

CARACTERIZACIÓN DE PERDIDAS DE CIRCULACIÓN EN ZONAS DE INTERÉS EN POZOS DEL AREA TARARÁ

Yaneisy Tamayo Castellanos¹, Yanet Rosell Armenteros¹, Alexis Hernández Díaz² y Elbert Smith Armenteros²

(1) Centro de Investigaciones del Petróleo. Washington 169 esq. Churrucá. Ciudad de la Habana, Cuba. E-mail: Yaneisy@ceinpet.cupet.cu.

(2) Empresa de perforación y extracción de petróleo centro. Finca la cachurra, Cárdenas Matanzas.

RESUMEN

Para la perforación, la pérdida de circulación ha sido uno de los factores que más contribuye a los altos costos del lodo, entre otros, la inestabilidad de las paredes, la tubería pegada y los reventones, son consecuencias de las pérdidas. Además de las ventajas que se obtienen al mantener la circulación, la necesidad de impedir o remediar las pérdidas de lodo es importante para otros objetivos de la perforación, para obtener una buena evaluación de la formación y el logro de una adherencia eficaz del cemento primario sobre la tubería de revestimiento. Es objetivo, analizar las zonas naturalmente fracturadas o aquellas en las que se ha producido una fracturación hidráulica durante la perforación, en los pozos Tarará X, Tarará Y, Tarará Z.

Mediante el estudio del conjunto de datos existentes tanto litológicos, micropaleontológicos, geofísicos y los tipos de lodos de perforación, permitió realizar una caracterización de las distintas zonas en las cuales se evidenciaban estas complejidades. Se pudo establecer un intervalo crítico de la ocurrencia de las pérdidas de circulación en zonas de interés petrolero. Las pérdidas parciales o totales ocurrieron mayormente dentro de la formación Vía Blanca, en los lentes conglomerático arenoso arcilloso y en serpentinitas fracturadas en su gran mayoría, además en zonas carbonatadas asociadas a procesos de dolomitización.

Teniendo en cuenta los datos de volúmenes de pérdida de circulación frente a los diferentes tipos de litología en cortos períodos de tiempo con variaciones en los parámetros de perforación, se infiere que las pérdidas de circulación analizadas en los pozos se caracterizan por ser inducidas y por fracturación natural.

INTRODUCCIÓN

En áreas comprendidas desde el territorio Morro Cabaña, hasta playas Tarará, Figura 1, se ha descubierto petróleo en algunos pozos perforados pertenecientes a la Franja Norte de Crudos Pesados (FNCP), entre ellos el pozo Tarará X, Tarará Y, Tarará Z, que se muestran Figura 2, que corresponden a la estructura Tarará Norte revelada por la sísmica, sin embargo debido a la compleja situación geológica y características litológicas presentes en esta área se produjeron numerosas complicaciones geológico mecánicas, en zonas críticas de pérdidas de circulación creando dificultades muy serias para la perforación.

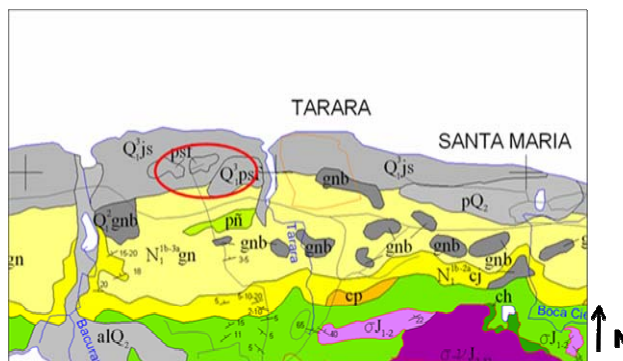


Figura1.- Esquema del área de ubicación de los pozos

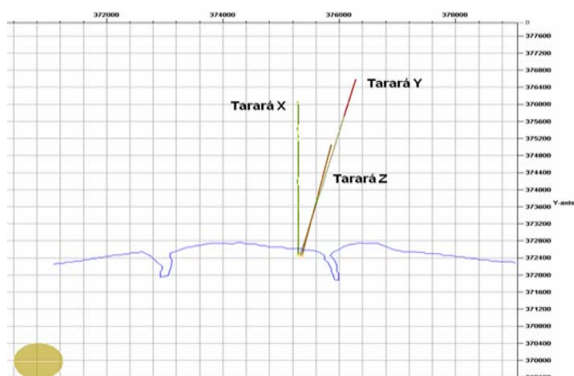


Figura 2.- Proyección de los pozos Tarará

Por estas razones se toma como objetivo principal realizar una caracterización de estas zonas críticas en el área, a partir de la litología, junto a parámetros de perforación, para minimizar los daños causados ya que las pérdidas de circulación constituyen el problema más común y costoso de la perforación, lo cual significa pérdida de tiempo y gastos económicos.

MATERIALES Y METODOS

Para el cumplimiento de este objetivo se utilizó toda la información que proporcionan los pozos incluyendo registros geofísico, muestras de canal y bibliografía especializada que contribuya al esclarecimiento del tema.

En el área afloran depósitos de formaciones geológicas desde el cretácico hasta lo más reciente, que fue atravesado por los pozos de Tarará. Se reportaron unidades lito estratigráficas conocidas como la Formación Jaimanitas que aflora en los alrededores, la Formación Güines y la Formación Peñalver. Con la perforación de pozos se ha podido constatar que por debajo de estas formaciones se encuentran los sedimentos de la Formación Vía Blanca del Campaniano-Maestrichtiano, es una secuencia flyschoides constituida por agilitas, limolitas, areniscas, calcarenitas, conglomerados polimícticos, de matriz de arenisca y arcillo-arenosa, margas. Por debajo se encuentra la Formación Vega Alta de (Eoceno Inferior), que se relaciona sobre las Formaciones Amaro, Carmita, Santa Teresa y Veloz. Solo en el pozo Tarará X apareció poco espesor de sedimentos arcóscicos que se relacionan con la Formación Bacunayagua de edad (Campaniano), los cuales no fueron atravesados en los Pozos Y y Z.

Características fundamentales de cada pozo

El pozo Tarará X tuvo como objetivo principal, descubrir los sedimentos carbonatados del Grupo Veloz productor de petróleo y como segundo objetivo encontrar los sedimentos de las formaciones Carmita y Vega Alta. Ninguno de los dos objetivos se logró a pesar de perforarse hasta la profundidad de 3465 m. (TVD -1811 m.).

El pozo durante su perforación presentó grandes complicaciones tecnológicas producto de las pérdidas totales de circulación y surgencias de petróleo, que comenzaron a presentarse a partir de los 1818 m. Cerca de las profundidades de 2000 y 3000m, se produjeron otras surgencias de petróleo que retardaron la perforación, producto de las pérdidas de circulación ocurrida a la profundidad de 2135 m.

Aparentemente no se cortaron las capas de la Formación Vega Alta de edad Eoceno Inferior, extendiéndose en su lugar los sedimentos de la Formación Vía Blanca de edad Campaniano-Maestrichtiano. Debajo de esta unidad aparecen sedimentos arcóscicos que se relacionan con la Formación Bacunayagua de edad cretácico Campaniano, los cuales no fueron atravesados en su totalidad. No fueron descubiertos los sedimentos carbonatados del reservorio principal.

El pozo Tarará Y se ubicó cerca del pozo Tarara X, que también enfrentó complejidades geológicas, pérdidas de circulación y surgencias durante la perforación, alcanzando una profundidad final de 4626 m con dos caños adicionales. El objetivo geológico fue encontrar las rocas carbonatadas de la formación Canasí, que constituye un reservorio de la FNCP.

Las primeras pérdidas ocurrieron a la profundidad de 2245m de forma discontinua, para controlar las mismas fue necesario tirar múltiples tapones de cemento, material obturante entre otras medidas. No cumplió con lo proyectado en cuanto al espesor atravesado por la formación Vía Blanca de edad Campaniano-Maestrichtiano. Sin embargo si se atravesaron dos pequeños intervalos de reservorio carbonatado casi al final del pozo.

El pozo Tarará Z tuvo como objetivo determinar la extensión hacia el Este de varios pliegues y posible conexión hidrodinámica con uno o más contacto agua petróleo, por lo que se proyecta el mismo a 600m más hacia el Oeste del área Tarará. El mismo no confirmó la existencia de varios pliegues de reservorio carbonatado como se esperaba, lo que imposibilitó cumplir con los objetivos planteados de atravesar el reservorio carbonatado quedándose en los sedimentos de la formación Vega Alta. Pero si tuvo pequeñas manifestaciones de petróleo durante la perforación y múltiples zonas de pérdidas de circulación ocasionando serias complejidades mecánicas.

RESULTADOS

Localización de las zonas de pérdidas

La entrada de lodo hacia las formaciones se le conoce como pérdida de circulación o pérdida de retorno, es uno de los factores que más contribuye a los altos costos del lodo. La inestabilidad del pozo, la tubería pegada, entre otros, son consecuencias de la Invasión o pérdida de lodo hacia las formaciones que pueden ser cavernosas, fracturadas o no consolidadas. Las zonas cavernosas o fracturadas, generalmente están relacionadas con las formaciones de carbonatos de baja presión. La fracturación hidráulica comienza y la pérdida de circulación ocurre cuando se alcanza o se excede una determinada presión crítica de fractura. Una vez que la fractura ha sido creada o abierta por una sobre presión, puede que sea difícil repararla y es posible que no se pueda restablecer la integridad original de la formación. La pérdida de circulación puede persistir, aunque la presión sea reducida más tarde. Ésta es una de las razones por las cuales es mejor tratar de impedir la pérdida de circulación que permitir que ocurra.

Para el área de los Tarará comienzas las zonas de perdida a partir de la línea roja ubicada en cada pozo, como se muestra en la figura 3.

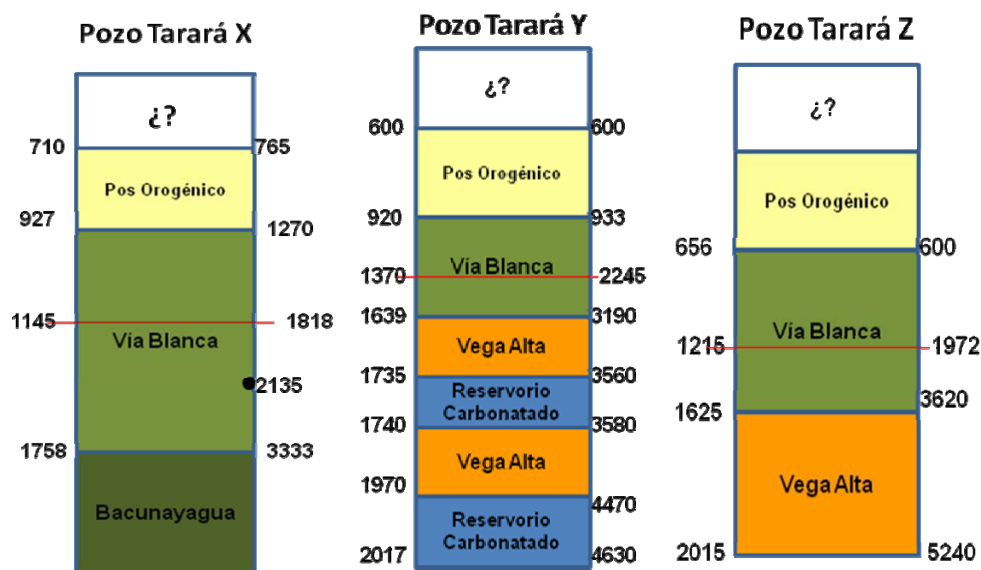


Figura 3.- Esquema de las divisiones estratigráfica de los pozos Tarará.

En los pozos de Tarará se realizó un análisis minucioso acerca del tipo de lodo utilizado en cada pozo y las distintas pérdidas en m³ frente a las distintas litologías y se obtuvo como resultado una gran cantidad de datos tabulados que permitieron la comparación de los tres pozos en cuanto a zonas más críticas. La siguiente Tabla I. Muestra solamente zonas de interés litológico en diferentes intervalos de cada pozo.

Tabla I.- Pérdidas por intervalos

Tará X	Tará Y	Tará Z
1- areniscas polym. De grano grueso, escasos claystones. P:160m ³ Lodo 1,43	1-Claystone 45%, areniscas poli 40% limolita 10%, pedernal 5%. P:40-65m ³	1-Arenoso serpentinitico: areniscas 60% Serpentinita 30%, Claystone 5%, Pedernal 5%, P:125m ³ Lodo 1,43
2- Limolita polymítica de grano grueso y arena no consolidada de grano grueso. P:190m ³ Lodo 1,40	2-Claystone 40%, areniscas poli 45%, limolita 5%, pedernal 10% P:60m ³	4- Conglomerado limo-arcilloso 55%, Serpentinita 40%, Pedernal 5%. P Totales:182m ³ , lodo 1.40
3- Arenisca-conglomerado de pedernal, escasas serpentinas P:124m ³ Lodo 1,21	3-Cretas Canasi, Claystone 50%, Caliza 30 - 40 %, Pedernales 2-5 %, Arenisca 2-5%, gas 26% de 3523m - 3531m. P:55m ³	6- Limo-arcilloso 40%, cuarzo5%, Conglomerado serpentinitico 30%, carbonato 5% , arenisca 20%. P:138m ³ , lodo 1.40
4- Limolita polymítica con cemento dolomítico-arcilloso impregnado P:200m ³ Lodo 1,17	4- Claystone 60%,Calizas 30%, Rocas siliceo-arcillosas 5-10%, Pedernales Tr a 5%.Gases: intervalos 4541-4544m (20.8%);4597-4600m(46.3%) P:73m ³	10- Carbonatos 10%, Limolita 20 %, Serpentina 30 %, Pedernales 15 %, arenisca 25% . P:94m ³ , lodo dismi. a 1.36, por entrada de agua.
5-arenisca de grano muy grueso a conglomerado de guijarros de serpentinita, cuarzo arcilloso impregnado P:170m ³ Lodo 1,21	5-Cretas Canasi, Caliza 40-50%, claystones 30-40%,Pedernales 2-5 %, Arenisca 2-5%. P:80m ³	

La pérdida de circulación es un factor que implica altos costos en la perforación y se debe a varias razones:

- ☐ Grandes volúmenes de fluido perdido hacia la formación
- ☐ Tiempo improductivo en las operaciones de control de pérdidas

- ☐ Consumo de materiales para combatir la pérdida
- ☐ Complejidades asociadas a la pérdida de circulación

Como se muestra en la tabla I para cada intervalo se admite grandes volúmenes de lodo hacia la formación, en el pozo Tarará X se realizaron 4 caños adicionales utilizando gran cantidad de material obturan lo que se traduce en un alto consumo de lodo. Litológicamente se producen estas pérdidas frente a sedimentos conglomeraticos de distintas litofacies, y considerables aumentos en cuanto a densidad de los fluidos.

Esto solo es posible cuando la presión que ejerce el fluido frente a la formación geológica, es mayor que la presión que ejercen los fluidos de esta formación en dirección contraria.

Pero si la presión de fluido es mayor que la presión límite de resistencia de las rocas esto provocara fracturación de la misma. La Presión de fluidos de formación depende de las condiciones geológicas, la presión de sobre carga y el tipo de fluido.

Presión de fluido sobre la formación en condiciones estática: $PH = (\rho l * H) / 10$

Resultados de análisis de las zonas de pérdidas de circulación

Para tratar de impedir las pérdidas de circulación es necesario minimizar las presiones excesivas sobre la formación, principalmente las presiones de fondo, que también puede causar el derrumbe al interior del pozo a formaciones anteriormente estables.

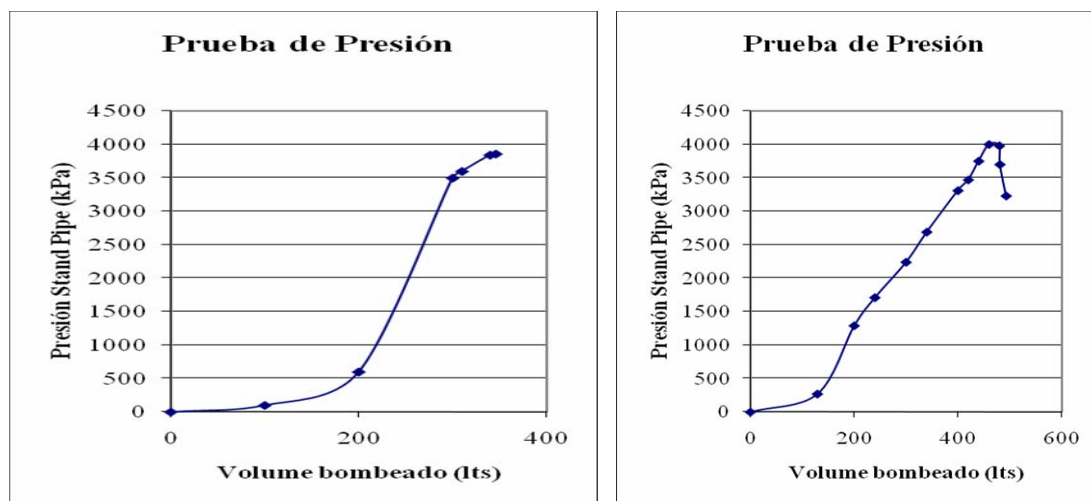


Figura 4- Ejemplos de pruebas de presión al pozo Tarará Y

Prof. de perf. 586m TVD
Presión inicial de admisión 3500atm
Densidad: 1.35 g/m3

Prof. de perf. 1388m TVD
Presión inicial de admisión 4000atm
Densidad: 1.43 g/m3

Tabla II.- Clasificación de la severidad de la pérdida

Severidad	Tasa de Perdida m3/h
Por filtración	0.2-1.6
Parcial leve	1.6 - 8
Parcial severa	8 -16
Parcial muy severa	16 - 80
Total	Mas de 80

Las pérdidas de circulación han incrementado su incidencia o frecuencia de aparición principalmente en los pozos horizontales, lo cual implica consumos muy altos de volúmenes de lodo.

El pozo Tarará X perdió 3595 m³ de lodo en formación
Tarará Y 4193 m³

El proyecto 2904 etapa 3. Evaluación de los fluidos para la perforación horizontal de formaciones inestables o con pérdidas y su incidencia sobre la perforación y los costos. Miriam Legón y Edgar George explican detalladamente

DISCUSION

Puede ocurrir pérdida de circulación en formaciones cavernosas o con huecos es el tipo de pérdida más grave porque la pérdida de lodo es inmediata y completa. Las formaciones cavernosas están asociadas con calizas arrecifales, estratos de dolomías o cretas. En nuestro caso solo tenemos la presencia de estratos dolomíticos en la formación Vía Blanca, presente en conglomerados polimicticos de calizas dolomíticas, que presentan fracturas rellenas por calcita.

También pueden aparecer en formaciones fracturadas o permeables donde ocurre pérdida de circulación parcial o total. Las fracturas en la formación pueden ser naturales o causadas por excesiva presión del fluido de perforación sobre una formación estructuralmente débil.

CONCLUSIONES

1. Las pérdidas parciales o totales ocurrieron mayormente dentro de la formación Vía Blanca, en los lentes conglomerático arenoso arcilloso y en las serpentinitas fracturadas en su gran mayoría, aunque también suceden en zonas carbonatadas asociadas a procesos de dolomitización.
2. Teniendo en cuenta los datos de volúmenes de pérdida de circulación frente a los diferentes tipos de litología en cortos período de tiempo con variaciones en los parámetros de perforación, se infiere que las pérdidas de circulación analizadas en los pozos han sido inducidas y por fracturación natural
3. No existe un procedimiento sistemático para la evaluación y control de las pérdidas de circulación durante la perforación de un pozo que permita un análisis posterior.

BIBLIOGRAFIA

- Álvarez C. J. et al, enero 2006. Informe final del pozo tarara 100, Proyecto 2106
Briceño Cesar. 2000. Libro M i drilling fluids. [http://Yacimientos de gas-blogs spot.com/2009/06/perdidas de circulación.](http://Yacimientos%20de%20gas-blogs.spot.com/2009/06/perdidas-de-circulaci%C3%B3n/)
Legón M, E. George. 2009. Proyecto 2904 etapa 3. Evaluación de los fluidos para la perforación horizontal de formaciones inestables o con pérdidas y su incidencia sobre la perforación y los costos
Otero M. R. et al, enero 2006. Informe final del pozo Tarará 200, Proyecto
Otero M. R. et al, enero 2006. Informe final del pozo Tarará 201, Proyecto
Kramer J, Brown T. Nueva técnica repara perdida de circulación severa Halliburton Energy Services