

23 JUN



P. = 50.966

II

P 4933 SPA

# 404183

Memoria descriptiva

SECCION TECNICA  
 CLASIFICACION I.P.C.  
 CLASE \_\_\_\_\_  
 SUBCLASE \_\_\_\_\_

404183

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de SHELL INTERNATIONALE RESEARCH MAATSCHAPPIJ N.V.

entidad holandesa

Int. Cl.<sup>2</sup>: E21B

con domicilio en Carel van Bylandtplein 30, La Haya,  
Holanda.

por: "UN PROCEDIMIENTO PARA PERFORAR UN POZO DE SONDEO"  
(Clase Internacional E21b)

12.6.72

404183

23 JUN 1972



Esta invención se refiere a un método para perforar esquistos sensibles al agua. Mas particularmente, se refiere a la reducción del coste de tal operación utilizando una sucesión ordenada de fluidos de perforación de coste relativamente bajo que cooperan a evitar los problemas de los pozos de sondeo debidos a inestabilidad del esquisto o bien a inestabilidad mecánica mientras que se mantiene una velocidad de perforación relativamente alta.

La historia de la perforación de esquistos sensibles al agua con fluidos de perforación convencionales de base acuosa ha estado plagada de problemas de inestabilidad de los pozos de sondeo relacionados con el hinchamiento y el desprendimiento de los esquistos debido a su interacción con el agua. Tales problemas incluyen atascamiento del tubo de perforación, pérdida de tiempo en la repetición de la perforación del esquisto que se ha desprendido en el pozo de sondeo, dificultad en el avance de la tubería de revestimiento, y similares. Hasta ahora, la evitación de tales problemas exigía el empleo de fluidos de perforación acuosos viscosos y densos o el empleo de fluidos de perforación de base aceitosa. No obstante, tales soluciones son relativamente costosas debido a sus velocidades de perforación lentas y/o a los elevados costes del lodo de perforación.

De acuerdo con la invención, la velocidad de perforación en un pozo de sondeo que se encuentra con un esquisto sen-

404183

23 JUN



sible al agua se mejora inicialmente haciendo circular un fluido de densidad relativamente baja, de perforación rápida, y sustancialmente claro transparente a través del orificio durante la operación del trépano de sondeo. Cuando es al menos  
5 inminente que se presente la inestabilidad en el pozo de sondeo debido a desestabilización por el agua de esquistos sensibles al agua, se efectúa una estabilización del esquistos durante la perforación haciendo circular una solución acuosa estabilizadora del esquistos que contiene una poliacrilamida parcialmente hidrolizada (la cual está hidrolizada en una proporción comprendida entre aproximadamente 20 y 40%, tiene un peso  
10 molecular mayor de 1 millón, y está presente en una cantidad suficiente al menos para satisfacer el requisito de adsorción mínima del esquistos) y un haluro de metal alcalino (el cual  
15 está presente en una cantidad al menos suficiente para mejorar la adsorción del polímero sobre el esquistos).

Cuando es al menos inminente el enfrentamiento con problemas de inestabilidad del pozo de sondeo debidos al desprendimiento de formaciones de suelo mecánicamente inconsistentes, la velocidad de limpieza del pozo de sondeo se puede  
20 mejorar suspendiendo bentonita previamente hidratada en dicha solución acuosa (siendo la cantidad de bentonita previamente hidratada suficiente para mejorar la capacidad de sustentación de sólidos del fluido) y haciendo circular dicha  
25 suspensión al propio tiempo que se mantienen las pérdidas de

404183



fluido de la suspensión circulante en un nivel suficiente para facilitar dicha estabilización del esquisto por adsorción de polímero.

Tal como se utiliza en esta memoria, la expresión

5 "es al menos inminente una inestabilidad del pozo de sondeo debido a inestabilización por agua del esquisto sensible al agua" hace referencia a una situación en la que un esquisto sensible al agua se ha puesto en contacto o está a punto de ponerse en contacto con un fluido acuoso. Dicho fluido acuoso puede ser un fluido de perforación circulante constituido por aire o gas que contiene agua procedente de una formación productora de agua, un fluido de perforación constituido por una niebla o espuma, un fluido de perforación acuoso, y similares. Análogamente, la expresión "es al menos inminente una inestabilidad del pozo de sondeo debido al desprendimiento de formaciones de suelo mecánicamente inconsistentes" hace referencia a una situación en la que el pozo de sondeo ha penetrado o está a punto de penetrar en una zona mecánicamente inconsistente tal como una zona de cascotes, una zona

10

15

20

25

intensamente fracturada, una arena o grava no consolidada, y similares. Como es sabido por los expertos en la técnica, los momentos en que tales circunstancias están a punto de producirse se conocen con frecuencia o se pueden determinar fácilmente a partir de la información geológica subterránea (teniendo en cuenta la velocidad de avance del pozo de sondeo)

404183

23 JUN



y/o de la experiencia previa con pozos perforados en regiones similares. Además de ello, la aparición de tales inestabilidades del pozo de sondeo es fácilmente detectable a partir del comportamiento de la cadena de tubos de perforación y/o del fluido de perforación y/o de la velocidad de avance del pozo de sondeo, o de indicios y síntomas similares que se vigilan corrientemente durante la perforación de un pozo.

La interacción de desestabilización del esquisto entre agua y esquisto sensible al agua lleva consigo un problema conocido desde hace mucho tiempo, y engorroso. Es sabido que dicho problema es más complicado de lo que sería si fuese resultado de un único tipo de fenómenos. Las fuerzas de ósmosis y la presión osmótica tienden a inducir la transferencia de agua desde un fluido de perforación que contiene agua a las capas o intersticios comprendidos en el interior del esquisto. Se sabe que la ósmosis está implicada, pero que ésta no llega a ser una explicación total. Por ejemplo, en la patente de los EE. UU. 2.165.824, presentada hace más de 30 años, Garrison señaló que tal interacción lleva consigo algo más que la ósmosis y, de acuerdo con ello, el empleo de sales que proporcionen una elevada presión osmótica no impedirá ni el levantamiento ni la dispersión del esquisto. Dicha patente sugiere la utilización de una solución acuosa relativamente concentrada de un silicato de metal alcalino. Ahora bien, es desventajosamente caro el mantener una



tal solución como fluido de perforación circulante.

Un aspecto de la interacción entre agua y una formación de suelo arcillosa o esquistosa sensible al agua da lugar a una dispersión de partículas de tamaño coloidal de arcilla en un fluido de perforación acuoso circulante. Una tal dispersión tiende a incrementar la viscosidad y la densidad del fluido de perforación. Ello ocasiona un problema de mantenimiento del fluido de perforación que puede ser costoso incluso en la perforación de formaciones de suelo arcilloso que no sean lo suficientemente activas para crear un problema de inestabilidad del pozo de sondeo. Numerosas patentes anteriores han descrito combinaciones de materiales polímeros que contienen grupos carboxilo que están proyectadas para tratar tales problemas de dispersión de arcilla. Se refieren a fluidos de perforación claros o de bajo contenido de sólidos, o a lodos de perforación que contienen arcilla en los cuales los tipos y cantidades de los materiales polímeros están adaptados para efectuar un beneficio o dispersión de las arcillas de tipo bentonítico para ajuste de la viscosidad al mismo tiempo que tienden a flocular y mejorar la separación de otras arcillas, tales como las que se encuentran en las operaciones de perforación. Como es sabido por los expertos en la técnica, tales sistemas polímeros acuosos de beneficio y floculación de arcillas no son adecuados para perforar en esquistos sensibles al agua y generalmente no son más

404 183

23



efectivos que un lodo de arcilla acuoso simple con respecto a la estabilización de un pozo de sondeo en un esquisto sensible al agua. Tales sistemas polímeros acuosos se describen, entre otras, en las Patentes de los EE.UU. 2.775.557, 3.070.543, 5 3.081.260, 3.323.603, 3.558.545, y 3.511.799.

En la solicitud de patente de los Países Bajos 6.414.645, ha sido descrito un fluido acuoso para perforar un esquisto sensible al agua por R.L. Sperry. En dicho sistema, un material polímero que contiene grupos carboxilo y 10 una sal inorgánica soluble en agua se disuelven en agua en una proporción de polímero a sal que está comprendida entre aproximadamente 1:25 y 3:1 con la condición de que no estén presentes más de aproximadamente 17,1 kilogramos de la sal inorgánica por cada 1000 litros de la solución. La solicitud 15 de patente indica que las proporciones especificadas del polímero y la sal son críticas y deberían adaptarse para hacer que las superficies de las partículas de arcilla se hinchen ligeramente, sin dispersarse en el agua, a fin de que la acción de hinchamiento impermeabilice la arcilla contra 20 la admisión de más agua o la interacción posterior con el agua.

La presente invención se basa al menos en parte en el descubrimiento de que, contrariamente a tales indicaciones anteriores, en un fluido de perforación acuoso de bajo 25 coste que se puede convertir fácilmente de un fluido cla-

404 183



ro de perforación rápida en un lodo de suspensión de sólidos cuando se necesita una limpieza mejorada, se consigue ventajosamente una estabilización de un esquisto sensible al agua por medio de una solución acuosa que contiene sólo una cantidad relativamente pequeña de polímero en presencia de una cantidad relativamente grande de sal. En una tal solución, el polímero tiene que ser una poliacrilamida del grado de hidrólisis y el peso molecular especificados, mientras que la sal es un haluro de sodio o de potasio, siendo preferible el último. El mecanismo de estabilización del esquisto de esta solución resulta ser claramente diferente del descrito en la solicitud de patente de los Países Bajos. La estabilización del esquisto requiere al menos aproximadamente 20 kilogramos de sal por cada 1000 litros de solución --y es mejor cuando están presentes más de 28,5 kilogramos por cada 1000 litros.

Los fluidos claros de perforación rápida adecuados para uso en la presente invención pueden variar tanto en tipo de fase fluida como en composición con tal que los fluidos se adapten para mejorar la velocidad de perforación al menos dentro de una porción superior de un pozo de sondeo. Un tal fluido puede ser un fluido esencialmente gaseoso tal como aire, nitrógeno, hidrocarburos gaseosos, gases de combustión o similares, un líquido acuoso que contenga un fluido esencialmente gaseoso tal como una niebla o es-

404 183

23 JUN 1972



puma o análogos, o un líquido acuoso sustancialmente claro tal como agua, salmuera, y similares, o una solución de poliacrilamida parcialmente hidrolizada y un haluro de metal alcalino en proporciones que sean efectivas o inefectivas para la estabilización del esquistos, y similares, con tal que el fluido tenga una densidad y una viscosidad al menos esencialmente tan bajas como las del agua. Tal fluido de perforación rápida es preferiblemente un fluido de coste relativamente bajo tal como aire o salmuera.

Las poliacrilamidas parcialmente hidrolizadas apropiadas para uso en la presente invención pueden comprender tales polímeros formados por polimerización e hidrólisis subsiguiente de acrilamida (o un homólogo inferior de acrilamida) o por copolimerización de acrilamida con un acrilato o similar. El peso molecular de la poliacrilamida debería ser al menos mayor de 1 millón, y preferiblemente será mayor de 3 millones. El grado de hidrólisis (y/o la proporción de los grupos amida de la poliacrilamida que son grupos carboxilo o se han hidrolizado para formar grupos carboxilo), debería estar comprendido entre aproximadamente 20 y 50%, y son particularmente adecuados grados de hidrólisis que van desde aproximadamente 30 a 40%. Ejemplos de tales polímeros que son comercialmente asequibles incluyen Separan AP-273 (hidrolizado en proporción de 30%, peso molecular mayor de 3 millones, Dow Chemical Co.), Separan



AP-30 (hidrolizado en proporción de 30%, peso molecular mayor de 2 millones, Dow Chemical Co.), Pusher 500 (hidrolizado en proporción de 40%, peso molecular 3,4 millones, Dow Chemical Co.), Pusher 700 (hidrolizado en proporción de 40%, peso molecular aproximadamente 7 millones, Dow Chemical Co.), Pusher 1000 (hidrolizado en proporción de 40%, peso molecular aproximadamente 7 millones, Dow Chemical Co.), RC-326 (hidrolizado en proporción comprendida entre 20 y 30%, peso molecular mayor de 12 millones, American Cyanamid), RC-334 (hidrolizado en proporción mayor de 30%, peso molecular mayor de 12 millones, American Cyanamid), RC-304 A (hidrolizado en proporción de 30%, peso molecular mayor de 3 millones, American Cyanamid), Reagent S-3595 (hidrolizado en proporción de 30%, peso molecular 10 millones, Cyanamid of Canada), GenFloc 155 (hidrolizado en proporción de 30%, peso molecular de 12 a 15 millones, General Mills), y GenFloc 156 (hidrolizado en proporción de 40%, peso molecular de 12 a 14 millones, General Mills). Como es sabido por los expertos en la técnica, tales polímeros se encuentran usualmente en el mercado en forma de sus sales de sodio. Tal como se utilizan en esta memoria ( con referencia a los pesos o concentraciones en peso de tales polímeros ) las cantidades de tales polímeros se refieren a cantidades de la sal sódica o a la cantidad equivalente de polímero que se necesita pra formar la sal sódica. Si se desea, las presentes soluciones se pueden obtener disolviendo las formas de ácido carboxílico de los polímeros en un líquido acuoso

404 183

23



so y convirtiéndolas en las sales en solución.

Los líquidos acuosos adecuados para uso en la presente invención pueden comprender agua o sustancialmente cualquier solución acuosa que esté exenta de solutos que puedan interferir. Ejemplos de líquidos acuosos adecuados incluyen agua naturales o salmueras o agua de mar y/o aguas ablandadas o tratadas de otro modo por medio de resinas de intercambio de iones, agentes de floculación, etc., comprendiendo soluciones acuosas que estén exentas de proporciones importantes de solutos que puedan ocasionar transformaciones químicas en moléculas polímeras de poliacrilamida, p. ej., degradación, reticulación, etc., o compitan con las moléculas polímeras de poliacrilamida por los puntos de adsorción existentes en las partículas de arcilla (p. ej., solutos tales como cromo o materiales catalíticos de la reacción de polimerización análogos, carbonatos, fosfatos, sulfuros o aniones similares que compitan por los puntos de adsorción, etc.). Son particularmente adecuadas las salmueras de sodio, o preferiblemente las de potasio, relativamente blandas.

Las soluciones acuosas estabilizadoras de los esquistos a base de poliacrilamidas parcialmente hidrolizadas y sales de metales alcalinos utilizadas en la presente invención son soluciones de coste relativamente bajo adaptadas para uso como fluidos de perforación que estabilizan los esquistos a velocidades de perforación altas y a los efectos

404183

23 JUN 1972



de limpieza del pozo de sondeo. La protección del esquisto parece ser el resultado de la adsorción del polímero en puntos críticos específicos del esquisto. Los puntos críticos parecen ser los bordes cargados positivamente de los paquetes de laminillas de arcilla. En ellos, la adsorción de las moléculas polímeras especificadas reduce suficientemente la introducción de agua entre las laminillas de arcilla para evitar la desestabilización del esquisto. Además de contener al menos suficiente polímero para satisfacer los requerimientos de tales puntos de adsorción, la solución debería contener al menos una cantidad suficiente de sal de haluro de metal alcalino para mejorar la velocidad de adsorción del polímero sobre la arcilla. Aparte de ello, la solución tiene preferiblemente un pH alcalino comprendido en un margen que tiende a mejorar la estabilidad térmica del polímero. Es también importante que una tal solución esté exenta de solutos productores de interferencias que tiendan a ocasionar transformaciones químicas en las moléculas del polímero o a competir con ellas en lo que respecta a la adsorción sobre los puntos críticos de adsorción de la arcilla. En general, los márgenes de concentración adecuados están comprendidos entre 0,57 y 2,14 kilogramos de polímero por cada 1000 litros de solución (preferiblemente de 0,85 a 1,7), y entre 20 y 200 kilogramos de sal por cada 1000 litros de solución (preferiblemente, desde aproximadamente

13.6.72.

404183

23 JUN



28,5 a 100). La solución acuosa tiene un pH comprendido entre aproximadamente 9 y 11 (preferiblemente de 9,5 a 10). En los casos en que tales soluciones están gelificadas (p. ej. por una suspensión de bentonita previamente hidratada) con objeto de aumentar sus capacidades de limpieza del pozo, deberían contener de 17 a 57 kilogramos de bentonita previamente hidratada por cada 1000 litros de solución (preferiblemente de 28,5 a 57) y mantenerse como lodos con pérdidas por filtración moderadamente altas que tengan una pérdida por filtración API durante 30 minutos comprendida entre aproximadamente 8 y 30 ml.

Los ensayos en campo han indicado que, como fluidos de perforación claros, las soluciones arriba indicadas proporcionan las ventajas de una perforación con agua clara sin los problemas concomitantes de inestabilidad del pozo que surgen como resultado del empleo de agua dulce en esquistos sensibles al agua. Se han encontrado experimentalmente mejoras en la velocidad de penetración del orden del 50% al 100% en comparación con los lodos gelificados (esto es, aproximadamente a las velocidades de perforación con agua clara). En las preparaciones en campo de tales soluciones, es ventajoso utilizar por cada 1000 litros de solución de 0,7 a 1,4 kilogramos de poliacrilamida parcialmente hidrolizada Separan AP-273 (o un polímero equivalente), aproximadamente 28,5 a 31,3 kilogramos de sal potási-

404 183

23



ca. (cloruro potásico) y cantidad suficiente de hidróxido  
o metasilicato sódico para proporcionar un pH comprendido  
entre aproximadamente 9,5 y 10. Es ventajoso mezclar pri-  
meramente la sal potásica y luego el Separan. La adición  
5 del Separan a agua dulce tiende a producir altas viscosida-  
des de fluido que son difíciles de manipular y pueden dar  
como resultado el atascamiento de las tolvas, bombas, etc.  
Es ventajoso el mezclado mediante boquilla. Una tal solución  
acuosa se puede hacer circular y mantener como un fluido  
10 de perforación sustancialmente claro simplemente sin utili-  
zar desenlodador alguno y permitiendo que todos los sólidos  
sedimenten en depósitos o preferiblemente en un pozo de re-  
serva a través del cual se hace circular la solución.

15 Ejemplos de Ensayo 1-11 (Tabla 1) referentes a los Efectos  
de: Porcentaje de Hidrólisis, Peso Molecular y Concentra-  
ción de Sal.

En los ejemplos de ensayo que se describen aquí,  
20 se evaluaron diversas propiedades de los fluidos por medio  
del aparato de ensayo triaxial de esquistos descrito en la  
revista Journal of Petroleum Technology, volumen 21, págs.  
883-892, julio de 1969. Este aparato de ensayo simula con-  
diciones en campo referentes al comportamiento de probetas  
25 de ensayo de forma cilíndrica (de 5 cm de diámetro exte-

404 183

23 JUN 72



rior aproximadamente y 2,5 centímetros de altura ) que están  
situadas en una camisa de caucho. La carga de las probetas  
se obtiene aplicando simultáneamente presiones verticales y  
radiales aproximadamente iguales. Los fluidos que constitu-  
5 yen el objeto del ensayo se hacen circular a través de un  
orificio practicado en tales probetas de una manera que per-  
mita una penetración de las probetas por el filtrado. Las  
probetas pueden ser testigos naturales o esquistos que se  
hayan reconstituido por compactación de detritus o fragmen-  
10 tos de sondeos, o similares.

La Tabla 1 muestra los resultados de la circula-  
ción de las soluciones acuosas de polímero y sal especifi-  
cadas a través de probetas de esquisto de Atoka en condicio-  
nes equivalentes de temperatura, carga, etc. Los ensayos 1,  
15 3 y 7 son una comparación del grado de protección del esquis-  
to proporcionado por polímeros sustancialmente equivalentes  
que tienen grados de hidrólisis de menos de 1, 5 y 30% res-  
pectivamente e indican que los dos polímeros menos hidroliz-  
ados tenían una efectividad menor del 10% comparada con la  
20 del más hidrolizado. Los ensayos 4 y 9 y los ensayos 10 y  
11 indican que los aumentos del peso molecular (desde 2 mi-  
llones a 3 millones y desde 3,4 millones a 7 millones) pro-  
porcionan aumentos importantes en el grado de protección.  
Como es sabido por los expertos en la técnica, cuando se  
25 hace circular una solución de polímero a través de un equi-



po de perforación, el polímero se ve sometido a fuerzas de cizallamiento relativamente severas que tienden a degradar sus moléculas desde pesos moleculares altos a pesos moleculares más bajos. Tal degradación es reflejada por el ensayo 9 en el que el polímero de nueva aportación proporcionó 4885 minutos de estabilización, mientras que un nuevo ensayo de una muestra previamente utilizada (sobre una probeta de nueva aportación de esquisto) proporcionó solamente 540 minutos de protección, debido a la degradación del polímero. Los ensayos 4 y 5 muestran los efectos de protección del esquisto debidos a concentraciones de sal de 0 y 1%, y son comparables con los ensayos 6, 7 y 8, en los que las concentraciones de sal fueron 2, 3 y 25%. La efectividad relativa indica que sustancialmente no es proporcionada protección alguna del esquisto por concentraciones de sal menores de aproximadamente 2% (aproximadamente 20 kg/1000 litros). Además de ello, los ensayos 6, 7 y 8 indican que la efectividad de la protección del esquisto con el aumento en la concentración de sal alcanza un máximo dentro del margen de 2 a 25%, siendo el grado de protección proporcionado por una concentración aproximada de 3% sustancialmente el doble del proporcionado por cantidades próximas a los extremos superior e inferior del margen.

25

404183

4041833 JUN 97



TA

BLA 1

POLIACRILAMIDA - RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE ESQUISTO DE ATOKA

Ensayo	Polímero a)	Peso Molecular	Grado de Hidrolisis, %	Conc. de NaCl, %	Tiempo de Ensayo Triaxial, Minutos	
					Próbeta de esqui- sto 1	Próbeta de es- qui- sto 2
5	1	Separan MGL	1	3	227*	42*
	2	Separan NP-10	5	3	273*	264*
10	3	Separan NP-20	5	3	243*	-
	4	Separan AP-30	30	0	818	-
	5	"	"	1	555	438
	6	"	"	2	1440+	-
	7	"	"	3	3722	372
	8	"	"	25	1440+	-
15	9	Separan AP-273	30	3	4885	540
	10	Pusher 500	40 - 45	3	3732	746
	11	Pusher 700	40 - 45	3	4652	457

20 a) Concentración de polímero = 1,4 kg/1000 litros, excepto para el ensayo triaxial con los polímeros Separan MGL, NP-10 y NP-20, que se ensayaron a una concentración de 4,3 kg/1000 litros.

# 404183

TA      BLA 1

POLIACRILAMIDA - RESULTADOS      DE LOS ENS  
 =====

Ensayo	Polímero a)	Peso Molecular	Grado de Hidrolisis, %	Conc. de NaCl, %	
5	1	Separan MGL	$2 \times 10^6$	1	3
	2	Separan NP-10	$1 \times 10^6$	5	3
	3	Separan NP-20	$2 \times 10^6$	5	3
10	4	Separan AP-30	$2 \times 10^6$	30	0
	5	"	"	"	1
	6	"	"	"	2
	7	"	"	"	3
	8	"	"	"	25
15	9	Separan AP-273	$3 \times 10^6$	30	3
	10	Pusher 500	$3,4 \times 10^6$	40 - 45	3
	11	Pusher 700	$7 \times 10^6$	40 - 45	3

20 a) Concentración de polímero = 1,4 kg/1000 litros, excepto para el ensayo triaxial con los polímeros Separan MGL, NP-10 y NP-20, que se ensayaron a una concentración de 4,3 kg/1000 litros.

4041833



TA      BIA 1

RESULTADOS      DE LOS ENSAYOS DE ESQUISTO DE ATOKA

Grado de Hidrolisis, %	Conc. de NaCl, %	Tiempo de Ensayo Triaxial, Minutos	
		Probeta de esquistos 1	Probeta de esquistos 2
1	3	227 <sup>a</sup> )	42 <sup>a</sup> )
5	3	273 <sup>a</sup> )	264 <sup>a</sup> )
5	3	243 <sup>a</sup> )	-
30	0	818	-
"	1	555	438
"	2	1440 <sup>+</sup>	-
"	3	3722	372
"	25	1440 <sup>+</sup>	-
30	3	4885	540
40 - 45	3	3732	746
40 - 45	3	4652	457

litros,  
políme-  
ensayaron  
os.

404183

23 JU



Ejemplos de Ensayo 12-24 (Tabla 2) referentes a los Efectos de Contaminantes Reales o Potenciales

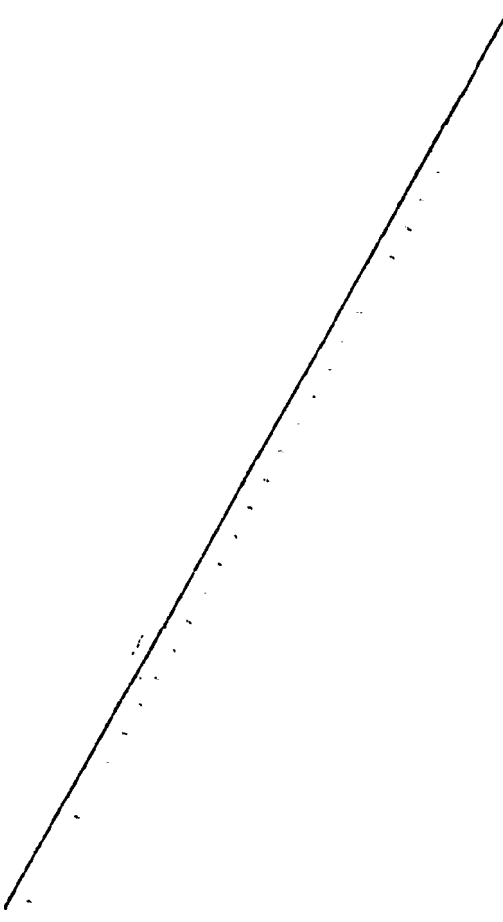
5 Los ensayos 12 y 13 muestran que aunque numerosos solutos de polímero aniónico tienden a ser precipitados por los iones calcio, tales iones (en las proporciones normalmente encontradas) no reducen la efectividad de la protección del esquisto por las soluciones acuosas de la presente invención. Los ensayos 14 a 17 muestran que los iones  
10 carbonato interfieren indudablemente con la protección del esquisto. Los ensayos 18 y 19 muestran una interferencia similar producida por los iones sulfuro y fosfato. Tales iones interferidores son capaces de competir con los anio-  
15 nes de poliacrilamida parcialmente hidrolizados en lo que respecta a los puntos de adsorción cargados positivamente situados en los bordes de los paquetes de las laminillas de arcilla. Los ensayos 20 a 22 muestran los efectos de in-  
20 terferencia de un pH relativamente alto debido a cemento sin fraguar (crudo) o a exceso de hidróxido metálico. Otros ensayos han indicado que, a un pH de 10, un fluido del ti-  
25 po utilizado en el ensayo 22 protegerá un tal esquisto durante más de 24 horas. Los ensayos 23 y 24 muestran los efectos de interferencia que son producidos por los iones cromato (con relación a soluciones que, cuando están exen-  
tas de iones cromato, son capaces de proporcionar estabi-

404183

23 JUN 1972



lización durante más de 24 horas). Aun cuando tales iones  
cromato se utilizan comunmente como inhibidores de corro-  
sión y se ha indicado que son adecuados o incluso venta-  
5 josos en diversas formulaciones de polímeros y sales de  
la técnica anterior, en las soluciones de la presente in-  
vención tales iones aceleran la degradación de las moléculas  
polímeras de poliacrilamida parcialmente hidrolizada  
de peso molecular alto a moléculas demasiado pequeñas pa-  
ra producir la protección del esquisto.



13.6.72.

404183

404183

TA

EFECTO DE LOS CONTAMINANTES SOBRE LOS RESULTADOS DEL FLUIDO DE PERFORACION CON 3% DE KCl Y 1,4 KG/

BLA-2

EN EL APARATO DE ENSAYO TRIAXIAL A 246 KG/cm<sup>2</sup> 1000 LITROS DE POLIMERO SEPARAN AP-273

Ensayo	Esquisto a	Contaminante, conc., % peso
12	A	CaCl <sub>2</sub> (en fluido con 10% de KCl), 0,5
13	A	CaCO <sub>3</sub> , 1,0
14	A	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (cenizas de sosa), 0,05
10	A	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (cenizas de sosa), 0,1 ( 1 X 10 <sup>-2</sup> M)
16	A	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (cenizas de sosa), 0,2
17	B	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (cenizas de sosa), 0,2
18	A	Na <sub>2</sub> S · 9H <sub>2</sub> O, 0,24 ( 1 X 10 <sup>-2</sup> M)
19	A	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> · 12H <sub>2</sub> O, 0,38 ( 1 X 10 <sup>-2</sup> M)
15	A	Cemento de Tipo 1 (sin fraguar), 2,0
21		Cemento de Tipo 1 (sin fraguar), 0,2
22	A	NaOH
23	A	Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> · 2H <sub>2</sub> O (calentado a 163°C) <sup>d</sup> ,
24	B	Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> · 2H <sub>2</sub> O (calentado a 163°C) <sup>d</sup> ,

a: A = Area de Houston, Pista del Estado num. 920; B = Oklaho

ma, Atoka.

b: Porcentaje en peso de la muestra erosionado por el flujo de la corriente de fluido.

pH inicial	Viscosidad inicial, cS	Tiempo en el Aparato de Ensayo Triaxial, min.	Erosión %
8,7	3,3	1440 <sup>c</sup>	2,6
9,7	5,9	1550 <sup>t</sup>	2,6
9,9	5,7	567	9,4
10,0	5,8	464	9,4
10,2	5,5	279	9,4
10,2	2,8	765	12,9
11,3	5,6	375	8,5
10,7	5,8	227	8,6
11,8	4,3	366	8,6
12,0	5,0	536	
11,9	5,8	245	
9,7	1,7	30	16,3
9,6	1,5	9	10,3

c: El signo t indica que no se habia producido fallo alguno de la muestra al final del ensayo.

d: pH del fluido ajustado a pH = 10 con NaOH, y calentado luego a 163°C (18 horas de calentamiento, 8 horas a 163°C, 18 horas de enfriamiento).

# 404183

TA

BIA 2

EFFECTO DE LOS CONTAMINANTES SOBRE LOS RESULTADOS  
DEL FLUIDO DE PERFORACION CON 3% DE KCl Y 1,4 KG/

EN EL AL  
1000 LI!

5

Ensayo	Esquisto <sup>a</sup>	Contaminante, conc., % peso	pH inici
	A	CaCl <sub>2</sub> (en fluido con 10% de KCl), 0,5	8,7
	A	CaCO <sub>3</sub> , 1,0	9,7
	A	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (cenizas de sosa), 0,05	9,9
10	A	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (cenizas de sosa), 0,1 ( = 1 X 10 <sup>-2</sup> M)	10,0
	A	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (cenizas de sosa), 0,2	10,2
	B	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (cenizas de sosa), 0,2	10,2
	A	Na <sub>2</sub> S . 9H <sub>2</sub> O, 0,24 ( = 1 X 10 <sup>-2</sup> M)	11,3
	A	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> . 12H <sub>2</sub> O, 0,38 ( = 1 X 10 <sup>-2</sup> M)	10,7
15	A	Cemento de Tipo 1 (sin fraguar), 2,0	11,8
		Cemento de Tipo 1 (sin fraguar), 0,2	12,0
	A	NaOH	11,9
	A	Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> . 2H <sub>2</sub> O (calentado a 163°C) <sup>d</sup> , 0,1	9,7
	B	Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> . 2H <sub>2</sub> O (calentado a 163°C) <sup>d</sup> , 0,1	9,6

20

a: A = Area de Houston, Pista del Estado núm. 920; B = Oklaho  
ma, Atoka.

o: El s:  
la m

b: Porcentaje en peso de la muestra erosionado por el flujo  
de la corriente de fluido.

d: pH de  
go a  
hora:

13.6.72.

4041833



TA  
 ALTADOS  
 1,4 KG/  
 =====

BIA 2

EN EL APARATO DE ENSAYO TRIAXIAL A 246 Kg/cm<sup>2</sup>  
 1000 LITROS DE POLIMERO SEPARAN AP-273  
 =====

	pH inicial	Viscosidad inicial, GS	Tiempo en el Aparato de Ensayo Triaxial, min.	Erosión %
KCl), 0,5	8,7	3,3	1440 <sup>+</sup> c	2,6
	9,7	5,9	1550 <sup>+</sup>	2,6
	9,9	5,7	567	9,4
(1 X 10 <sup>-2</sup> M)	10,0	5,8	464	9,4
	10,2	5,5	279	9,4
	10,2	2,8	765	12,9
M)	11,3	5,6	375	8,5
2M)	10,7	5,8	227	8,6
), 2,0	11,8	4,3	366	8,6
), 0,2	12,0	5,0	536	
	11,9	5,8	245	
63°C) <sup>d</sup> ,	9,7	1,7	30	16,3
63°C) <sup>d</sup> ,	9,6	1,5	9	10,3

B = Oklaho

c: El signo + indica que no se había producido fallo alguno de la muestra al final del ensayo.

el flujo

d: pH del fluido ajustado a pH = 10 con NaOH, y calentado luego a 163°C (18 horas de calentamiento, 8 horas a 163°C, 18 horas de enfriamiento).



Ejemplos de Ensayo 25-41 (Tablas 3 y 3A) referentes a la  
Comparación de los Efectos de Estabilización de los Es-  
quistos de los Fluidos de Perforación Claros de Estabili-  
zación de Esquistos de la presente invención con los de  
5 Lodos Convencionales.

Los ensayos 30-33 indican que en el caso de los  
esquistos de Stanley y Smithwick, el lodo de tipo conven-  
cional prescrito para uso con estos esquistos (Lodo A, Ta-  
10 bla 3A) dió como resultado tiempos de fallo en el Aparato  
de Ensayo Triaxial de sólo 30 y 117 minutos a una tensión  
de 245 kg/cm<sup>2</sup> y 72 y 133 minutos a una tensión de 175 kg/cm<sup>2</sup>,  
respectivamente. Ambos esquistos se ensayaron satisfactoria-  
mente a una tensión de 245 atm con el fluido de polímero  
15 KCl-Separan AP-273 de la presente invención, como se iden-  
tifica en la Tabla 2A durante 24 horas sin fallo de la mues-  
tra. Para estos esquistos semejantes al de Atoka, la tensión  
de exfoliación es aproximadamente de 245 kg/cm<sup>2</sup>. Esta ten-  
sión es la tensión a la que las probetas comienzan a fallar  
20 existiendo únicamente aire en el pozo de sondeo, debido a  
las fuerzas de compresión.

25

13.6.72

404183

404183

TA

IA-3

Condiciones de Ensayo: 1) Probetas de esquistos de 5 cen salmuera de NaCl al 3%, a 700  
 2) Probetas sometidas a tensión indica abajo.  
 3) Fluido de ensayo circulado a 6,35 mm en probetas a 237 m/min.

timetros/2,5 centímetros, reconstituidas con kg/cm<sup>2</sup>.  
 isotrópicamente como se  
 través de un pozo de sondeo axial de y 2580.

Tiempo de Fallo en el Aparato de Ensa

vo Triaxi,  
 Fluido de  
 Separan A  
 Tiempo  
 4032+ dfe

Hinchamien Tensión Todos convencionales<sup>b</sup>  
 toa Porcenta de ensa-  
 de Absorbido yo, kg/cm<sup>2</sup> Todo Tiempo Erosion

Ensayo Esquisto Profundidad de Arco- Dispersio-  
 muestra (m) lla % nes en Agua  
 destilada 750/1

10	25	Cuenca de Atoka, Arkoma	2823	60	3	19	245	-	-	8640+d
	26					30	175	-	29(agua dulce)	2880+
	27	Tongue River Wyoming	-	70	14	27	245	-	-	1355+
	28	Area de Houston pista del Estado num. 920	4797+	50	38	10	175	-	-	2880+
15	29					15	238	A	30	1397+
	30	Stanley, Ouachita Montañas de Oklahoma	aflora- miento	55	11	15	175	A	72	1440+
	31						245	A	117	1000+
20	32	Smithwick, San Saba, Texas	afloramiento	40	11	-	175	A	113	3130+d
	33						245	B	52	1176+
	34	Esquisto de Canadá	1020-1146	60	10	19	245	B	47	1450+
	35	Esquisto de Canadá	1404-1473	55	11	55	70	-	-	1380+
	36	Pachuta Creek Mississippi Midway	660	45	50					

404183

404183



23

TA

no de 5 cen  
s a 700

a tensión

reculado a  
s a 237 m/min.

timetros/2,5 centímetros, reconstituidas con  
kg/cm<sup>2</sup>.

isotrópicamente como se

través de un pozo de sondeo axial de  
y 2500.

Tiempo de Fallo en el Aparato de Ensa

Hinchamien Tensión Todos convencionales<sup>b</sup>  
toá Porcenta de ensa=  
le Absorbido VO, KG/cm<sup>2</sup> Todo Tiempo Erosion

Dispersio-  
nes en Agua  
destilada 750/u

3

14

38

11

11

10

11

50

Tiempo Erosión

4032+ dfe n.d.

8640+d

2880+

1355+

2880+

1397+

1440+

1000+

3130+d

1176+

1450+

1380+

29(agua dulce)

-

-

-

-

30

72

117

113

52

47

-

245

175

175

245

175

238

175

245

175

245

245

70

19

30

27

10

15

-

19

55

1,9

2,5

2,6

< 1

1,5

2,9

3,3

< 1

< 1

3,7

8,7

12,2

12,6

16,2

9,5

10,8

-

# 404183

TA

3LA 3

Condiciones de Ensayo: 1) Probetas de esquisto de 5 cen salmuera de NaCl al 3%, a 700

2) Probetas sometidas a tensión indica abajo.

3) Fluido de ensayo circulado a 6,35 mm en probetas a 237 m/min.

=====

tímetros  
kg/cm<sup>2</sup>.

isotrópi

través d  
y 25°C.  
=====

5

	<u>Ensayo</u>	<u>Esquisto</u>	<u>Profundidad de muestra (m)</u>	<u>Arce-lla %</u>	<u>Dispersio-nes en Agua destilada 750/u</u>	<u>Hinchami-to<sup>a</sup> Porc-je Absor</u>
10	25	Cuenca de Atoka, Arkoma	2823	60	3	19
	26					
	27	Tongue River Wyoming	-	70	14	30
	28	Area de Houston pista del Estado num. 920	4797+	50	38	27
15	29					
	30	Stanley, Ouachita Montañas de Oklahoma	aflora- miento	55	11	10
	31					
	32	Smithwick, San Saba, Texas	afloramiento	40	11	15
20	33					
	34	Esquisto de Canadá	1020-1146	60	10	-
	35	Esquisto de Canadá	1404-1473	55	11	19
	36	Pachuta Creek Mississippi Midway	660	45	50	55
25						

# 404183

3IA 3  
 cen 700 tímmetros/2,5 centímetros, reconstituidas con  $\text{kg/cm}^2$ .  
 ón isotrópicamente como se  
 través de un pozo de sondeo axial de  
 y  $25^{\circ}\text{C}$ .

a m/min.	<u>Tiempo de Fallo en el Aparato de Ensa</u>						yo Tr: Fluid Separ <u>Tiemp</u>
	<u>Hinchamien</u> to <sup>a</sup> Porcenta je Absorbido	<u>Tensión</u> de ensa= yo, $\text{Kg/cm}^2$	<u>Lodos convencionales<sup>b</sup></u>				
<u>sio-</u> <u>Agua</u> <u>ada 750/u</u>			<u>Lodo</u>	<u>Tiempo</u>	<u>Erosion</u>		
	19	245		-		4032+	
		175		29(agua dulce)		8640+	
	30	175		-		2880+	
		245		-		1355-	
	27	175		-		2880+	
		238	A	30	8,7	1397+	
		175	A	72	12,2	1440	
	15	245	A	117	12,6	1000+	
		175	A	113	16,2	3130	
	-	245	B	52	9,5	1176+	
	19	245	B	47	10,8	1450+	
	55	70		-	-	1380+	

4 183

404 183

nstituidas con

ial de

Fallo en el Aparato de Ensa  
Lodos convencionales<sup>b</sup>

yo Triaxial (min) y % de Erosión  
Fluido de Polimero  
Separan AP-273

<u>Lodo</u>	<u>Tiempo</u>	<u>Erosión</u>
	-	
	29(agua dulce)	
	-	
	-	
	-	
A	30	8,7
A	72	12,2
A	117	12,6
A	113	16,2
B	52	9,5
B	47	10,8
	-	-

<u>Tiempo</u>	<u>Erosión</u>
4032+ <sup>dfe</sup>	n.d.
8640+ <sup>d</sup>	1,9
2880+	
1355+	2,5
2880+	2,6
1397+	< 1
1440+	1,5
1000+	2,9
3130+ <sup>d</sup>	3,3
1176+	< 1
1450+	< 1
1380+	3,7

404183

23



Ensa yo Triaxial (min) y % de Erosión  
Fluido de Polimero  
Separan AP-273

<u>osion</u>	<u>Tiempo</u>	<u>Erosión</u>
	4032+ <sup>dfe</sup>	n.d.
a)	8640+ <sup>d</sup>	1,9
	2880+	
	1355+	2,5
	2880+	2,6
8,7	1397+	< 1
2,2	1440+	1,5
2,6	1000+	2,9
6,2	3130+ <sup>d</sup>	3,3
9,5	1176+	≤ 1
10,8	1450+	< 1
-	1380+	3,7

404183

404183

TA

BIA 3 (Continuación)

- Condiciones de Ensayo: 1) Probetas de esquistos de 5 cen salmuera de NaCl al 3%, a 700  
 2) Probetas sometidas a tensión indica abajo.  
 3) Fluido de ensayo circulado a 6,35 mm en probetas a 237 m/min.

tímetros/2,5 centímetros, reconstituídas con kg/cm<sup>2</sup>.  
 isotrópicamente como se  
 través de un pozo de sondeo axial de y 2580.

Ensayo	Esquisto	Profundidad de muestra (m)	Arquilla %	Dispersiones en Agua destilada 750/u
37				
38				
39	Gretácico Inferior	1755	-	-
40	Gretácico Inferior	1755	-	-
41	Cotton Valley	3150	-	-

Tiempo de Fallo en el Aparato de Ensayo				
Hinchamiento de Absorbido	Tensión de ensayo, kg/cm <sup>2</sup>	Lodo	Tiempo	Erosión
	175	0	39	12,1
	175	-	-	-
	175	0	66	10,4
	175	-	-	-
	175	0	22	11,6

Yo Triaxial  
 Fluido de p  
 Separan AP-  
 Tiempo  
 445  
 694<sup>f</sup>  
 292  
 1410<sup>f</sup>  
 1440<sup>f</sup>

- a: Peso de agua destilada absorbida/gramo de arcilla seca.  
 b: Véase la Tabla 3A para las propiedades de los fluidos denominados Lodo A, B, C, y del fluido denominado Polymer.  
 c: KCl al 3% y 1,45 kg de Separan AP-273 por cada 1000 litros de solución, a no ser que se indique otra cosa.

- d: NaCl al 3% con 0,5% de CaCl<sub>2</sub>, y 1,45 kg de AP-273 por cada 1000 litros de solución.  
 e: (+) indica ausencia total de fallo a la terminación del ensayo.  
 f: KCl al 10% y 1,45 kg de AP-273 por cada 1000 litros de solución.)

404183

404183

BLA 3 (Continuación)

tímetros/2,5 centímetros, reconstituidas con kg/cm<sup>2</sup>.

isotrópicamente como se

través de un pozo de sondeo axial de y 25°C.

Tiempo de Fallo en el Aparato de Base

Hinchamiento- to a Porcenta de Absorbido	Tensión de en Kg/cm <sup>2</sup>	Lodo	Tiempo	Erosión
175	0	0	39	12,1
175	-	-	-	-
175	0	0	66	10,4
175	-	-	-	-
175	0	0	22	11,6

VO Triaxial (min) y % de Erosión  
Fluido de Polímero  
Separan AP-273

Tiempo	Erosión
445	4,7
694 <sup>f</sup>	9,3
292	8,7
1410 <sup>d</sup>	1,8
1440 <sup>e</sup>	< 1

d: NaCl al 3% con 0,5% de CaCl<sub>2</sub>, y 1,45 kg de AP-273 por cada 1000 litros de solución.

e: (+) indica ausencia total de fallo a la terminación del ensayo.

f: KCl al 10% y 1,45 kg de AP-273 por cada 1000 litros de solución.)

# 404183

TA

BLA 3 (

- 5
- Condiciones de Ensayo: 1) Probetas de esquisto de 5 cen salmuera de NaCl al 3%, a 700
- 2) Probetas sometidas a tensión indica abajo.
- 3) Fluido de ensayo circulado a 6,35 mm en probetas a 237 m/min.
- tímetro kg/cm<sup>2</sup>.  
isotróp  
través y 25°C.

Ensayo	Esquisto	Profundidad de muestra (m)	Arcilla %	Dispersiones en Agua destilada 750/u	Hinchamto <sup>a</sup> Por je Abso
10	37				
	38				
	39 Cretácico Inferior	1755	-	-	-
	40 Cretácico Inferior	1755	-	-	-
15	41 Cotton Valley	3150	-		

- a: Peso de agua destilada absorbida/gramo de arcilla seca.
- 20 b: Véase la Tabla 3A para las propiedades de los fluidos denominados Lodo A, B, C, y del fluido denominado Polymer.
- c: KCl al 3% y 1,45 kg de Separan AP-273 por cada 1000 litros de solución, a no ser que se indique otra cosa.
- 25
- d: l  
e: l  
f: l

14.6.72.

# 404183

BIA 3 (Continuación)

tímetros/2,5 centímetros, reconstituidas con kg/cm<sup>2</sup>.

isotrópicamente como se

través de un pozo de sondeo axial de y 25°C.

in.

Tiempo de Fallo en el Aparato de Ensa

.o- gua a	Hinchamien- to <sup>a</sup> Porcenta je Absorbido	Tensión de en sayo <sup>b</sup> Kg/cm <sup>2</sup>	Lodos convencionales <sup>b</sup>			yo Tr: Fluid: Separa  Tiempo
			Lodo	Tiempo	Erosión	
		175	C	39	12,1	
		175		-	-	445
-		175	C	66	10,4	694 <sup>f</sup>
-		175				292
		175	C	22	11,6	1410
						1440

- a d: NaCl al 3% con 0,5% de CaCl<sub>2</sub>, y 1,45 kg de AP-273 por cada 1000 litros de solución.
- lui- e: (+) indica ausencia total de fallo a la terminación  
nina del ensayo.
- 1000 f: KCl al 10% y 1,45 kg de AP-273 por cada 1000 litros  
a co de solución.)

404183

23

das con

en el Aparato de Ensa

dos convencionales<sup>b</sup>

<u>odo</u>	<u>Tiempo</u>	<u>Erosión</u>
1	39	12,1
	-	-
2	66	10,4
3	22	11,6

yo Triaxial (min) y % de Erosión  
Fluido de Polimero  
Separan AP-273

<u>Tiempo</u>	<u>Erosión</u>
445	4,7
694 <sup>f</sup>	9,3
292	8,7
1410 <sup>f</sup>	1,8
1440 <sup>t</sup>	<1

y 1,45 kg de AP-273 por

hallo a la terminación

por cada 1000 litros

404183



sa

ión

,1

-

,4

,6

yo Triaxial (min) y % de Erosión  
Fluido de Polimero  
Separan AP-273

<u>Tiempo</u>	<u>Erosión</u>
445	4,7
694 <sup>f</sup>	9,3
292	8,7
1410 <sup>f</sup>	1,8
1440 <sup>t</sup>	<1

por

lón

ros

404183

23 JUN 1972



TABLA 3A

PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS DE ENSAYO

LODO A

	<u>Composición</u>	Agua dulce	
5		57 kg de Milgel	} por cada 1000 litros de solución
		28,5 kg de Unical	
		11,4 kg de Ligco	
		Sinérgico a pH=8,5	
	<u>Peso</u>	1,06 kg/l	
10	<u>Reología (23°C)</u>	PV = 16	G <sub>0</sub> = 1
		YP = 1	G <sub>10</sub> = 3
		Embudo de Marsh =	42 Segundos

Pérdida por Filtración API 4,5 ml

LODO B

15	<u>Composición</u>	Agua dulce	0,17 kg de Yeso	} por cada 1000 litros de solución
		8,5 kg de Aquagel	0,7 kg de NaOH	
		20 kg de Arcilla Xact	5% de Diesel	
		2,14 kg de polímero KC	8,5 kg de Super	
		1,4 kg de Agente de Conservación Impermex	Lube Flo	
20		0,8 kg de CrCl <sub>3</sub>		
		10 kg de Dextrid		
	<u>Peso</u>	1,02 kg/l		
	<u>Reología (23°C)</u>	PV = 18	G <sub>0</sub> = 5	
25		YP = 24	G <sub>10</sub> = 10	

404183

23 J



TABLA 3A (Contin.)

pH = 8,0

Embudo de Marsh = 48 segundos

5 Pérdida por Filtración API 8,0 ml

LODO G

Composición Lodo de Agua Dulce Natural

Peso 1,09 kg/l

10 Reología (23°C) PV = 4  $G_0 = 2$   
YP = 4  $G_{10} = 9$   
pH = 9,0

Pérdida por Filtración API 31,8 ml

FLUIDO DE LA PRESENTE INVENCION A QUE SE HA HECHO REFEREN-  
15 CIA EN LA TABLA 3 COMO FLUIDO KCl-SEPARAN AP-273

Composición 1,4 kg/1000 litros de Separan AP-273 en  
salmuera con 3% en peso de cloruro potá  
sico.

Viscosidad 2 a 3 cp (22°C)

20 Peso 1,02 kg/l

Pérdida por Filtración API Elevada

25 Algunos de los esquistos más activos se pueden  
proteger a altos niveles de tensión aumentando la concen-  
tración de KCl. Como se muestra en el Ensayo 39, el es-



quisto del Cretácico Inferior procedente del campo de Pachuta Creek falló en 66 y 292 minutos cuando se ensayó a una tensión de  $175 \text{ kg/cm}^2$  con lodo natural del campo y fluido polímero con 3% de KCl. Aumentando la concentración de KCl a 10% (Ensayo 40), el Cretácico Inferior se protegió a  $175 \text{ kg/cm}^2$  durante 24 horas sin fallo de la muestra.

Se pueden utilizar silicatos de metales alcalinos en los fluidos de perforación acuosos de la presente invención para inhibir o evitar la corrosión y/o para mantener el pH de la solución dentro del intervalo de 9 a 12. En tal aplicación, se puede añadir una pequeña cantidad de silicato y/o hidróxido de metal alcalino al fluido de perforación (tal como silicatos y/o hidróxidos de sodio y/o potasio). Se prefieren silicato potásico o mezclas de silicato potásico e hidróxido sodico, y la cantidad utilizada debería ser tal que el pH de la composición de fluido de perforación total se mantuviera comprendido en el intervalo que va de 9 a 12, preferiblemente entre 9,5 y 11,5. Por adición de 0,05 a 0,1% en volumen de líquido de silicato sódico de 40° Baumé ó de 0,05 a 0,1% en peso de gránulos de metasilicato, y manteniendo el pH entre 9,5 y 10,0 con NaOH adicional en el caso de un fluido de perforación de estabilización de esquistos de la presente invención (tal como una solución acuosa de KCl-Separan AP-273) se puede controlar o eliminar eficazmente la corrosión. Adicional-

404183

23



mente, es ventajoso utilizar metasilicato cuando se emplea una tal solución de estabilización de esquistos para perforación de fluido claro, debido a que el metasilicato tiende a favorecer la floculación y sedimentación de los sólidos. En cambio, el silicato no debería utilizarse en aguas que contuviesen más de aproximadamente 100 partes por millón de ion calcio, ya que el silicato se precipitaría en forma de silicato cálcico insoluble.

Se emplea una suspensión de un agente aumentador de la viscosidad tal como bentonita previamente hidratada en la solución acuosa de sal de polímero cuando se requiere capacidad adicional de limpieza del pozo. Ensayos realizados en campo han indicado que en un gran número de situaciones de perforación se pueden suspender fácilmente de 11,4 a 17,1 kg de bentonita previamente hidratada en 1000 litros de una tal solución para proporcionar un sistema de lodo estable, en particular si se añaden 0,7 kg adicionales del polímero para compensar la adsorción de polímero por la bentonita. En un tal lodo, las propiedades reológicas tienden a aumentar con las concentraciones crecientes de la sal hasta que se alcanzan cantidades del orden de 200 kg/1000 litros, en cuyo momento las propiedades reológicas tienden a disminuir con la concentración creciente de sal.

En general, las propiedades reológicas del sistema fluido de perforación de la presente invención pueden



variar desde un sistema claro de perforación rápida a un sistema gelificado con propiedades excelentes de limpieza del pozo. La viscosidad del sistema se puede ajustar por dilución con agua dulce o por adición de bentonita previamente hidratada u otros agentes de aumento de la viscosidad tales como carboximetil-celulosa, polímero Kelzan XC, y Drispac. El control de la pérdida por filtración hasta menos de  $8 \text{ cm}^3$  se consigue, por ejemplo, por adición de Drispac. El control de los sólidos se consigue por medio de floculantes en el sistema de fluido claro y por el uso de dilución/agitadores de sacudidas/desenlodadores en el sistema gelificado. Cuando se incluye la bentonita previamente hidratada, la pérdida por filtración API durante 30 minutos se mantiene preferiblemente comprendida entre aproximadamente  $8$  y  $30 \text{ cm}^3$ . La pérdida por filtración debería ser lo suficientemente baja para evitar una acumulación de tortas gruesas de filtro a lo largo de formaciones de suelo altamente permeables que pudieran ser causa de problemas de atascamiento del pozo. Por otra parte, debería ser lo bastante alta como para evitar una reducción en el efecto de estabilización de los esquistos debida a la deposición de polímero a partir del filtrado de solución acuosa.

Se pueden utilizar en caso deseable diluyentes del lodo de perforación y aditivos de pérdida por filtración. Diluyentes particularmente adecuados son lignosulfato

404183

23



tos, y aditivos particularmente adecuados de pérdida por  
filtración son Drispac (celulosa polianiónica, Drilling  
Specialties Co.) y XC-Polymer (biopolímero Xanthan, Xanco  
Div. of Kelco Co.). En general, son normalmente suficien-  
5 tes cantidades del orden de 0,7 a 1,4 kg/1000 litros de ca-  
da uno de ellos. El agente de pérdida por filtración debe-  
ría utilizarse con precaución para evitar reducir la pér-  
dida por filtración API durante 30 minutos por debajo de  
aproximadamente 8 ml. Con objeto de obtener la presente es-  
10 tabilización efectiva de los esquistos, el polímero tiene  
que ser una poliacrilamida que posea propiedades de protec-  
ción de esquistos, y han de estar disponibles proporciones  
suficientes del polímero por lo que se refiere al esquisto  
para que pueda tener lugar tal protección. Si el control  
15 de la pérdida por filtración es tal que el lodo proporcio-  
ne una torta de filtración que sea demasiado compacta, la  
cantidad de polímero que está a disposición de las superfi-  
cies del esquisto al otro lado de la torta de filtración  
puede verse disminuida por debajo del mínimo requerido pa-  
20 ra la estabilización del esquisto.

Se pueden utilizar materiales de aumento de peso  
en los lodos de polímero de la presente invención. Tales  
materiales pueden ser materiales de aumento de peso conven-  
cionales tales como barita, óxidos de hierro, etc. Se ha  
25 encontrado que muestras a las que se han añadido agentes



de aumento de peso hasta alcanzar valores del orden de  
1,66 kg/dm<sup>3</sup> conservan propiedades reológicas y de protec-  
ción de los esquistos satisfactorias. Como las poliacrila-  
midas parcialmente hidrolizadas tales como Separan AP-273  
5 se adsorben sobre la barita en una proporción de aproxi-  
madamente 0,0136 kg de polímero por cada 45 kg de barita,  
debería añadirse, como compensación, una proporción adi-  
cional de polímero (tal como 0,0136 kg adicionales por ca-  
da 45 kg de barita).

10 El equipo utilizado en la perforación con el lodo de la presente invención puede ser en general equipo con-  
vencional. Como es sabido por los expertos en la técnica,  
la bentonita se somete preferiblemente a una hidratación pre-  
via en el lugar del pozo muy poco antes de su empleo, y el  
15 sistema de hidratación previa debe proyectarse de tal ma-  
nera que se impida la contaminación salina por parte del  
sistema de lodo principal. Es ventajoso el uso de un siste-  
ma de circulación separado, y el depósito de hidratación  
previa o plastoescorrimento previo puede ser independien-  
20 te o un compartimiento de un depósito de aspiración.

#### Ensayos en Campo (Ejemplos 42-44)

Los presentes lodos de polímero tienen una tole-  
rancia satisfactoria para los contaminantes de fluidos de  
25 perforación que se encuentran normalmente, y se han perfo-

404 183

23 JUN 1972



rado vetas delgadas de anhidrita durante ensayos en campo sin efecto perjudicial alguno aparte de la disminución en las propiedades reológicas del lodo que podría ser esperada por los expertos en la técnica. Se ha encontrado que más de 400 partes  
5 por millón de ion calcio pueden ser causa de una disminución en la viscosidad y en la fluencia del lodo, no obstante lo cual, las alteraciones se corrigieron por simple incorporación de bentonita adicional. Alternativamente, los iones calcio se pueden separar por adición de carbonato bórico o carbonato sódico si se  
10 tiene precaución en el empleo de este último para evitar la adición de un exceso de iones carbonato.

En los ensayos en campo que siguen, se utilizaron soluciones acuosas de fluidos de perforación claros que comprendían por cada 1000 litros de solución de 0,85 a 1,7 kg de Separan AP-273, de 28,7 a 100 kg de cloruro potásico, y cantidad suficiente de hidróxido sódico para mantener un pH comprendido entre 9,5 y 10. Para mejorar las capacidades de limpieza de estas soluciones, se añadieron de 23,5 a 57 kg de bentonita previamente hidratada por cada 1000 litros de solución acuosa. El  
20 mantenimiento de los lodos de polímero incluyó ajustes del contenido de arcilla o de material de pérdida por filtración tal como se requiriesen para mantener una pérdida por filtración API durante 30 minutos comprendida entre aproximadamente 8 y 30 ml.

25 El ejemplo de ensayo 42 se llevó a cabo en un po-

23 JUN 1972



404183

zo de sondeo en el que la porción superior se perforó con gas, desde una tubería de revestimiento intermedia a aproximadamente 1080 metros hasta una profundidad de 1800 metros, a cuya profundidad se hizo necesario obturar con lodo el

5 pozo debido a desprendimientos y a otras condiciones generalmente adversas del pozo. El pozo perforado con gas seco se obturó con el lodo de polímero arriba indicado sin problema alguno. Aproximadamente 48 horas después de la obturación con lodo, se separaron de la corriente de lodo de re

10 torno por filtración, hundimientos de la formación de suelo que tenían diámetros comprendidos entre aproximadamente 12 y 18 mm, por medio del agitador de sacudidas de esquisto. Esto ocurrió durante un período de aproximadamente 10 a 12 horas, después del cual apenas si se apreció algún hundimiento. La perforación con el lodo de polímero transcurrió

15 sin incidencias hasta una profundidad de 3078 m, en cuyo punto se introdujo una tubería de revestimiento intermedia de 19,1 cm. Se cementó la tubería de revestimiento, y la cementación proporcionó un excelente perfil de aparejo de

20 cemento. El peso de lodo de polímero se controló de tal manera que estuviese comprendido entre 1,06 y 1,07 kg/dm<sup>3</sup> utilizando solamente los agitadores de sacudidas de esquisto y los desenlodadores para controlar la cantidad de arcilla suspendida. Mientras que las viscosidades del lodo se

25 mantenían en el intervalo de 100 a 150 segundos por 994

14.6.72.

- 32 -

404183

23 JUN 1972



cm<sup>3</sup>, se utilizó un agitador de sacudidas de alta velocidad provisto de un tamiz fino. El control de la viscosidad se consiguió por simple adición de bentonita previamente hidratada o dilución con agua, en caso requerido. Se encontró un gas "agrio" después de una subida y bajada de los tubos de sondeo desde una profundidad de 2130 m. El lodo se oscureció, pero no se pudieron apreciar efectos dignos de mención en la viscosidad.

El ejemplo de ensayo 43 se llevó a cabo en un área en la que se habían encontrado anteriormente graves problemas de inestabilidad de pozo a profundidades inferiores a 2700 m cuando se perforó con sistemas de lodo convencionales basados en agua dulce. No se encontró problema alguno de inestabilidad con el pozo de ensayo perforado con el lodo de polímero de la presente invención estabilizador de esquistos, desde cerca de la superficie hasta una profundidad total de 4056 m. Apenas si se produjeron obstrucciones por relleno en el fondo ni en los puentes. En un caso, dos testigos y una prueba de barra de perforación se llevaron adelante seguidos sin necesidad alguna de un recorrido de limpieza entre las operaciones.

Se encontró, no obstante, que se requería al menos 3% (28,7 kg/1000 l) de cloruro potásico con objeto de mantener la estabilidad del esquisto. Se utilizó Drispac como agente de control de la pérdida por filtración para



mantener una pérdida por filtración API de 30 minutos de aproximadamente 8-10 ml. Se perforó una capa de anhídrita y la perforación de la misma ocasionó una ligera disminución en la viscosidad del lodo (aunque contenía desde aproximadamente 28,5 a 29 kg de bentonita por cada 1000 litros).

5 Un incremento reparador del contenido de bentonita (hasta dejarlo comprendido entre aproximadamente 37 y 43 kg/1000 litros) hizo aumentar el punto de fluencia y la consistencia (concentración) del gel y requirió una adición de lignosulfato para reducir la consistencia del gel. La contaminación por anhídrita tuvo muy escaso efecto sobre el control de la

10 pérdida de agua, ocasionando únicamente un aumento desde aproximadamente 7,5 a 10 cm<sup>3</sup> en la pérdida por filtración API de 30 minutos. Una adición de 0,3 kg de Drispac por cada

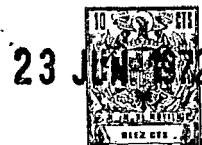
15 1000 litros de solución redujo la pérdida de agua al nivel original. En este pozo, se aumentó el peso del lodo hasta 1,26 kg/dm<sup>3</sup> por adición de barita, sin problema alguno y sin efecto apreciable sobre la viscosidad.

El ejemplo de ensayo 44 se llevó a cabo en un área

20 en la que los problemas de desviación y de desprendimiento del pozo se habían considerado lo suficientemente graves como para no hacer factible el empleo de un fluido de perforación basado en agua dulce, debido a problemas subsiguientes en el pozo. Sin embargo, teniendo en cuenta las economías

25 en coste que podían obtenerse y la capacidad demostrada del

404 183



sistema de la presente invención para aminorar los problemas de ampliación del pozo (por medio de la gran capacidad de limpieza del pozo del sistema polímero gelificado), se perforó la sección superior del pozo de sondeo de ensayo con una salmuera clara de cloruro potásico que contenía solamente un flo-  
5 culante. A una profundidad de aproximadamente 600 m, se corrigieron dificultades de limpieza del pozo de orden menor aumentando simplemente la velocidad de bombeo para proporcionar una velocidad anular mayor. Tal procedimiento de perforación  
10 rápida con fluido claro fue satisfactorio hasta una profundidad de 2177 m, alcanzada la cual, la acumulación de relleno excesivo en el fondo requirió medidas de protección. Para dicho momento, la velocidad de bombeo del fluido de perforación se había incrementado hasta un máximo de 2270 litros por minuto  
15 en un tubo de perforación de 12,5 cm en el interior de un pozo de sondeo de 21,9 cm para proporcionar una velocidad anular de aproximadamente 85 m/min. El pozo de sondeo se estabilizó después por medio del sistema de polímero de la presente invención y se perforó adicionalmente hasta una pro-  
20 fundidad de tubería de revestimiento intermedia, sin problema alguno. El ensayo proporcionó un ahorro en costes muy sustancial.

#### REIVINDICACIONES

25 Los puntos de invención propia y nueva, que se



presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

5                   1.- Un procedimiento para perforar un pozo de sondeo que se encuentra con un esquisto sensible al agua, perforándose el pozo de sondeo mediante la acción de un medio de perforación y la circulación de un fluido de perforación, procedimiento que comprende hacer circular inicialmente como fluido de perforación un fluido sustancialmente claro  
10                   transparente, de densidad relativamente baja; cuando el enfrentamiento con la inestabilidad del pozo de sondeo debido a la interacción del agua con el esquisto sensible al agua es al menos inminente, hacer circular como fluido de perforación una solución acuosa que (a) contiene una  
15                   poliacrilamida parcialmente hidrolizada cuyo grado de hidrólisis está comprendido entre 20 y 50%, tiene un peso molecular mayor de 1 millón, y está presente en una cantidad al menos suficiente para satisfacer los requisitos mínimos de adsorción del esquisto, y (b) contiene una cantidad de  
20                   haluro de metal alcalino que es al menos suficiente para mejorar la adsorción del polímero sobre el esquisto, haciéndose circular dicha solución acuosa de tal modo que el esquisto se ponga en contacto con la solución y se establezca por adsorción del polímero.

25                   2.- El procedimiento de la reivindicación 1, en

14.6.72.

- 36 -

404183

23 JUL 1972



el que, cuando la inestabilidad del pozo de sondeo debida a desprendimiento de formaciones de suelo mecánicamente inconsistentes es al menos inminente, se suspende un agente de aumento de la viscosidad en dicha solución acuosa en una cantidad tal que proporcione una suspensión que tenga al mismo tiempo una capacidad relativamente alta de sustentación de sólidos y una pérdida por filtración que sea lo suficientemente alta para permitir dicha estabilización del esquistos, y se hace circular la suspensión de tal manera que los sólidos de la formación de suelo son separados por la suspensión circulante mientras que se continúa dicha estabilización del esquistos.

3.- El procedimiento de la reivindicación 2, en el que dicha suspensión contiene por cada 1000 litros de 17 a 57 kg de la bentonita y tiene una pérdida por filtración API de 30 minutos comprendida entre aproximadamente 8 y 30 ml.

4.- El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dicha solución acuosa contiene por cada 1000 litros de 0,57 a 2,14 kg del polímero y de 20 a 200 kg del haluro.

5.- El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que dicho fluido claro que se hace circular inicialmente es un gas.

6.- El procedimiento de cualquiera de las reivin



404183

23 JUN 1972



dicaciones 1 a 4, en el que dicho fluido que se hace circular inicialmente es salmuera.

5 7.- El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que dicho fluido que se hace circular inicialmente es dicha solución acuosa estabilizadora del esquisto constituida por polímero y sal.

10 8.- El procedimiento de la reivindicación 2, en el que las circulaciones de la solución acuosa estabilizadora del esquisto constituida por polímero y sal y la suspensión de un agente aumentador de la viscosidad en dicha solución se efectúan sustancialmente de manera simultánea mediante la circulación de dicha suspensión.

9.- Un procedimiento para perforar un pozo de sondeo.

15 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede y con los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de treinta y ocho hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 23 JUN. 1972

P.A.

Alberto de Elizaburu  
Per For.

MJP/.-

14.6.72

- 38 -

