

# Tecnología de bajo costo para la selección de fluidos inhibidores de expansión de arcillas en fracturas no convencionales

NÉSTOR E. RAMOS. SPE MEMBER  
MARCELO CABRERA / JAVIER DIBILIO / MARÍA BELÉN BARRIOS. INLAB S.A.  
FABIO BORGOGNO. WELLKNOWNS S.A.S.

## Introducción

La metodología estándar para la evaluación de la interacción de los fluidos de fractura con el reservorio utiliza testigos rotados de formación (Rotary Sidewall Cores, RSWC). En general suelen ocurrir dos problemáticas: la primera de ellas es la limitada disponibilidad de testigos rotados de formación, ya que su uso más frecuente es para la evaluación de las propiedades petrofísicas básicas; la segunda de ellas es que, en el caso de tratarse de muestras de muy baja permeabilidad, como las presentes en los yacimientos no convencionales, los ensayos de laboratorio se encuentran limitados por las presiones necesarias para inyectar los fluidos a evaluar. Sin embargo, la existencia de recortes de perforación (cuttings) de muestras tipo "shale" muy laminadas suelen ser más amplias, por lo que se hace obligatorio buscar tecnologías alternativas que permitan evaluar la interacción de los fluidos de fracturas con la roca, en este caso en particular para la selección de inhibidores de expansión de las arcillas. La tecnología seleccionada debe ser económica, que permita una rápida obtención de resultados y que pueda ser utilizada en forma masiva como, por

ejemplo, para evaluar los fluidos para fracturas en yacimientos no convencionales y convencionales.

La evaluación de expansión de arcillas es una práctica común en las obras de ingeniería civil tales como la construcción de túneles, emplazamiento de edificios en áreas de potencial riesgo y estabilización de caminos y laderas. Una de las metodologías más utilizada para evaluar la expansión de las arcillas es un ensayo denominado Powder Swelling Test (PST)<sup>1</sup> o "Ensayo de hinchamiento en polvo." Esta metodología, permite, cumpliendo con los requisitos, determinar el grado de expansión de las muestras de campo y en especial de las arcillas.

Los recortes de perforación, cuttings, de los reservorios de petróleo y gas tienen similitud con las muestras de campo de las obras de ingeniería civil. Por lo tanto, la utilización del PST para la selección de fluidos de fractura para la inhibición de la expansión de las arcillas es la solución más directa ya que con los requisitos descriptos anteriormente.

## Metodología de medición

El Powder Swelling Test, PST, consiste en la imbibición en el fluido a verificar de las muestras generadas a partir de recortes de perforación preseleccionadas, típicamente en capas a fracturar hidráulicamente, midiendo la expansión rela-

tiva entre el fluido testigo y los nuevos fluidos. Se complementa el estudio con análisis mineralógico a través de Difracción de Rayos X (DRX), lo cual permite tener una idea estimativa de antemano del potencial de expansión que presentaba cada muestra, de modo de poder atribuir los comportamientos observados a la aplicación de los distintos fluidos.

Las muestras de recortes de perforación tamizada se colocan en un recipiente cilíndrico con una base semipermeable y se compacta durante 24 horas con una presión aproximada de 0.49 MPa formando una especie de pastilla compacta (densidad aparente aproximada de 1.5 g/cm<sup>3</sup>). Posteriormente se inserta un pistón sobre la superficie de la pastilla y el mismo se ensambla solidariamente con un dial micrométrico. Una vez emplazado el sistema se pone en contacto la pastilla con los diversos fluidos a través de la membrana semipermeable. La determinación se efectúa en condiciones de humedad y temperatura controladas. El ensayo registra la expansión de la pastilla al contactar el fluido y se traslada dicho valor a una gráfica donde se expresa la expansión relativa % en función del tiempo. El ensayo tiene una típicamente duración de una semana aproximadamente y permite evaluar múltiples fluidos al mismo tiempo. La Figura 1 muestra el arreglo del equipamiento utilizado. (Figura 1)



Figura 1. Equipamiento utilizado en los ensayos.

## Resultados

La utilización del ensayo PST con recortes de perforación para la evaluación de un fluido inhibidor de la expansión de las arcillas implica varias suposiciones. La primera suposición es que cualquier expansión del recorte embebido en un fluido es debida a la expansión de los minerales de arcilla expansibles existentes en ese tipo de recorte y no por la expansión de alguno de los otros componentes del recorte. La segunda suposición es propia de la operación de fractura, pero que atañe a la selección del inhibidor de la expansión de las arcillas. El volumen de reservorio estimulado por la fractura contactará varios tipos de arcillas. Por lo tanto, el fluido utilizado en la inhibición de las arcillas debe actuar sobre las arcillas propias del reservorio y las arcillas circundantes. El recorte de perforación (cutting) contiene ambos tipos de roca la propia del reservorio, con su arena y su arcilla, y las arcillas subyacentes y sobre yacentes. La utilización del recorte de perforación para la evaluación de un fluido inhibidor de la expansión de las arcillas para las operaciones de fractura queda justificada al cumplir con las dos suposiciones.

La realización de difracción de rayos X, DRX, sobre cada una de las muestras de recortes de perforación permite tener una estimación la composición mineralógica mayoritaria de las muestras describiendo las arenas y las arcillas. La descripción de las arcillas incluye la propia del reservorio y las arcillas subyacentes y sobre yacentes.

La metodología de selección de bolsas de recortes de perforación por tramos de 10 metros no permite discriminar si las arcillas son propias del reservorio o si es sobre yacente o subyacente, pero eso no es importante a la hora de analizar el fluido si tomamos como válida la segunda suposición, el crecimiento vertical de la fractura abarcará todo el tramo y lo que se busca es un fluido que inhiba la expansión de cualquiera de las arcillas.

## Biografías:

**Ing. Néstor Ramos.** Ingeniero Electrónico. Universidad Nacional de Mar del Plata.

**Ing. Marcelo Cabrera:** Ingeniero Químico (UTN). Jefe del laboratorio de Ensayos Especiales en INLAB S.A y docente de grado en UTN.

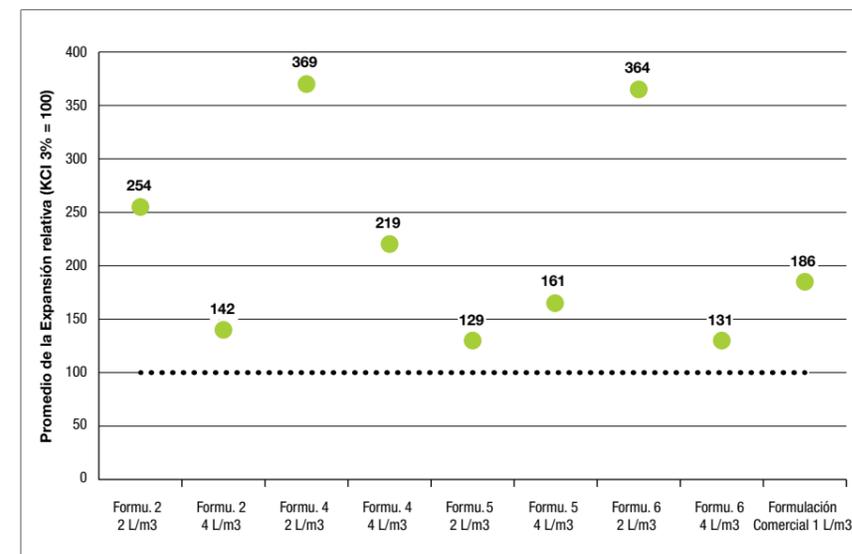


Figura 2. Gráfico de porcentaje del Promedio de expansión de las arcillas para cada fluido en referencia al KCL 3%.

Los ensayos de PST deben tomarse en forma comparativos, es decir el ensayo no pretende medir una expansión absoluta del mineral de arcilla, sino lo que permite es comparar la expansión de la arcilla embebida en un tipo de fluido en comparación con la expansión de esta misma arcilla en otro tipo de fluido. La Figura 2 resume los resultados típicos de un ensayo PST de comportamiento de cada uno de varios fluidos. El eje horizontal muestra el tipo de fluido evaluado, el eje vertical muestra la expansión de las arcillas para cada fluido en relación con un fluido de referencia, cuanto menor la expansión relativa, mejor capacidad de inhibir la expansión de las arcillas. (Figura 2)

## Conclusiones

El trabajo presentó una metodología alternativa para la evaluación de fluidos inhibidores de expansión de arcillas basada en el Powder Swelling Test y empleando recortes de perforación en lugar de testigos laterales rotados (RSWC). El PST para la evaluación de arcillas es una metodología común en la ingeniería civil,

y raramente se ha aplicado en la industria del petróleo y gas. La bibliografía relevada no documenta que se haya utilizado este ensayo en la selección de un fluido óptimo para la inhibición de la expansión de las arcillas.

Los trabajos de laboratorios probaron ser lo suficientemente robustos para realizar la selección final del fluido inhibidor de arcillas. La sistematización de la metodología utilizada y la cantidad de pozos y muestras de diferentes formaciones permite afirmar que el método seleccionado es aplicable en la industria del petróleo y gas.

La selección de un fluido de inhibición de expansión de las arcillas para ser utilizado dentro de las operaciones de fractura no es el único motivo para el éxito final de la fractura, son muchos los factores que contribuyen tales como los caudales, propante, selección adecuada de las arenas a fracturar, etc. Sin embargo, una selección inadecuada de un fluido inhibidor de la expansión de la arcilla ciertamente será una de los causales de la falla de la fractura.

**Ing. Fabio Borgogno:** Ingeniero Químico (UN Litoral). R&D Manager de WellKnowns S.A.S.

**Geol. Javier Dibilio:** Analista en sector Geología. En redacción de tesis de grado (UBA).

**Ing. María Belén Barrios:** Ingeniera Química (UTN-FRA). Analista Ensayos Especiales en INLAB S.A.

1 F. Rauh, K. Thuro y G. Spaun, «The powder swelling test - Advantages and Limitations» IAEG, 2006.