la formación Punta Rosada Superior.
- Elevar el nivel de seguridad operativo durante la perforación de la formación Punta Rosada medio, Lajas e ingreso a Molles.
- Optimizar el costo métrico de perforación.

DESARROLLO

Durante el año 2007 se comenzó con la perforación de dos pozos cuyo objetivo era la formación Punta Rosada. En función de lo requerido por Ingeniería de extracción y de la metodología de terminación, se diseñó un pozo “Monobore” entubado con cañería de 4 ½” desde fondo hasta superficie.

El diseño de los pozos perforados en la campaña de 2007, consistía en un casing conductor de 13 3/8” asentado en 30 m para aislar canto rodado/basalto. Un casing de superficie de 9 5/8” asentado en 600 m para aislar acuíferos someros. Un casing intermedio de 7” asentado en 3000 m para aislar formaciones de bajo gradiente de presión de las formaciones productoras. Y por último, el casing de producción de 4 ½” asentado en 4000 m para alcanzar el objetivo del pozo.

El casing intermedio fue asentado en la base de la formación Lotena dado que los requerimientos en densidad de lodo, para la perforación de la formación Punta Rosada, hace que en la formación Lotena, depletada, se produzcan admisiones parciales no deseadas y por esto, fue necesario aislarla de las formaciones inferiores.

Por otra parte, debido a que los requerimientos en densidad de lodo aumentan con la profundidad, en la formación Punta Rosada Superior se observan admisiones al incrementar la densidad para ahogar la formación Molles, por debajo de la formación Lajas (donde es necesario perforar la cámara)

En la figura 3, se grafica la ventana de perforación junto a la presión de colapso (en rojo) del estudio de geomecánica y como referencia se ubican la profundidad de asentamiento de las cañerías intermedia y de producción del diseño utilizado en la campaña del año 2007.

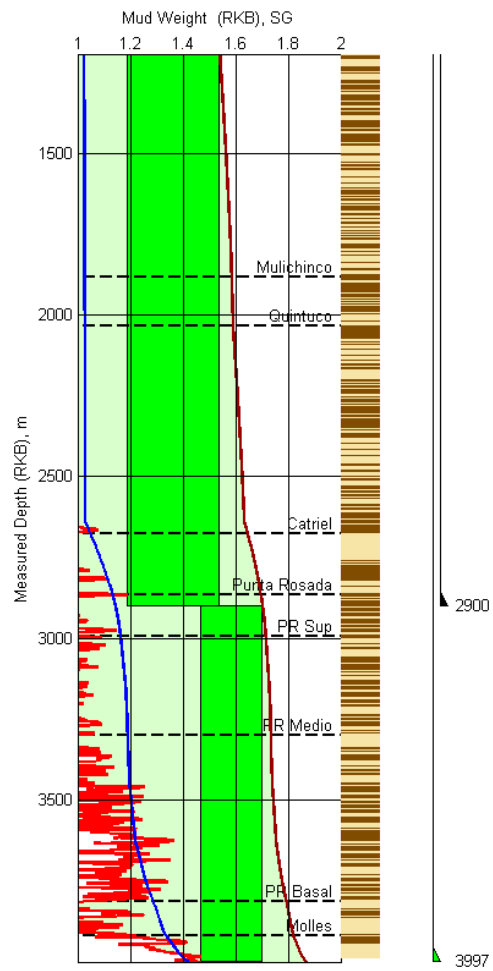


Figura 3: Ventana de perforación y asentamiento cañería intermedia y de producción.

Para la perforación de los 2 pozos se definió la utilización del fluido de perforación de la familia de los formiatos. El pozo 1, se perforó sin problemas. En el pozo 2, en el último tramo se produjo una surgencia, al ingresar en la formación Molles, lo que obligó a incrementar la densidad. Debido a la admisión en la formación Punta Rosada Superior, no se logró controlar la surgencia. Luego de varios intentos para normalizar el pozo, quedó aprisionada la herramienta por lo que se perdió el último tramo teniendo que realizar un side track. Durante la perforación del side track (pozo 2 ST) no se alcanzó la profundidad final, debido a los mismos problemas de pérdida de circulación. Operativamente se vio que para lograr la densidad de ahogo de la formación Molles, se debía agregar Baritina dado que con Formiato de Sodio más Potasio sólo se podía llegar a 1450 gr/l, dejando de tener un fluido libre de sólidos. En la figura 4, se grafican las densidades de lodo utilizadas en la perforación de ambos pozos, las zonas donde se observaron influjos de gas y la profundidad de asentamiento de la cañería intermedia. En la figura 5, se grafica el esquema de pozo y las formaciones atravesadas.

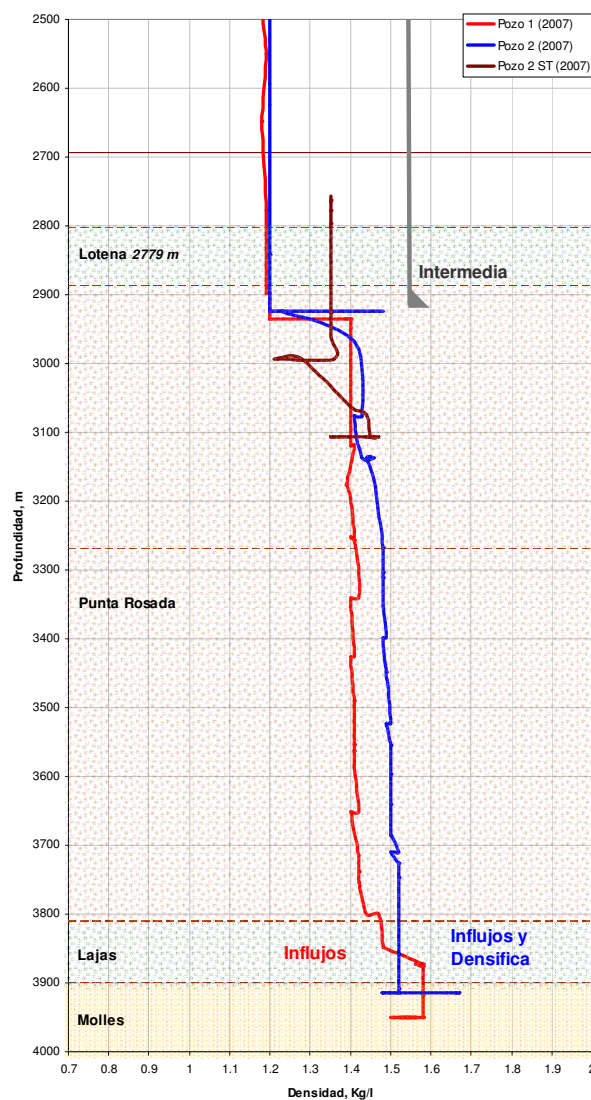


Figura 4: Densidades de trabajo e influjos de gas en pozos campaña 2007

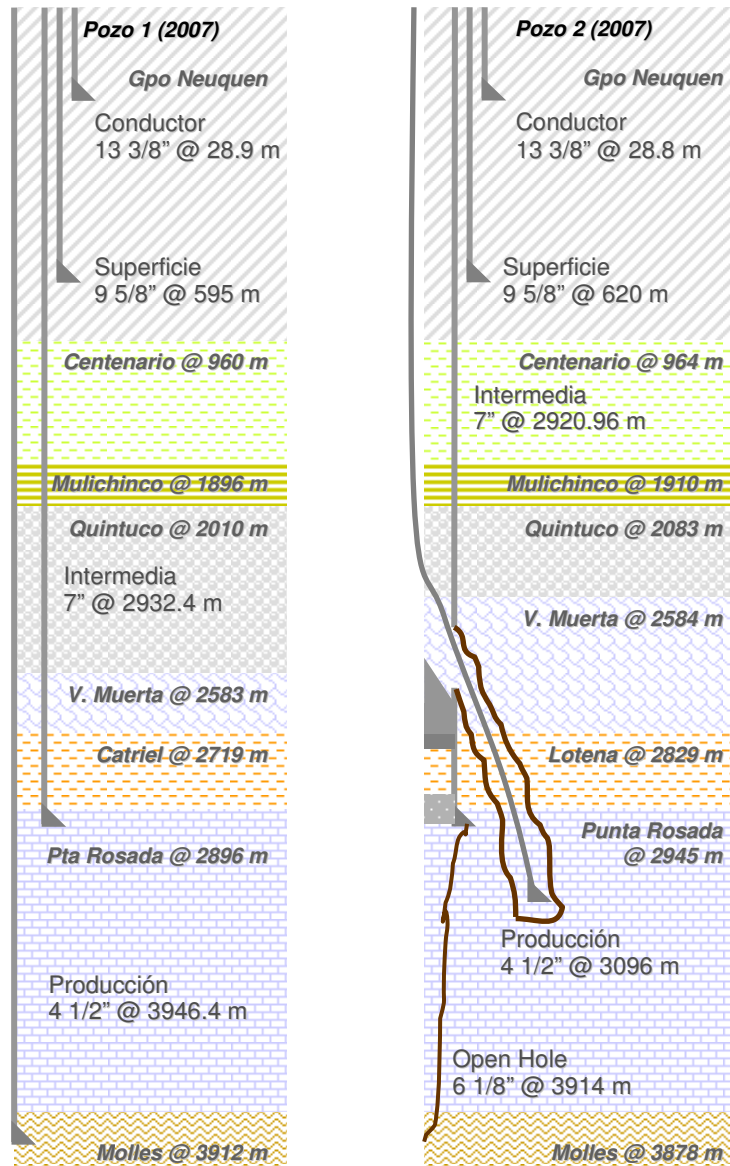


Fig 5: Esquema de pozos perforados

Una vez finalizada la perforación del segundo pozo, y con los resultados obtenidos, se relevaron los problemas suscitados para su estudio y búsquedas de posibles soluciones.

Se solicitó la actualización de la geomecánica,

La figura 6 muestra la ventana de perforación obtenida del estudio. Se presenta la curva de presión poral, presión de fractura y presión de colapso.

En la formación Punta Rosada se observa el salto de presión escalonado hasta la formación Molles. Esta formación, tiene una presión estática de 9500 psi, equivalente a un lodo de 1700 gr/l aproximadamente.

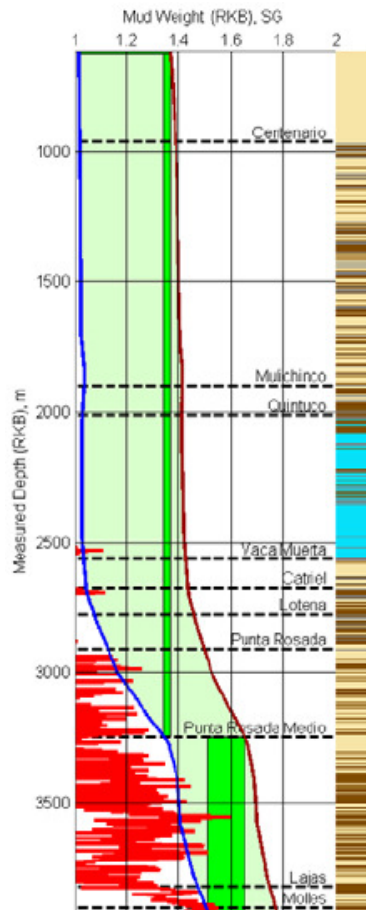


Figura 6: Esquema de pozo para el proyecto Punta Rosda

Con los antecedentes de pozos perforados y el estudio de geomecánica, se comenzó a trabajar con el rediseño del esquema de pozo, fluidos de perforación y la aplicación de nuevas tecnologías.

El primer problema que se analizó fue cómo evitar las pérdidas de circulación en el pozo al momento de incrementar la densidad de lodo producto de los influjos de gas ocasionados al perforar la formación Punta Rosada Medio y Lajas.

Para ello, se cambió el diámetro y la profundidad de asentamiento del casing intermedio, utilizando un casing de 9 5/8" en lugar de 7", asentándolo en 3200 m, base de la formación Punta Rosada Superior. La cañería de producción mantuvo su diámetro de 4 1/2".

Bajo este diseño, se solucionaron las pérdidas de circulación al densificar el lodo para perforar las formaciones objetivos, pero por otro lado, se debía evaluar cómo afectaría a la formación Lotena, la densidad de lodo requerida para perforar la formación Punta Rosada Superior. La formación Lotena está depletada debido a que está en producción desde la década del 70.

La solución a este problema se trabajó en conjunto con la compañía de Lodo, aplicando una técnica de fortalecimiento de formación depletada al momento de perforarla. Esta técnica consiste en agregar fibras al lodo, que hace las veces de obturante, reforzando la formación y evitando así admisiones parciales o pérdidas de circulación.

Para ello, una vez atravesada la formación Lotena y aplicada esta técnica, se realiza una prueba de admisión exponiendo la formación a la densidad de trabajo que se utilizará durante la perforación en la formación Punta Rosada Superior.

Esta prueba se realiza controlando nivel en piletas, circulando el pozo con la densidad de lodo actual y generando una contra presión con el manifold hasta obtener la densidad equivalente de 1300 gr/l.

En función de este resultado, si durante la prueba no se observan admisiones parciales, se continua con la perforación hasta llegar a los 3200 m o hasta la base de la formación Punta Rosada Superior, caso contrario, se utiliza un diseño de contingencia asentando la cañería de 9 5/8" en este punto, 3000 m, base de la formación Lotena, para luego perforar la formación Punta Rosada Superior hasta los 3200 m donde se asienta un liner de 7". En la figura 7, se grafica el esquema de pozo actual con el asentamiento de las cañerías intermedia y de producción, quedando la cañería intermedia, de 9 5/8", en la base de la formación Punta Rosada Superior.

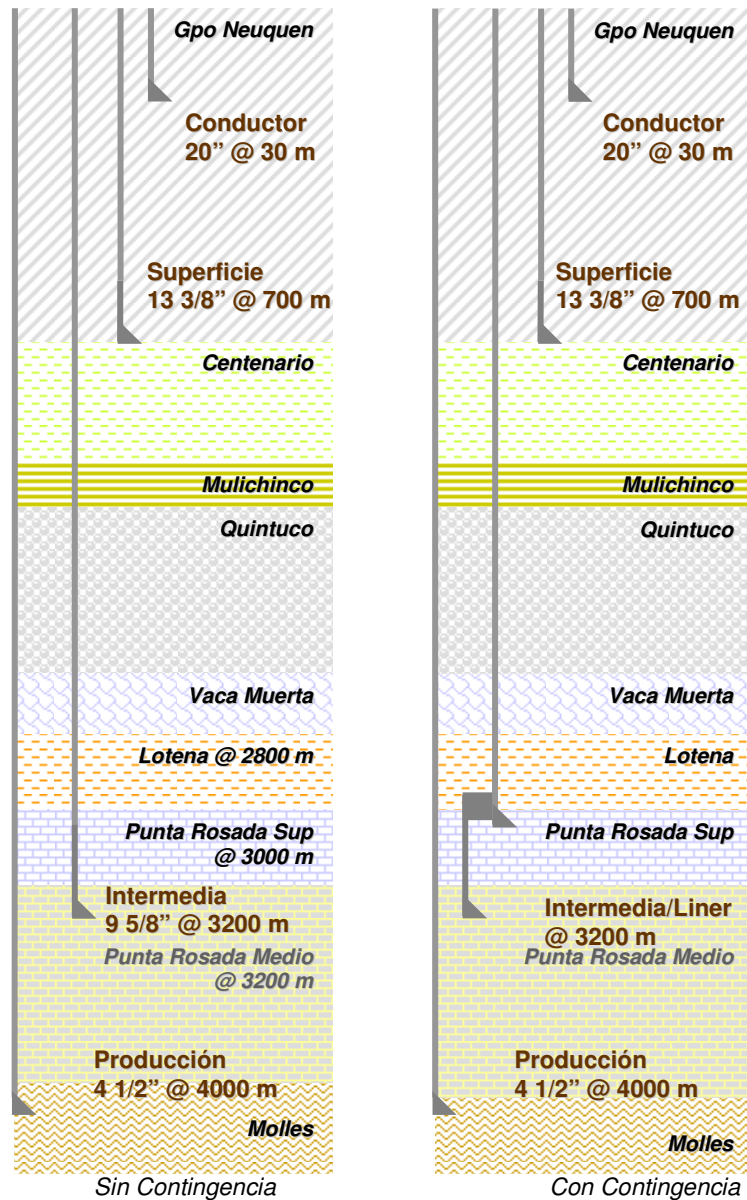


Figura 7: Diseño actual de pozo.

El segundo problema, fue optimizar el costo métrico de perforación del último tramo, de 3200 m a 4000 m, tratando de disminuir la cantidad de trépanos utilizados y los tiempos de circulación para normalizar el pozo debido a influjos de gas y hacer de esto, una operación segura.

La solución fue la utilización de la tecnología UBD y Motores de fondo.

Para la sección de producción, se optó por un lodo base agua, dejando atrás el lodo base Formiato por cuestiones económicas y operativas. Se decidió utilizar la tecnología UBD para elevar el nivel de seguridad al momento de perforar la cámara en la formación Molles y disminuir los tiempos de circulación para la normalización del pozo.

En el primer pozo perforado de este proyecto, se hizo uso de la cañería de contingencia ya que la integridad obtenida durante el LOT, en el zapato anterior 13 3/8", fue menor a la densidad estimada de perforación de la formación Punta Rosada Superior.

Se inició la perforación de la formación Punta Rosada Medio, de acuerdo al programa, utilizando la técnica de UBD. Como muestra la figura 8, la densidad de lodo comenzó en 1300 gr/l y luego se llevó a 1170 gr/l con el sistema UBD, donde se observó retorno de gas en superficie. La presión en anular se mantuvo entre 100 psi y 150 psi. Con estos valores de contra presión y densidad de lodo, se trabajó todo el pozo controlando la estabilidad del mismo. La densidad equivalente durante la operación se calculó en +/- 1260 gr/l y la densidad de ahogo utilizada, para las maniobras de cambio de trépano fue de 1380 gr/l.

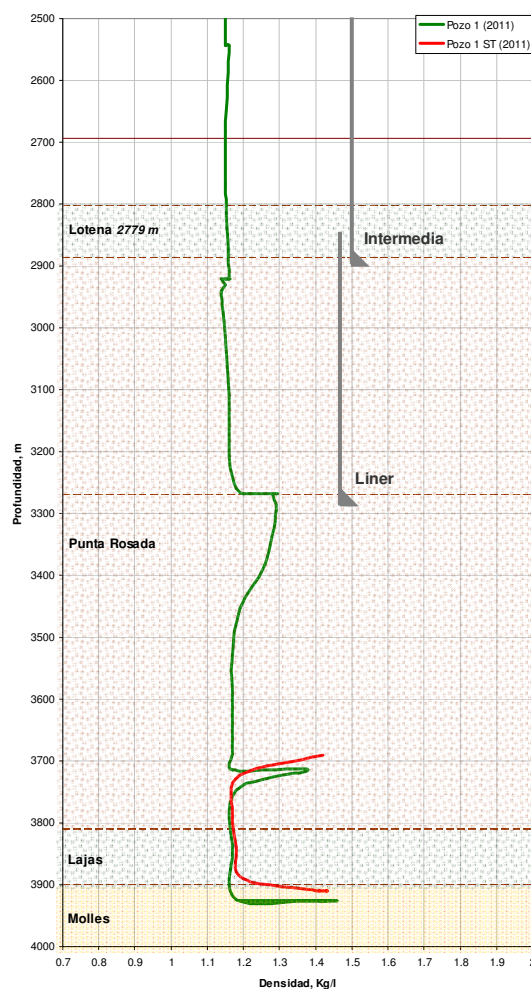


Figura 8: Densidad de trabajo y asentamiento de cañerías del 1er pozo 2011

Se realizó un solo cambio de trépano en 3700 m, antes de ingresar en la formación Lajas, cuya presión de formación es mayor a la de Punta Rosada Medio. El trépano salió con algunos cortadores rotos como puede observarse en las figuras adjuntas.





6.1/8" HC408Z RN 1044

6.1/8" HCM406ZX RN 1045

6" Q406FX RN 1059ST

BIT: 6" Q406X	I	O	DC	L	B	G	OD	RP
S/Nº: 7125201	3	1	BT	S	X	I	WT	TD









En la base de la formación Lajas se realizó una prueba de integridad de pozo lográndose una densidad equivalente menor a la necesaria para soportar la formación Molles lo que definió no continuar con la perforación de la cámara planificada.

El pozo cumplió con los plazos y costos estimados. Se evidenció un calíper deficiente con importantes cavernas que dificultaron la calidad e interpretación de los registros eléctricos.

En el segundo pozo de la campaña 2010, funcionó con éxito la técnica de fortalecimiento en la formación Lotena, logrando perforar sin admisiones parciales ni pérdida de circulación y asentar la cañería intermedia en la base de la formación Punta Rosada Superior, evitando así entubar el liner de contingencia.

El tramo de interés se perforó sin el uso de la técnica UBD, incrementando la densidad de lodo a 1300/1500 gr/l. Esto se realizó con el objeto de tener una densidad mayor a la de colapso y lograr un mejor calibre de pozo para una lectura correcta de los registros eléctricos.

La perforación de este tramo, no presentó problemas operativos. Se observó algo de derrumbe que se corrigió con incremento en la densidad de lodo. En este pozo se consiguió perforar una cámara de 22 m en la formación Molles sin problemas de influjos de gas.

La figura 9 muestra la densidad de trabajo en el tramo de Punta Rosada Medio, Lajas y Molles comparada con las del pozo anterior.

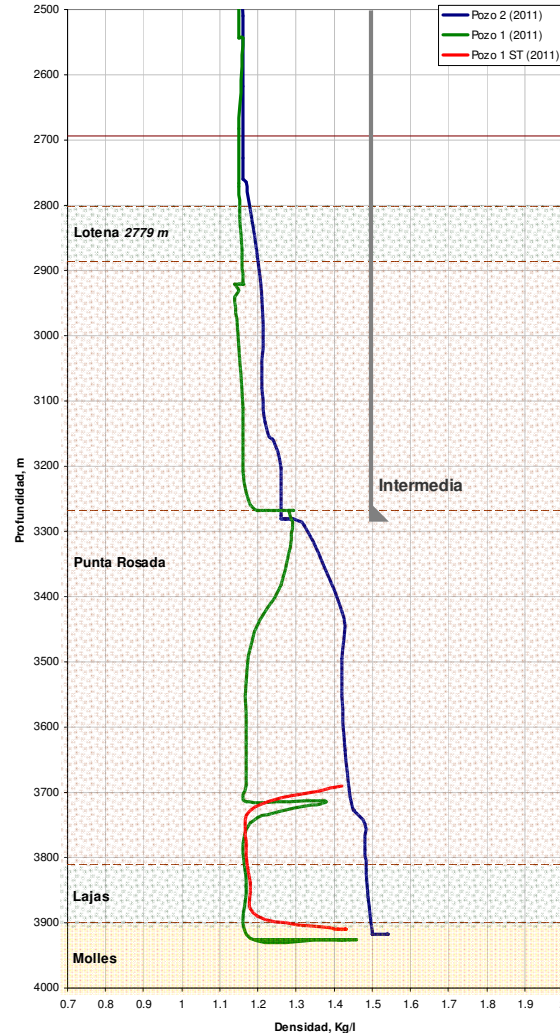


Figura 9: Densidad de trabajo de los pozos campaña 2011

Con referencia a los trépanos, en el programa de perforación se plantearon tres carreras en la zona de interés, a partir de las experiencias en los pozos de la campaña 2007. Se optó por la estructuras de Corte con Doble Hilera de Back Up para atravesar zonas de mayor UCS.

En el primer pozo se perforó la zona de interés con trépano de 6" y en el segundo con 8 1/2".

En la figura 10 se muestra las ROP promedio de las distintas carreras, en el tramo de interés, de ambas campañas. Se observa que el trépano PDC de 6" usado con UBD en 2010 fue el de mejor desempeño aún comparado con los de 6 1/8" de la campaña 2007.

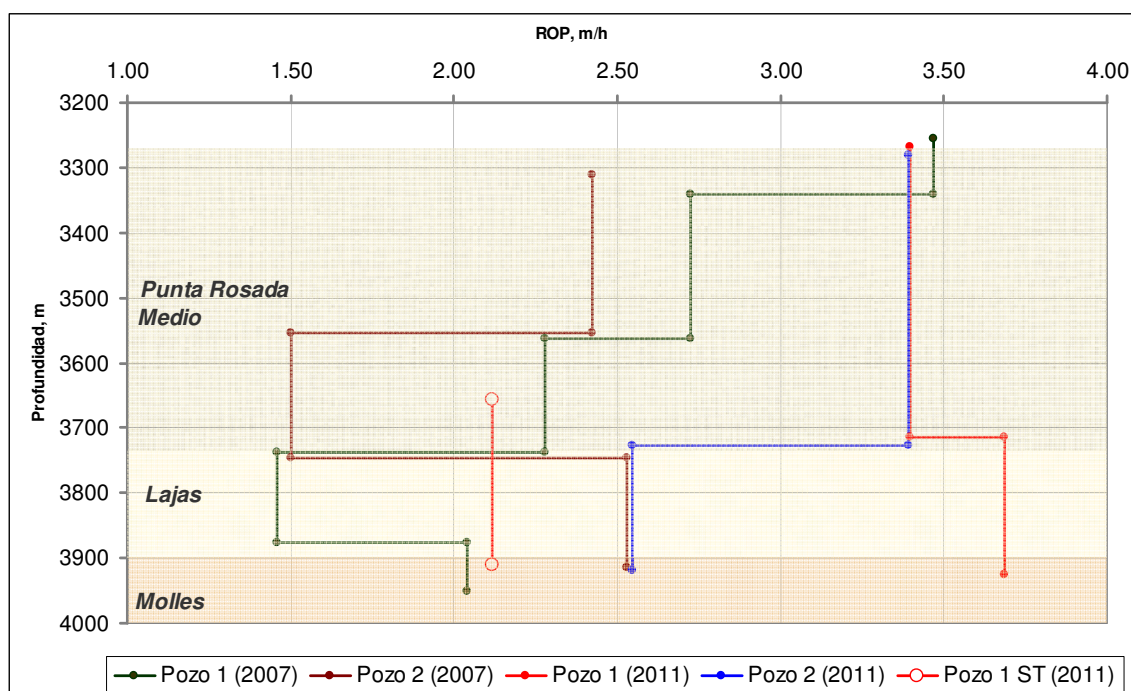


Figura 10: Comparativa ROP vs Profundidad entre pozos

También podemos ver que el número de carreras, en los últimos pozos, fue inferior a los perforados en la campaña 2007.

En la figura 11 se muestra el costo métrico obtenido solo en la zona de interés, donde aplicamos el rediseño de pozo, con el fin de comparar la performance de los trépanos.

Se observa un menor costo métrico en el primer pozo de la campaña 2010/11 donde fue utilizada la técnica UBD.

El costo métrico fue calculado con las siguientes consideraciones

1. Costo de trépanos de 6 y 6 1/8
2. Costo trépano de 8 1/2
3. Tarifa A
4. Tarifa A con UBD
5. Viaje 305 m/h
6. 1 h para circular (fondo arriba)
7. 1 h flow check
8. 4 h para ahogar en UBD
9. 8 h Montaje RBOP.

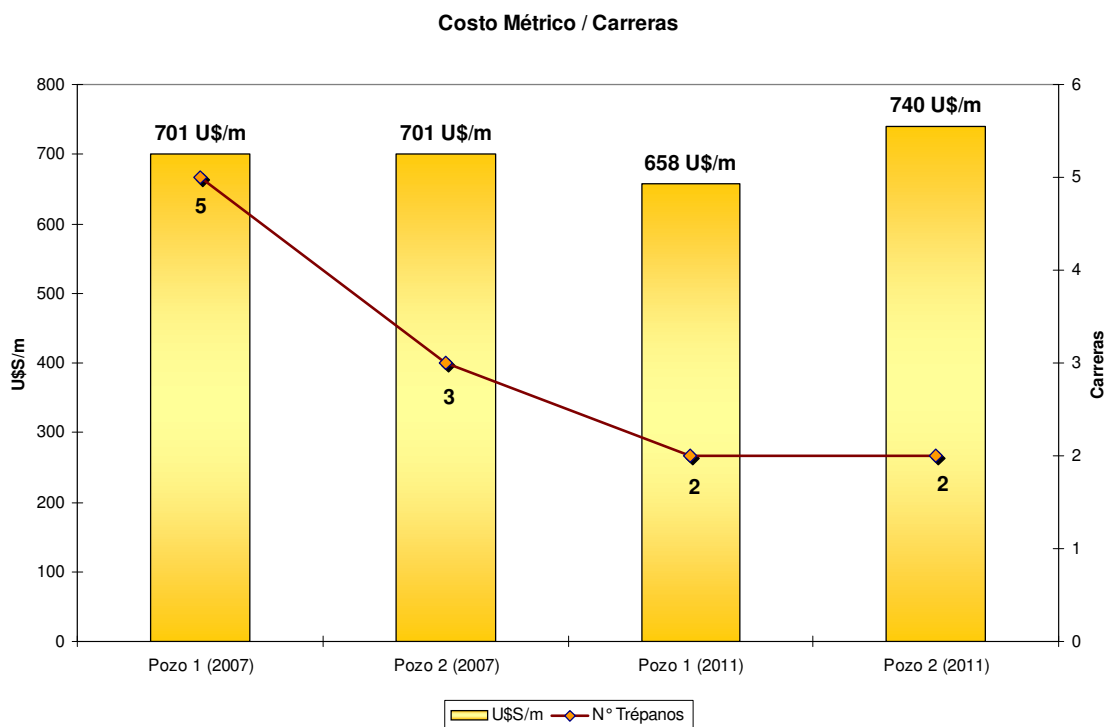


Figura 11: Comparativa Costo Métrico de pozos perforados

Actualmente el uso de la técnica de UBD está en discusión, debido al caliper deficiente obtenido. Si bien vemos que el costo métrico es menor con UDB, debemos destacar la importancia para el proyecto de recolectar la mayor cantidad de información posible y que esta sea de calidad para su análisis. Quizás, cuando el proyecto esté avanzado en su desarrollo, la técnica de UBD sea una alternativa para disminuir costos operativos.

CONCLUSIONES

En función de los cambios realizados para perforación de los pozos de la campaña 2010/2011 se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. Con el nuevo esquema de pozo, se elevó el nivel de seguridad operativo ante una surgencia, al tener un zapato de cañería asentado en la base de Punta Rosada Superior, esto da una mayor integridad.
2. Disminución de los tiempos de circulación y normalización de pozos producto de la utilización del sistema UBD.
3. La performance de los trépanos PDC de 6" fue excelente.
4. La utilización del sistema UBD permitió mejorar el costo métrico.
5. El caliper de pozo fue deficiente en los dos pozos perforados y es aún tema de estudio.
6. Se optimizaron los tiempos de perforación a pesar de la utilización de diámetros mayores en la construcción del pozo respecto de los perforados en diámetros menores.(Figura 12)

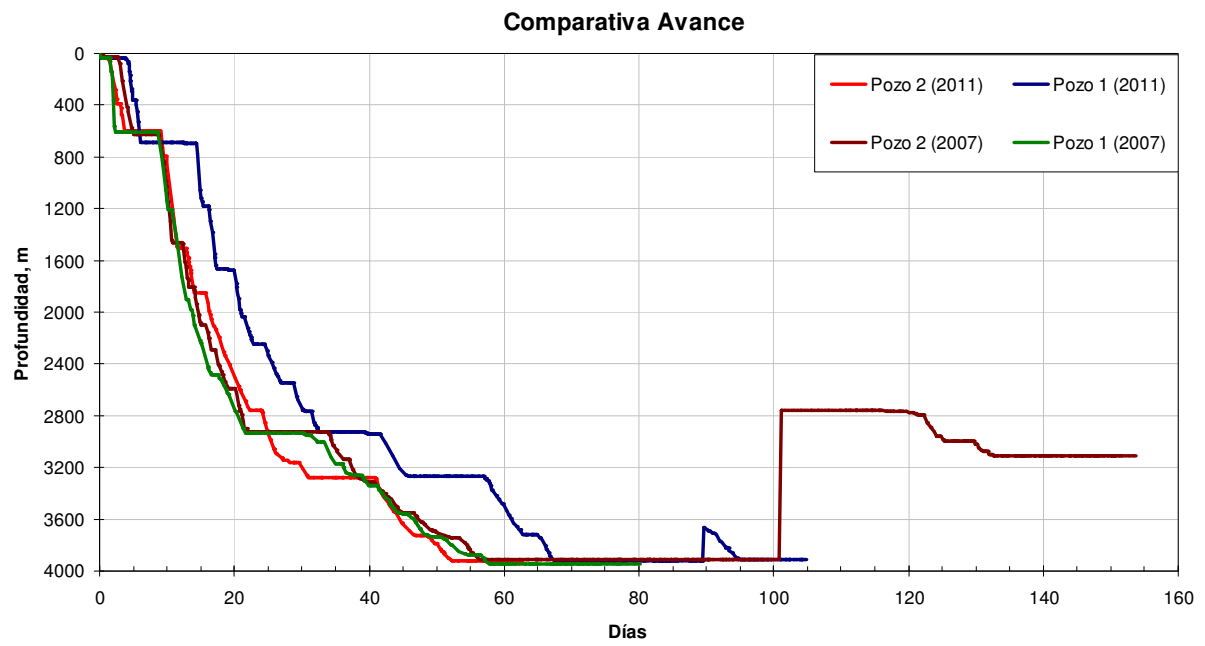


Figura 12: Comparativa Curvas de Avance pozos perforados