



420802

Int. Cl. CO9K/E21B

MEMORIA DESCRIPTIVA

correspondiente a la solicitud de una

PATENTE DE INVENCION

Solicitante: TEXACO DEVELOPMENT CORPORATION

Domicilio: 135 East 42nd Street, NEW YORK, N.Y.  
10017, U.S.A.

Enunciado: METODO PARA PREPARAR UN FLUIDO DE PERFORACION.

Prioridad: de la solicitud de patente estadounidense n° 309.327 del 24 noviembre 1.972.

-----

MGS.-



1 El invento se refiere a un nuevo fluido de perforación acuoso, así como a un método para perforar pozos en formaciones subterráneas por medio de herramientas de perforación tipo "rotary" utilizando dicho fluido, y particularmente un fluido de perforación acuoso que tiene un contenido de sólidos reducido y una elevada velocidad de filtración para mejorar la velocidad de perforación y con características de control de los esquistos.

5  
10 Los fluidos de perforación o los lodos de perforación como se llaman a veces son lechadas de sólidos arcillosos utilizadas para la perforación de pozos en el suelo, tales como los que se perforan con el objeto de descubrir depósitos subterráneos de petróleo, gas u otros materiales fluidos. Dichos fluidos tienen un cierto número de funciones diferentes, las más importantes de las cuales consisten en extraer los desperdicios del sondeo, obturar las formaciones permeables de gas, aceite o agua que puedan presentarse en varios niveles mientras se perfora el pozo en las formaciones subterráneas, lubricar la herramienta de perforación y el tubo de sondeo que lleva la herramienta, y mantener los desperdicios en suspensión en el caso de ser interrumpida la perforación y el bombeo del fluido de perforación.

15  
20 Un fluido de perforación ideal es un fluido tixotrópico, es decir un fluido cuya viscosidad aparente disminuye conforme el grado de agitación o la velocidad de desplazamiento aumenta, (como puede ocurrir cuando se bombea o se hace circular de otra manera el fluido a través de la tubería de perforación); pero cuando se detiene esta agitación o esta circulación, el fluido se gelifica o forma una estructura de gel que sostiene los desperdicios perforados para impedir que cai-



1 gan en el fondo del agujero. La velocidad de formación del  
gel debe ser tal que permita que los desperdicios caigan so-  
lamente a una corta distancia antes de que la estructura del  
gel sea suficientemente fuerte para soportarlos. Es importan-  
5 te mantener el grado de gelificación y la velocidad de geli-  
ficación dentro de límites estrechos, ya que la formación de  
un gel excesivo sería perjudicial para la reanudación de la  
operación de perforación, y la formación de un gel insuficien-  
te permitiría que los desperdicios caigan en el fondo del agu-  
10 jero con la posibilidad de producir un bloqueo de la tubería  
de sondeo.

En la tecnología moderna de perforación por el  
procedimiento rotary el procedimiento convencional consiste  
en bombear un fluido de perforación que tiene la viscosidad,  
15 la velocidad de formación de gel y la resistencia de gel ade-  
cuadas, por el conducto central de la tubería de sondeo, a  
través de las boquillas del trépano de perforación montado  
en la parte inferior de la tubería de sondeo, estando el flui-  
do proyectado hacia abajo en forma de chorros que agitan la  
20 formación perforada por el trépano. La acción de chorro ayu-  
da a realizar la perforación, a acumular los desperdicios pro-  
cedentes de la misma, y a transportar estos desperdicios ale-  
jándolos de la proximidad inmediata de la zona perforada por  
el trépano y llevándolos hasta la superficie. El fluido de  
25 perforación sube por el espacio anular entre la parte externa  
de la tubería de sondeo y la pared del agujero perforado. El  
fluido de perforación debe tener una viscosidad suficiente pa-  
ra que mientras es bombeado y agitado de otro modo, sea capaz  
de soportar y transportar la arena y los desperdicios proce-  
30 dentes de la formación hasta la superficie del suelo. En el



1 caso de interrupción de las operaciones de perforación y del  
bombeo de fluido, la velocidad de formación del gel y la fuer-  
za del gel deben ser adecuados para sostener los sólidos per-  
forados y cualquier otra materia en forma de partículas en el  
5 espacio anular, impidiendo que caigan en el fondo del agujero.

Quando se perfora un pozo en formaciones muy permea-  
bles, se añaden materiales al fluido de perforación para aumen-  
tar la tendencia del mismo a formar un cake de lodo en la pared  
del sondeo, en contacto con la formación porosa, cuando la fa-  
se de filtrado líquida penetra en la formación porosa. En for-  
10 maciones muy permeables, es conveniente disponer de un material  
coloidal adecuado en el fluido de perforación para formar un fi-  
no cake impermeable lo más rápidamente posible. La formación rá-  
pida de un cake filtrante adecuado es necesario para reducir rá-  
pidamente el grado de filtración cuando se forma el cake, y tam-  
15 bién para evitar el desarrollo de un cake excesivamente grueso  
capaz de aumentar la fricción entre la tubería de perforación  
giratoria y el agujero del sondeo, el cual podría también redu-  
cir el conducto anular de circulación por medio del cual el flui-  
do de perforación vuelve a la superficie del suelo.  
20

En algunas regiones se perforan formaciones conoci-  
das bajo el nombre de esquistos arcillosos movedizos o corredi-  
zos, mientras se realiza un pozo en formaciones subterráneas.  
Quando se perfora un pozo en estas formaciones de esquistos ar-  
25 cillosos movedizos utilizando fluidos de perforación acuosos  
convencionales o a base de agua en la operación de sondeo pue-  
den experimentarse dificultades importantes. Algunos esquistos  
arcillosos tales como los que se encuentran en la región de  
Gulf Coast de Texas y de Louisiana contienen considerables con-  
30 centraciones de arcillas aptas para la formación de lodo o mi-



1 nerales tales como la montmorillonita de sodio que tienden a  
hincharse al ser hidratados o cuando absorben agua proceden  
te del fluido de perforación, y que producen un incremento  
casi inmediato de la viscosidad y del gel del fluido de per  
5 foración empleado. Esta adición de sólidos a base de arcilla  
hidratada a los fluidos de perforación puede ser contrarres-  
tada añadiendo agua, o puede utilizarse un fluido de perfora  
ción químico para estabilizar estos materiales constituidos  
por esquistos arcillosos movedizos. En el caso de formaciones  
10 de esquistos arcillosos movedizos conteniendo sólidos arci-  
llosos hidratables, se han desarrollado fluidos de perfora-  
ción que estabilizan adecuadamente las secciones de arcilla.  
mientras se hace su perforación. Por ejemplo, la Patente de  
los Estados Unidos No 2.802.783 describe un sistema químico  
15 que ha sido extremadamente útil para perforar el tipo de es-  
quistos arcillosos movedizos generadores de lodo que se pre-  
sentan en la región de Gulf Coast.

Otro tipo de esquistos arcillosos movedizos o corre  
dizos capaces de crear dificultades y que presentan aspectos  
20 externos similares aunque con diferencias químicas importan-  
tes respecto a las secciones de esquistos arcillosos movedi-  
zos de Gulf Coast descritas más arriba, han sido encontra-  
dos durante operaciones de sondeo realizadas en la región de  
la Cuenca del Delaware, de West Texas y New Mexico. Esta re-  
25 gión de esquistos arcillosos, llamada intervalo Wolfcamp-Penn  
sylvaniano-Mississippiano de la Cuenca del Delaware, es una  
región con predominio de esquistos arcillosos, la cual, con-  
trariamente a las zonas de esquistos arcillosos de Gulf Coast,  
no contiene ninguna arcilla bentonítica u otra arcilla capaz  
30 de hincharse en el agua. La composición de los esquistos arci



1 llosos del Wolfcamp es predominantemente ilítica. Se cree  
que la razón por la cual estos esquistos son movedizos es  
que incluyen pequeñas fisuras o grietas en las cuales el  
fluído de perforación o el filtrado del fluído de sondeo  
5 puede penetrar para desalojar algunas partes de los esquistos,  
permitiendo su caída en el agujero de sondeo.

Históricamente, el intervalo de esquistos arcillosos del Wolfcamp ha sido perforada utilizando un fluído de perforación acuoso tratado con materiales coloidales para  
10 obtener un grado de filtración muy reducido, incluido aproximadamente entre 15 y 20 cc determinado por el procedimiento de pruebas standard de la A.P.I., Aunque el intervalo de esquistos arcillosos de Wolfcamp es esencialmente impermeable, la presencia de aditivos coloidales de control de la  
15 filtración reduce el grado de penetración del fluído de perforación o del filtrado procedente de este último en las pequeñas grietas de los esquistos, y por tanto, disminuye la tendencia de estos a derrumbarse. Igualmente, la densidad del fluído de perforación, o el peso del lodo como se dice  
20 en la terminología de los fluídos de perforación, se mantiene a un nivel superior del nivel necesario para producir una presión hidrostática suficiente para compensar la presión en los poros de la formación en curso de perforación. Se han utilizado densidades de fluídos de perforación, o pesos de  
25 lodos de perforación, incluidos entre 4,98 y 6,35 kg por galon (once y catorce libras por galón), para realizar sondeos en este intervalo, es decir, valores superiores a la densidad del fluído de perforación necesaria para obtener una presión hidrostática superior a la presión de los gases  
30 que existen en este intervalo.



1                    Los materiales utilizados para conseguir esta  
reducción de la velocidad de filtración son generalmente ma  
teriales coloidales tales como almidón, carboximetilcelulo-  
sa, o arcillas que hinchan en agua tal como la bentonita. Es  
5                    tos materiales, conjuntamente con las arcillas naturales dis  
persas en el fluido acuoso de perforación con alto poder de  
dispersión que se utiliza corrientemente en esta región, da  
lugar a un contenido de sólidos relativamente importante,  
incluido por ejemplo entre 12 y 18% de sólidos para pesos de  
10                    lodo que no rebasen aproximadamente 4,80 Kg por galón (10,5  
libras por galón).

                    Desafortunadamente, aunque los procedimientos  
descritos más arriba han tenido un efecto moderado para el  
control de la tendencia del intervalo de esquistos arcillo-  
15                    sos de Wolfcamp a desmoronarse, todas estas medidas correc-  
tivas aumentan el coste del fluido de perforación utilizado  
para realizar el sondeo. Además, lo más importante es que  
todos los factores descritos más arriba, que incluyen la re  
ducción de la velocidad de filtración, el incremento del pe  
20                    so del lodo y el aumento del contenido total de sólidos,  
dan lugar a una reducción importante de la velocidad de per  
foración o penetración. Ya que las torres de sondeo utili-  
zadas para perforar estos pozos son muy costosas, el incre-  
mento del tiempo necesario para perforar un pozo hasta una  
25                    profundidad que determina puede tener un impacto más impor-  
tante sobre el costo total del sondeo, que el gasto directa  
mente originado por las sustancias químicas incorporadas en  
el fluido de sondeo. Esto se demostrará con más precisión  
en los ejemplos prácticos particulares que se describen más  
30                    adelante.



1                   En el Oil and Gas Journal del 29 de Mayo de 1.972,  
se menciona este problema particular en el artículo de John  
L. Kennedy bajo el título "Un nuevo lodo sujeta los esquis-  
tos arcillosos y permite una perforación más rápida en West  
5                   Texas". Este artículo relata la experiencia de un operador  
de West Texas en la perforación de sondeos en la Cuenca del  
Delaware utilizando un fluido a base de salmuera conteniendo  
un polímero hidrófilo de polisacarida, el cual parece que es  
tabiliza los esquistos arcillosos de Wolfcamp, en cierto gra  
10                   do.

RESUMEN DEL INVENTO

Un fluido de perforación de acuerdo con el inven-  
to, contiene agua que puede ser dulce o puede contener canti-  
dades apreciables de sal, o una salmuera saturada a la cual  
15                   se añade aproximadamente 0,453 a 4,53 kg. por barril (1 a  
10 libras) de hidróxido de calcio, aproximadamente de 0,11 a  
0,453 kg. por barril (0,25 a 1 libra) de una sal de calcio  
que tiene una solubilidad superior a la del hidróxido de cal-  
cio, tal como el cloruro de calcio, suficiente para que el  
20                   nivel de calcio soluble sea superior a 200 y preferentemente  
superior a 800 partes por millón. La alcalinidad del filtra-  
do (es decir el número de mililitros de  $\text{NH}_2\text{SO}_4$  al 2%) neces-  
ario para titular un mililitro de filtrado del fluido de per-  
foración en el punto final de fenolftaleina) es superior a  
25                   0,2 y preferentemente superior a 0,5. La alcalinidad  $P_m$  (al-  
calinidad completa del lodo, definida como siendo el número  
de mililitros de ácido sulfúrico al 2% necesario para titu-  
lar un mililitro del lodo completo en el punto final de fe-  
noftaleina) debe mantenerse entre 10 y 30. El grado de alca-  
30                   linidad  $P_m$  está determinado principalmente por la cantidad



1 de hidróxido de calcio sobrante o no disuelto (cal) conteni-  
do en el lodo. 453 gr. (1 libra) de hidróxido de calcio por  
barril de fluido de perforación, producirán aproximadamente  
3 mililitros de alcalinidad del lodo.

5 Se añadirá al lodo una cantidad de arcilla attapul-  
gita o asbestos suficiente para obtener una viscosidad  
plástica incluida entre 5 y 20, y preferentemente 6 y 12 cen-  
tipoisés, y un punto de relajamiento incluido entre 5 y 40,  
y preferentemente entre 10 y 30. De manera típica, la rela-  
10 ción entre la viscosidad plástica y el punto de relajamiento  
debe mantenerse entre 0,25 y 1,0 y preferentemente entre 0,5  
y 1,0. No se añadirá al fluido de perforación arcilla capaz  
de hincharse en el agua tal como bentonita (llamada corrien-  
temente gel), ya que es ineficaz en este ambiente químico.  
15 No se añadirá ningún material de control de la filtración, y  
la velocidad de filtración será igual por lo menos a 100, y  
preferentemente incluida entre 100 y 200 mililitros, utili-  
zando el procedimiento de comprobación standard de la A.P.I.

20 Para perforar pozos de aceite y de gas en la zo-  
na geográfica donde se encuentran los esquistos arcillosos  
tipo Wolfcamp, por ejemplo en la Cuenca del Delaware, una  
práctica corriente consiste en utilizar salmuera como fluido  
de perforación para perforar los primeros millares de pies  
de sondeo, o hasta el punto donde se prevé que se encontrará  
25 el intervalo de esquistos arcillosos movedizos capaces de  
crear problemas. Es conveniente utilizar este fluido de per-  
foración en la parte superior del sondeo, como base de pre-  
paración del fluido de perforación con reducido contenido de  
sólidos de acuerdo con el invento para control de los esquis-  
30 tos. Naturalmente, el fluido de perforación con reducido con



1 trol de sólidos, de acuerdo con el invento, puede ser pre-  
parado añadiendo las sustancias químicas deseadas al agua  
fresca o a la salmuera recién preparada. No es esencial  
que el fluido de base a partir del cual se preparará el nue-  
5 vo fluido con reducido contenido de sólidos capaz de contro-  
lar los esquistos arcillosos, esté saturado de cloruro de  
sodio, aunque, una característica poco usual consiste en que  
el fluido de perforación en cuestión pueda ser preparado  
bien con agua dulce o bien con salmuera saturada. Además, la  
10 utilización de salmuera saturada presenta ventajas prácticas  
ya que está generalmente disponible en el campo petrolífero,  
e igualmente porque se utiliza frecuentemente para perforar  
la parte superior del pozo.

El fluido de perforación con reducido contenido  
15 de sólidos para control de esquistos arcillosos, de acuerdo  
con el invento, se prepara añadiendo al agua o a la salmue-  
ra una cantidad de hidróxido de calcio incluida entre 0,453  
y 4,53 Kg por barril de fluido (1 y 10 libras) y preferente-  
mente incluido entre 0,136 y 0,272 Kg (3 y 6 libras) por ba-  
20 rril de fluido. Ya que esto representa la adición de una  
cantidad de hidróxido de calcio muy superior a la que pue-  
de disolverse en agua a las temperaturas ambiente de la su-  
perficie, existirá en el fluido una cantidad apreciable de  
hidróxido de calcio no disuelto. Desde luego una caracterís-  
25 tica conveniente de este fluido es que exista una cierta  
cantidad de hidróxido de calcio no disuelto en la lechada,  
ya que el hidróxido de calcio no disuelto actúa como una  
fuente de calcio y de alcalinidad para mantener los niveles  
deseados de los mismos con el fin de conseguir la estabili-  
30 zación de los esquistos arcillosos. La estabilización de los



1 esquistos utilizando este sistema es una reacción química  
entre la fase líquida del fluido de perforación y los esquis  
tos arcillosos que consume el calcio y la alcalinidad proce  
2 dentes del fluido de perforación, los cuales deben ser sus  
5 tituidos mediante disolución del hidróxido de calcio previa  
mente no disuelto con el fin de mantener la composición quí  
mica de control de los esquistos arcillosos.

Después de que la lechada que contiene el hidró  
xido de calcio ha sido mezclada durante un tiempo suficien  
10 te para obtener la disolución máxima del hidróxido de cal  
cio en el fluido de perforación, se determinará el nivel de  
calcio del filtrado o de la fase acuosa. Este procedimiento  
es corriente en la tecnología de los fluidos de perforación  
de pozos petrolíferos e incluye el filtrado de una pequeña  
15 cantidad de fluido de perforación para obtener separadamen  
te el filtrado o fase acuosa del mismo, la cual se titulará  
con etilenediamina para obtener el contenido de calcio. Pa  
ra que el fluido de perforación pueda realizar la estabili  
zación de los esquistos arcillosos, el nivel de calcio solu  
20 ble en fase acuosa deber ser superior a 200 partes por mi  
llón aproximadamente, y preferentemente, ser superior a 800-  
1.000 partes por millón. Si el nivel del calcio soluble me  
dido después de la adición de 0,453 a 4,53 Kg por barril (1  
a 10 libras) de hidróxido de calcio es inferior a 800 par  
25 tes por millón, se añadirá de 0,11 a 0,453 Kg de sal de calcio  
soluble en agua (0,25 a 1,0 libras), tal como cloruro de cal  
cio por cada barril de fluido de perforación. Cualquier otra  
sal de calcio, con una solubilidad en el agua superior a la  
del hidróxido de calcio, podrá ser utilizada satisfactoria  
30 mente en este invento. El sulfato de calcio, el nitrato de



1 calcio, el acetato de calcio y el formato de calcio pueden  
ser utilizados para aumentar el calcio soluble en el filtra-  
do o en la fase acuosa, lo mismo que el cloruro de calcio.

5 El valor P del lodo (alcalinidad total del lodo)  
se define como siendo un número de mililitros de ácido sulfú-  
rico al 2% necesario para titular un mililitro de fluido de  
perforación completo al punto final de fenolftaleina. Se tra-  
ta de una medición de la alcalinidad del lodo completo, que  
10 incluye la alcalinidad total del lodo y el hidróxido de cal-  
cio no disuelto presente en la lechada. Para obtener una ma-  
yor eficacia del fluido de perforación en cuestión, el valor  
P del lodo o la alcalinidad del lodo debe mantener entre 5 y  
20, y preferentemente entre 10 y 15 mililitros de ácido sul-  
fúrico al 2%. Se mantiene el fluido en buen estado añadiendo  
15 hidróxido de calcio suplementario, y el inventor ha comproba-  
do que 0,453 kg aproximadamente de cal por barril de fluido  
de perforación (1 libra) aumentará el valor P del lodo o al-  
calinidad del lodo en 3 mililitros aproximadamente.

20 La alcalinidad del filtrado o  $P_f$  se determina to-  
mando una muestra del filtrado del fluido de perforación com-  
pleto y titulando este filtrado del fluido o fase acuosa, con  
ácido sulfúrico al 2%.  $P_f$  se define como siendo el número de  
mililitros de ácido sulfúrico al 2% necesario para titular un  
mililitro de filtrado del fluido de perforación al punto fi-  
25 nal de fenolftaleina. El  $P_f$  debe mantenerse aproximadamente  
a 0,5 mililitros, y si su valor es inferior a esta cantidad  
se añadirá un volumen suficiente de sosa cáustica o de hidró-  
xido de sodio para aumentar el  $P_f$  hasta un valor superior a  
0,5. La sosa cáustica ha de ser añadida con cuidado, ya que  
30 la utilización de cantidades excesivas de hidróxido de sodio,



1 rebasa los niveles de calcio soluble necesarios para obtener  
una estabilización adecuada de los esquistos por el fluido  
de perforación. Generalmente, se recomienda no añadir más de  
0,11 Kg (0,25 libras) de sosa cáustica por barril de fluido  
5 de perforación en la circulación de fluido de perforación.

Después de terminar las pruebas químicas mencio-  
nadas más arriba, y después de realizar los ajustes neces-  
arios para mantener los parámetros químicos esenciales dentro  
de los límites prescritos, se determinarán las propiedades  
10 reológicas del fluido. Una práctica corriente en la tecnolo-  
gía de los fluidos de perforación de pozos petrolíferos, con-  
siste en medir las propiedades reológicas de los fluidos de  
perforación mediante la utilización de un medidor Fann VG.  
El medidor Fann VG proporciona un método conveniente para  
15 determinar dos parámetros importantes de la reología del lo-  
do, es decir la viscosidad plástica y el punto de relajamien-  
to. Este medidor proporciona una lectura por deflexión en un  
cilindro no giratorio concéntrico a otro cilindro que se pue-  
de hacer girar a velocidad variable. El espacio anular entre  
20 los elementos fijo y giratorio se llena con el fluido de per-  
foración que se desea comprobar. La viscosidad plástica se  
determina restando la lectura de deflexión a 300 r.p.m. ob-  
tenida en el medidor Fann VG, de la lectura obtenida a 600  
r.p.m., obteniéndose así una medición que indica el conteni-  
25 do de sólido en el fluido. En el fluido de perforación con  
reducido contenido de sólidos para control de esquistos de  
acuerdo con el invento, la viscosidad plástica ha de estar  
incluída entre 5 y 20 aproximadamente, y entre 6 y 12 cen-  
tipoises preferentemente. Ya que las arcillas convencionales  
30 tipo montmorillonita, tal como la bentonita no se hidratan



1 ni se hinchan en el fluido químico del invento, es necesario aumentar el punto de relajamiento y las propiedades de viscosidad plástica mediante la adición de una arcilla attapulgítica, la cual está disponible en el comercio bajo  
5 el nombre comercial de Salt Gel o Zeogel. Las propiedades reológicas deseadas pueden generalmente ser obtenidas añadiendo de 0,53 a 4,53 kg. aproximadamente de arcilla attapulgítica por barril de fluido de perforación (1 a 10 libras por barril).

10 El punto de relajamiento se determina restando el valor de la viscosidad plástica mencionada más arriba de la lectura a 300 r.p.m. del medidor Fann VG. El punto de relajamiento indica el estado de dispersión o floculación del sistema y está generalmente incluido entre 5 y 40, y preferentemente entre 15 y 30 aproximadamente. Si el punto de relajamiento se sitúa por debajo de la gama deseada se añadirá  
15 más attapulgita. Si el punto de relajamiento es superior al valor máximo indicado, podrá añadirse a la lechada una cantidad suficiente de agua o salmuera para que el punto de relajamiento se sitúe nuevamente en la gama deseada.  
20

Se ha comprobado que la mejor combinación de las propiedades adecuadas de velocidad de penetración y de limpieza del agujero se obtiene cuando la relación entre el punto de relajamiento y la viscosidad plástica está incluida entre 0,25 y 1,0 aproximadamente. Esta combinación parece presentar excelentes propiedades de limpieza del agujero y de suspensión de los sólidos perforados y además ayuda a estabilizar físicamente el agujero de sondeo. Una relación entre el punto de relajamiento y la viscosidad plástica inferior a  
25 la unidad es una característica muy poco convencional de este  
30



1 lodo de perforación, ya que los fluidos de perforación químicos utilizados actualmente tienen siempre una relación muy superior a la unidad.

5 Otra prueba normalizada en la tecnología de los fluidos de perforación de pozos petrolíferos consiste en determinar la velocidad de filtración. El Instituto Americano del Petróleo prescribe la utilización de una célula de prueba y de un procedimiento de prueba normalizados que se utilizan corrientemente en la industria. La velocidad de filtración se expresa con el número de mililitros de filtrado que se obtiene de una muestra de fluido de perforación en un tiempo determinado cuando se aplica una presión de gas de 7 kg/cm<sup>2</sup> (100 libras/pulgada<sup>2</sup>) al fluido de perforación. Un fluido de perforación químico que contiene arcillas bentónicas y un agente de dispersión convencional tal como lignosulfonato de calcio o un lignosulfonato de ferrocromo puede tener una velocidad de filtración o pérdida de agua A.P.I. incluida entre 20 y 40 mililitros, y en la industria petrolífera es corriente añadir materiales coloidales tales como almidón prehidrolizado o carboximetilcelulosa al fluido de perforación con el objeto de reducir esta velocidad de filtración todavía más, y no es raro encontrar velocidades de filtración incluidas entre 1 y 10 mililitros en los fluidos de perforación utilizados para perforar pozos de petróleo y gas en los E.U. El nuevo fluido de perforación de esquistos poco firmes, según el invento, difiere completamente de este tipo de control por el fluido de perforación. La velocidad de filtración que corresponde al fluido descrito más arriba, está normalmente incluida entre 100 y 200 mililitros o más, y no se añade ningún material coloidal a este fluido de perforación

10

15

20

25

30



1 con el objeto de reducir su velocidad de filtración. La uti-  
lización de un fluido de perforación dotado de una velocidad  
de filtración tan anormalmente elevada permite obtener varias  
ventajas. Es bien sabido en la técnica de perforación de los  
5 pozos petrolíferos que la utilización de un fluido de perfo-  
ración con elevada velocidad de filtración aumenta la veloci-  
dad de penetración o la velocidad a la cual la sonda puede  
penetrar en la formación en las condiciones óptimas de velocidad  
de rotación y de peso aplicado sobre el trépano. La razón exac-  
10 ta de este fenómeno no es claramente entendida, aunque se  
cree que el trépano mientras perfora la formación crea de  
manera continua fisuras y arranca trozos de material debajo  
del trépano. Los fluidos de perforación tratados para que  
tengan una velocidad de filtración muy baja tenderán a for-  
15 mar unos cakes de filtros en estas zonas fracturadas en el  
momento de su formación, lo que reduce el grado de igualación  
de la presión entre el fluido de perforación y la presión en  
los poros de la formación perforada. Manteniendo una elevada  
velocidad de filtración las presiones pueden igualarse y las  
20 virutas pueden ser arrastradas rápidamente por el fluido de  
perforación con el fin de ser transportadas hasta la super-  
ficie, lo que permite que el trépano entre más rápidamente  
en contacto con las formaciones no perforadas.

Los materiales que reducen la velocidad de fil-  
25 tración de los fluidos de perforación se utilizan convencio-  
nalmente para la perforación de pozos a través de formacio-  
nes de esquistos movedizos tales como la formación Wolfcamp,  
porque se cree que el aditivo de control de filtración forma  
un cake de filtro que obtura las fisuras y las pequeñas grietas  
30 en el interior de la formación de esquistos, impidiendo



1 así que las secciones de esquistos se deshagan en el fluido  
de perforación. Ya que el nuevo fluido de perforación para  
control de esquistos poco resistentes en cuestión utiliza  
una estabilización química de la superficie de los esquistos  
5 por las sustancias químicas contenidas en el fluido, no es  
conveniente que el material quede alejado de estas grietas.  
Permitiendo un acceso fácil del fluido a las grietas y fisu-  
ras formadas en los esquistos, se consigue una penetración  
profunda y una estabilización de estas formaciones blandas.

10 No se utiliza normalmente ningún agente espesan-  
te o dispersante de ningún tipo en el fluido de perforación  
para control de los esquistos poco resistentes según el in-  
vento. Las propiedades reológicas se mantienen dentro de los  
límites descritos más arriba mediante la utilización de agua  
15 y de arcilla attapulgita en caso de necesidad. Este fluido  
de perforación es un sistema completamente floculado. Si se  
añade al fluido de perforación un agente dispersante para  
fluido de perforación convencional, tal como el lignosulfo-  
nato de calcio, el punto de relajamiento y la viscosidad  
20 plástica disminuyen algo, pero la velocidad de filtración no  
disminuye. Además, si se añaden aditivos convencionales para  
luchar contra las pérdidas de agua, tales como almidón prehi-  
drolizado o carboximetilcelulosa, al lodo de control de los  
esquistos poco resistentes, se produce una reducción pequeña  
25 o nula de la velocidad de filtración. Esto es particularmente  
exacto cuando el lodo de control de esquistos poco resisten-  
tes se prepara en una salmuera saturada. Este resultado es  
bastante sorprendente ya que el almidón y la carboximetilce-  
lulosa sirven ambos para reducir la velocidad de filtración  
30 en un fluido de perforación saturado con cloruro de sodio o



1 que tiene el nivel de calcio de este fluido de perforación;  
sin embargo, si el fluido de perforación está saturado con  
cloruro de sodio y tiene el elevado nivel de calcio propio  
de un fluido de perforación para control de esquistos, estas  
5 substancias no contribuyen a reducir la velocidad de filtra-  
ción. Sin embargo, se ha comprobado que la hidroxietilcelulo  
sa reduce efectivamente la velocidad de filtración del fluí-  
do de perforación para el control de esquistos poco resisten  
tes. Este material se utiliza normalmente tan sólo cuando se  
10 hacen trabajos de perforación en una formación de arena poro  
sa o en arenisca cuya porosidad es tal que un fluido de per-  
foración con una velocidad de filtración incluida entre 100  
y 200 mililitros produce un cake de filtro grueso en el agu-  
jero de sondeo. Una cantidad de hidroxietilcelulosa incluida  
15 entre 0,453 y 1,81 kg (1 y 4 libras) por barril de fluido de  
perforación es suficiente para reducir la velocidad de fil-  
tración a 10 mililitros aproximadamente.

Se ha comprobado igualmente que puede utilizarse  
asbestos en granulos finos para desarrollar las propiedades  
20 reológicas deseadas, y una mezcla de asbestos y de arcilla  
attapulgita sola o con hidroxietilcelulosa, produce igualmen  
te, en caso de necesidad, valores de viscosidad plástica y de  
punto de relajamiento adecuados.

#### EXPERIMENTOS DE LABORATORIO

25 Para establecer la capacidad del invento propues  
to, y para determinar además las relaciones óptimas y las  
concentraciones de los varios materiales utilizados para for  
mular el sistema descrito en esta Memoria, se llevaron a ca  
bo un número de pruebas de laboratorio. Los resultados de  
30 las pruebas preliminares, cuyos datos están contenidos en la



1 Tabla 1 que sigue, han indicado que el calcio y la alcali-  
nidad del filtrado deseados pueden obtenerse muy fácilmente  
en agua fresca cargada o no cargada o en salmuera, utilizan-  
do 2,26 kg (5 libras) de hidróxido de calcio por barril de  
5 fluido de perforación, y en algunos casos completando este  
tratamiento con cloruro de calcio. Las muestras número 1, 2  
y 7, que utilizan 2,26 kg (5 libras) de cal por barril de  
fluido han producido un nivel de calcio en el filtrado in-  
cluido en la gama de 475 a 800 partes/millón. Sin embargo,  
10 puede verse que las propiedades reológicas deseadas no se  
obtienen fácilmente.

El estado floculado con reducido contenido de  
sólidos está identificado por una relación entre la visco-  
sidad plástica y el punto de relajamiento inferior a 1.  
15 Puede verse que las tandas 1, 2 y 3 no satisfacen estas con-  
diciones. Una relación entre viscosidad plástica y punto de  
relajamiento superior a 1 indica una lechada dispersa. La  
reología deseada se obtiene añadiendo 2,26 kg (5 libras) de  
attapulgita por barril de fluido y 2,26 kg (5 libras) de as  
20 bestos por barril de fluido, según se representa en las  
muestras número 4 y 5, o 6,8 kg (15 libras) de attapulgita  
por barril de fluido, según se ilustra en la prueba número  
7.

Las arcillas tipo montmorillonita tal como la  
25 bentonita no se hinchan en el ambiente fuertemente químico  
del fluido de perforación en cuestión, y además, la distri-  
bución dimensional de las partículas es tal que su utiliza-  
ción es indeseable. Esta circunstancia se ilustra en las  
tandas 1 y 6 en las cuales la relación entre la viscosidad  
plástica y el punto de relajamiento de los fluidos de con  
30



1 trol de esquistos poco resistentes que contienen bentonita  
es excesiva.

5

10

15

20

25

30

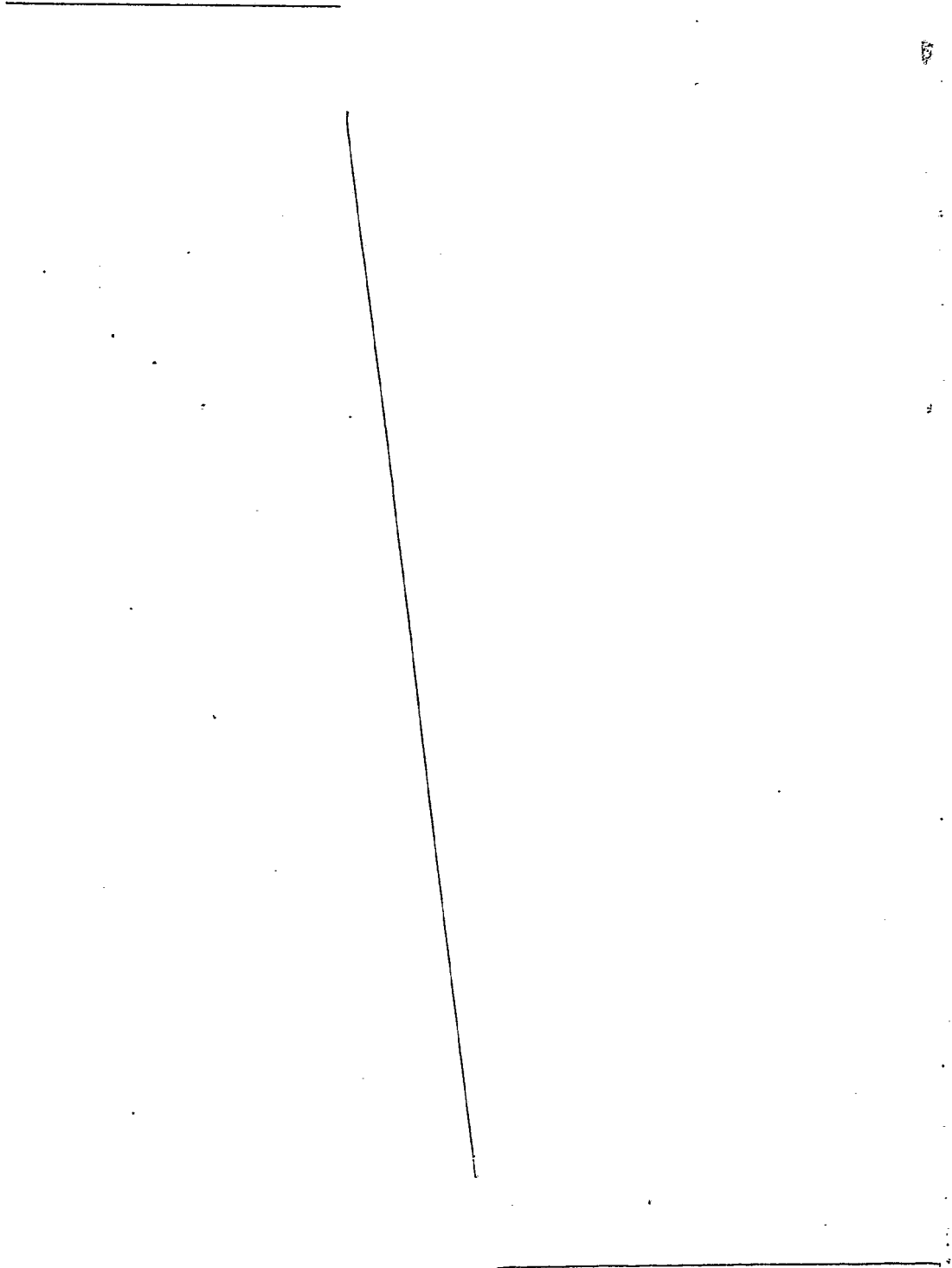
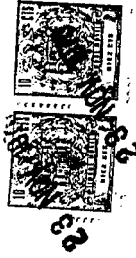


TABLA I  
=====

Nº de la Muestra	Composición Kg de aditivo por barril de fluido	Fluido de Base	Cargado o no Cargado	PV1	YP2	PV3 YP	Pf. 4	Ca <sup>5</sup> ppm
1	2,26 - Bentonita 2,26 - Asbestos 2,26 - Cal	Agua fresca	Cargado con 6,3 KG/Galón	26	18	1,42	1,8	476
2	2,26 - Asbestos 2,26 - Cal	4,17 kg/galón de salmuera	Cargado con 6,3 KG/Galón	23,5	4	5,87	2,0	856
3	6,80 - Attapulgita 2,26 - Cal 0,453 Cloruro de calcio	Agua fresca	No cargado	4,5	10,5	4,28	1,4	1200
4	2,26 - Attapulgita 2,26 - Asbestos 2,26 - Cal 0,453 Cloruro de calcio	Agua fresca	No cargado	14,5	19,5	0,74	1,4	1176
5	2,26 - Attapulgita 2,26 - Asbestos 2,26 - Cal 0,453 Cloruro de calcio	4,17 kg/galón de salmuera	No cargado	9,5	16,5	0,57	1,8	1480
6	2,26 - Bentonita 2,26 - Asbestos 2,26 - Cal 0,453 CaCl <sub>2</sub>	Agua fresca	No cargado	6,0	6,5	0,92	1,5	1184
7	6,80 - Attapulgita 2,26 - Cal	Agua fresca	No cargado	7,0	20,0	0,35	1,2	500

1. PV = viscosidad plástica, calculada a base de las lecturas obtenidas con un medidor Fann VG restando la lectura a 300 rpm de la lectura a 600 rpm.
2. YP = punto de relajamiento, calculado a partir de las lecturas del medidor Fann VG restando la viscosidad plástica de la lectura a 300 rpm.
3.  $\frac{PV}{YP}$  = relación entre la viscosidad plástica y el punto de relajamiento, que se obtiene dividiendo la segunda columna por la primera columna. Un valor superior a la unidad indica un estado disperso y/o un contenido elevado de sólidos mientras que un valor inferior a la unidad indica un estado floculado con reducción contenido de sólidos.
4. Pf = alcalinidad del filtrado, definida como siendo el número de mililitros de ácido sulfúrico al 2% necesario para titular un mililitro del filtrado del fluido de perforación al punto final de fenolftaleína.
5. Ca ppm = concentración de iones de calcio en el filtrado del fluido de perforación, en partes por millón.



Nº de la Muestra	Composición Kg de aditivo por barril de fluido	Fluido de Base	C
1	2,26 - Bentonita 2,26 - Asbestos 2,26 - Cal	Agua fresca	Ca: Ga
2	2,26 - Asbestos 2,26 - Cal	4,17 kg/galón de salmuera	Ca: Ga
3	6,80 - Attapulgita 2,26 - Cal 0,453 Cloruro de calcio	Agua fresca	No
4	2,26 - Attapulgita 2,26 - Asbestos 2,26 - Cal 0,453 Cloruro de calcio	Agua fresca	No
5	2,26 - Attapulgita 2,26 - Asbestos 2,26 - Cal 0,453 Cloruro de calcio	4,17 kg/galón de salmuera	No
6	2,26 - Bentonita 2,26 - Asbestos 2,26 - Cal 0,453 CaCl <sub>2</sub>	Agua fresca	No
7	6,80 - Attapulgita 2,26 - Cal	Agua fresca	No

1. PV = viscosidad plástica, calculada a base de las lecturas obtenidas con un medidor Fann VG restando la lectura a 300 rpm de la lectura a 600 rpm.
2. YP = punto de relajamiento, calculado a partir de las lecturas del medidor Fann VG restando la viscosidad plástica de la lectura a 300 rpm.
3.  $\frac{PV}{YP}$  = relación entre la viscosidad plástica y el punto de relajamiento, que se obtiene dividiendo la segunda columna por la primera columna. Un valor superior a la unidad indica un estado disperso y/o un contenido elevado de sólidos mientras que un valor inferior a la unidad indica un estado floculado con reducido contenido de sólidos.
4. P<sub>f</sub> = alcalinidad del filtrado, definida como siendo el número de mililitros de ácido sulfúrico al 2% necesario para titular un mililitro del filtrado del fluido de perforación al punto final de fenolftaleína.
5. Ca ppm = concentración de iones de calcio en el filtrado del fluido de perforación, en partes por millón.



Cargado o no Cargado	PV <sup>1</sup>	YP <sup>2</sup>	$\frac{PV^3}{YP}$	P <sub>f</sub> <sup>4</sup>	Ca <sup>5</sup> ppm
Cargado con 6,3 Kg/ Galón	26	18	1,42	1,8	476
Cargado con 6,3 Kg/ Galón	23,5	4	5,87	2,0	856
No cargado	4,5	10,5	4,28	1,4	1200
No cargado	14,5	19,5	0,74	1,4	1176
No cargado	9,5	16,5	0,57	1,8	1480
No cargado	6,0	6,5	0,92	1,5	1184
No cargado	7,0	20,0	0,35	1,2	500

106  
30  
11  
1



1                   Se realizaron otras series de experimentos de  
laboratorio para desarrollar los parámetros de utilización  
real que se describirán más adelante en esta Memoria y es-  
tos datos se dan en la Tabla II. La muestra número 8 esta-  
5                   ba constituida por arcilla de bentonita de sodio, carbona-  
to de sodio y un polimero hidrófilo de polisacarida añadi-  
dos al agua fresca. La muestra número 8 no es un ejemplo  
de la fórmula que representa el invento en cuestión, sino  
un fluido comparativo típico de los fluidos de bentonita  
10                   mejorados con polímeros que se emplean comercialmente en  
la Cuenca del Delaware para el control del intervalo de es-  
quistos de Wolfcamp. Se trata de un fluido con reducido con-  
tenido de sólidos pero no se trata de un fluido floculado,  
y no presenta la cantidad de calcio y la alcalinidad que ca-  
15                   racteriza el fluido de perforación para control de esquis-  
tos poco resistentes de acuerdo con el invento. La tanda 9  
está constituida por una lechada de agua fresca que contie-  
ne attapulgita y cal o hidróxido de calcio, y puede verse  
que se trata de un sistema floculado con reducido contenido  
20                   de sólidos que tiene la alcalinidad y el contenido de cal-  
cio adecuados para el control de esquistos. La tanda número  
10 es esencialmente idéntica a la muestra 9 salvo que se le  
ha añadido 0,453 kg (1 libra) por barril de cloruro de cal-  
cio. El efecto principal de la utilización de cloruro de  
25                   calcio suplementario es el aumento del nivel de calcio en  
el filtrado destinado a mejorar las características de es-  
tabilización de los esquistos del fluido de perforación. La  
tanda 11 está constituida por 2,26 kg (5 libras) de arcilla  
attapulgita por barril de fluido, 2,26 kg (5 libras) de as-  
30                   bestos por barril de fluido, y 2,26 kg (5 libras) de hidró-

**POOR  
QUALITY**



1 xido de calcio por barril de fluido, preparándose dicho flui  
do en agua fresca. Como puede verse, la utilización de 2,26  
kg (5 libras) de asbestos por barril del fluido de perfora-  
ción produce un importante aumento de la viscosidad plástica  
y sin embargo la relación entre la viscosidad plástica y el  
5 punto de relajamiento no aumenta. La muestra número 12 está  
constituida por 2,26 kg (5 libras) de bentonita de sodio por  
barril de fluido, 2,26 kg (5 libras) de asbestos por barril  
de fluido, 2,26 kg (5 libras) de hidróxido de calcio por ba-  
rtil de fluido y 0,453 kg (1 libra) de cloruro de calcio por  
10 barril de fluido, utilizando agua fresca para formular el  
fluido de perforación. La muestra 12 difiere de la muestra  
11 solamente en que se utiliza arcilla bentonita en lugar  
de arcilla attapulgita. La química del filtrado es esencial-  
mente la misma para ambas muestras, pero sus reologías son  
15 diferentes. Ya que la bentonita no se hincha en el medio quí-  
mico ambiente, su viscosidad plástica es considerablemente  
más baja, y la relación entre la viscosidad plástica y el  
punto de relajamiento es más elevada. La tanda número 13 di-  
fiere de las cinco muestras anteriores de la Tabla II porque  
20 ha sido formulada en una salmuera de 4,17 kg (9,2 libras) de  
salmuera por galón, estando totalmente saturada respecto al  
cloruro de sodio. El fluido de perforación estaba constitui-  
do por 2,26 kg (5 libras) de arcilla attapulgita, 2,26 kg  
(5 libras) de asbestos, 2,26 kg (5 libras) de hidróxido de  
25 calcio y 0,453 kg (1 libra) de cloruro de calcio por barril  
de fluido. El fluido resultante tenía una excelente relación  
entre viscosidad plástica y punto de relajamiento así como  
una química de filtrado muy satisfactoria.

Las pruebas experimentales de laboratorio des-  
critas más arriba han establecido el carácter práctico del



1 sistema básico que emplea arcilla attapulgita o una mezcla  
de arcilla attapulgita y de asbestos para obtener las propie  
dades reológicas deseadas del fluido, e hidróxido de calcio  
y cloruro de calcio para obtener las propiedades químicas  
5 del filtrado del fluido para controlar los esquistos. Se ha  
llegado igualmente a la conclusión de que el fluido de perfo-  
ración para control de esquistos con reducido contenido de  
sólidos, de acuerdo con el invento, podría prepararse utili-  
zando agua fresca o salmuera con características igualmente  
10 buenas. Aunque no aparece claramente ninguna ventaja opera-  
cional de la utilización de la salmuera para la preparación  
del fluido de perforación, la posibilidad de adaptar este  
sistema químico a un fluido a base de salmuera se considera  
como muy significativa por varios motivos. Las salmueras es-  
15 tán de manera general fácilmente disponibles en el campo pe-  
trolífero, y una práctica corriente consiste en utilizar sal-  
muera como fluido de perforación en los primeros millares de  
pies del sondeo, y por tanto se obtienen ventajas económicas  
considerables mediante la utilización de un fluido de perfo-  
20 ración a base de salmuera como fluido básico para preparar  
el fluido de control de esquistos con reducido contenido de  
sólidos.

25

30

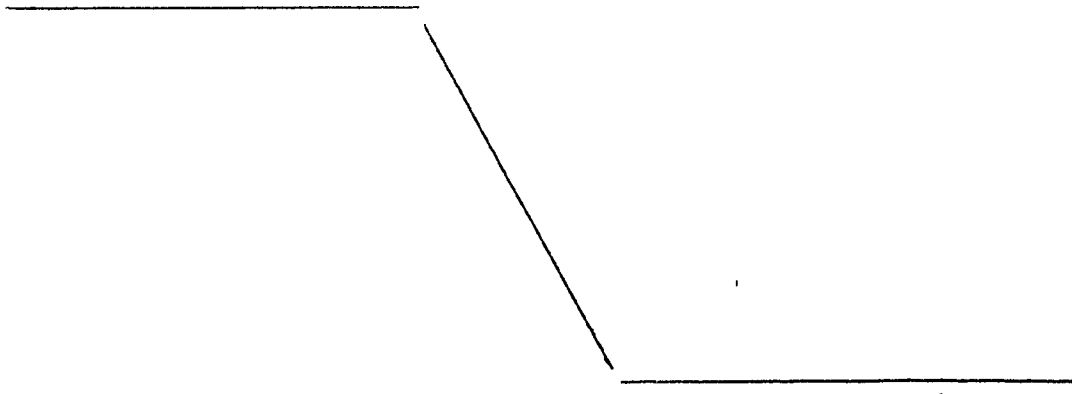


TABLA II  
=====

Nº de la Muestra	Composición por aditivo y por barril de fluido	PV <sup>1</sup>	YP <sup>2</sup>	PV <sup>3</sup> YF	Pf <sup>4</sup>	Ca <sup>5</sup> ppm
8	6,80 Kg - bentonita de sodio 0,11 Kg - carbonato de sodio 0,11 Kg - polisacarida en agua fresca	14,5	21,0	0,69	0	0
9	6,80 Kg - Attapulgita 2,26 Kg - Hidróxido de calcio en agua fresca	7,0	20,0	0,35	1,2	500
10	6,80 Kg - Attapulgita 2,26 Kg - Hidróxido de calcio 0,453 Kg - Cloruro de calcio en agua fresca	4,5	10,5	0,43	1,4	1200
11	2,26 Kg - Attapulgita 2,26 Kg - Asbestos 2,26 Kg - Hidróxido de calcio en agua fresca	14,5	19,5	0,74	1,4	1176
12	2,26 Kg - Bentonita de sodio 2,26 Kg - Asbestos 2,26 Kg - Cal 0,453 Kg - Cloruro de calcio en agua fresca	6,0	6,5	0,92	1,5	1184
13	2,26 Kg - Attapulgita 2,26 Kg - Asbestos 2,26 Kg - Hidróxido de calcio 0,453 Kg - Cloruro de calcio en una salmuera de 4,17 kg/galón	9,5	16,5	0,58	1,8	1480

1 - 5 . Véanse notas al pie de la Tabla I



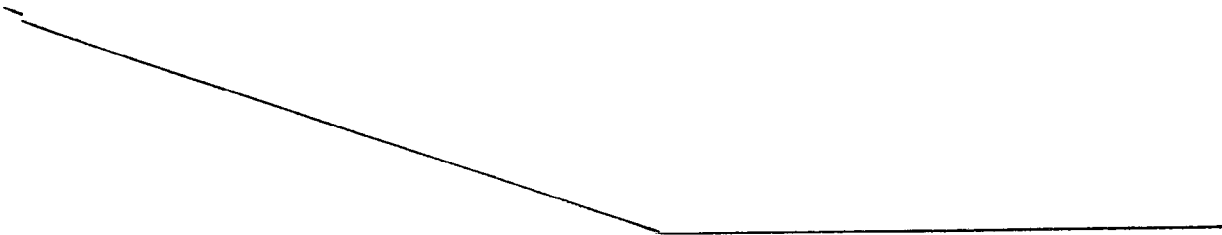
TABLA II

Nº de la Muestra	Composición por aditivo y por barril de fluido	PV <sup>1</sup>	YP <sup>2</sup>	$\frac{PV}{YP}$
8	6,80 Kg - bentonita de sodio 0,11 Kg - carbonato de sodio 0,11 Kg - polisacarida en agua fresca	14,5	21,0	0,69
9	6,80 Kg - Attapulgita 2,26 Kg - Hidróxido de calcio en agua fresca	7,0	20,0	0,35
10	6,80 Kg - Attapulgita 2,26 Kg - Hidróxido de calcio 0,453 Kg - Cloruro de calcio en agua fresca	4,5	10,5	0,43
11	2,26 Kg - Attapulgita 2,26 Kg - Asbestos 2,26 Kg - Hidróxido de calcio en agua fresca	14,5	19,5	0,74
12	2,26 Kg - Bentonita de sodio 2,26 Kg - Asbestos 2,26 Kg - Cal 0,453 Kg - Cloruro de calcio en agua fresca	6,0	6,5	0,92
13	2,26 Kg - Attapulgita 2,26 Kg - Asbestos 2,26 Kg - Hidróxido de calcio 0,453 Kg - Cloruro de calcio en una salmuera de 4,17 kg/galón	9,5	16,5	0,58

1 - 5 . Véanse notas al pie de la Tabla I



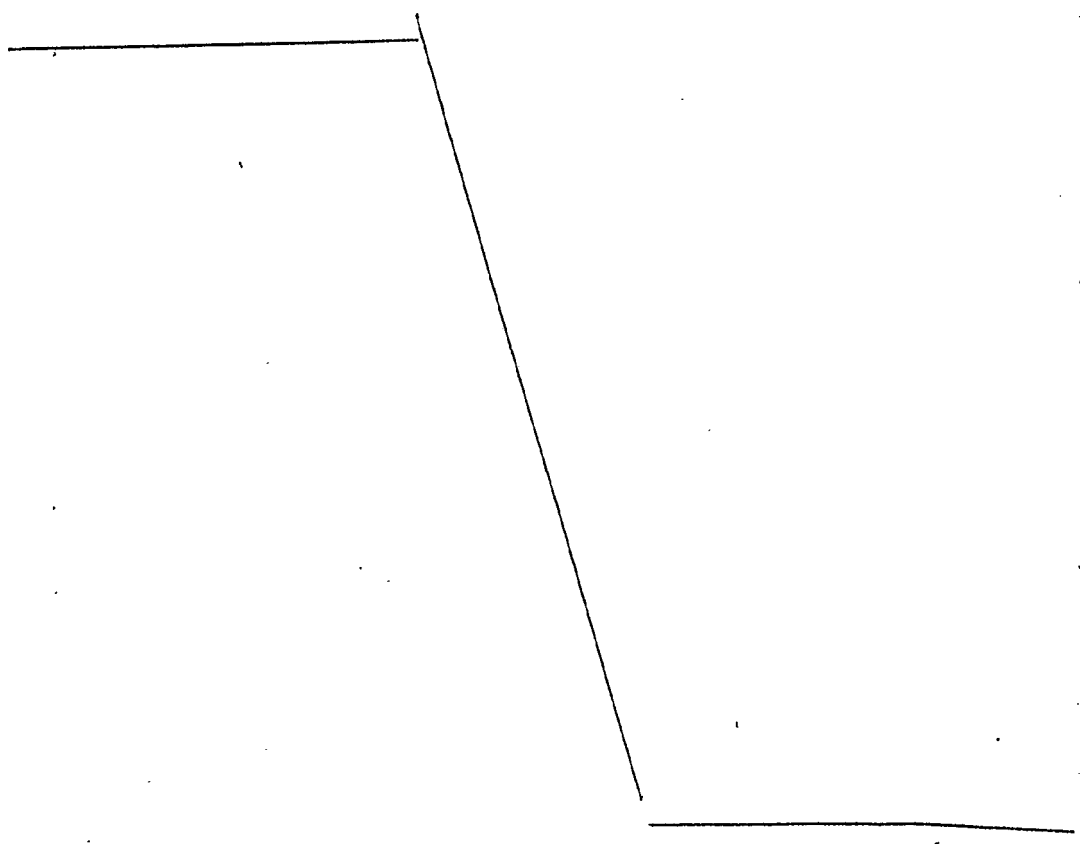
$\frac{FV^3}{YP}$	$P_f^4$	$Ca^5$ ppm
0,69	0	0
0,35	1,2	500
0,43	1,4	1200
0,74	1,4	1176
0,92	1,5	1184
0,58	1,8	1480





1  
  
  
  
5  
  
  
10  
  
  
  
15  
  
  
20  
  
  
25  
  
  
30

Se realizó otra serie de experimentos para determinar si la velocidad de filtración del fluido de perforación para el control de esquistos con reducido contenido de sólidos podría ser disminuida utilizando aditivos contra pérdidas de agua en un fluido de perforación convencional. Los resultados, contenidos en la Tabla III que sigue, indican que el almidón prehidrolizado, la carboximetilcelulosa y un producto a base de lignita de cromo tiene poco efecto sobre la velocidad de filtración. La hidroxietilcelulosa es el único material comprobado que haya disminuido adecuadamente la velocidad de filtración. Se ha comprobado que el tratamiento del fluido de perforación para control de esquistos con contenido reducido de sólidos por medio de un agente dispersante comercial y sosa caústica era necesario para controlar la reología del fluido de perforación.





1

TABLA III

	<u>PV<sup>1</sup></u>	<u>YP<sup>2</sup></u>	<u>API w.l.<sup>3</sup></u> <u>Mililitros</u>
14. Fluido de base (4)	6	13,5	> 200
5 15. Fluido de base más 0,907 kg/barril de dispersante a base de lignosulfonato de calcio	6	4,5	>200
16. Fluido de base más 0,907 kg/barril de un dispersante de lignosulfonato de calcio más 2,721 Kg/barril de almidón prehidrolizado	14	135	>200
17. Fluido de base más 1,814 kg/barril de carboximetilcelulosa	12,0	15,5	>200
10 18. Fluido de base más 2,721 kg/barril de lignito de cromo	6,5	4,0	> 200
19. Fluido de base más 1,814 kg/barril de hidroxietilcelulosa (peso molecular = 4.400)	55	63	10,6
15 20. Fluido de base más 1,814 kg/barril de hidroxietilcelulosa (peso molecular = 15.000) más 0,90 kg/barril de lignosulfonato de ferrocromo, más 0,907 kg/barril de hidróxido de sodio,	30,5	5,0	14,0

10

15

- 1. PV = viscosidad plástica.
- 2. IP = punto de relajamiento.
- 3. API w.l. = pérdida de agua o velocidad de filtración.
- 20 4. Fluido de perforación para control de esquistos con reducido contenido de sólidos procedente del pozo DD del Estado de New Mexico.

UTILIZACION REAL

25

30

Un programa de fluidos de perforación destinados a ser utilizados realmente, basado en las informaciones obtenidas en las pruebas de laboratorio descritas más arriba, ha sido preparado con el objeto de ser empleado en el pozo no. 1 de la Unidad de Gas M.L. Baily, que ha sido perforado en el Campo Gomez, Pecos County, Texas. Los primeros 3.657 m (12.000 pies) del agujero, se perforaron utilizando un fluido



1 a base de salmuera de cloruro de sodio de peso reducido,  
 que no contenía ningún otro material de tratamiento. Jus-  
 to antes de perforar en la formación de esquistos de Wolf-  
 camp, se trató el fluido de perforación a base de salmuera  
 5 utilizado para la parte superior del agujero, con cloruro  
 de calcio y un exceso de hidróxido de calcio. Se midieron  
 las propiedades reológicas y se comprobó que eran adecua-  
 das para el agujero que se estaba perforando. Por tanto, no  
 se añadió al fluido en este momento ninguna cantidad de ar-  
 cilla ni de asbestos. Las propiedades típicas del fluido de  
 10 perforación están contenidas en la Tabla IV que indica las  
 mediciones hechas en el emplazamiento del sondeo, a inter-  
 valos de una semana aproximadamente. Se hicieron solamente  
 mediciones de viscosidad tipo Marsh Funnel, en el fluido de  
 perforación, y los números indicados están expresados en se-  
 15 gundos.

TABLA IV

PROPIEDADES DE LA SALMUERA TRATADA

Número de la tanda	Peso kg/galón	Viscosidad Funnel segundos	$P_f^1$	$Ca^{++} ppm^2$	$Cl^- ppm^3$
24	4,21	26,5	1,35	2600	108,000
25	4,35	29,2	0,75	1040	129,000

- 25 1.  $P_f$  = Alcalinidad del filtrado, que se define como siendo el número de mililitros de ácido sulfúrico al 2% necesario para titular un mililitro de filtrado de fluido de perforación a punto final de fenoftaleina.
2.  $Ca^{++} ppm$  = concentración de calcio en el filtrado, partes por millón.
- 30 3.  $Cl^- ppm$  = concentración de cloruro en el filtrado, partes/millón



1 El fluido a base de salmuera de cloruro de sodio tratado de la manera descrita más arriba, se mantuvo hasta que se presentaron dificultades a una profundidad de aproximadamente 4,360 m (14,343 pies). En este punto se to  
 5 mó la decisión de mejorar las propiedades reológicas del fluido añadiendo asbestos y arcilla attapulgita. Se añadió también sulfato de bario o barita al fluido de perforación para aumentar su densidad o peso del lodo hasta 4,98 kg/ga  
 10 lón (11 libras). Las propiedades típicas del fluido de perforación están indicadas en la Tabla V y han sido determinadas aproximadamente con un mes de diferencia.

TABLA V  
PROPIEDADES DEL FLUIDO DE PERFORACION CON REDUCIDO CONTE-  
NIDO DE SOLIDOS UTILIZADO EN TRABAJOS REALES

Número	Densidad kg/galón	Viscosidad funnel/seg.	PV <sup>1</sup>	YP <sup>2</sup>	$\frac{PV^3}{YP}$	P <sub>f</sub> <sup>4</sup>	Ca <sup>++</sup> ppm <sup>5</sup>
26	4,43	40	6,5	41,0	0,16	0,5	1300
27	4,75	37	7	24	0,29	0,19	2000

1. PV = viscosidad plástica, calculada restando la lectura a 300 rpm del medidor Fann VG de la lectura a 600 rpm.
2. YP = punto de relajamiento, calculado restando la lectura del medidor Fann VG a 300 rpm de la viscosidad plástica.
3.  $\frac{PV}{YP}$  = relación entre la viscosidad plástica y el punto de relajamiento calculado dividiendo la viscosidad plástica por el punto de relajamiento.
4. P<sub>f</sub> = alcalinidad del filtrado definida como siendo el número de mililitros de ácido sulfúrico al 2% necesario para titular un mililitro del filtrado del fluido de perforación al punto final de fenoftaleina.



1 5. Ca<sup>++</sup> ppm = Concentración del calcio en el filtrado en partes por millón.

5 El fluido de perforación descrito más arriba se mantuvo durante el resto de las pruebas que se terminaron a una profundidad de 5,604 m (18,435 pies). Durante estas pruebas no ocurrió nada raro bajo la forma de problemas de perforación. En todas las muestras del flujo de perforación de las Tablas V y VI se midió periódicamente la velocidad de filtración y se calculó que era superior a 200 mililitros, utilizando para determinar la pérdida de agua el procedimiento normalizado de A.P.I.

10 Este valor no se indica en la Tabla y desde luego cuando es elevada, la velocidad de filtración es difícil de determinar. No se añadió ningún material al sistema de flujo de perforación utilizado en las pruebas reales para controlar la velocidad de filtración, pero sin embargo no se presentaron las dificultades previstas por utilizar un fluido dotado de una velocidad de filtración tan anormalmente elevada. Un fluido de perforación dotado de una velocidad de filtración tan importante no podría ser utilizado en una zona geográfica en la cual se sabe que existe una formación de alta permeabilidad, aunque el fluido de perforación para control de esquistos, con reducido contenido de sólidos, puede ser tratado satisfactoriamente con hidroxietilcelulosa para reducir su velocidad de filtración en caso de necesidad.

15

20

25

30 El campo en el cual se perforó el pozo utilizando el fluido de perforación para control de esquistos poco resistentes según el invento, estaba situado en una zona de considerable actividad de perforación en el momento



1 to de realizar la prueba. En una región inmediata se per-  
foraron otros cuatro pozos, tres utilizando un fluido de  
perforación compuesto de agua fresca, bentonita y polime-  
ro de polisácarida, y uno con un fluido de perforación a  
5 base de aceite o de emulsión de agua en aceite. El coste  
de los materiales del fluido de perforación y las veloci-  
dades de penetración o los materiales utilizados en los  
pozos perforados a través del intervalo de esquistos de  
Wolfcamp, están reseñados en la Tabla VI que sigue. Pue-  
10 de verse que el fluido de perforación a base de bentoni-  
ta mejorado con polimero que se utilizó para la perfora-  
ción de los tres pozos inmediatamente próximos presenta-  
ba un coste medio del fluido de perforación igual a 5,84  
dólares por pie, y el fluido de perforación a base de  
15 emulsión inversa o emulsión de agua en aceite presentaba  
un coste de los materiales necesarios para el fluido de  
perforación igual a 8,50 dólares por pie de la sección  
de esquistos perforada. Puede verse que el fluido de per-  
foración para control de esquistos con reducido contenido  
20 de sólidos de acuerdo con el invento, presenta un coste  
de materiales igual a 3,33 dólares por pie de la sección  
de esquistos perforada, cifra que puede compararse de ma-  
nera extremadamente favorable con las otras. De manera si-  
milar, la velocidad de penetración del fluido a base de  
25 bentonita mejorado con polimero era de 1,69 m por hora  
(5,57 pies) y la velocidad de penetración del fluido de  
perforación a base de emulsión de agua y aceite era de  
1,45 m/h (4,77 pies). La utilización del fluido de perfo-  
ración para el control de esquistos con reducido conteni-  
30 do de sólidos según el invento, dió lugar a una velocidad

23



1 media de penetración a través del intervalo de 2,02 m/h  
 (6,6 pies). Igualmente, esta cifra puede compararse muy  
 favorablemente con las cifras obtenidas en los cuatro po  
 5 zos perforados en la misma zona a través de la misma sec  
 ción de esquistos tipo Wolfcamp.

TABLA VI

COSTE MEDIO DEL FLUIDO DE PERFORACION Y VELOCIDAD DE PE-  
NETRACION EN EL INTERVALO PERFORADO

10	<u>Número de la muestra</u>	<u>Tipo de fluído de perforación</u>	<u>Coste del fluído de perforación \$./pie(0,30m)</u>	<u>Velocidad de penetración metros/hora</u>
	28	polimero-bentonita	5,12	1,63
	29	polimero-bentonita	6,08	1,69
	30	polimero-bentonita	6,33	1,75
	31	emulsión inversa ( agua en aceite )	8,50	1,45
15	32	fluído de perforación con reducido contenido de solidos	3,33	2,02

20 Por tanto, se ha descrito y se ha demostrado tanto en experimentos de laboratorio como en la instrumen  
 tación real en campos petrolíferos, que la utilización de un fluído de control de esquistos con reducido contenido  
 de sólidos, dotado de una concentración de calcio soluble en el filtrado superior a 200 partes por millón como míni  
 25 mo, y preferentemente a 1.000 partes por millón, una alcalinidad de filtrado superior a 0,2 y preferentemente su  
 perior a 0,5 mililitros de ácido sulfúrico al 2% y que con  
 tiene hidróxido de calcio sobrante o no disuelto y que tie  
 ne además una relación entre la viscosidad plástica y el  
 30 punto de relajamiento inferior a la unidad, y una veloci-





REIVINDICACIONES

1. Método para preparar un fluido de perforación acuoso que incluye una fase acuosa y una fase de sólidos dispersos, caracterizado porque se forma una mezcla de:

5

(1) una fase acuosa que incluye una solución de hidróxido de calcio saturada y una sal de calcio que tiene una solubilidad en agua superior a la del hidróxido de calcio disuelto en ella, teniendo dicha fase acuosa una alcalinidad igual por lo menos a 0,2 mililitros de ácido sulfúrico normal al 0,02% por cada milímetro de fase acuosa dosificada a punto final de fenolftaleína, y una concentración de iones de calcio igual por lo menos a 200 partes por millón, en peso; y

10

15

(2) una fase sólida dispersa que incluye una cantidad de atapulgita y/o de asbestos suficiente para que el fluido de perforación tenga una viscosidad plástica incluida entre 5 y 20 centipoises aproximadamente y un punto de relajamiento incluido entre 5 y 40 aproximadamente, y una relación entre el punto de relajamiento y la viscosidad plástica incluida entre 0,25 y 1,0 aproximadamente.

20

2. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque la concentración de la atapulgita y/o del asbestos está incluida entre 1 y 10 libras por barril de fluido de perforación (2,85 a 28,55 kg. por metro cúbico).

25

3. Método según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la fase acuosa incluye cloruro de sodio disuelto en ella.

30

4. Método según las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la fase sólida dispersa incluye igual-

9



mente un exceso de hidróxido de calcio no disuelto.

5. Método según las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque la sal de calcio es cloruro, nitrato, sulfato, acetato o formato de calcio.

5 6. Método según las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el grado de filtración A.P.I. del fluido es superior a 100 mililitros.

10 7. Método según las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque la mezcla incluye una cantidad de hidroxietilcelulosa incluida entre 1 a 4 libras por barril (2,85 a 11,45 kg. por metro cúbico).

8. Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la patente de invención que se solicita: METODO PARA PREPARAR UN FLUIDO DE PERFORACION.

15 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de treinta y cinco páginas mecanografiadas.

Madrid, 23 noviembre 1.973

BERNARDO UNGRIA

p.p.

20

25

30