

DESARROLLO DE FLUIDOS DE PERFORACIÓN PARA FORMACIONES NEUQUINAS: ESTUDIO DEL MECANISMO DE INTERACCIÓN

Joaquin, Dolores^{1,2}

¹Facultad de Ingeniería Química FIQ-UNL

²Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química - INTEC

Directora: Taverna, Maria Eugenia

Codirectora: Estenoz, Diana

Área: Ingeniería

Palabras claves: Fluidos de perforación, formación neuquina, interacciones

INTRODUCCIÓN

El daño a la formación mineral en los yacimientos petroleros es un problema importante que varía según la ubicación geográfica de la formación, y que se caracteriza por reducir la permeabilidad cercana al pozo, disminuyendo la productividad y generando costos considerables. Este tipo de daño generalmente ocurre durante una de las operaciones de extracción, en particular, durante la perforación. La evaluación de las interacciones entre la formación mineral y los fluidos usados en la perforación es crucial para prevenirlo (Koteeswaran et al., 2017). Los fluidos de perforación, que pueden representar hasta una quinta parte del costo total, se dividen en dos tipos principales: los basados en agua (WBMs: Water-Based Muds) y los basados en aceite (OBMs: Oil-Based Muds). Las interacciones con los WBMs han sido estudiadas con diversas técnicas, incluyendo pruebas de inmersión o hinchamiento, observaciones microscópicas de grietas, el uso del potencial ζ (Koteeswaran et al., 2017), entre otras. Además, se ha demostrado que la incorporación de nanopartículas de sílice en los WBMs mejora significativamente la prevención del daño en el yacimiento (Mohammadi et al., 2020).

OBJETIVOS

En este trabajo se estudian las interacciones de una formación mineral de Neuquén (Argentina) con dos sistemas WBMs, que contienen o no nanopartículas de sílice (NP). Para ello se propone:

Título del proyecto: MONÓMEROS Y POLÍMEROS FUNCIONALES BASADOS EN RECURSOS NATURALES VEGETALES PARA APLICACIONES EN MATERIALES, ENERGÍA Y AGROQUÍMICOS DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL.

Instrumento: CAID (Código: 50620190100093LI)

Año convocatoria: 2022

Organismo financiador: UNL

Director/a: Dra. Diana Estenoz



1. Evaluar las características geológicas y mineralógicas de la formación presente en los yacimientos de la región de Neuquén.
2. Diseñar dos sistemas de fluidos de perforación en base agua (WBM):
 - o Sistema 1: formado por goma xantana (XGD), celulosa polianiónica (PAC) y bentonita (BT)
 - o Sistema 2: formado por XGD, PAC, BT y NP.
3. Estudiar las interacciones de los aditivos y fluidos con la formación mediante potencial ζ , reología, ángulo de contacto e hinchamiento.

MATERIALES Y METODOLOGÍA

Se empleó bentonita sódica (BT) provista por MARBAR S.R.L, celulosa polianiónica (PAC) y goma xantana (XGD) proporcionadas por la empresa M-I SWACO, Schlumberger Company. La formación neuquina fue gentilmente donada por la Universidad San Juan Bosco (Comodoro Rivadavia, Chubut). Además, se utilizaron NP tipo “Fume” (Sigma- Aldrich, USA) que poseen tamaño medio de partícula entre 200 y 300 nm.

Caracterización de la formación

La formación se caracterizó a fin de determinar sus componentes cristalinos mediante difracción de rayos X (DRX); sus grupos funcionales por espectroscopia de infrarrojos (FTIR); la carga superficial mediante potencial ζ ; la morfología y principal composición por microscopía diferencial de barrido (SEM) acoplado a dispersión de energía de rayos X (EDS); y el contenido de materia orgánica por gravimetría.

Preparación de los fluidos

La preparación de seis fluidos se llevó a cabo conforme al protocolo estándar API para fluidos de perforación (API Recommended Practice 13B-1, 2003). La composición de los diferentes fluidos preparados se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1. Composición de los WBMs.

Sistema	BT (%wt)	XGD (%wt)	PAC (%wt)	NP (%wt)
1-NP(1)	1,00	0,50	0,50	0,00
2-NP(1)	1,00	0,50	0,50	0,25
3-NP(1)	1,00	0,50	0,50	0,50
1-NP(4.5)	4,50	0,50	0,50	0,00
2-NP(4.5)	4,50	0,50	0,50	0,25
3-NP(4.5)	4,50	0,50	0,50	0,50

De manera resumida, se procedió a la mezcla de agua y BT mediante agitación continua durante un lapso de 30 minutos. La mezcla resultante se dejó reposar durante 16 horas a temperatura ambiente. Posteriormente, se incorporaron XGD y PAC al sistema mediante agitación constante. Para concluir, se introdujeron las NP y se prosiguió con la agitación durante 15 min.

Estudio de interacciones

Con el propósito de evaluar las interacciones con la formación neuquina, de ahora en adelante FN, se decidió llevar a cabo ensayos de potencial ζ , reología, hinchamiento y ángulo de contacto en los aditivos que forman parte de los WBMs (BT, XGD, PAC, NP); en suspensiones aditivo/FN; y suspensiones fluidos/FN. Para los ensayos se elaboraron pastillas de FN con un tamaño de

granulo menor a 75 μm . Por razones de espacio se presentarán los resultados más relevantes correspondientes a las interacciones entre fluidos/FN.

RESULTADOS / CONCLUSIONES

El espectro de IR de la FN (no mostrado) revela la presencia de compuestos aromáticos (800 cm^{-1}), silicatos ($1200\text{-}800\text{ cm}^{-1}$; $600\text{-}400\text{ cm}^{-1}$), carbonatos (1630 cm^{-1}), cuarzo (1260 cm^{-1}), esmectita ($3600\text{-}3700\text{ cm}^{-1}$), entre otros. La presencia mayoritaria de cuarzo (Qz) y el silicato caolinita (Kln), observada por FTIR queda confirmada por DRX y SEM-EDS (Fig 1). El valor de potencial ζ para la suspensión analizada arrojó un valor de $-19,63 \pm 1,15\text{ mV}$. Finalmente, la muestra contiene en promedio un porcentaje de materia orgánica de $11,31\%$ ($\pm 0,21$), resultando elevado para el común de las formaciones. La figura 1 muestra una micrografía de la FN, donde se aprecia la estructura laminar de la FN. El EDS confirma que los principales componentes son Si y O, en concordancia con los resultados de DRX y FTIR.

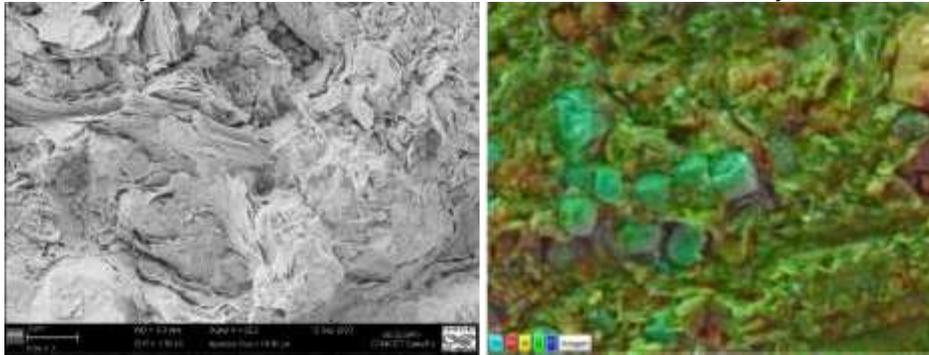


Figura 1. Micrografía de la formación y su correspondiente EDS.

La figura 2 muestra los resultados correspondientes al potencial ζ de los sistemas 1-NP y 2-NP con 1% y 4,5% de BT; con o sin FN. También se presentan los resultados del estudio reológico del sistema 1-NP con 1% de BT, y 2-NP con 1% y 4,5% de BT, en presencia o ausencia de FN; el ángulo de contacto para 1-NP y 2-NP sobre la FN; y el hinchamiento de la FN en una suspensión de NP en comparación con el agua. En relación con el potencial ζ (Fig. 2a), los resultados indican que los fluidos sin NP (1-NP) exhiben una menor estabilidad coloidal en comparación con los fluidos que contienen NP (2-NP) debido a valores absolutos mayores a 30. Además, el aumento de BT del 1% al 4,5% incrementa el valor medio de la carga superficial, al igual que el de la dupla fluido/FN. El empleo de NP favorece la estabilidad del pozo, al igual que un mayor contenido de BT. Los resultados reológicos muestran que los fluidos se comportan pseudoplásticamente y que hay un incremento de la viscosidad cuando se incorporan NP, lo cual es deseable en la etapa de perforación. Además, la viscosidad aumenta cuando el fluido contiene más BT e interactúa con la FN. La figura 2c muestra una imagen de una gota de fluido sobre la pastilla de FN. Los resultados sugieren que la hidrofobicidad se incrementa cuando el fluido contiene un mayor contenido de BT, y que las NP también tienen este efecto, lo que supone un efecto positivo para su interacción.

Finalmente, en los ensayos de hinchamiento, se observa un menor cambio de espesor de la pastilla de FN con la suspensión de NP, lo cual concuerda con los resultados del ángulo de contacto.

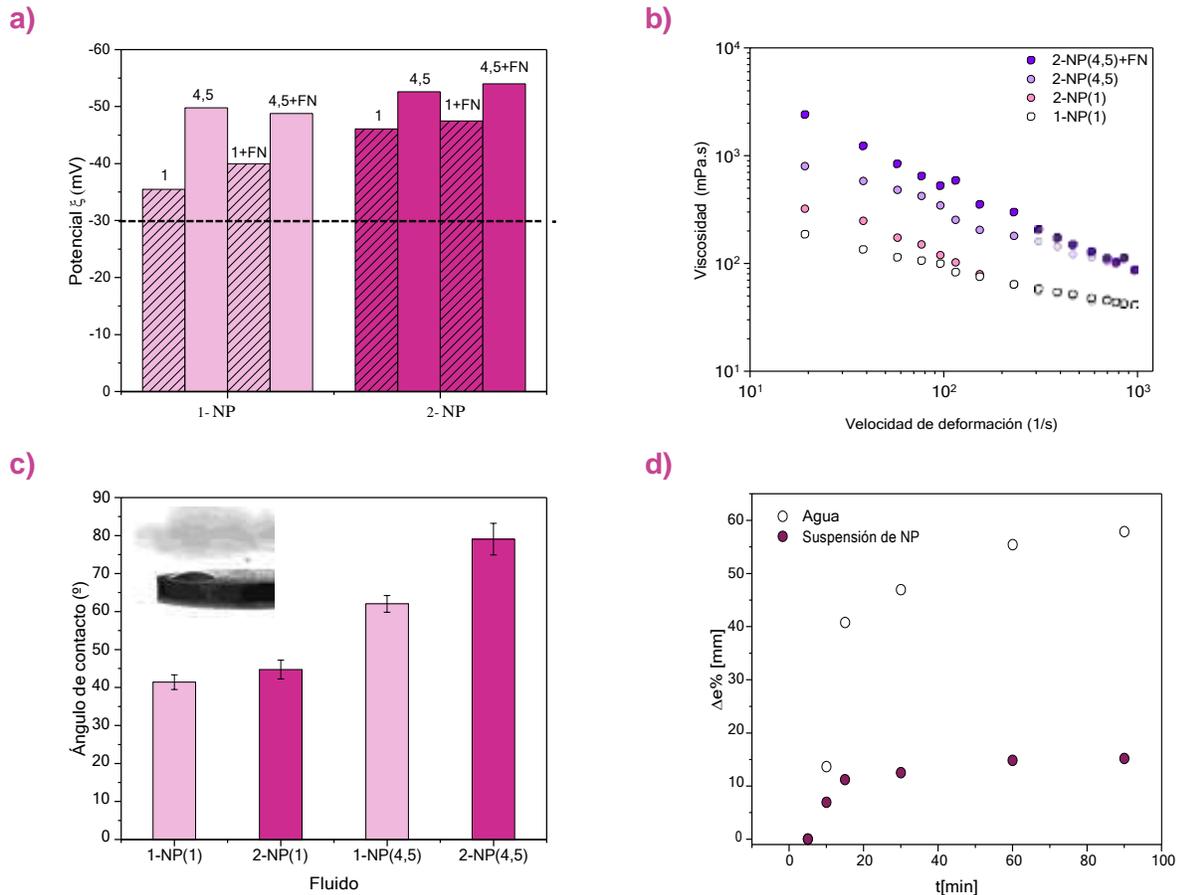


Figura 2. Resultados de los estudios de (a) potencial ζ , (b) reología, (c) ángulo de contacto y (d) hinchamiento de los sistemas de fluidos de perforación con y sin NP.

Como conclusión, se caracterizó una formación mineral argentina con Qz y el silicato Kln como componentes principales. Se diseñaron WBMs con y sin NP. Los resultados mostraron que los fluidos con NP presentan un mejor comportamiento reológico y una mayor interacción con la FN, sugiriendo un menor daño al pozo, y una mayor productividad del mismo.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Koteeswaran, S., Pashin, J.C., Ramsey, J.D. et al., 2017. Quantitative characterization of polyacrylamide-shale interaction under various saline conditions. *Pet. Sci.* 14, 586-596.

Mohammadi, M., and H. Mahani., 2020. Insights into the pore-scale mechanisms of formation damage induced by drilling fluid and its control by silica nanoparticles. *Energy & Fuels*, 34(6), 6904-6919.