

Gestión del Daño en Pozos con Arrastre de Finos e Incrustaciones

Estimulaciones sin equipo. Vizcacheras, Cuenca Cuyana.

Paola Gotelli, Fabián Hualpa, Diego Moglia, José Peltier. YPF S.A.

Sinopsis:

Los daños generados por arrastre de finos (arcillosos y no arcillosos) e incrustaciones de sulfato de calcio generan disminución de producción. El trabajo se centra en mostrar el marco teórico, tipos de tratamientos, identificación del tipo de fino y casos reales exitosos para remoción de estos daños.

El tratamiento para finos arcillosos consiste en la inyección de compuestos que actúan reemplazando las terminales reactivas de las arcillas, logrando la estabilización de las mismas. Luego de cambiar la polaridad aniónica de la arcilla por catiónica, estas flocculan y serían atraídas hacia la matriz o grano de la arena despejando la garganta poral generando adhesión permanente.

En el caso de finos no arcillosos el tratamiento consiste en formar un recubrimiento en la roca que pega los finos mediante una reacción de polimerización condensación in-situ. Esta técnica también aplica a finos arcillosos con restricción costo-beneficio.

Para la remoción del daño ocasionado por Sulfato de Calcio, se ha probado una técnica novedosa que reemplaza al tradicional tratamiento tipo “converter”, el cual siempre debe realizarse con equipo de Reparación. El tratamiento, aplicable también a Sulfato de Ba o Sr, consiste en inyectar por la entre columna del pozo un agente quelante el cual coordina al ion metálico, de esta manera el ion quelato generado se mantiene en solución y luego es producido por el fluido de producción.

Estas operaciones son seguras tanto para el personal, como así también para las instalaciones de producción.

Los tratamientos mencionados han sido eficaces, logrando mantener el declino en los pozos más importantes del yacimiento.

Mediante el uso de sensores de fondo y cartas dinamométricas se ha logrado detección y remoción temprana de estos daños.

Introducción:

En el Yacimiento Vizcacheras, ubicado en la provincia de Mendoza, se han aplicado en forma exitosa técnicas para remoción de daños por arrastre de finos e incrustaciones inorgánicas.

Las condiciones y fluidos del reservorio, favorecen la generación del daño como así también su exitosa remoción. La combinación de una alta concentración de finos con altas velocidades de arrastre son la principal causa del daño.

El tratamiento de remoción del daño por arrastre de finos arcillosos consiste principalmente en la inyección de una combinación de aminas policatiónicas, compuestos nitrogenados y surfactantes que actúan reemplazando las terminales reactivas de las arcillas y lutitas, logrando la estabilización de las mismas y previniendo su hidratación e hinchamiento. Luego de cambiar la polaridad aniónica de la arcilla por catiónica, estas flocculan y serían atraídas hacia la matriz o grano de la arena, despejando la garganta poral. De esta manera el fino quedaría adsorbido en forma permanente.

En el caso de finos no arcillosos el tratamiento consiste en la inyección de un compuesto formulado en base a organo-siliconas, los cuales reaccionan in situ con el material silíceo de formación,

generando siloxanos. Luego mediante una reaccion de polimerización-condensación forman poly-siloxanos que recubren la roca pegando los finos a la misma mediante uniones químicas.

Para la remoción del daño ocasionado por Sulfatos la técnica consiste en agregado de un batch por entre columna (Pre-Flujo y Tratamiento). El tratamiento contiene un agente quelante , el cual coordina al ion Metálico formando un ion quelato que se mantiene en solución y luego es producido. Además el tratamiento contiene un solvente acuohumectante, surfactante no iónico y buffer alcalino.

Los volúmenes de tratamiento se diseñan en función de las condiciones del reservorio (porosidad y espesor de punzado), el tipo de flujo asumido (Flujo cilíndrico) y el radio más probable de generación del daño (3-5 ft). Mientras que las concentraciones de los productos están asociadas a la cantidad del material obturante.

Desarrollo:

Daño generado por Finos de Formación:

Las rocas sedimentarias clásticas (Fig-1) se clasifican según el tamaño de las partículas que la componen. Los tamaños más importante son: Conglomerados (2 mm- 6 cm), Arena/Arenisca (0.06 mm-2 mm), Limos (0.002 mm- 0.06 mm), Arcillas (menor a 0.002 mm)

Los finos de formación son partículas menores a 2 micrones pudiendo ser de origen arcillosos o no arcillosos. Para cada uno de los anteriores existe un método para su tratamiento.

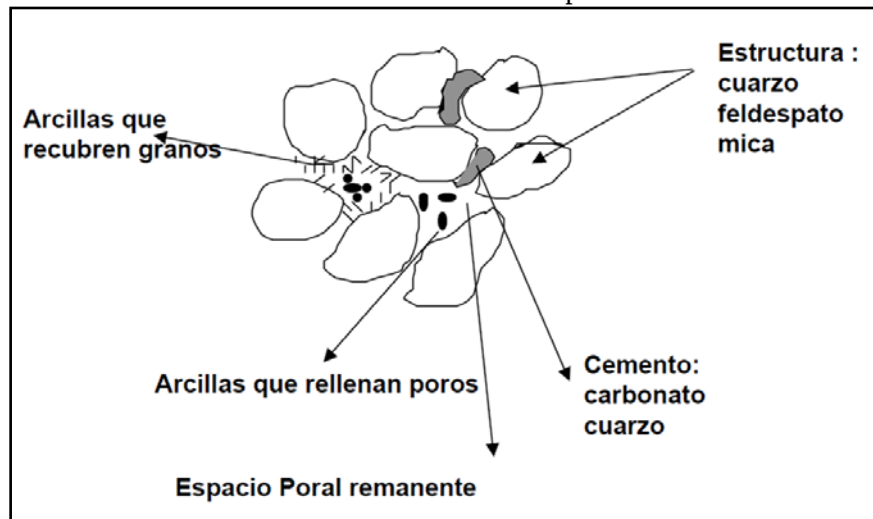


Fig-1: Esquema de Roca Sedimentaria Clástica

La importancia del daño radica en la problemática originada por la presencia de finos en formación, los cuales tapan parcialmente los poros e impiden el movimiento del fluido dentro de la matriz generando pérdida de producción (Fig-2).

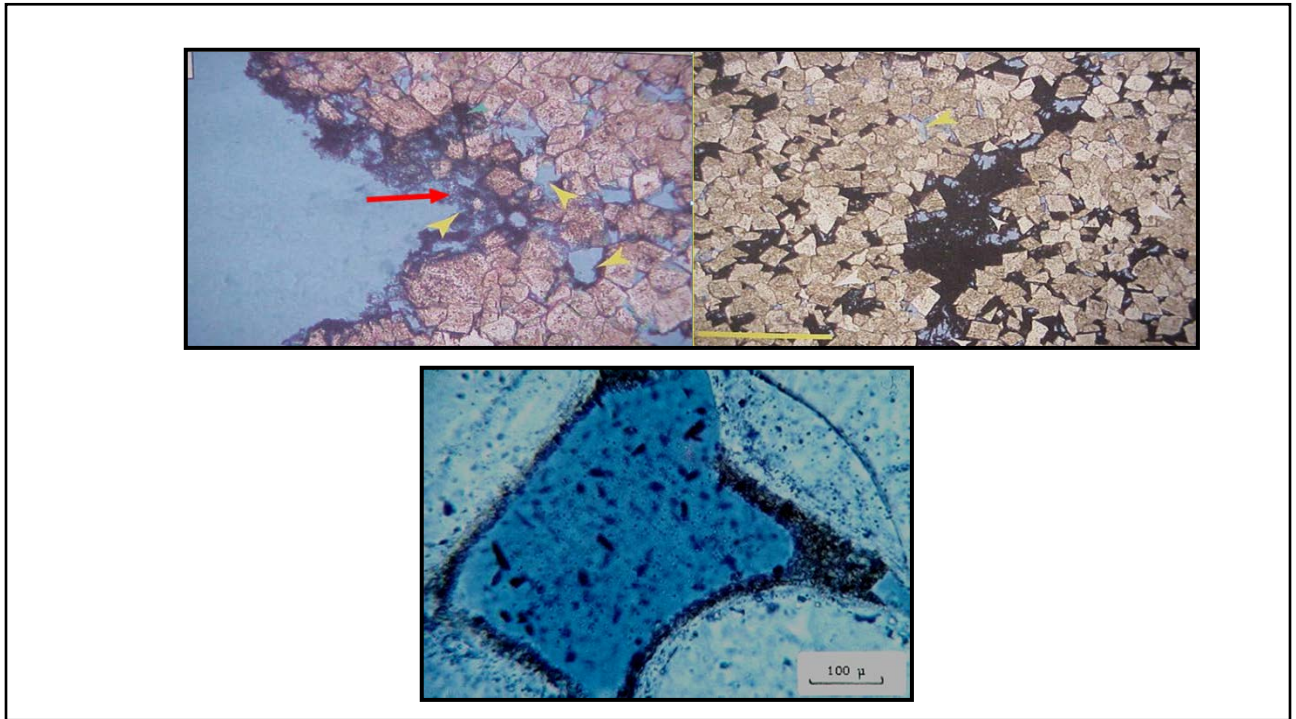
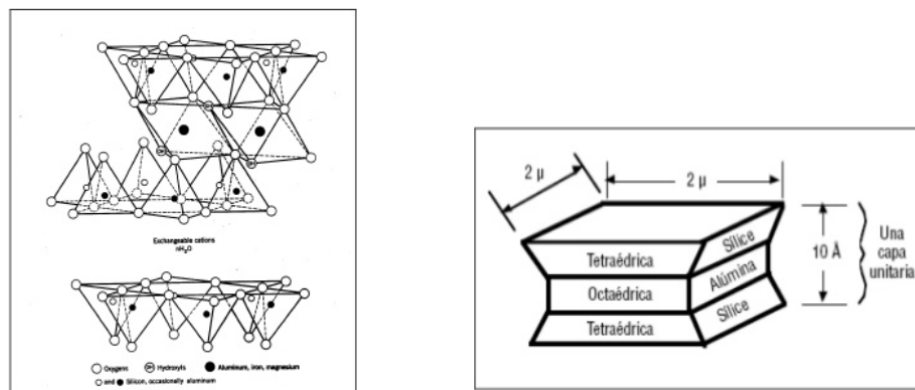


Fig-2: Microscopía Óptica de corte delgado que muestra materia insoluble que migró

Finos Arcillosos:

Las principales características de minerales Arcillosos son (Fig-3):

- Silicatos Aluminicos. (Ej: illita $KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$)
- Microestructura bien definida. (Ej: Sílice tetraédrica, alúmina octaédrica).
- Morfología laminar. (1:1, 2:1, 2:2)
- Capacidad de Intercambio Catiónico (CEC). Carga neutra o negativa.
- Adsorción de Agua.
- Gran Area superficial.



GRUPO	ESTRUCTURA	CARGA	CATIÓN DE INTERCAMBIO	HINCHAMIENTO	Mineral	Surface Area m ² /gm*
Kaolinita	capa 1:1	Nula	Ninguno	Ninguno	Kaolinite	20
Talco	capa 2:1	Nula	Ninguno	Ninguno		
Esmeclita	capa 2:1	0.3 – 0.6	Na ⁺ ; Ca ⁺⁺ ; K ⁺ ; Mg ⁺⁺	Variable	Chlorite	100
Vermiculita	capa 2:1	1.0 – 4.0	K ⁺ ; Mg ⁺⁺	Variable		
Ilita	capa 2:1	1.3 – 2.0	K ⁺	Nulo	Illite	100
Mica	capa 2:1	2.0	K ⁺	Ninguno		
Chlorita	capa 2:2	Variable	Capa de brucita	Nulo	Smectite	700
Sepiolita	cadena 2:1	Nula	Ninguno	Nulo		
Paligorskita	cadena 2:1	Menor	Ninguno	Nulo	Mixed	100-700

Fig-3: Características de Arcilla

Tipos de arcillas

A continuación se hace un breve resumen de las arcillas y su relación con el daño. Se ordenan según su preponderancia en la naturaleza:

Illitas (Fig-4): $KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$

La illita es una arcilla que tiene forma de hilo o de aguja. En presencia de un flujo o de un caudal demasiado importante (dentro del poro) estas agujas se pueden romper y moverse, generando finos. Pero, aunque el caudal sea bajo, y los cristales no lleguen a romperse, la forma fibrosa de este cristal y su gran superficie de contacto aumenta la absorción de agua y en consecuencia bloquea el flujo de hidrocarburo (bloqueo por agua). Este daño usualmente se trata reduciendo la tensión superficial entre el agua y el petróleo. Ácidos en base no-acuosa, como los mezclados con alcohol, son particularmente efectivos en pozos de gas ó condensado. El alcohol aumenta la presión de vapor y reduce la tensión superficial entre el agua y el gas. La illita es inestable en HCl a +150°F. Puede tener problemas de compatibilidad con el HF ya que el contenido de potasio puede provocar precipitaciones de fluosilicatos de potasio.

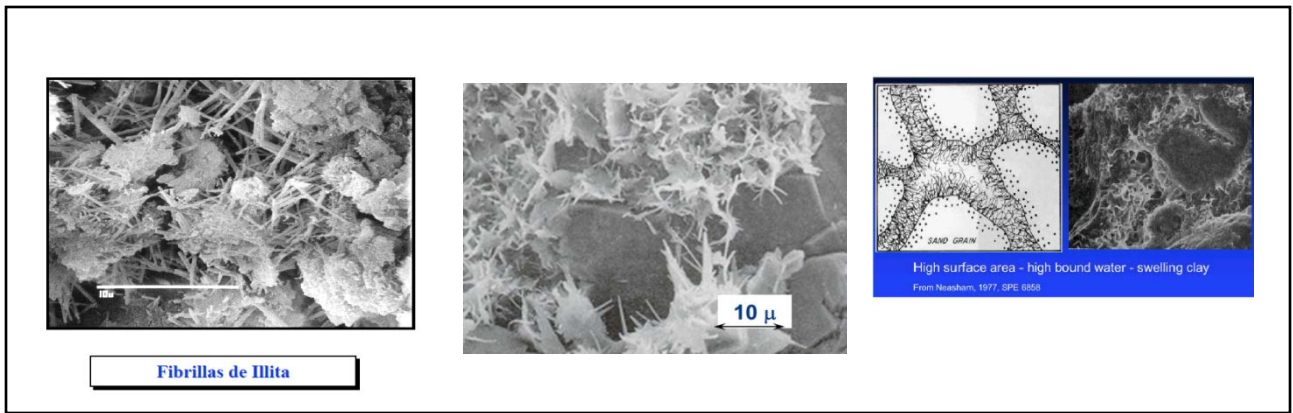


Fig-4: Illita por microscopía electrónica

Clorita (Fig-5) : $(\text{Fe,Mg})_5\text{Al}(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_8$ La clorita es una arcilla rica en hierro, y es también soluble en ácido clorhídrico a temperatura relativamente baja (125 °F). Una vez en solución el hierro puede re-precipitar formando un material gelatinoso y obturante. Los cristales de clorita se parecen a hojas de árbol secas. Esta forma hace que sea fácilmente desestabilizada por presencia de agua. Este es otro punto a tomar en consideración al momento de hacer el diseño de un tratamiento matricial. Si la proporción de clorita es alta se debe acidificar con cuidado, o no acidificar.

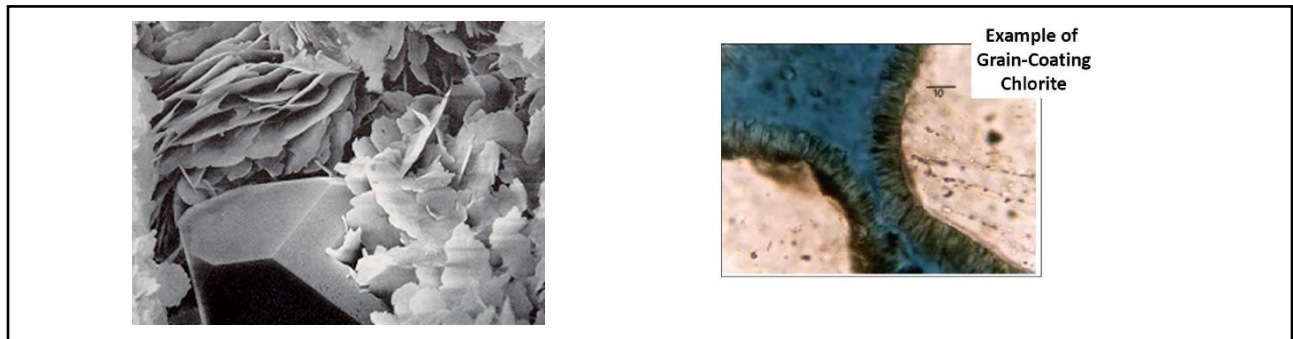


Fig-5: Clorita por microscopía electrónica

Esméctica (Fig-6) : $(\text{Al}_{1.67}\text{Mg}_{0.33})(\text{OH})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}\text{Na}_{0.33}(\text{H}_2\text{O})_4$ La smectita tiene una forma similar a los alvéolos que se ven en la superficie del mondongo. Esta forma facilita la absorción del agua, y la smectita tiene el inconveniente de hincharse tremendamente en presencia de agua dulce inyectada a la formación.

La smectita es un componente de la bentonita y de la montmorillonita que se utilizan en los fluidos de perforación justamente por su poder de absorber agua. En formaciones donde hay altos porcentajes de smectita, la inyección de agua para secundaria puede provocar el hinchamiento de la arcilla en los poros de la matriz resultando en su taponamiento. La esméctica es inestable en HCl a +150°F.

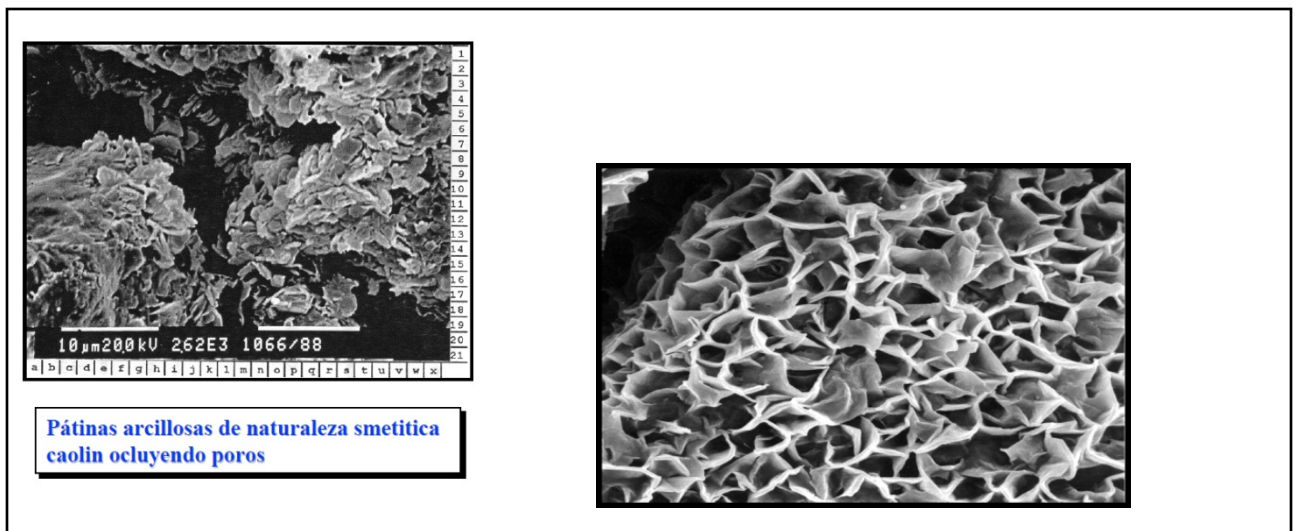


Fig-6a: Esmeclita por microscopía electrónica

Kaolinita : $\text{Al}_4(\text{OH})_8\text{Si}_4\text{O}_{10}$ Uno de los más frecuente tipos de arcilla es la **kaolinita**. En la **Fig-6b** se ven cristales de kaolinita compuestos por placas hexagonales que uno podría mirar como hojas de papel. Las placas están pegadas entre sí por la presencia de iones que generan efectos electroestáticos, pero la presencia de agua dulce diluye los iones y suprime el efecto electroestático. Entonces las placas empiezan a moverse.

Una vez que la kaolinita ha sido desestabilizada, la solución consiste en parte disolverlas y en parte estabilizarlas. La kaolinita es estable en ácido clorhídrico a una temperatura inferior a 300° F. A temperatura mayor es soluble en HCl.

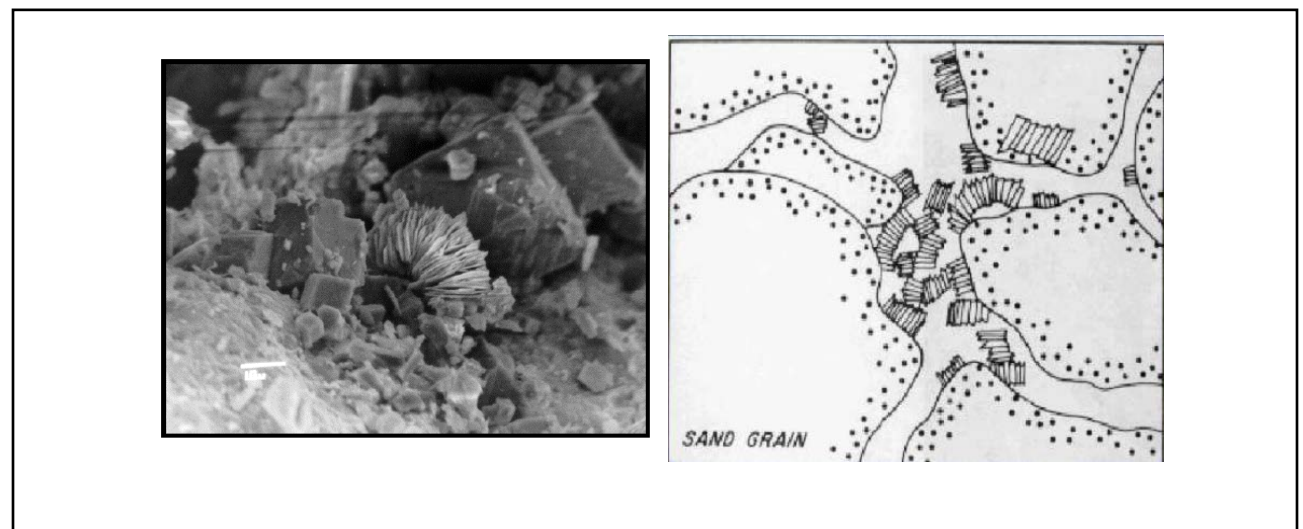


Fig-6b: Kaolinita por microscopía electrónica

Finos no arcillosos:

Las principales características de minerales no arcillosos respecto al daño por finos es su ausencia de carga e inerticidad. Por lo cual los métodos convencionales no son aplicables. En su lugar se tratan con compuestos que provocan su adherencia química a la roca.

Los tipos de finos no arcillosos con mayor abundancia en la naturaleza son:

Cuarzo:

Es un mineral compuesto de sílice (SiO_2). A pesar de estar compuesto principalmente de sílice el cuarzo puede tener impurezas de litio, sodio, potasio o titanio. No es susceptible de exfoliación. Tiene una dureza de grado 7 en la escala de Mohs de manera que puede rayar los aceros comunes.

Existen dos formas de cuarzo según su estructura: cuarzo- α y cuarzo- β . El cuarzo- α o bajo cuarzo es estructura trigonal y puede existir hasta temperaturas de 573 °C. Sobre dicha temperatura el cuarzo- α se transforma en cuarzo- β o alto cuarzo que es de estructura hexagonal. A temperaturas sobre 867 °C el cuarzo- β se transforma lentamente en tridimita, otro mineral de sílice.

Tiene propiedades piezoeléctricas cuando se le aplica presión o tensión. Además tiene propiedades piroeléctricas.

Feldespatos:

Son un grupo de minerales tecto y aluminosilicatos que corresponden en volumen a tanto como el 60 % de la corteza terrestre. El feldespato es un componente esencial de muchas rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas de tal modo que muchas de estas rocas se clasifican según su contenido de feldespato.

Las estructuras de los feldespatos se pueden describir como un armazón de silicio y aluminio con bases álcali y metales alcalinotérreos en los espacios vacíos.

Mica:

Las micas son minerales pertenecientes a un grupo numeroso de silicatos de alúmina, hierro, calcio, magnesio y minerales alcalinos caracterizados por su fácil exfoliación en delgadas láminas flexibles, elásticas y muy brillantes. Su sistema cristalino es monoclinico. Generalmente se las encuentra en las rocas ígneas tales como el granito y las rocas metamórficas como el esquisto. Las variedades más abundantes son la biotita y la moscovita. Las micas figuran entre los minerales más abundantes de la naturaleza. Se encuentra en la naturaleza junto con otros minerales (cuarzo, feldespato) formando vetas dentro de rocas generalmente duras.

Migración de Finos:

Es el movimiento de las partículas de cuarzo, feldespato, mica, arcilla o materiales similares en la formación debido a fuerzas de arrastre generadas durante la producción.

El movimiento se ve afectado por:

- Mojabilidad de la roca.
- Fases de fluidos presentes en el espacio poral.
- Velocidad de flujo a través del espacio poral.
- Luego del movimiento el daño sucede por taponamiento de gargantas porales por puenteo de partículas.
- La Velocidad es el principal factor de daño.

Por encima de una velocidad crítica las partículas dispuestas al azar tienden a interactuar generando el fenómeno de puenteo.

Una vez que se forma el puenteo es muy difícil de eliminar.

Por debajo de la velocidad crítica las partículas se alinean individualmente, pasando a través de la garganta poral o se adhieren al agua intersticial (Fig-7)

El daño también depende de la concentración de finos, su posición relativa, el grado de cambio de ambiente iónico.

El daño generado por los finos se localiza generalmente en un radio de 1 a 2 m (3 a 5 pies) del pozo.

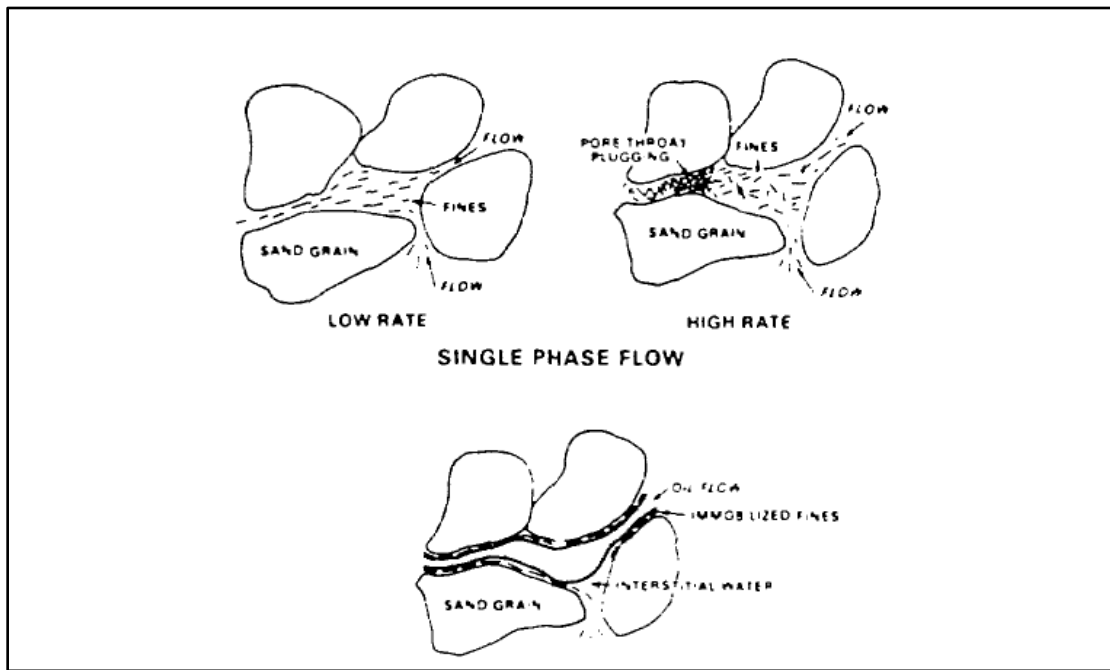


Fig-7: Puenteo según régimen de flujo

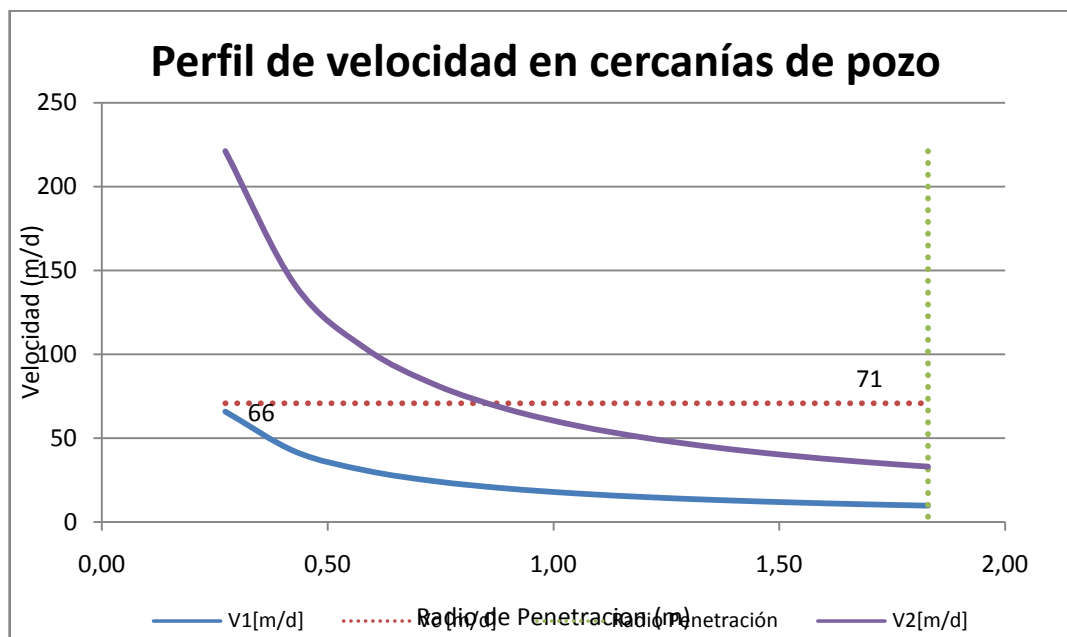


Fig-8: Esquema de perfil de velocidades vs radio al pozo, para flujo cilíndrico a distintos regímenes de extracción para una velocidad crítica (línea punteada roja)

CASO DE ESTUDIO YACIMIENTO VIZCACHERAS

En este yacimiento la principal causa de daño en los pozos productores se debe a migración de finos en formación, abajo se enumeran las principales características de las rocas reservorios que favorecen este comportamiento indeseable:

Características de Reservorio:

- Formaciones productivas: Papagayos y Barrancas
- Tipo de roca sedimentaria: Conglomerados – conglomerados arenosos
- Desconsolidación de matriz.
- Porosidad promedio: 20%
- Permeabilidad: 500md – 1500md
- Diámetro gargantas porales: 250micrones (macroporos)
- Empuje acuífero activo.
- Espesores punzados: 5-15m
- Altos regímenes de flujo: 200m³/d/pz.
- Temperatura de Reservorio: 100 °C
- Profundidad de Formación: 1800 mbbp

La gestión del daño consiste en:

- Definición de tipo de fino: Arcilloso/No Arcilloso
- Definir tipo de flujo: Flujo radial-cilíndrico.
- Volumen de tratamiento según el posible radio de daño: 3-5ft.
- Identificar Velocidad Crítica de migración y puenteo de gargantas porales. La cual se obtiene en forma empírica a partir del primer caudal que genera el daño.
- Uso de sensores para lograr detección y remoción temprana de este daño.
- Variación de concentración de tratamiento.

La definición del tipo de fino establece el tratamiento a utilizar.

Par finos arcillosos el tratamiento de remoción consiste principalmente en la inyección, por la entrecolumna del pozo, de una combinación de aminas policatiónicas, compuestos nitrogenados y surfactantes que actúan reemplazando las terminales reactivas de las arcillas y lutitas, logrando la estabilización de las mismas y previniendo su hidratación e hinchamiento. Luego de cambiar la polaridad aniónica de la arcilla por catiónica, estas desfloculan y serían atraídas hacia la matriz o grano de la arena despejando la garganta poral. De esta manera al fino quedaría adsorbido en forma permanente.

La **Fig-9** resume los 2 tipos de tratamientos usados en el caso de estudio. Mostrando el criterio de cálculo, secuencia operativa, detalle de aditivos y concentraciones recomendadas.

La **Fig-10** muestra la carta típica de estos tratamientos por entrecolumna.

La **Fig-11** presenta la gráficas típicas de los parámetros dinámicos medidos por sensor de fondo de equipamientos BES, pre y post tratamientos exitosos. La presión dinámica (curva turquesa) es la variable de seguimiento más importante.

A partir de los sensores de fondo se visualiza el daño en el momento que sucede, lo cual permite tomar una acción inmediata. Sin tener que esperar que el pozo sea controlado.

Con respecto a la variación de concentración del tratamiento, se ha probado incrementar la misma luego experimentar mejoras parciales con la concentración base. En la **Fig-12** se muestra el comportamiento luego de tratamientos a distintas concentraciones. El éxito del tratamiento se debe a un exceso de la cantidad de finos arcillosos respecto a la concentración del producto reactivo.

T r a d e a m F i e n o t s o	Aditivo	Pre	Trat	Post	Resumen
	Criterio	Rp: 5- 7 pies (asumiendo flujo radial)			Preflujo: 50% Vol trat Agua + 0.3 % Surfac + 5 % Solvente Mutua + 2 % KCL Tratam: Vol Agua Criterio 1% Inhibidor Arc + 0.3% Surfac + 2% KCL + 5% Solvente ecológico Postflujo: 50% Vol trat Agua + 0.3% surfactante + 2% KCL
	Inhibidor de Arcilla		X		Es un polímero catiónico (poliaminas) que evita el intercambio iónico de las arcillas con el agua. Es fuertemente adsorbidos en las arcillas, inhibiendo el hinchamiento y la dispersión. El mecanismo primario de inhibición es la encapsulación polimérica de la arcilla contactada por atracción y adhesión aniónica/catiónica. La encapsulación es el proceso por el cual la amina envuelve las laminillas de arcilla, lo cual impide que el agua entre dentro de la estructura entre capas de las arcillas.
	KCL	X		X	Estabilizador de arcillas (@2%). Previene hidratación e hinchamiento de las mismas.
	Surfactante	X		X	Surfactante no iónico que disminuye la tensión interfasial del agua con el tratamiento. Previene la formación de emulsiones entre el tratamiento y los fluidos de reservorio.
	Solvente mutua	X			Solvente mutua. Es un agente polivalente no iónico, soluble en hidrocarburos y dispersable en fluidos base agua. Elimina emulsiones bloqueantes por acción sobre los finos que estabilizan las emulsiones. Limpia y acuahumecta la formación. Tiene alta penetración en la formación.
	Solvente ecológico	X			Solvente ecológico biodegradable que remueve parafinas, asfaltenos, y otros depósitos orgánicos y acuahumecta la formación. Es efectivo en el preflujo porque rompe con las emulsiones W/O y previene su generación. Reduce la tensión superficial mejorando la eficacia de los surfactantes e inhibidores de corrosión. Previene la adsorción de los SF catiónicos e IC en arenas y arcillas.
	Aminas Politactiónica+ Surfactantes		X		XXX, es un producto líquido orgánico compuesto por una combinación de aminas policatiónicas, compuestos nitrogenados y surfactantes que actúa reemplazando las terminales reactivas de las arcillas y lutitas, logrando la estabilización de las mismas y previniendo su hidratación e hinchamiento. Concentración: 10 a 20 litros de por cada 1000 litros de fluido a tratar.

Fig-9: Tabla Resumen de Tratamiento

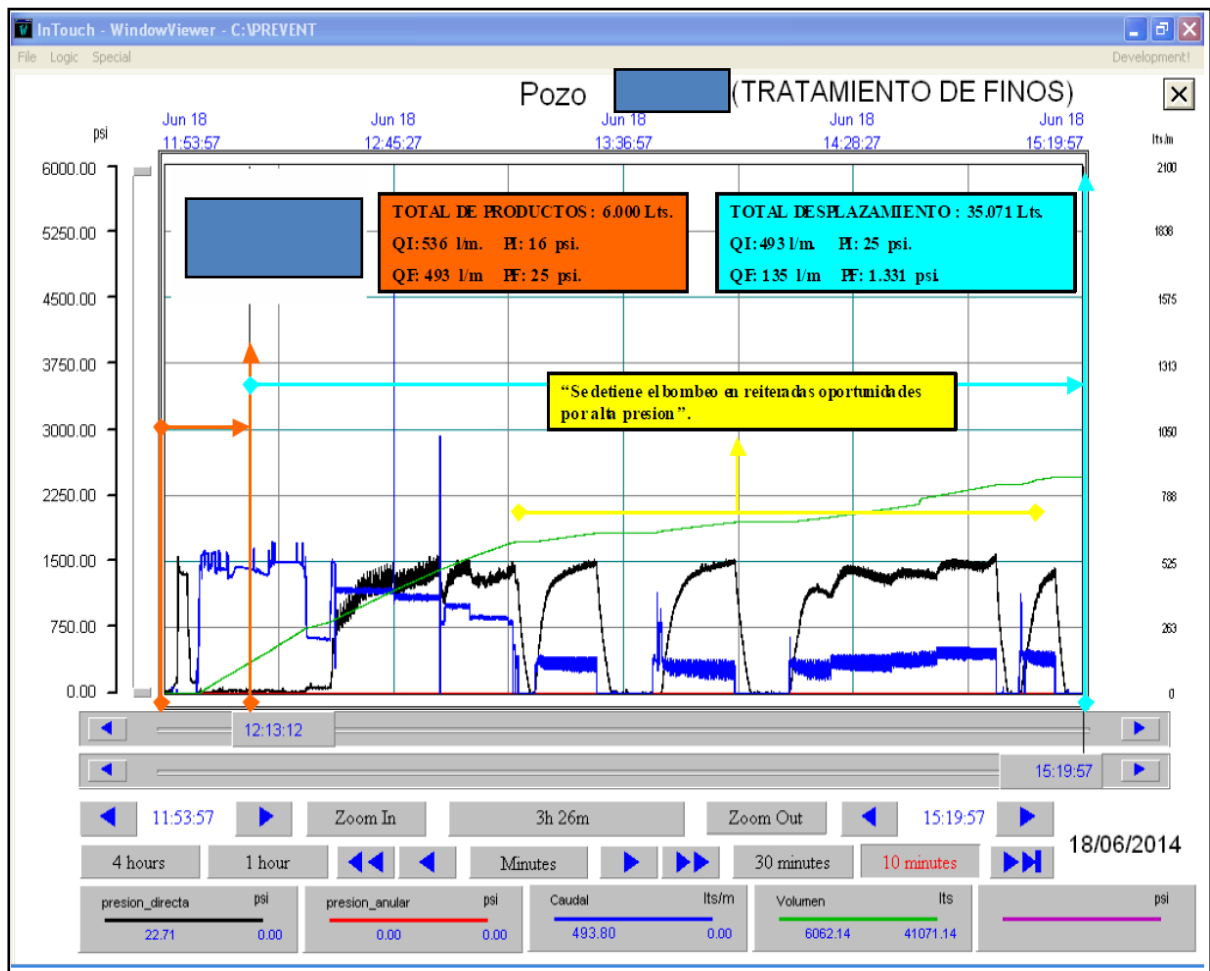


Fig-10: Carta de Tratamiento

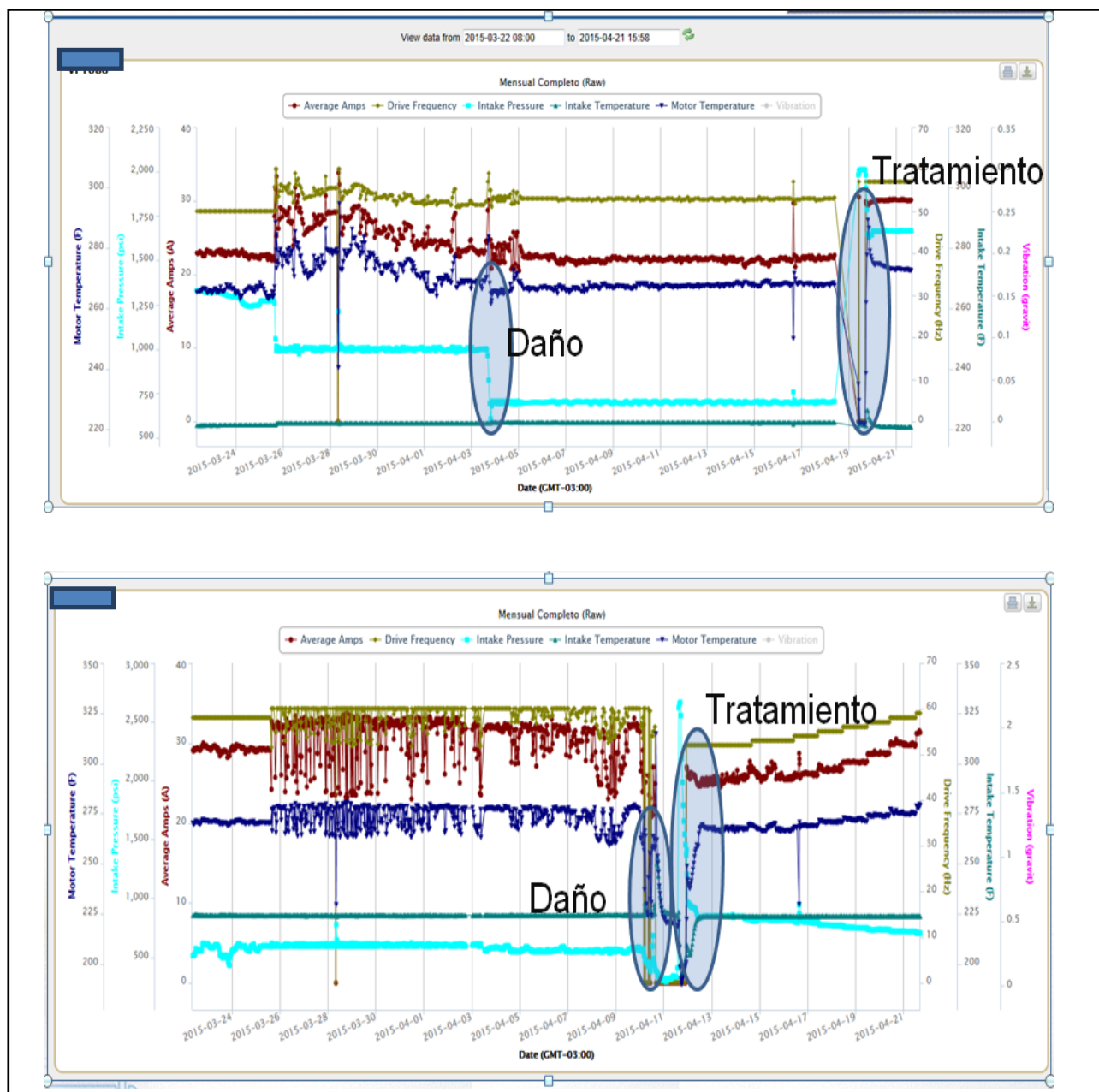


Fig-11: Gráfica de Sensor de Fondo BES en pozos estimulados

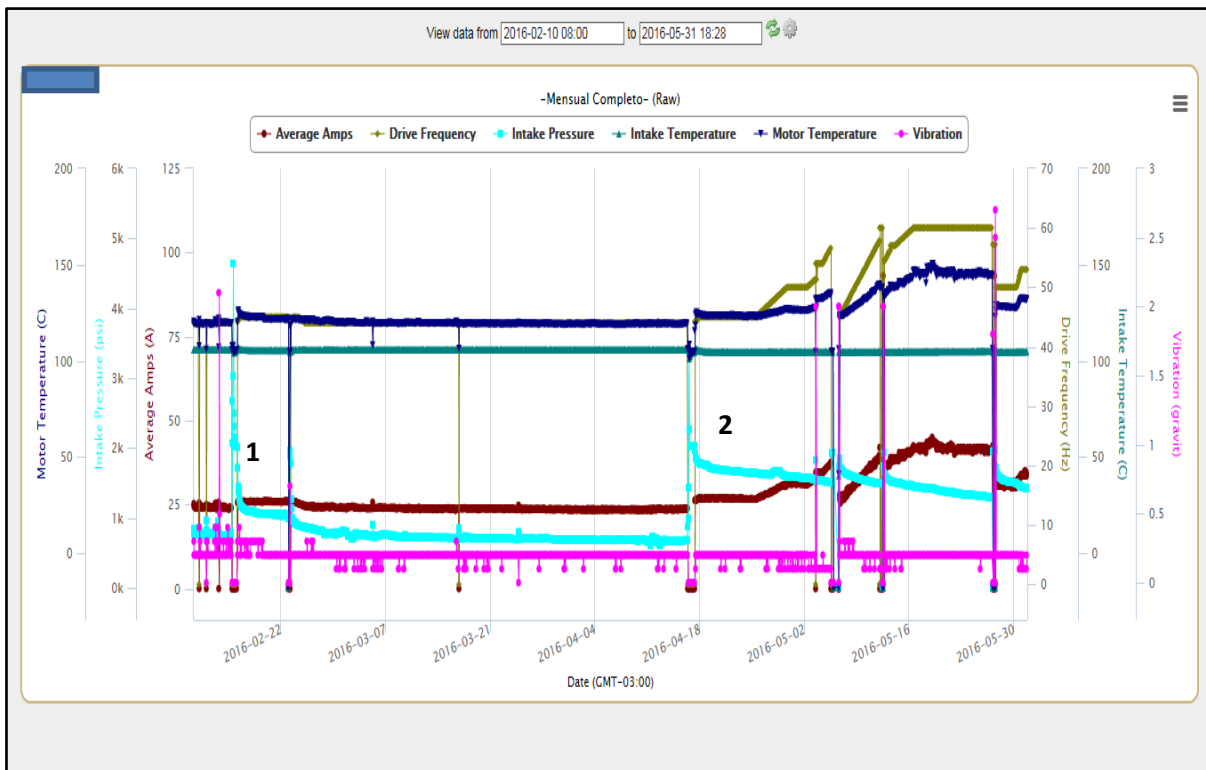


Fig-12: Gráfica de Sensor de Fondo BES, (1): Tratamiento con concentración x, (2) Tratamiento con concentración 2 x.

En el caso de finos no arcillosos, el tratamiento consiste en la inyección de un compuesto formulado en base a organo-siliconas, los cuales reaccionan in situ con el material silíceo de formación, generando siloxanos. Luego mediante una reacción de polimerización-condensación forman poly-siloxanos que recubren la roca pegando los finos a la misma mediante uniones químicas. Puede ser inyectado en conjunto con salmueras o tratamiento ácido, para evitar desprendimientos de finos.

Preflujo: 50% Volumen Trat de Agua + 0,3 % + 5 % solvente mutual + 2 % KCL

Tratamiento: Volumen Trat de Agua + 1% Organo-Silicona + 0,3% surfactante + 2% KCL + 2,5% Solvente ecológico.

En el área de estudio se realizó el tratamiento anterior sin obtener mejoras respecto al tratamiento para finos arcillosos. La continuidad del mismo está en revisión ya que la prueba se realizó con una única concentración de órgano-siliconas, los pasos a seguir es la variación de la misma. La limitante de este tipo de tratamiento está asociada al costo.

Durante el 2015 se realizaron unos 18 tratamientos de finos. A continuación se muestra el resultado de petróleo incremental por pozo y total:

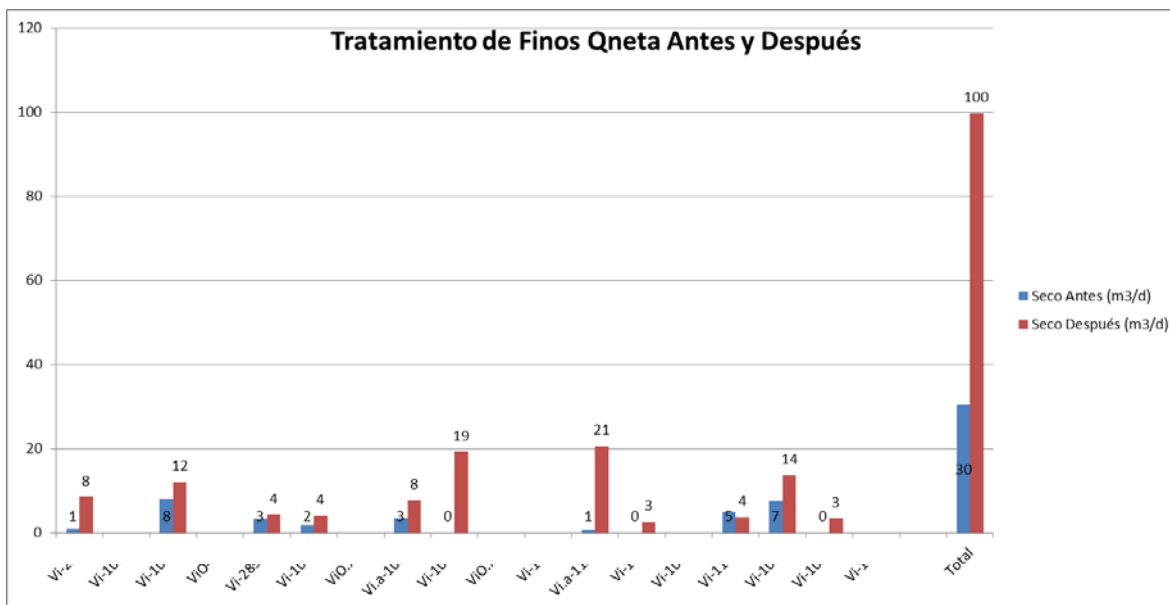


Fig-12a: Producción de petróleo antes y después de los tratamientos de finos

Daño generado por Sulfatos de Ca- Ba- Sr:

Las incrustaciones inorgánicas representan un problema importante en la producción de hidrocarburos. La deposición de estos compuestos provoca problemas de daño de formación, obstrucción de cañerías y caída de eficiencia en equipos de superficie, generando importantes pérdidas de producción y costosas intervenciones para su remediación.

La naturaleza de las incrustaciones inorgánicas puede ser variada, siendo las sales insolubles más frecuentes los sulfatos y carbonatos de magnesio, calcio, bario y estroncio.

Las principales causas de formación de incrustaciones inorgánicas son:

- Saturación de materiales disueltos en el agua. Bajo condiciones de presión y temperatura de reservorio algunos minerales se encuentran saturados. Cuando dichas condiciones de fondo se modifican, las sales precipitan disminuyendo la porosidad y permeabilidad de la formación.
- Mezcla de aguas diferentes con compuestos incompatibles en solución. La precipitación ocurre con la mezcla de ciertos iones como Bario y Sulfato.
- Cambio en la temperatura y presión del agua durante la vida productiva del pozo. Esto afecta los niveles de saturación de varios minerales que precipitan.
- Evaporación. Suele observarse en instalaciones de superficie. A medida que el agua se evapora, los minerales e iones precipitan.

El BaSO₄ es una de las incrustaciones más difíciles de remover. Con frecuencia se genera por la mezcla de salmueras incompatibles que aportan cada una los iones Ba⁺⁺ o SO₄⁼. El BaSO₄ puede ser incorporado a la formación a través de los fluidos de perforación o completación ya que se utilizada como densificante. Los sistemas químicos de conversión desarrollados para la remoción de sulfato de calcio no son efectivos para este tipo de incrustación. Contrariamente a lo que ocurre con las incrustaciones carbonáticas, los Sulfatos de Bario (BaSO₄), estroncio (SrSO₄) y calcio (CaSO₄) solo pueden ser eliminadas químicamente a partir del uso de ciertos agentes quelantes o mediante tratamientos de conversión, sulfato de calcio a carbonato de calcio y luego con ácido.

TECNOLOGÍA DE QUELATOS.

Los quelatos son compuestos de coordinación formados por una molécula o ión que tiene más de un punto de coordinación (unión) en su estructura mediante los cuales coordina a un ión metálico central. De esta manera, el ión quelado se remueve de la incrustación y se mantiene en solución hasta que es extraído junto con el fluido.

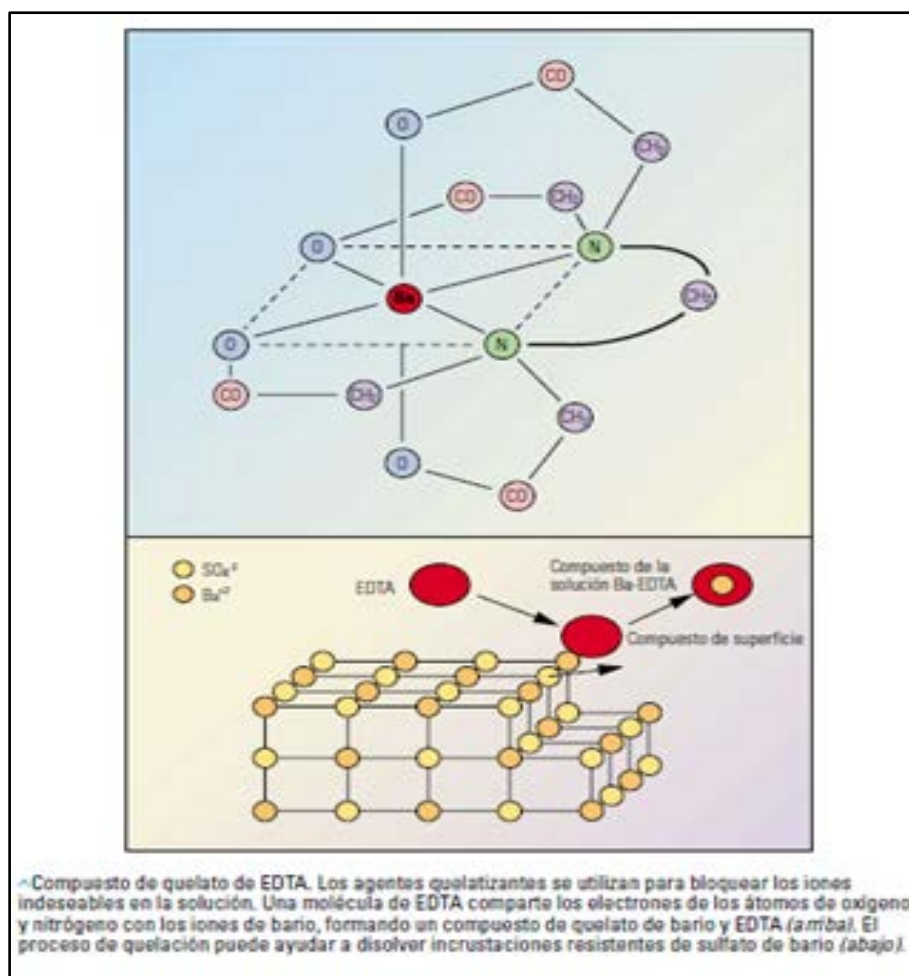


Fig-13: Ejemplo de funcionamiento de un quelante.

CASO DE ESTUDIO YACIMIENTO VIZCACHERAS

Muestra de pozo 1: 58% CaSO_4 .

Muestra de pozo 2: 78% BaSO_4 - 10% SrSO_4 – 6 % CaSO_4 .

Ensayo de disolución de muestra Pozo 2 con quelante:

Temperatura de ensayo	% Solubilidad
24 °C	15.28 %
88 °C	42.60 %

Tratamiento:

- Solvente acuo-humectante: Remueve la fase oleosa de la incrustación e incrementa la eficiencia del tratamiento.
- Surfactante no-iónico: preventor de emulsiones, dispersante, y reductor de tensión superficial.
- Buffer alcalino: Ajusta el pH del tratamiento a 11, incrementando la eficiencia del agente quelante y minimizando la corrosividad del tratamiento.
- Agente quelante: Disuelve y mantiene en suspensión los distintos iones que componen la incrustación

Preflujo: Para tratamientos matriciales de remoción de incrustaciones realizados en capas productoras de petróleo se recomienda anteponer un preflujo con Solvente para eliminar depósitos orgánicos (hidrocarburos pesados) que recubren las incrustaciones inorgánicas.

Tratamiento principal: Se realizan a caudal matricial, por entre columna, utilizando un volumen de 1000 a 2000 lts por metro punzado. El tratamiento se desplaza hasta la zona a tratar con agua tratada. Se deja actuar por un período de 8 a 12 hs y posteriormente extraer mediante la puesta en producción de la capa tratada.

1000 lts Agua/ m punzado + 0.3 % Surfactante + 10 % Solvente + 0.2 % Buffer

1000 lts Agua/ m punzado + 2% quelante + 0.3% Surfactante + 0.2% Buffer + 10% Solvente

Pozo 1 (Daño por Sulfato de Calcio):

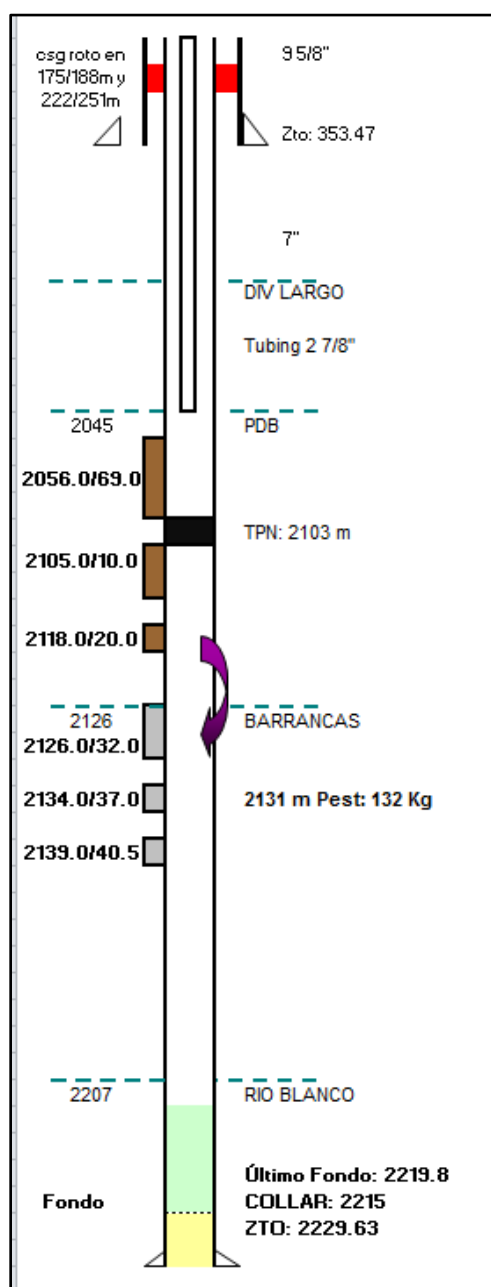


Fig-14: Esquema de Pozo 1

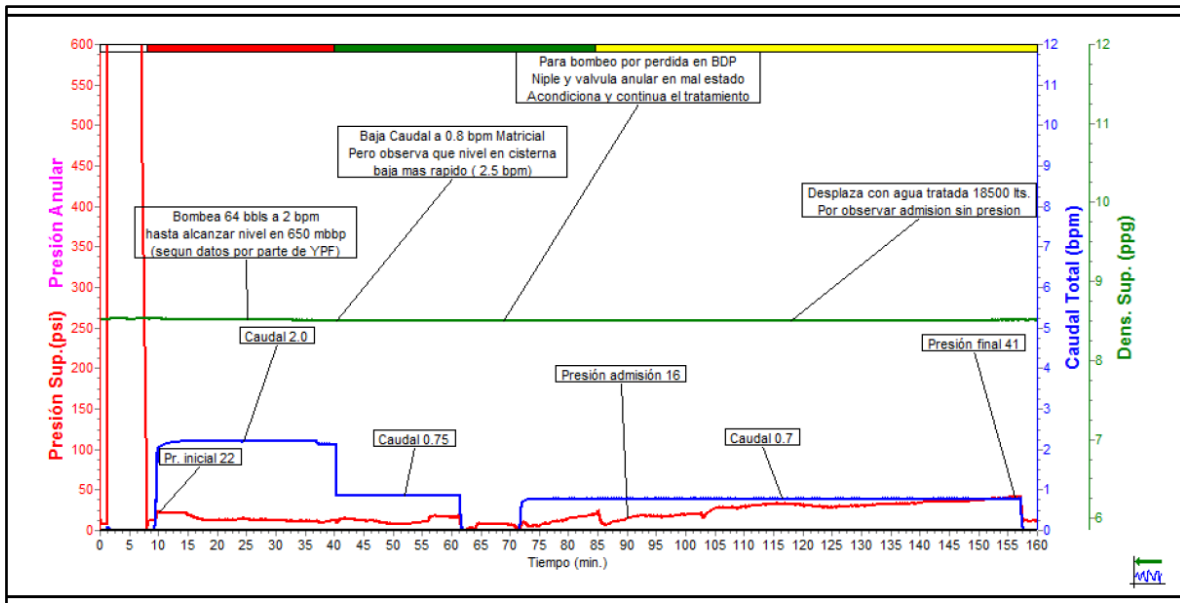


Fig-15: Carta de Pozo 1

Resultados post- tratamiento:

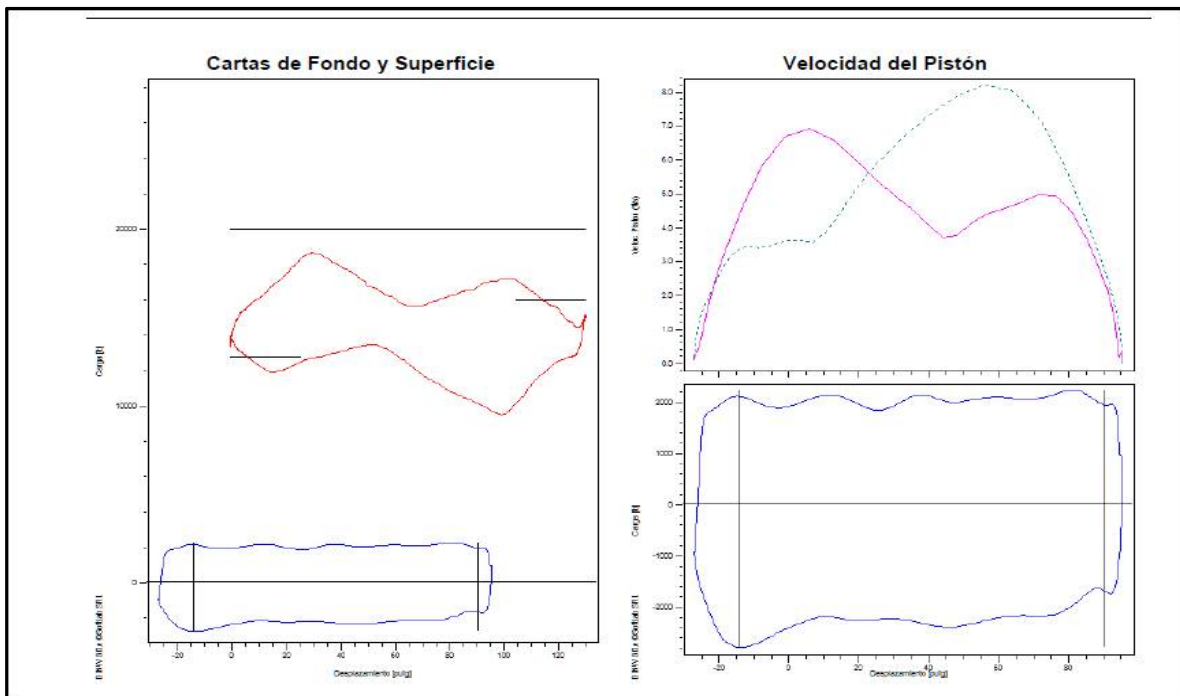


Fig-16: Carta Dinamométrica de Pozo 1 Carga (Lb) vs Desplazamiento (Pulg)

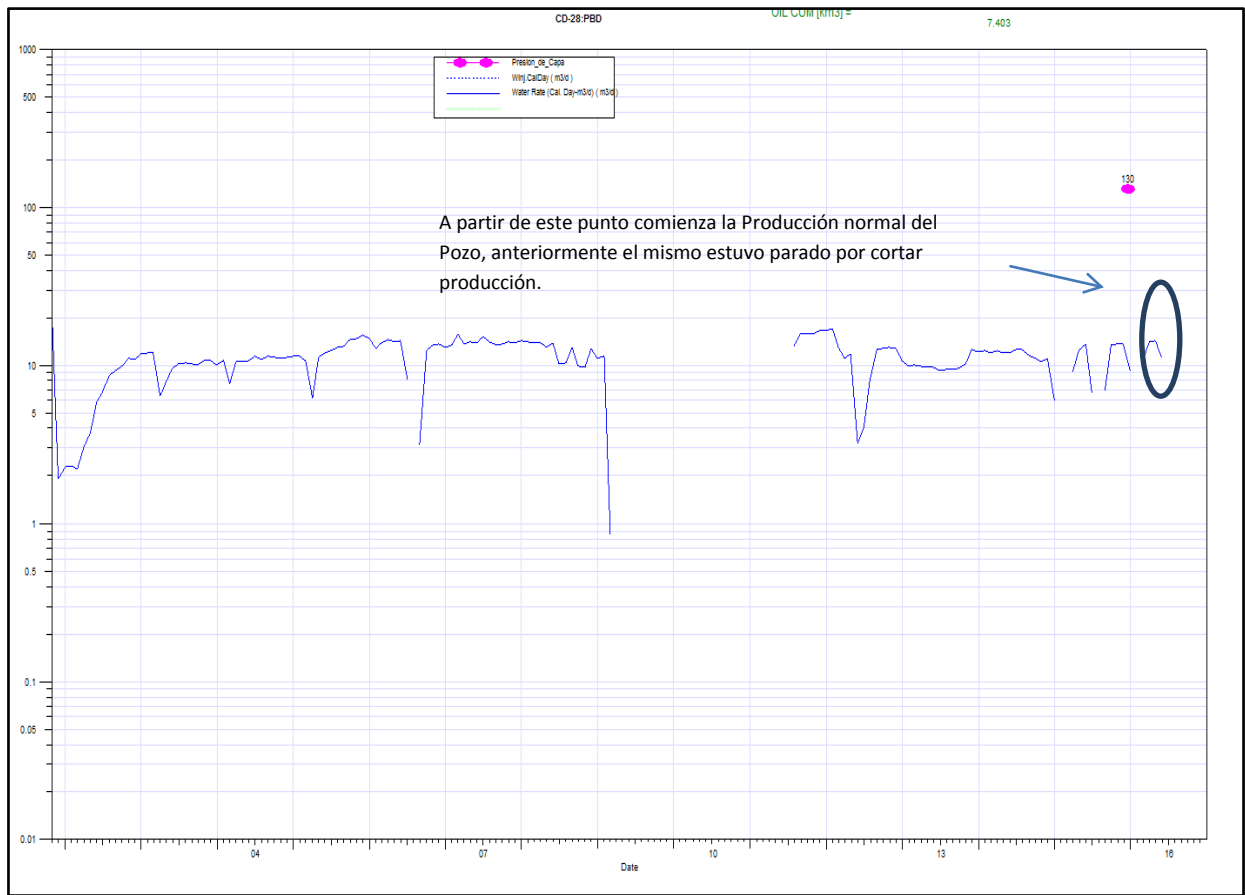


Fig-17: Producción Bruta de Pozo 1 (m3/d) vs Fecha

Pozo 2 (Daño por Sulfato de Bario):

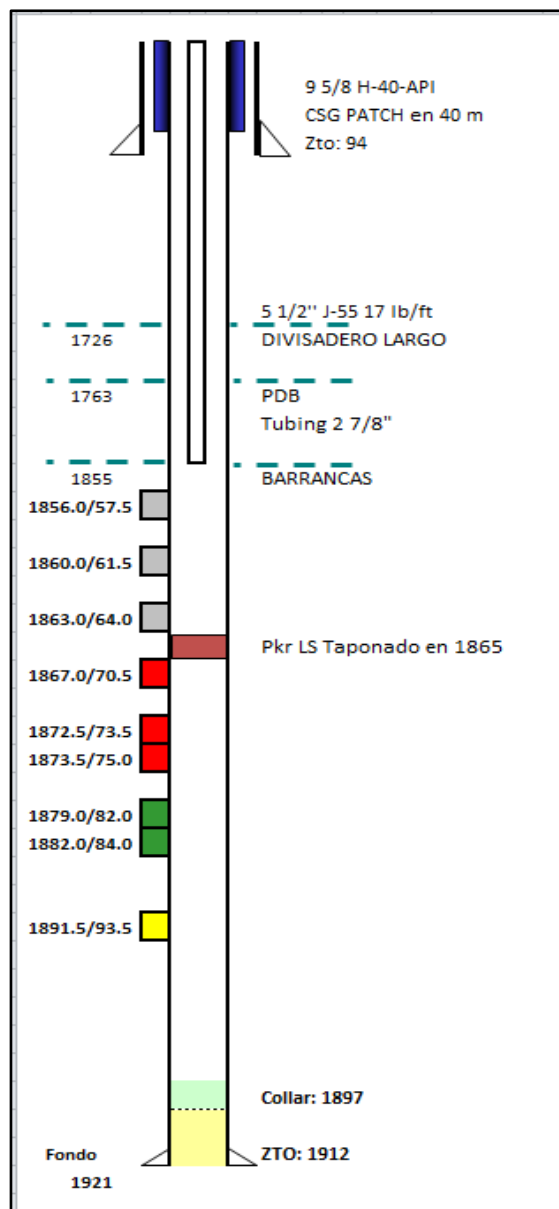


Fig-18: Esquema de Pozo 2, estimulación a punzados (1856/64 m).

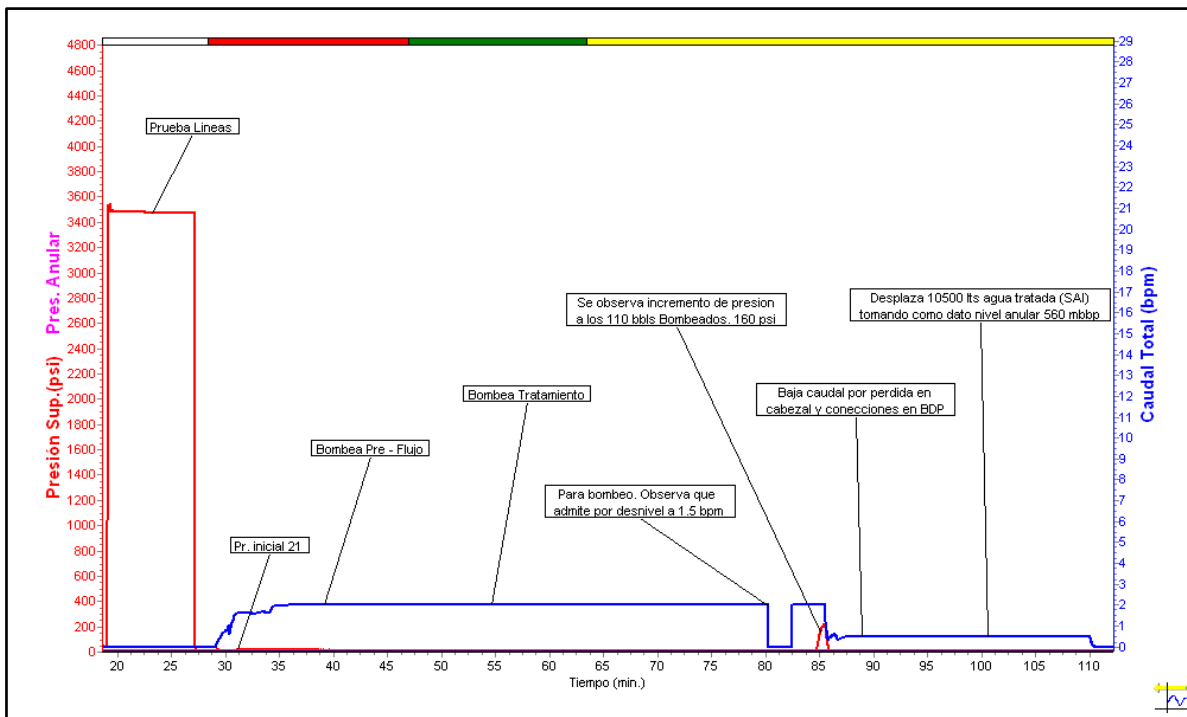


Fig-19: Carta de Pozo 2

Resultados post- tratamiento:

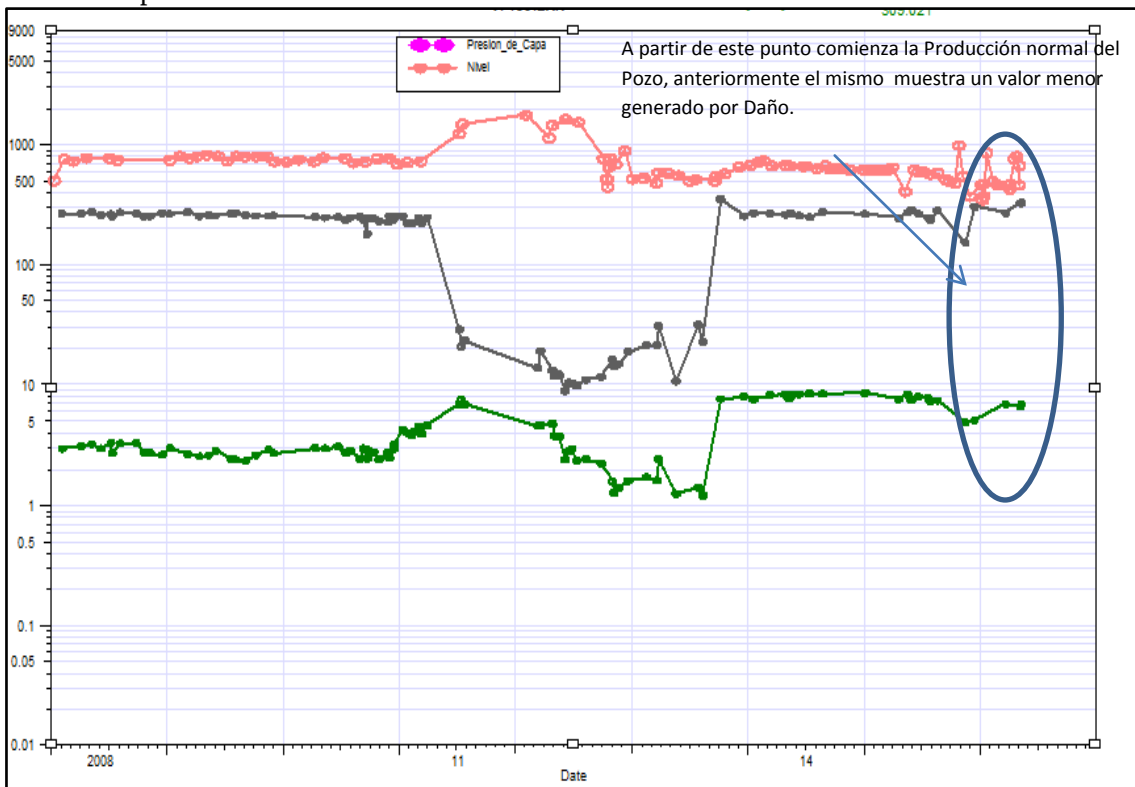


Fig-20: Producción Bruta m3/d (Curva Negra), Producción Neta m3/d (Curva Verde) y Niveles de Pozo 2 vs Fecha

Conclusiones:

Daño por Finos:

Los tratamientos empleados remueven el daño en forma efectiva generado por la migración de finos de Formación Arcillosos, con respecto a Finos No Arcillosos están aún en evaluación.

El daño se produce principalmente por incremento de caudal, cuando se sobrepasa la velocidad crítica.

La migración de finos sucede principalmente a medida que se incrementa el corte de agua, dada su alta afinidad con la misma.

El tratamiento es sencillo y de bajo costo.

El incremento de la concentración del producto ha logrado mejoras significativas en algunos pozos.

Luego del tratamiento se recupera la productividad del pozo en su totalidad.

El uso de sensores es fundamental para identificar pozos dañados y actuar rápidamente.

Daño por Incrustaciones Inorganicas:

Los tratamientos empleados han sido efectivos tanto para Incrustaciones de Sulfato de Calcio como así también Incrustaciones de Bario.

Previo a su aplicación se ha demostrado la efectividad mediante ensayos de laboratorio.

El daño se produce por incompatibilidad de aguas.

El tratamiento es sencillo y de costo accesible.

Luego del tratamiento se recupera la Producción del pozo.

Bibliografía:

F.O Stanley y otros. Laboratory and field evaluation of Organolisane as a Formation Fine Stabilizer. SPE 29530.

G.A Gabriel y otros Experimental Investigation of Fines Migration in Porous Media. SPE 12168

M.B. Oyeneyin y otros. Factors to Consider in the Effective Management and Control of Fines Migration in High Permeability Sands. SPE 12168.

Mike Crabtree y otros. La lucha contra las Incrustaciones – Remoción y Prevención. Oil Field Review. Otoño de 1999.

CV's Autores:

Paola S. Gotelli:

Título y lugar de estudio: Ingeniera Química, U.N.L.P.

Diferentes empresas en las que hizo su carrera: Exxon Mobil, YPF.

Cargo actual en la empresa: Ingeniero de Reservorios Operativo, YPF

Diego Moglia:

Título y lugar de estudio: Licenciado en Física, U.N.L.P.

Diferentes empresas en las que hizo su carrera: Inlab, YPF.

Cargo actual en la empresa: Ingeniero de Reservorios Operativo, YPF

José M. Peltier:

Título y lugar de estudio: Ingeniero en Petróleo, U.N.Cuyo.

Diferentes empresas en las que hizo su carrera: Pioneer Natural Resources, Landmark, YPF.

Cargo actual en la empresa: Lider de Ingeniería de Reservorios Operativa, YPF

Fabian Hualpa:

Título y lugar de estudio: Ingeniero Químico, UTN.

Diferentes empresas en las que hizo su carrera: YPF.

Cargo actual en la empresa: Ingeniería de Producción, YPF