

DISPOSICIÓN DE AGUAS EFLUENTES EN YACIMIENTOS SOMEROS DEPLETADOS DE LA FORMACIÓN LA PICA, UBICADOS EN EL ÁREA DE PUNTA DE MATA, ESTADO MONAGAS

Luis Agüero (aguerol@pdvsa.com)
María Maza (mazamg@pdvsa.com)
Heidi Rossi (rossih@pdvsa.com)
Kerlyn Marquina (marquinak@pdvsa.com)
Eudoro Hurtado (hurtadoej@pdvsa.com)
Miguel Paredes (paredesmo@pdvsa.com)
José Piccolo (piccoloj@pdvsa.com)
Nelsy Flores (floresns@pdvsa.com)
Anaiza Rodríguez (rodrigueas@pdvsa.com)

INTRODUCCIÓN:

El volumen de aguas efluentes asociados con la producción de crudo y gas en los Yacimientos Carito y Pirital del Norte de Monagas constituye un promedio diario de 8500 bls. Estas aguas son inyectadas con previo tratamiento en pozos inyectores los cuales presentan limitaciones para la recepción de dichos volúmenes de agua; de no implantar soluciones alternativas a esta problemática, dichas aguas podrían ocasionar cierres de producción. En función de lo antes expuesto, se elaboró un proyecto que abarcó la perforación de dos pozos inyectores (IE-1 e IE-2) para la disposición de aguas efluentes en las arenas Sigmoilina y Textularia de la Formación La Pica, las cuales constituyen yacimientos someros explotados durante las décadas de los años 50 y 60, estas arenas se encuentran actualmente depletadas con reservas de crudo económicamente no recuperables.

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA/ PETROFÍSICA:

El área seleccionada corresponde a las arenas inferiores de la Formación La Pica denominadas Sigmoilina y Textularia. Estos yacimientos se encuentran confinados hacia el tope por lutitas, limolitas, arcillitas y carbones, y hacia la base por lutitas de la Formación Carapita, formando un excelente sello que impide el movimiento vertical de los fluidos a ser inyectados, y por un acuñaamiento estratigráfico de las arenas que limita el movimiento lateral de fluidos con riesgos de contaminación, tanto de los acuíferos como del medio externo.

Arena Sigmoilina: la distribución de la arena neta total presenta un valor promedio en el área de estudio de 230 pies, donde los mayores espesores se encuentran hacia el SO mientras que los menores espesores están ubicados hacia el NE debido al acuñaamiento que sufre la arena en ese mismo sentido. Los valores de porosidad presentan un promedio entre 21-23%, existiendo una tendencia a disminuir el valor de porosidad en el sentido de la sedimentación (SO-NE). La permeabilidad, presenta un valor promedio de 52 md siendo la zona más prospectiva la parte central del área. Los valores más altos de saturación de agua se encuentran hacia el SO del área de estudio y están comprendidos entre 80-100% lo cual se debe a la presencia del contacto agua-petróleo localizado en la parte más baja del sinclinal; hacia el NO del área analizada la saturación de agua disminuye en un rango de 30-50% por encontrarse en la parte más alta del sinclinal. El valor promedio de arcillosidad es de 37% siendo igualmente hacia el SO donde se encuentra la mejor zona presentando un alto contenido del volumen de arcilla hacia el NE debido posiblemente al efecto de acuñaamiento de la arena en ese sentido.

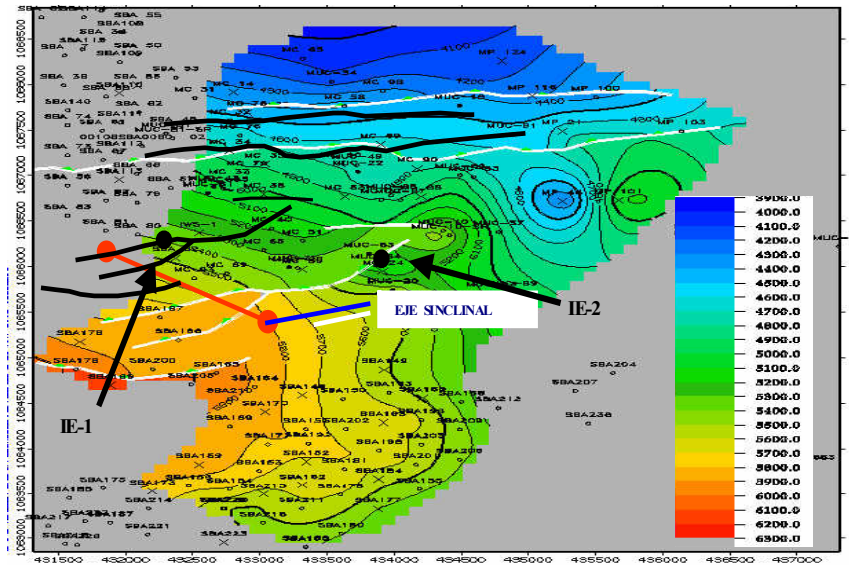


Figura 1. Mapa estructural arena Sigmoidina.

Arena Textularia: Los mayores espesores de arena neta total se encuentran hacia la parte central del área con valores comprendidos entre 180 –300 pies mientras que espesores menores, entre 30-60 pies se encuentran hacia el NE debido al acñamiento por el efecto estructural. La porosidad alcanza valores máximos entre 22-26% encontrándose estos al NE del área analizada y hacia el SO se registran los valores mínimos oscilando entre 12-18%. El mejor comportamiento de permeabilidad (40-55 md) se encuentra hacia el NE y los menores valores hacia el SO del área analizada. Los valores de saturación de agua son altamente uniformes en toda el área de estudio, donde hacia el SO se presentan los mayores valores de saturación con un rango de variabilidad entre 60-85% lo cual puede deberse a la presencia de un alto contenido del volumen de arcilla por la cercanía del límite Textularia. El valor promedio de arcillosidad es de 55%.

METODOLOGÍA:

Este proyecto contempló la perforación de los pozos IE-1 e IE-2 con recuperación de 172 pies de núcleos junto con la adquisición de registros eléctricos convencionales y especiales para la caracterización petrofísica, con el objeto de ajustar/validar el modelo geológico propuesto y dar mayor soporte al proceso de inyección, así como también análisis geoquímicos de las aguas a ser inyectadas con la finalidad de determinar el efecto de precipitación de sólidos (CaCO₃) a condiciones de presión y temperatura del yacimiento receptor con el objeto de optimizar la calidad de los efluentes y minimizar el daño a la formación.

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA

Sigmoidina: se caracteriza por presentar arenas cuarzo cristalina a lechosa de grano medio fino sub-angular a sub-redondeado moderadamente consolidada, intercalaciones de lutitas gris clara, limosa y blanda, moderadamente firme, con accesorios, pirita y conchas de moluscos.

Textularia: El tope de esta arena se determinó a la profundidad de 6280' y la base @ 6870', se caracteriza por ser areniscas de color gris claro, cuarzo cristalino de grano fino a medio, sub-redondeada a sub-angular de moderada selección, semiconsolidada con intercalaciones de lutitas

gris clara en parte gris oscuro, limosa, micropiritica, soluble con presencia de conchas de moluscos.

SET DE REGISTROS CORRIDOS EN LOS POZO IE-1 E IE-2:

El conjunto de herramientas utilizadas comprendió (GR) gamma ray, (GRE) gamma ray espectral, los sistemas inductivos y resistivos (HDIL), radiactivos (DSL), acústicos (XMAC), caliper (6CAL), de buzamiento (HDIP), de resonancia magnética (MREX), de presión (FMT) entre otros.

En la figura 2 se muestra la evaluación petrofísica de la arena Sigmoidina observándose un mejor desarrollo hacia el pozo IE-1, en dirección oeste. Igualmente ocurre en la arena Textularia en correspondencia con el modelo de sedimentación propuesto en el área.

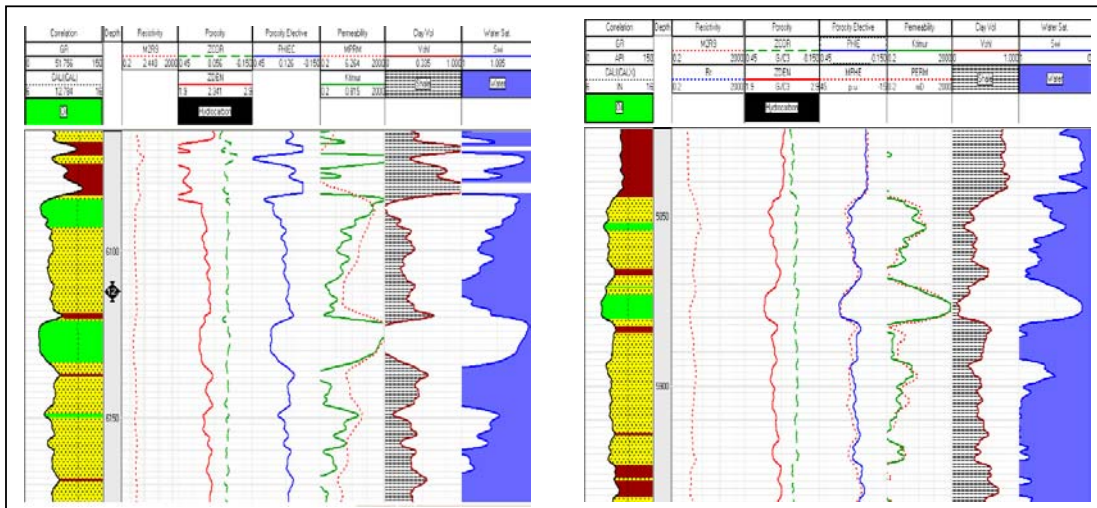


Figura 2: Template arena Sigmoidina, pozo IE-1 y IE-2.

La toma de registro de presiones en diferentes puntos en ambas arenas muestra presiones de yacimientos considerablemente bajas como se muestra en los siguientes gráficos:

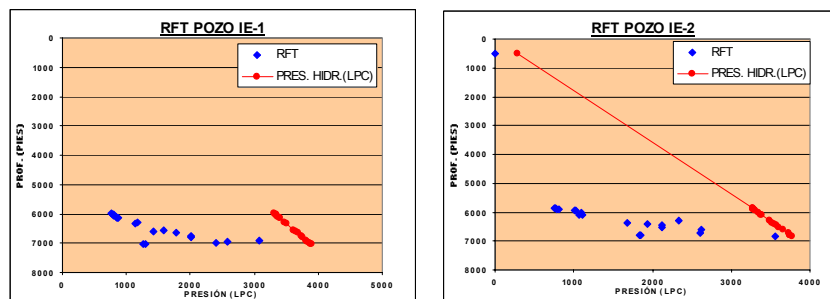


Gráfico N°1. Resultados de registros de presión en los pozos IE-1 e IE-2.

Es importante resaltar que el programa de registros contempló la captura de registro CBL para corroborar la calidad de cemento. Para ambos pozos se cumple la existencia de sellos de cemento entre el revestimiento y la formación que eviten la migración del fluido inyectado e impiden la comunicación con los acuíferos superficiales presentes en la Formación Mesa- Las Piedras.

ESTUDIOS DE COMPATIBILIDAD AGUA-ROCA:

Se efectuó una evaluación experimental y numérica de la compatibilidad de las aguas con respecto a la formación receptora a fin de pronosticar las condiciones en las cuales se ocasionarían daños a los pozos IE-1 e IE-2, para ello se ubicó toda la información referente a los parámetros petrofísicos de las arenas receptoras así como los datos de variación de presión y temperatura con profundidad. Posteriormente se procedió con la caracterización fisicoquímica de las aguas a la salida de la planta encargada de realizar el tratamiento previo a su inyección en la formación:

Ensayo (ppm)	Muc 10
Cl-	1362
SO4=	<1
Sólidos Suspendidos	10
Sólidos Disueltos	3464
Sólidos Totales	3474
Ba	2,23
Ca	100
Fe	< 0,5
K	41
Mg	2,83
Na	936

Tabla 1. Evaluación fisicoquímica de las aguas de inyección efluentes.

A partir la caracterización fisicoquímica efectuada, se obtuvo que las aguas evaluadas resultaron ser incrustantes bajo las condiciones del yacimiento, presentando una alta tendencia a precipitar Carbonato de Calcio (CaCO_3).

Con los resultados obtenidos a partir de la caracterización fisicoquímica, se efectuó una evaluación de la precipitación de Carbonato de Calcio a las condiciones de presión y temperatura del yacimiento receptor, obteniéndose que sin un tratamiento químico adecuado en dichas aguas, existe una alta probabilidad de daño a nivel de los pozos inyectoras así como de la formación:

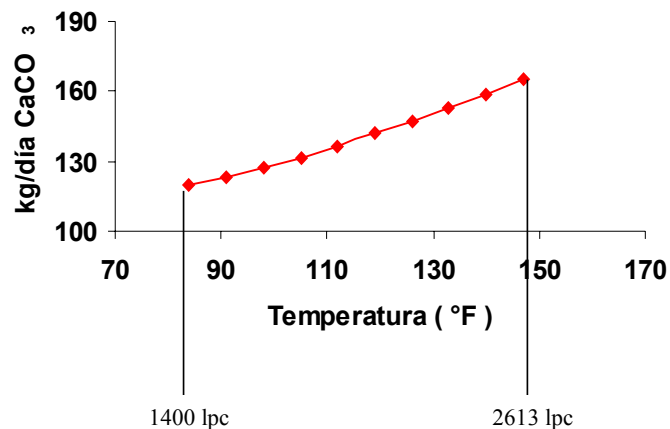


Figura 2. Masa Potencial a precipitar de Carbonato de Calcio en función a las presiones y temperatura del Yacimiento Para 8500 BAD

En función a los resultados obtenidos se efectuó una redistribución en la dosificación de anti-incrustante lo cual permitió disminuir en un 30% la tendencia a precipitar Carbonato de Calcio en las condiciones del yacimiento y en consecuencia el posible daño a la formación.

COMPLETACIÓN Y CAPACIDAD DE INYECCIÓN:

Los pozos IE-1 e IE-2 fueron completados con cañones tipo Power Jet 3 3/8" de alta penetración, 6 TPP, 60° Fase en el arenas Sigmoilina (116 pies) y Textularia (52 pies) respectivamente, posteriormente fueron sometidos a pruebas multitazas a presión controlada con camión bomba, arrojando los siguientes resultados: 15840 BAPD con 1500 psi. para el pozo inyector IE-1 y 1400 BAPD con 1515 psi para el pozo IE-2.

Luego los pozos fueron alineados a la estación de manejo de efluentes para iniciar el proceso de inyección.

CONCLUSIONES:

- La inyección de agua efluentes en los pozos IE-1 e IE-2 ha permitido contar con un recipiente natural para las aguas efluentes del área con altas tasas de inyectividad asociadas, solventando de esta forma el manejo de las mismas en cumplimiento con los controles de calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos (Ley Penal del Ambiente).
- Las recomendaciones efectuadas a partir de los estudios de compatibilidad agua-roca efectuados, permitieron disminuir la tendencia a precipitar Carbonato de Calcio en un 30%.

BIBLIOGRAFÍA:

- Calis, N., Hurtado, E., Paredes, M., Solicitud y programa de perforación del pozo IE-1. Julio 2003, Punta de Mata, Venezuela,
- Calis, N., Hurtado, E., Paredes, M., Solicitud y programa de perforación del pozo IE-2. Julio 2003, Punta de Mata, Venezuela,
- Core Services de Venezuela, Reporte Final de Perforación del pozo IE-1. Febrero 2004. Punta de Mata, Venezuela.
- Core Services de Venezuela, Reporte Final de Perforación del pozo IE-2. Abril 2004. Punta de Mata, Venezuela.
- Rossi H. Proyecto de inyección de aguas efluentes. Diciembre 2003. Punta de Mata, Venezuela.