

REDUCCIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE LODO POR INVASIÓN, UTILIZANDO MATERIAL DE PUENTE

Miguel Bonafert
MI SWACO

Carlos Grosso
Vintage Argentina

Jorge Gutiérrez
MI SWACO

Benito Saavedra
Baker Atlas

Abstract:

Al igual que en otros campos petroleros pertenecientes al flanco sur de la Cuenca del Golfo San Jorge, el Índice de Fluido Móvil – *MBVM* – obtenido con perfiles de Resonancia Magnética Nuclear, ha permitido caracterizar perfectamente la calidad que poseen las rocas reservorio del yacimiento El Huemul (Figura N°1).

Un procesamiento de inversión del perfil de inducción de alta resolución, permite determinar los radios de invasión producidos con el filtrado del lodo de perforación en los reservorios.

Una característica común de este campo es que reservorios de buena calidad petrofísica, identificados a partir de sus altos índices de fluido móvil, aparezcan profundamente invadidos y produzcan con bajos caudales iniciales durante los ensayos de completación, incrementando sustancialmente su producción mediante estimulación con fractura hidráulica, siendo todos estos claros signos de que la invasión producida durante la etapa de perforación del pozo ha dañado al nivel productivo.

Con el propósito de minimizar la invasión en zonas de interés y con ello el daño de formación causado, se propuso utilizar material de puenteo y fibras, monitoreadas durante la perforación mediante un equipo capaz de simular el efecto del aporte de los materiales obturantes.

El equipo utilizado sería el PPA, filtro modificado que utiliza placas cerámicas como medio filtrante.

El tamaño del diámetro poral promedio puede ser determinado en forma muy confiable a partir de la distribución de T2 obtenida de perfiles de Resonancia Magnética Nuclear.

Mediante ensayos de laboratorio se determinó las concentraciones y distribución de tamaño de partículas óptimas de los materiales de puenteo disponibles, diseñando así un lodo que produjera filtrados mínimos en los reservorios de interés económico del campo.

Durante la perforación donde fue puesto a prueba el nuevo lodo diseñado, se instaló un PPA en el pozo y se hicieron mediciones a medida que se iba perforando a fin de verificar la eficiencia del sellado.

Al finalizar el pozo los perfiles corroboraron la disminución del radio de invasión en las zonas de interés, las cuales presentaron durante los ensayos de completación una mayor producción inicial. Inclusive se las fracturó hidráulicamente sin lograr aumento de producción alguno.

Introducción:

El presente trabajo tiene su origen en observaciones hechas por la Compañía Operadora del área, en la cual prestan servicios dos compañías de lodos que poseen sistemas de lodos distintos y utilizan diferentes cantidades de material de puenteo y fibras agregados.

La correlación entre el Índice de Fluido Móvil -*MBVM*- de cada capa productora y el caudal inicial y post-fractura obtenidos durante los ensayos de completación de las mismas, permitieron detectar importantes diferencias de performance relacionadas con las distintas proporciones de materiales agregados al lodo.

En la figura N° 2 se pueden observar los caudales obtenidos en pozos pertenecientes a una misma área del campo. El gráfico incluye diferentes zonas productivas e indica las producciones iniciales y las que se obtuvieron luego de la estimulación mediante fracturación hidráulica. Puede observarse que cuando se trata de un reservorio de buena calidad petrofísica (y sin signos de depleción), el caudal inicial de fluido producido aumenta sustancialmente luego de la fractura hidráulica. Dicho comportamiento es debido a que tales reservorios están afectados por daño de formación.

Comparando además los radios de invasión con los agregados de materiales de puenteo y fibras para minimizar la invasión, se pudo observar que en las zonas en las cuales había una importante concentración de estos materiales, la invasión fue sustancialmente menor.

La evaluación de los respectivos perfiles de invasión, mostró en forma consistente las siguientes relaciones: **mayor invasión >> menor concentración material de puenteo >> menor producción inicial** y **menor invasión >> mayor concentración de material de puenteo >> mayor producción inicial.**

Para poder visualizar las zonas de invasión ha sido utilizado un procesamiento de inversión del perfil inductivo *HDIL –High Definition Induction Log–* de alta resolución vertical y seis profundidades de investigación (10”-20”-30”-60”-90”-120”).

En la figura N° 3 se muestra en el track 6 los radios de invasión indicados en pulgadas de capas profundamente invadidas en pozos ya perforados en el área de estudio.

Identificada esta problemática que afecta seriamente la productividad de la mayoría de los niveles productivos del yacimiento, la siguiente etapa del Proyecto consistió diseñar un lodo ajustado al rango de tamaños porales predominante en los reservorios de interés productivo del campo, y perforar un pozo con control de efectividad del material de puenteo realizando un monitoreo durante la perforación. Una vez concluida dicha perforación se verificarían los radios de invasión alcanzados en las zonas de interés productivo mediante el proceso de inversión del perfil *HDIL*, y finalmente se correlacionaría todo esto con la producción inicial de las capas.

Desarrollo:

Para medir la efectividad del material de puenteo, se utilizó el equipo de laboratorio PPA, que es un filtro HTHP modificado que utiliza placas cerámicas de porosidad definida como medio filtrante y está presurizado mediante una bomba hidráulica. En la Figura N° 4 tenemos una vista general del equipo y de las placas cerámicas de diferentes porosidades que pueden utilizarse.

Los valores de los diámetros promedio de los poros fueron obtenidos a partir de la distribución de T2 correspondientes a reservorios ubicados en la zona de interés productivo, a partir de los perfiles de Resonancia Magnética Nuclear: *MRIL-C –Magnetic Resonance Imaging Log–* y *MREX –Magnetic Resonance Explorer Log–* luego de que la primer tecnología fuera reemplazada por esta herramienta de última generación.

La relación que existe entre el tamaño de poro y el decaimiento de la constante de tiempo T2, permite subdividir en “*bines*” la porosidad de una roca determinada con herramientas de Resonancia Magnética Nuclear, y relacionarlos directamente con los tamaños porales presentes en el reservorio. En la siguiente tabla y en la figura N° 5 se detalla la mencionada relación:

En la muestra un perfil distribución de posible obtener representativos porales en convertirlos a medio de la tabla Para valores, se tiene obtener en testigos laterales zonas para laboratorio.

Bin	T2 (miliseg)	Diámetro Poral (micrones)
1	0-4	< 0.5
2	4-8	0.5-0.9
3	8-16	0.9-2
4	16-32	2-4
5	32-64	4-8
6	64-128	8-16
7	128-256	16-32
8	256-512	32-64
9	512-1024	64-128
10	1024-2048	> 128

Figura N° 6 se de NMR con la T2 de donde es los valores más de los tamaños milisegundos y micrones por anterior. corroborar estos programado futuros pozos, rotados de dichas verificarlos en

En dos pozos donde se efectuó la experiencia, se comenzó a agregar a partir de los 1500 mbbp los materiales de puenteo y fibras en forma controlada, hasta esa profundidad se utilizaron concentraciones históricas efectivas ya usadas en pozos previos.

Durante la perforación se hicieron mediciones del PPA con placa porosa de 20 micrones de diámetro poral, 150 °F y 900 psi diferenciales a fin de determinar la eficiencia de los materiales agregados, haciendo agregados extras cuando fue necesario.

Los gráficos con las determinaciones del “*spurt lost*” y el perfil de filtración de algunos puntos están indicados en la Figura N° 7.

Los gráficos que resumen los resultados obtenidos, incluyendo el “*spurt lost*” y el filtrado total a 30 minutos están en la Figura N° 8. En los mismos podemos observar cual es el estado inicial, con un “*spurt lost*” del orden de 6 cm³ y filtrado a 30 minutos de 30 cm³.

Con el agregado del material de puenteo y fibras, se verificó una importante disminución de los valores del filtrado. En los metros finales del pozo y coincidiendo con una disminución de material agregado, se produjo un incremento de los radios de invasión. Un comportamiento parecido tuvo el “*spurt lost*”, pero se mantuvo cercano a cero en la parte final.

Dado que este filtrado cumple con la ley de Darcy el mismo puede ser extrapolado a 24 horas, siendo posible observar en ese período de tiempo cual sería la cantidad de fluido perdida. Esto último junto con los agregados de material de puenteo y fibras realizados, quedan expresados en la Figura N°9.

Hay que destacar que en todos los filtrados no se ha observado presencia de sólidos en el mismo lo cual minimiza los efectos nocivos de la invasión.

Al terminar el pozo, tal como puede apreciarse en la Figura N° 10, el procesamiento de inversión del perfil *HDIL* mostró un menor grado de invasión en el tramo de pozo donde el agregado de material de puenteo y fibras fue controlado.

Los caudales de producción inicial alcanzados por tres capas pertenecientes al tramo analizado que fueran ensayadas durante la completación del pozo, fueron altos (del orden de 3000 lt/hr). Una de ellas incluso fue fracturada y el caudal de producción luego de la estimulación hidráulica, resultó ser del mismo orden que el inicial (Figura N° 11, elipse grande).

Una capa perteneciente al tramo inferior del pozo donde se disminuyera la proporción de material de puenteo y fibras, tuvo un ensayo inicial con bajo caudal incrementando el mismo notablemente luego de ser estimulada con fracturación hidráulica (Figura N°11, elipse pequeña).

Conclusiones:

El uso adecuado de la información obtenida con herramientas de perfilaje de alta tecnología y la optimización de los productos utilizados en el lodo de perforación (fibras y carbonatos mallados), permiten mejorar la calidad de los pozos sin un incremento importante de los costos asociados.

Si bien este estudio está en proceso, se pudo observar que la utilización de material de puenteo adecuado al rango predominante de tamaños porales de los reservorios, y el monitoreo del mismo durante la perforación del pozo, permitieron minimizar el radio de invasión en la zona productiva, minimizar el daño de formación producido y mejorar los caudales de producción inicial de los reservorios involucrados.

La disminución del daño producido por la invasión del lodo a la formación, permitió además obtener caudales similares de producción inicial y post-fractura. Lo cual podría redundar en una disminución directa del costo final del pozo al evitarse dicha estimulación.

Figuras:

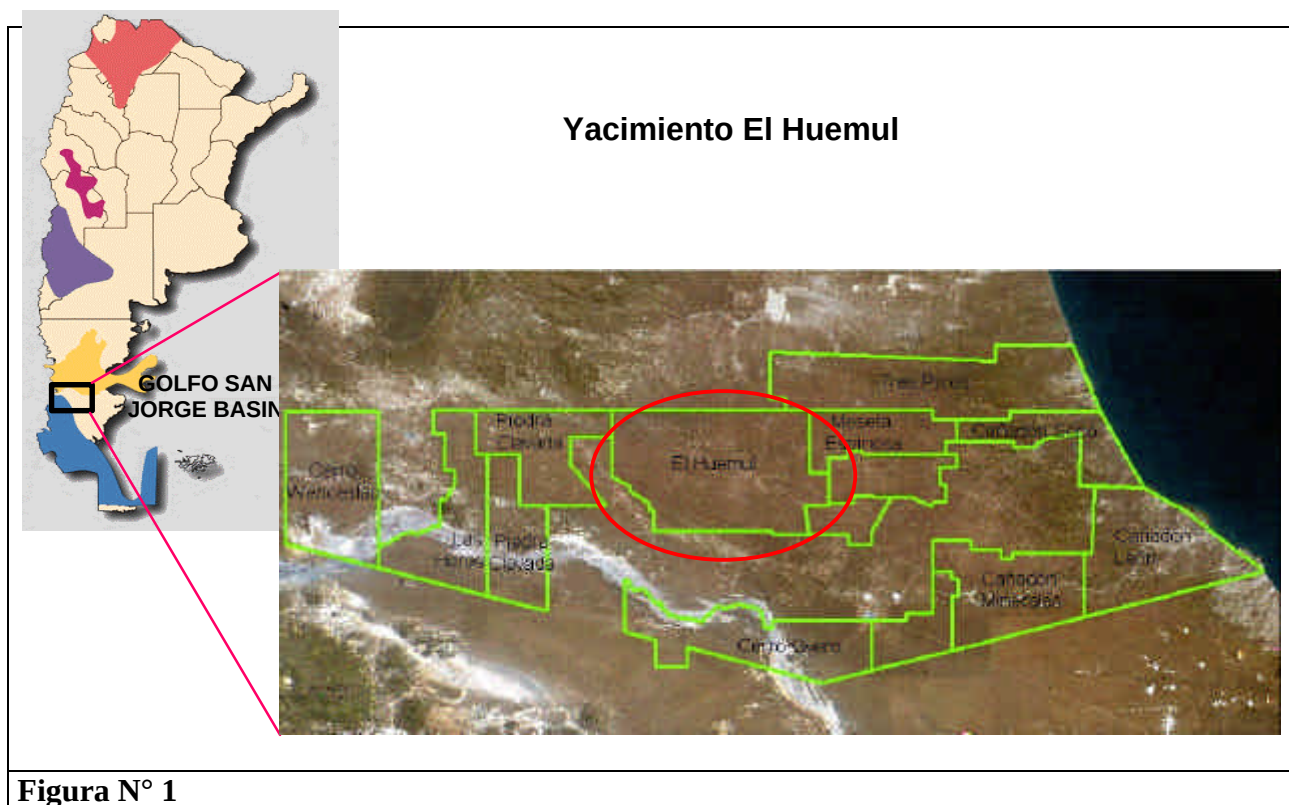


Figura N° 1

Yacimiento El Huemul - Mbo. Caleta Olivia
Indice de Fluido Movil (MBVM) vs. Caudal Inicial y Post-Fractura

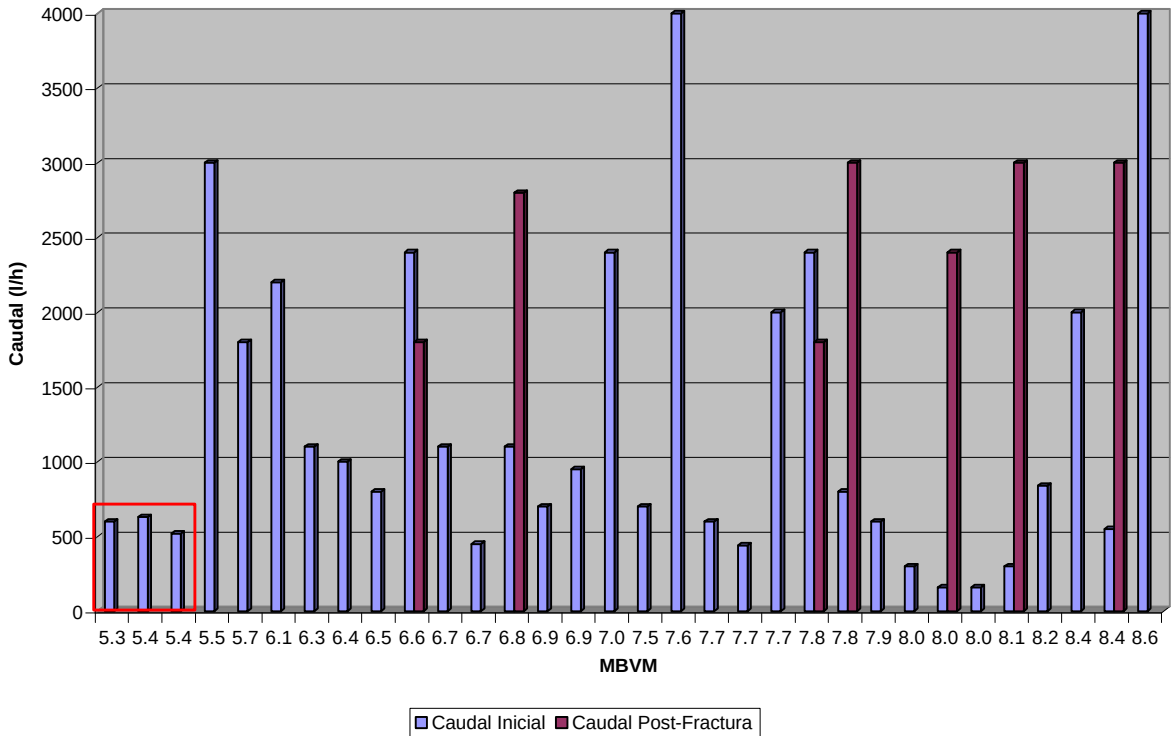


Figura N° 2

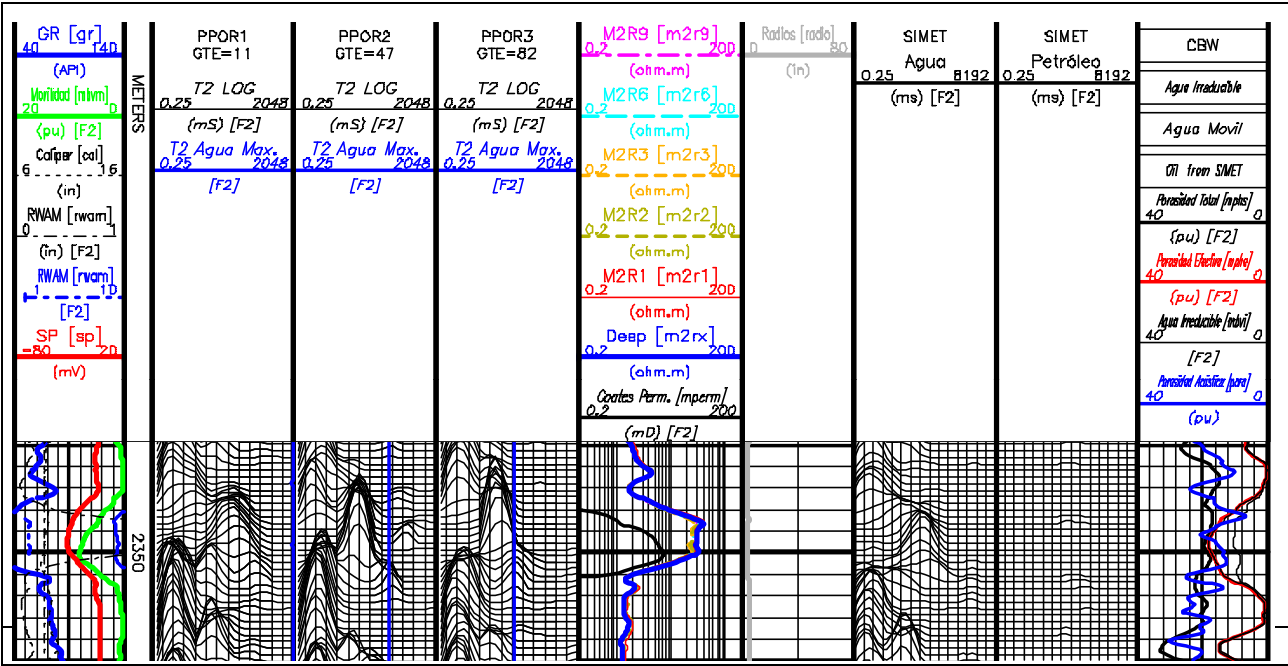


Figura N° 3



Equipo PPA



Placas porosas

FIGURA N° 4

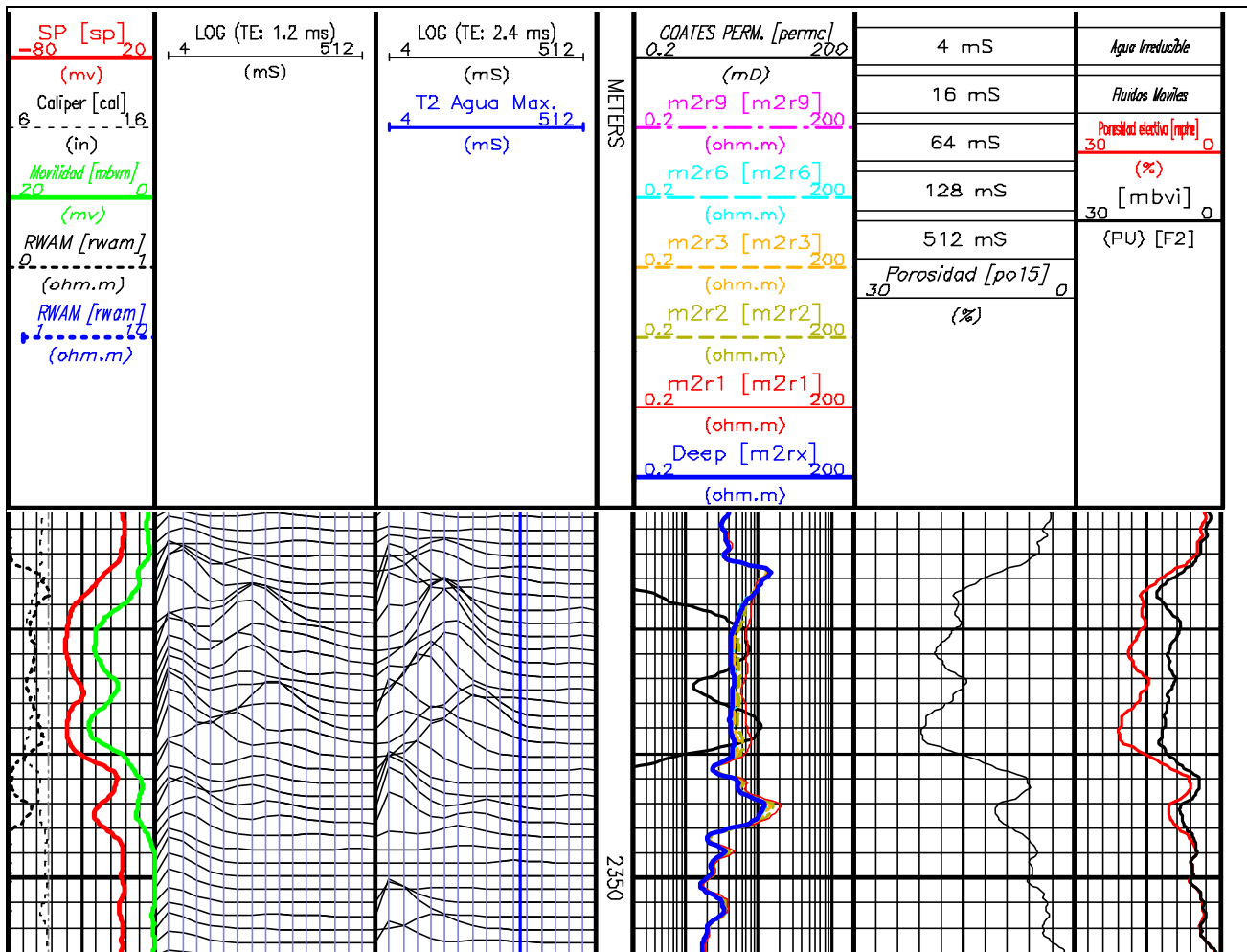


FIGURA N° 5

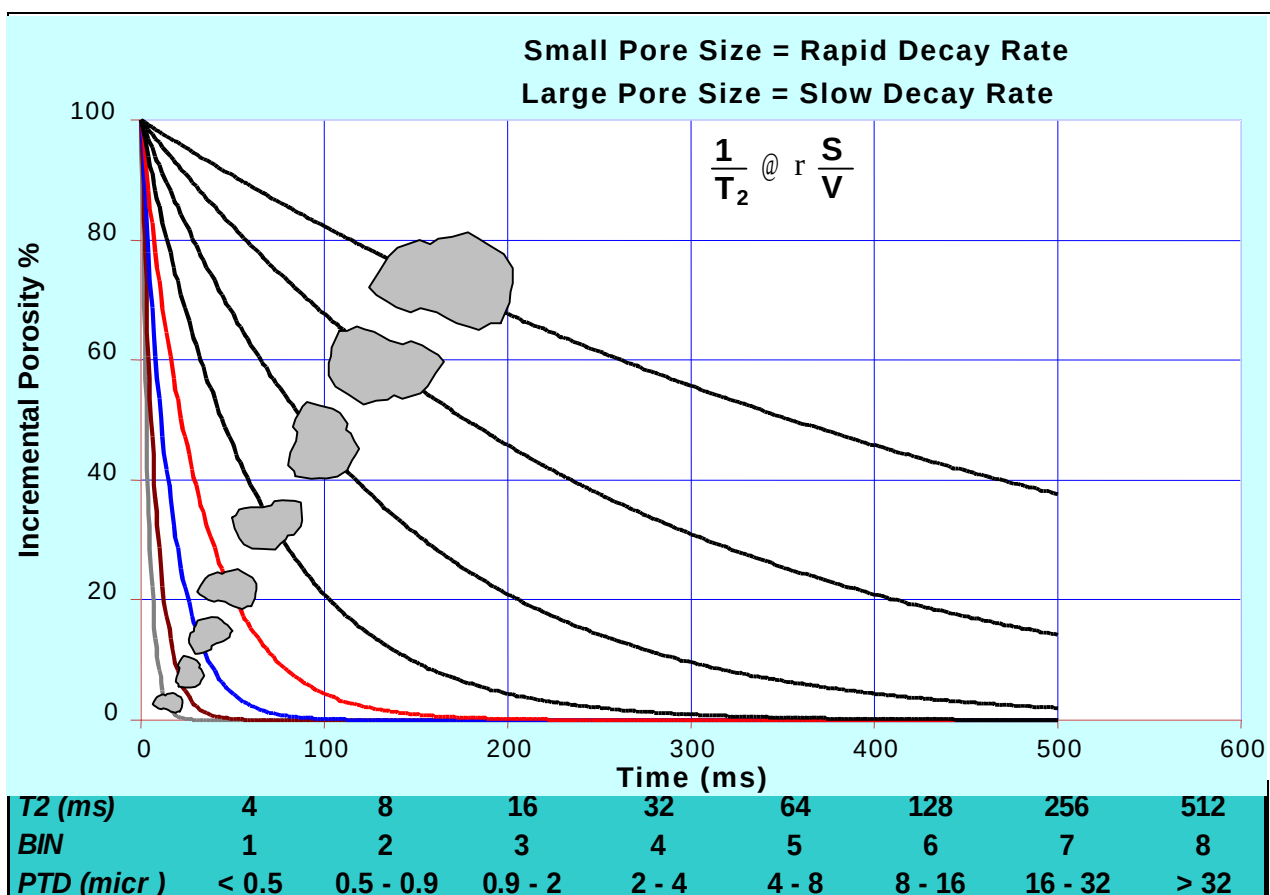


FIGURA N° 6

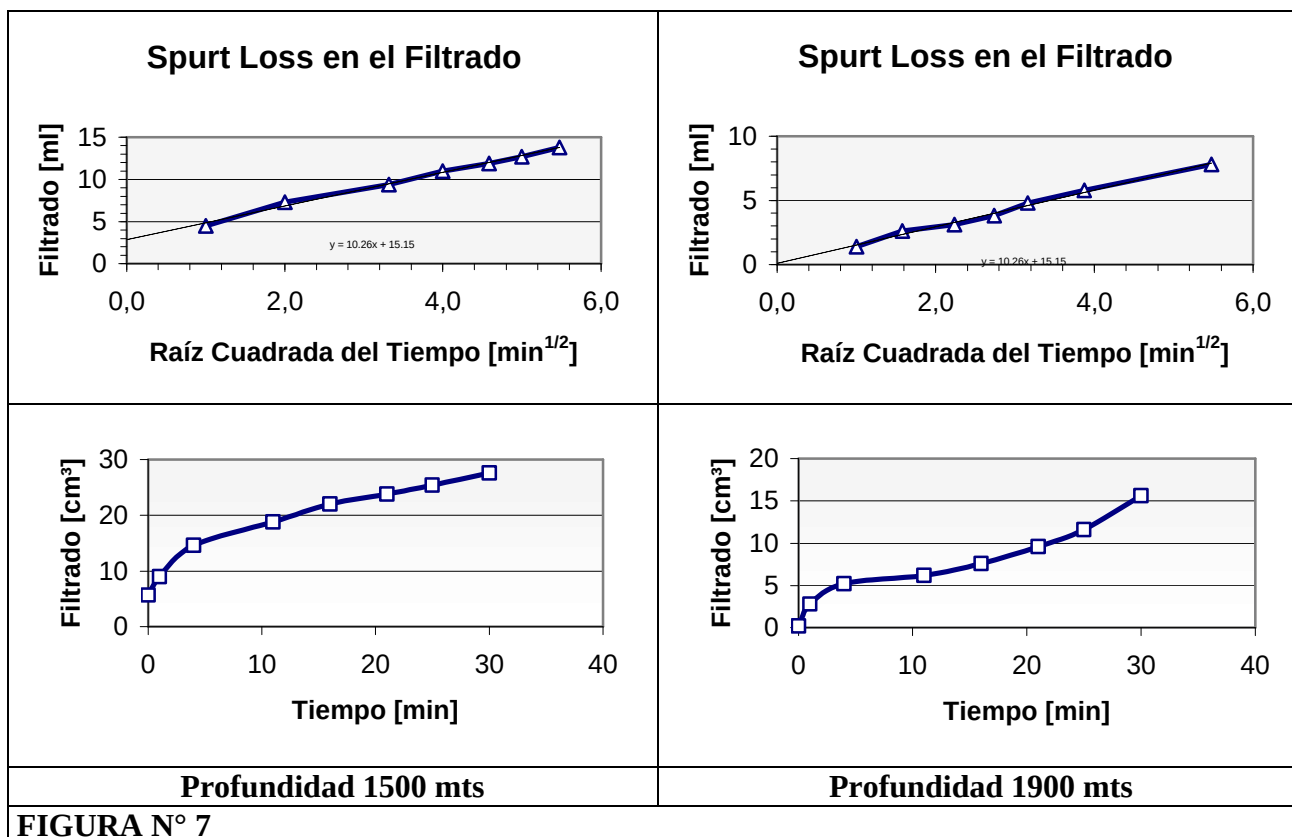


FIGURA N° 7

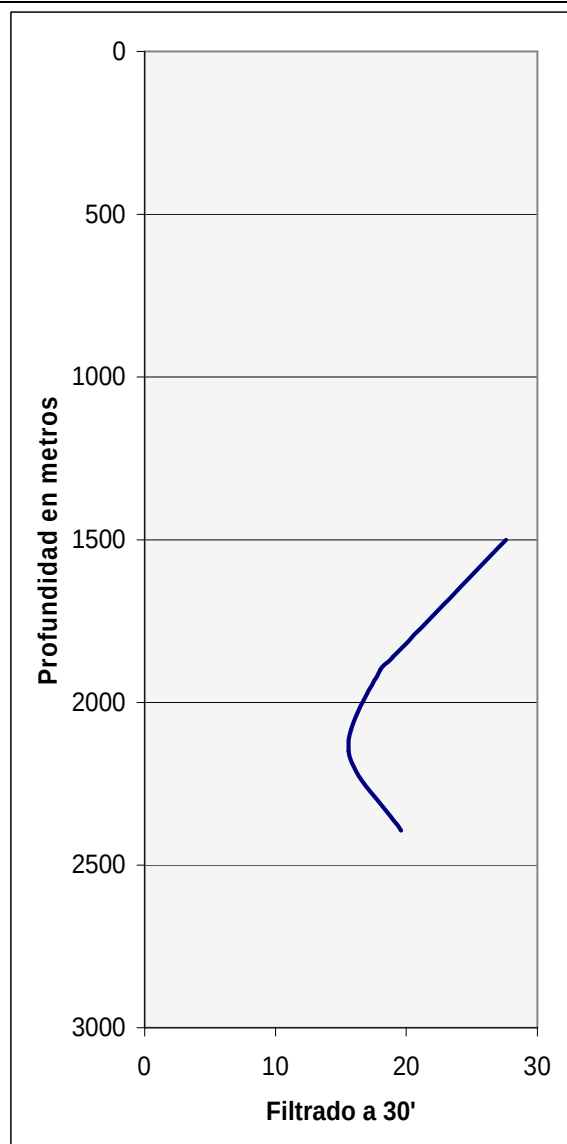
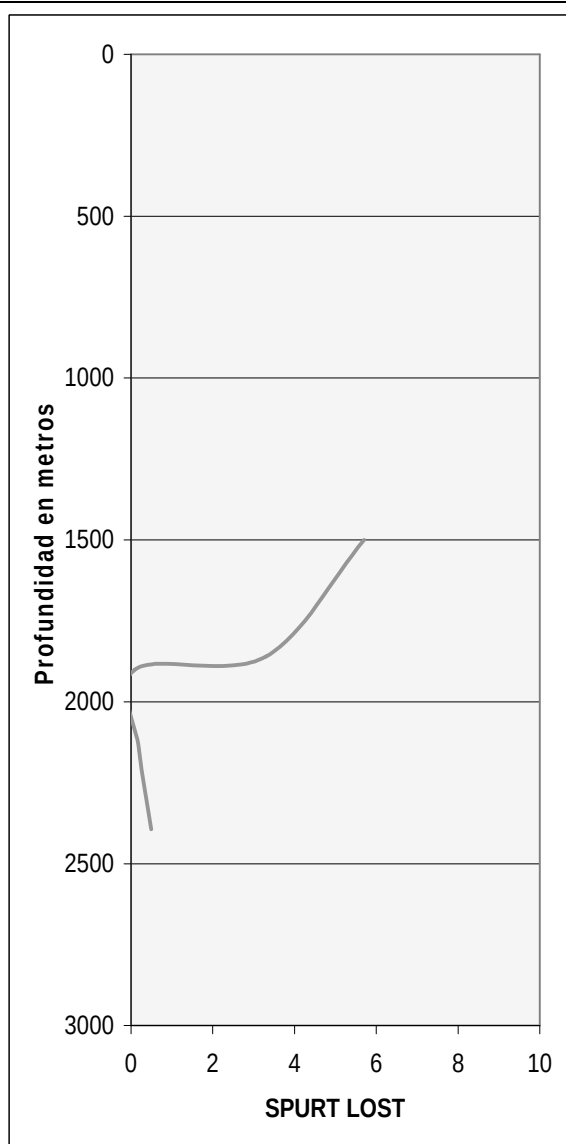


FIGURA N° 8

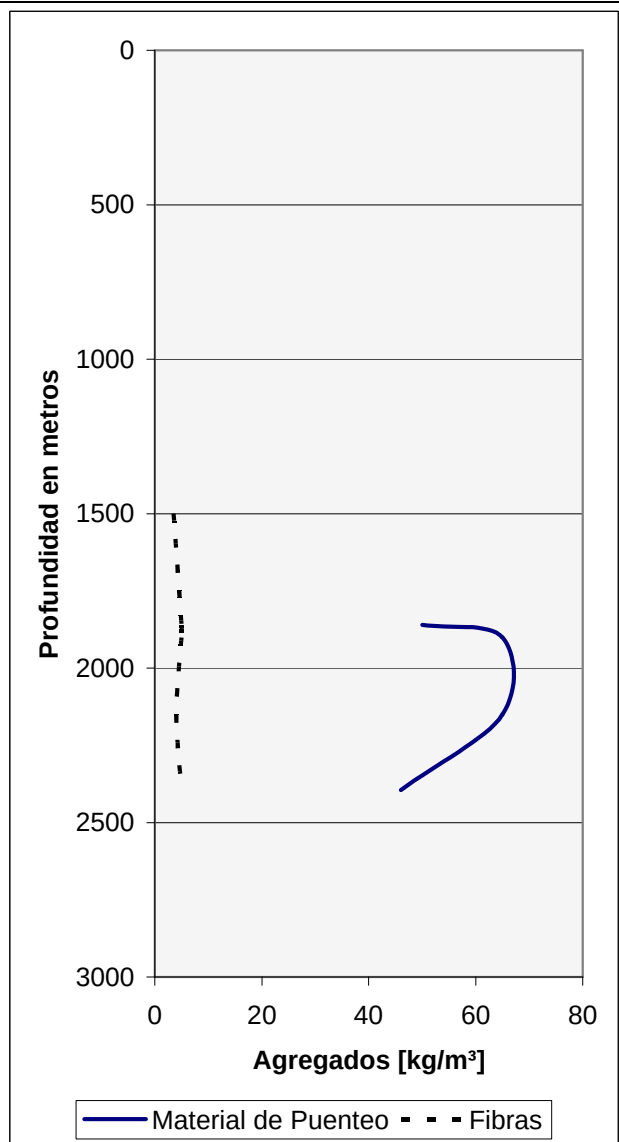
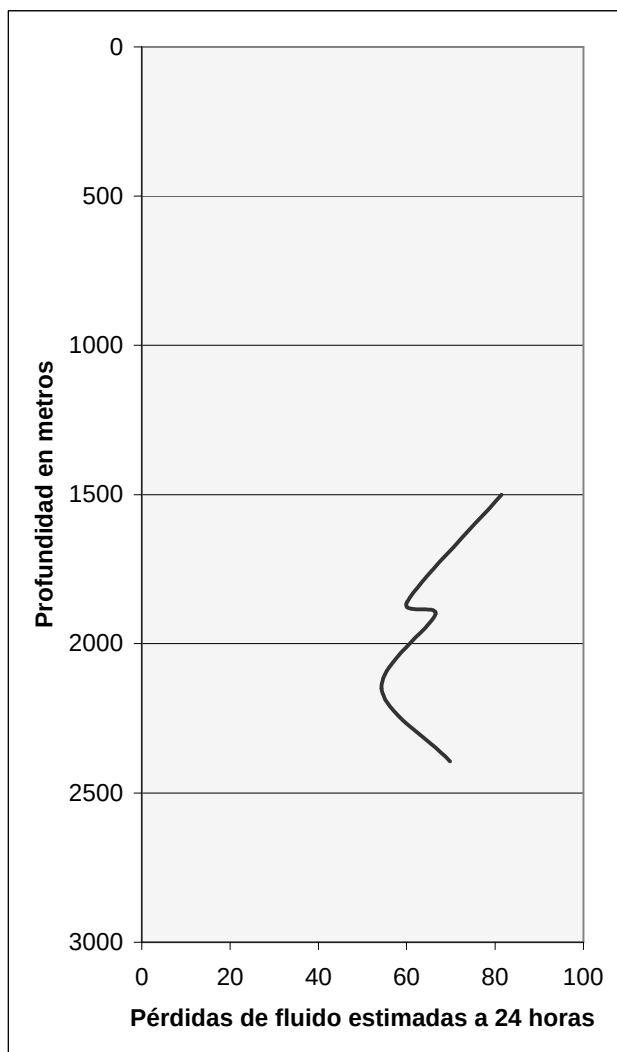


FIGURA N° 9

