



ESPAÑA

1^{er} CERTIFICADO DE ADICION

(19) ES	(11) NUMERO	459.580	(10) A2
(21)	ADICION		
(22)	FECHA DE PRESENTACION	7-6-77	

20 NOV 1978
Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente inscripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

(30) PRIORIDADES: (31) NUMERO	(32) FECHA	(33) PAIS
----------------------------------	------------	-----------

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL B01F	(61) PATENTE A LA CUAL SE ANUNCIA
--------------------------	--	-----------------------------------

(54) TITULO DE LA INVENCIÓN MEJORAS INTRODUCIDAS EN EL OBJETO DE LA PATENTE PRINCIPAL Nº 427.058 POR "UN METODO DE TRATAMIENTO DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE"
--

(71) SOLICITANTE (S) HALLIBURTON COMPANY

DOMICILIO DEL SOLICITANTE Drawer 1431, Duncan- Oklahoma 73533, Estados Unidos.

(72) INVENTOR (ES)

(73) TITULAR (ES)

(74) REPRESENTANTE D. BERNARDO UNGRIA GOIBURU.

RESUMEN DE LA INVENCION

1 Métodos de consolidación de formaciones subterráneas
incompetentes, donde se utilizan soluciones acuosas de tra-
tamiento para acondicionar la formación, para transportar
5 un fluido consolidante orgánico endurecible a la formación
y/o para transportar partículas sólidas recubiertas con un
fluido consolidante orgánico endurecible a la formación y
hacer endurecer el fluido consolidante orgánico con lo que
se forma una masa dura y permeable en la formación que impi-
10 de el movimiento indeseable de las arenas sueltas o incompe-
tentes que contiene.

COMPENDIO DE LA INVENCION

15 Las formaciones subterráneas atravesadas por pozos de
sondeo frecuentemente contienen arenas sueltas o incompeten-
tes que son desalojadas cuando los fluidos como aceites, gas
y agua pasan de las formaciones a los pozos de sondeo. La
presencia de estas partículas de arena en el fluido produci-
do es indeseable ya que las partículas abraden el equipo de
bombeo y otro equipo de producción y generalmente reducen
20 la capacidad de producción de fluidos de las formaciones.
Las formaciones subterráneas incompetentes son aquéllas don-
de las partículas que constituyen la formación están unidas
entre sí con una fuerza de unión insuficiente para resistir
a las fuerzas producidas por los fluidos que fluyen a tra-
25 vés de la formación hasta el pozo de sondeo. Como resultado
de ello, las partículas son desalojadas y fluyen al pozo de
sondeo junto con los fluidos. Otras formaciones subterráneas
contienen arenas sueltas que son fácilmente arrastradas por
los fluidos que están siendo producidos a partir de la for-
30 mación.

1 Antes de ahora se han puesto a punto y utilizado diver-
sos métodos de consolidación de las arenas sueltas o incom-
petentes en las formaciones subterráneas. Uno de estos méto-
dos consiste en desplazar un fluido consolidante orgánico
5 endurecible a la formación, utilizando soluciones despiazado
ras de hidrocarburos líquidos, de manera que las arenas con-
tenidas en la formación quedan recubiertas con el fluido con-
solidante orgánico. El fluido consolidante orgánico se hace
endurecer después de manera que las arenas forman una masa
10 dura y permeable. Otro método desarrollado y utilizado antes
de ahora consiste en dispersar un fluido consolidante orgáni-
co endurecible en una solución portadora de hidrocarburo lí-
quido y después introducir la solución portadora en la for-
mación de manera que el fluido consolidante recubra a las
15 arenas sueltas o incompetentes contenidas en la formación.
El fluido consolidante es curado para que las arenas formen
una masa dura y permeable. Todavía otro método que ha sido
utilizado antes de ahora consiste en dispersar un fluido con-
solidante orgánico endurecible en una solución portadora de
20 un hidrocarburo líquido y después combinar una cierta canti-
dad de partículas sólidas para que las partículas sean recu-
biertas con el fluido consolidante. La mezcla de hidrocarbu-
ro portador-sólido-fluido consolidante se introduce en la for-
mación de manera que el sólido recubierto con fluido consoli-
25 dante se deposite en contacto con la formación junto al pozo
de sondeo. Al endurecer el fluido consolidante, se forma una
masa dura y permeable entre el pozo de sondeo y la formación
de manera que se impide que las arenas sueltas o incompeten-
tes fluyan al pozo junto con los fluidos producidos. En esta
30 última técnica, con frecuencia se inyecta en la formación una

1 cantidad adicional de fluido consolidante para que también
sean consolidadas las arenas sueltas o incompetentes conte-
nidas en la formación.

5 Aunque los métodos y técnicas descritos han sido utili-
zados con éxito, todos ellos requieren el uso de fluidos
de tratamiento constituidos por hidrocarburos líquidos. En
general, la formación que ha de ser tratada es previamente
acondicionada utilizando un fluido de tratamiento hidrocarbo-
nado líquido que contiene aditivos para encoger las arcillas,
10 reducir al mínimo la formación de emulsiones, evitar el blo-
queo del fluido, etc. El fluido consolidante o las partícu-
las recubiertas de fluido consolidante se introducen después
en la formación por desplazamiento con soluciones de hidro-
carburos líquidos o mediante soluciones portadoras de hidro-
15 carburos líquidos. Estos fluidos de tratamiento hidrocarbo-
nados líquidos presentan problemas de eliminación, especial-
mente en alta mar y son de manipulación peligrosa. Además,
y quizá lo más importante, el uso de fluidos hidrocarbonados
líquidos en el tratamiento de las formaciones subterráneas
20 es caro ya que estos tratamientos con frecuencia implican
pérdidas de parte de los fluidos de tratamiento a la forma-
ción.

25 Antes de ahora se ha tratado de sustituir los fluidos
hidrocarbonados líquidos de tratamiento por fluidos acuosos
de tratamiento en las operaciones antes descritas. Estos
intentos han fallado debido a la incapacidad general de los
fluidos consolidantes orgánicos de depositarse sobre materia-
les silíceos en la formación en tratamiento, en presencia de
30 agua y de resistir al posterior lavado. Además, los intentos
de combinar fluidos consolidantes orgánicos con fluidos por-

1 tadores acuosos han fallado en gran parte debido a que ciertas
proporciones de las composiciones de fluido consolidante
son lixiviadas dejando una resina pegajosa muy espesa que
no es dispersable en estado finamente dividido en el portador,
5 que no puede ser bombeada eficazmente en el portador y que
no puede ser introducida en la formación en tratamiento, es-
pecialmente en formaciones de permeabilidad baja. Asimismo,
en los intentos anteriores de utilización de fluidos portado-
res acuosos, la porción resinosa que queda sin disolver en
10 el portador acuoso ha sido pegajosa y cuando se deposita so-
bre materiales silíceos se aglomera en grandes masas pegajo-
sas que pueden perjudicar a la permeabilidad de la formación.
Además de todo lo anterior, se han experimentado problemas
relacionados con la formación de espumas y emulsiones.

15 Mediante esta invención, se proporciona un método de con-
solidación de arenas sueltas o incompetentes en formaciones
subterráneas, utilizando fluidos acuosos de tratamiento que
evitan los problemas antes descritos. Pueden utilizarse solu-
ciones acuosas de tratamiento como salmueras de la propia
20 formación, agua dulce y agua de bahía o mar abierto, fácilmen-
te asequibles. Estos fluidos acuosos de tratamiento son fácil-
mente manipulados, presentan mínimos problemas de eliminación
y no presentan riesgo de incendio. La asequibilidad de los
fluidos acuosos de tratamiento reduce la capacidad de almace-
25 namiento necesaria en los yacimientos y elimina la necesidad
de transportar hidrocarburos líquidos lejos de la orilla. Ade-
más, la pérdida de fluidos acuosos de tratamiento a la forma-
ción subterránea tratada no aumenta materialmente el coste
del tratamiento.

30 El método de esta invención consiste fundamentalmente en

1

poner en contacto la formación que ha de ser consolidada con una solución acuosa de prelavado para acondicionar la formación para que acepte un fluido consolidante orgánico endurecible, seguido de contacto de la formación con un fluido con-

5

solidante orgánico endurecible de manera que por lo menos una parte de las arenas sueltas o incompetentes contenidas en la formación quede recubierta por el fluido consolidante.

10

A continuación la formación se pone en contacto con una solución separadora de manera que el fluido consolidante orgánico endurecible se distribuye en la formación y el exceso de fluido consolidante pasa a través de la formación, con lo que se conserva la permeabilidad de esta última. Después se hace endurecer el fluido consolidante con lo que las arenas recubiertas forman una masa dura y permeable que impide el movimiento de las arenas sueltas o incompetentes durante la producción de fluidos desde la formación al pozo de sondeo.

15

20

En un aspecto de esta invención, el fluido consolidante orgánico endurecible es desplazado a la formación mediante una solución acuosa separadora seguida de una solución acuosa que contiene un agente endurecedor.

25

En otro aspecto de esta invención, el fluido consolidante se combina con una solución acuosa portadora de manera que una parte del fluido consolidante se disuelve y otra parte se dispersa formando una fase no miscible. La mezcla resultante de fluido consolidante-solución acuosa portadora se introduce en la formación de manera que el fluido consolidante cubra a las arenas sueltas o incompetentes que contiene.

30

Antes de introducir la mezcla de fluido consolidante-solución acuosa portadora en la formación, puede introducirse

1 en la misma una solución acuosa portadora que contiene una
cierta cantidad de partículas sólidas recubiertas de fluido
consolidante, para poner las partículas sólidas recubiertas
5 en contacto con la formación con lo que, al endurecer el fluí-
do consolidante, además de consolidar las arenas sueltas o
incompetentes de la formación, se forma un relleno duro y
permeable entre la formación y el pozo de sondeo.

10 Todavía en otro aspecto de esta invención, se proporcio-
nan métodos de consolidar arenas sueltas o incompetentes en
una formación subterránea, que son especialmente útiles en
el tratamiento de las formaciones que contienen elevados por-
centajes de materiales solubles en ácidos, como carbonato cálcico,
dolomita, siderita, etc. Estos métodos incluyen el uso
15 de una solución separadora de hidrocarburos líquidos y una
solución sobrelavadora de hidrocarburos líquidos que contie-
ne un agente endurecedor pero que permite el uso de una so-
lución acuosa de prelavado. Además, si se desea formar un re-
lleno duro y permeable entre la formación y el pozo de son-
deo, se utiliza una solución acuosa portadora que contiene la
20 arena de relleno recubierta de resina.

De acuerdo con esta invención, pueden utilizarse diversos
fluidos consolidantes orgánicos endurecibles. Son especialmen-
te adecuados los constituidos por una resina orgánica endure-
cible y un agente copulante resina-arena. La resina orgánica
25 utilizada es preferiblemente líquida a 80°F (26,7°C) y es
curada o endurecida por calefacción o contacto con un agente
endurecedor. Son ejemplos de resinas orgánicas comerciales,
especialmente adecuadas para uso en esta invención, las re-
sinas epoxi, las resinas de fenol-aldehído, las resinas de
30 alcohol furfurílico y las resinas de urea-aldehído. Entre

1 éstas, la más preferida es la resina de alcohol furfurílico.

5 Las resinas orgánicas antes mencionadas se encuentran en el mercado con diversas viscosidades, de acuerdo con el peso molecular de la resina. Preferiblemente, la resina tie-
ne una viscosidad a 80°F (26,7°C) comprendida entre 5 y 20.000 centipoises aproximadamente. La viscosidad más pre-
ferida de la resina orgánica utilizada de acuerdo con esta invención está comprendida aproximadamente entre 10 y 500 centipoises a 80°F (26,7°C). Sin embargo, pueden utilizarse
10 resinas de viscosidades más altas cuando se mezclan o combi-
nan con un diluyente.

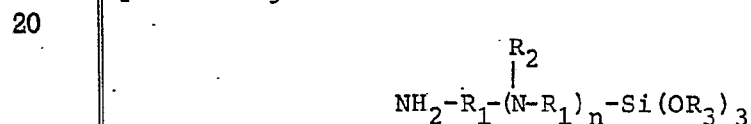
15 De acuerdo con esta invención, pueden utilizarse diver-
sos diluyentes para controlar la viscosidad de la resina orgánica endurecible. Como el espesor del recubrimiento de resina que resulta sobre las arenas sueltas o incompetentes de una formación, la superficie cubierta por volumen de re-
sina y la permeabilidad y resistencia de la masa endurecida resultante dependen en gran parte de la viscosidad de la re-
sina, es conveniente controlar estrechamente esta viscosidad.
20 Esto se consigue de acuerdo con esta invención combinando un diluyente líquido de baja viscosidad con la resina utili-
zada. Preferiblemente, el diluyente es un líquido monomérico capaz de copolimerizarse con la resina. Son ejemplos de dilu-
yentes adecuados de este tipo para las resinas epoxi el óxi-
do de estireno, óxido de octileno, alcohol furfurílico, feno-
les, furfural, monoepóxidos líquidos obtenidos por reacción de epiclorohidrina y compuestos monohidroxílicos tales como éter alilglicídílico, éter butilglicídílico y éter fenilgli-
cidílico y diepóxidos líquidos como éter diglicídílico de re
30 sorcinol. Entre los ejemplos de estos diluyentes para las

1 resinas de alcohol furfurílico, las resinas de fenol-aldehi-
do y las resinas de urea-aldehído se encuentran, aunque sin
limitarse a los mismos, el alcohol furfurílico, el furfural,
5 el fenol y el cresol. Se prefieren los fenoles, formaldehi-
dos, alcohol furfurílico y furfural como diluyentes en esta
invención.

10 Cuando el fluido consolidante que contiene un diluyente
se combina con una solución acuosa o hidrocarbonada porta-
dora, una parte del fluido consolidante se disuelve en la
solución portadora y otra parte se dispersa formando una fa-
se no miscible con la primera. Además, una parte de la solu-
15 ción portadora se disuelve en el fluido consolidante disper-
so. La distribución cuantitativa del fluido consolidante en-
tre las fases disuelta y dispersa en la solución portadora
es controlada para conseguir la viscosidad deseada del fluí-
do consolidante así como otras propiedades. La etapa de con-
20 trolar la distribución cuantitativa del fluido consolidante
entre las fases disuelta y dispersa no miscibles entre sí
puede realizarse controlando las cantidades particulares
de fluido consolidante y de solución portadora utilizadas y
controlando la temperatura de la mezcla resultante de fluido
25 consolidante-solución portadora. Otra técnica para controlar
la distribución cuantitativa entre las fases disuelta y dis-
persa consiste en utilizar una solución acuosa portadora
altamente iónica, es decir, una solución con una concentra-
ción relativamente elevada de sales inorgánicas solubles en
30 agua disueltas en ella, que reduce la solubilidad del fluido
consolidante. Asimismo, puede utilizarse en el fluido conso-
lidante un diluyente orgánico líquido de la resina, que ten-
ga una solubilidad limitada en la solución acuosa portadora

1 utilizada. Este control de la distribución cuantitativa entre
las fases disuelta y dispersa del fluido consolidante y de
la viscosidad del fluido consolidante disperso permite reali-
5 zar un mejor tratamiento de la formación. Por ejemplo, las
formaciones de permeabilidad relativamente baja que hasta
ahora eran difíciles de tratar debido a la incapacidad de
los fluidos consolidantes relativamente viscosos para pene-
trar y recubrir los sólidos de la formación pueden ser ahora
eficazmente tratadas. Además, debido a la presencia de fluí-
10 do consolidante disuelto en la solución portadora, se consi-
gue una utilización y distribución más efectiva de la unidad
de volumen de fluido consolidante.

El agente copulante resina-arena se utiliza en el fluido
consolidante para provocar la copulación o adhesión del fluí-
15 do consolidante a la arena y a otros materiales silíceos de
la formación que ha de ser tratada. Un agente copulante de
este tipo especialmente adecuado es un compuesto de aminosi-
lano o una mezcla de compuestos de aminosilano representados
por la siguiente fórmula:



donde:

25 R_1 es un radical alquilo de cadena lineal, ramificada o
cíclica, que contiene aproximadamente de 1 a 8 átomos
de carbono;

R_2 es hidrógeno, un radical alquilamino o un radical alqui-
lo, donde el radical alquilamino y alquilo contienen de
1 a 8 átomos de carbono aproximadamente;

30 R_3 es un radical alquilo de cadena lineal o ramificada, con-
teniendo alrededor de 1 a 3 átomos de carbono aproxima-

1

damente y

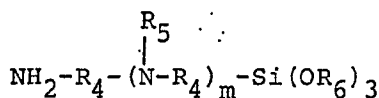
n es un número entero comprendido entre 0 y 10 aproximadamente.

5

Como ejemplo de los aminosilanos anteriores citaremos el gamma-aminopropiltriethoxisilano, N-beta-(aminoetil)-gamma-aminopropiltrimetoxisilano, N-beta-(aminoetil)-N-beta-(aminoetil)-gamma-aminopropiltrimetoxisilano, N-beta-(aminopropil)-N-beta-(aminobutil)-gamma-aminopropiltriethoxisilano y di-N-(beta-aminoetil)-gamma-aminopropiltrimetoxisilano.

10

Los aminosilanos preferidos están representados por la siguiente fórmula general:



donde

15

R₄ es un radical alquilo de cadena lineal o ramificada, conteniendo alrededor de 1 a 4 átomos de carbono;

R₅ es hidrógeno, un radical alquilamino o un radical alquilo, donde los radicales alquilamino y alquilo contienen alrededor de 1 a 4 átomos de carbono;

20

R₆ es un radical alquilo conteniendo alrededor de 1 a 2 átomos de carbono y

m es un número entero comprendido entre 1 y 4 aproximadamente.

25

Son ejemplos de los aminosilanos anteriores el N-beta-(aminoetil)-gamma-aminopropil-trimetoxisilano, N-beta-(aminoetil)-N-beta-(aminoetil)-gamma-aminopropiltrimetoxisilano y N-beta-(aminopropil)-gamma-aminopropiltriethoxisilano.

30

El compuesto de aminosilano preferido para uso de acuerdo con los métodos de esta invención es el N-beta-(aminoetil)-gamma-aminopropiltrimetoxisilano.

1

Preferiblemente, el fluido consolidante se hace endurecer poniéndolo en contacto con un agente endurecedor. El

5

agente endurecedor puede ser incluido en la composición de fluido consolidante (agentes endurecedores internos) o bien el fluido consolidante puede ponerse en contacto con el agente endurecedor (agentes endurecedores externos) después de

10

que el fluido consolidante se ha introducido en la formación subterránea en tratamiento. Los agentes endurecedores internos se seleccionan de manera que el fluido consolidante endurece después de un periodo de tiempo suficiente para introducir el fluido consolidante en la formación subterránea. La

15

técnica más preferida para endurecer el fluido consolidante introducido en una formación de acuerdo con los métodos de esta invención consiste en introducir en la formación, después de haber introducido el fluido consolidante, una solución de sobrelavado que contiene un agente endurecedor externo.

20

Los agentes endurecedores adecuados para consolidar las composiciones de fluidos que contienen resinas epoxi incluyen, aunque sin limitarse a los mismos, las aminas como dimetilaminopropilamina, bencildimetilamina, dietilaminopropilamina, dietilentriamina, metaxilendiamina, metafenilendiamina, diaminodifenilmetano, piperidina y tridimetilaminometil-

25

fenol; anhídridos de ácidos como anhídrido oxálico, anhídrido ftálico, dianhídrido piromelítico, anhídrido dodecínilsuccínico, anhídrido hexahidroftálico y anhídrido metilbiciclo-(2,2,1)-5-hepten-2,3-dicarboxílico y polimercaptanos.

30

Son ejemplos de agentes endurecedores internos que pueden ser utilizados con los fluidos consolidantes que contienen una resina de alcohol furfurílico, resinas de fenol-aldehído

1 y resinas de urea-aldehído, la hexacloroacetona, 1,1,3-tri-
cloro-trifluoroacetona, benzotricloruro, cloruro de bencilo
y cloruro de benzal.

5 Son ejemplos de agentes endurecedores externos para los
flúidos consolidantes que contienen una resina de alcohol
furfurílico, resinas de fenol-aldehído y de resinas de urea-
aldehído, los haluros de acilo como cloruro de ftaloílo; fu-
marilo y benzoílo; los ácidos orgánicos halogenados y pro-
10 ductos químicos productores de ácido tales como ácido tricloro-
roacético, benzotricloruro, ácido acético y ácido fórmico y
ácidos inorgánicos como el ácido clorhídrico. En general, se
prefieren para uso con los métodos de esta invención los agen-
tes endurecedores seleccionados entre el grupo formado por
15 ácidos inorgánicos, ácidos orgánicos y productos químicos
productores de ácido.

Las composiciones de flúidos consolidantes contienen
también preferiblemente agentes tensoactivos que funcionan me-
jorando la deposición de la resina sobre la arena o los mate-
20 riales silíceos en un ambiente acuoso. Los agentes tensoacti-
vos también contribuyen a evitar que el flúido consolidante
líquido se vuelva excesivamente pegajoso y se aglomere en los
flúidos portadores acuosos, evitando así la formación de ma-
sas indeseablemente pegajosas de sólidos recubiertos de resi-
na que pueden impedir el bombeo. Son agentes tensoactivos es-
25 pecialmente útiles los agentes catiónicos conocidos como agen-
tes tensoactivos no emulsionantes y que se encuentran en el
mercado como mezclas propiedad de sus fabricantes. Cuando se
agregan a los flúidos consolidantes, estos agentes tensoacti-
vos evitan que la porción del flúido consolidante dispersa en
30 la solución portadora se convierta en emulsión. En general,

1 se utiliza una baja concentración de estos agentes tensoacti-
vos en el fluido consolidante, v.g. alrededor de 0,1 a 2 par-
tes en peso de agente tensoactivo por 100 partes en peso de
resina orgánica utilizada.

5 En el fluido consolidante pueden incluirse aditivos que
funcionan como agentes dispersantes, es decir, hacen que la
porción del fluido consolidante dispersada en una solución
portadora sea fácilmente dispersable en estado finamente di-
vidido. Aditivos de este tipo especialmente adecuados para
10 facilitar la dispersión de los fluidos consolidantes en las
soluciones acuosas portadoras son el furfural, el ftalato
de dietilo y las mezclas de furfural y ftalato de dietilo.
Estos aditivos funcionan como agentes dispersantes e impiden
15 que el fluido consolidante se vuelva excesivamente pegajoso
durante la introducción en una formación subterránea. La
porción del fluido consolidante que se dispersa en la solu-
ción acuosa portadora puede ser fácilmente extraída por la
arena u otros materiales silíceos de la formación y como se
20 impide que el fluido consolidante se vuelva excesivamente pe-
gajoso, no se produce aglomeración durante las operaciones
de bombeo. Asimismo, la dispersión finamente dividida del
fluido consolidante puede inyectarse en formaciones poco per-
meables sin perjuicio de la permeabilidad de la formación.
25 Cuando se utilizan salmueras como soluciones portadoras de
los fluidos consolidantes, el agente dispersante preferido
es el furfural y cuando se utiliza agua dulce como solución
portadora, se prefiere una mezcla de furfural y ftalato de
dietilo.

30 Los líquidos acuosos que son útiles como soluciones
acuosas de tratamiento por los métodos de esta invención son

1 los que no contienen contaminantes que pueden obstruir la
formación subterránea en tratamiento. Estos son el agua dulce,
5 las salmueras de la formación, el agua salada y similares. Cuando se utilizan salmueras, se prefieren las que contienen haluros de metales alcalinos, haluros de metales alcalino-térreos y mezclas de los mismos. Se ha encontrado que las soluciones acuosas de tratamiento con elevadas fuerzas iónicas, es decir, soluciones que contienen sales inorgánicas solubles en agua a concentraciones del orden del 5 al
10 20 % en peso, presentan mayor tendencia a permitir la extracción del fluido consolidante disperso de ellas a las superficies silíceas y menor tendencia a extraer el fluido consolidante de dichas superficies cuando se comparan con las soluciones acuosas de fuerza iónica baja. Esto es debido a la
15 reducción de la estabilidad de la dispersión y consiguiente aumento de la coalescencia de la dispersión en las soluciones acuosas de mayores fuerzas iónicas. Por lo tanto, se prefieren las salmueras para uso como soluciones acuosas de tratamiento de acuerdo con esta invención. En las soluciones
20 acuosas se incluyen pequeñas cantidades de los agentes tensoactivos catiónicos de tipo no emulsionante antes mencionados para evitar los bloques de agua en la formación en tratamiento, reducir al mínimo las emulsiones y hacer que las superficies silíceas de las formaciones acepten rápidamente el
25 fluido consolidante en presencia de agua, es decir, volver mojables a las superficies silíceas por el fluido consolidante.

30 En los procedimientos donde se emplean hidrocarburos líquidos, pueden utilizarse aceites diesel, querosenos, crudos de petróleo, aceites minerales y aceites aromáticos. Son es-

1 pecialmente adecuados los hidrocarburos alifáticos o aromá-
ticos líquidos, con viscosidades tales que pueden ser inyec-
5 tados fácilmente a través de una formación subterránea. Los
más preferidos para las formaciones caracterizadas por las
menores permeabilidades son los hidrocarburos líquidos con
una viscosidad a 78°F (25,5°C) comprendida entre 1 y 25 cen-
tipoisés aproximadamente.

10 Como comprenderán los expertos en este campo, los fluí-
dos consolidantes, las soluciones acuosas de tratamiento y
las soluciones de hidrocarburos líquidos pueden contener to-
dos ellos otros diversos aditivos tales como agentes gelifi-
cantes o espesantes, aditivos para la pérdida de fluidos,
agentes reductores de la viscosidad, aditivos para contraer
las arcillas, productos químicos que reducen la fricción,
15 etc.

 Cuando se pone en práctica esta invención para consoli-
dar arenas sueltas incompetentes contenidas en una formación
subterránea, primero se introduce en la formación una solu-
ción acuosa de prelavado para acondicionar los materiales
20 silíceos contenidos en la formación para que acepten el fluí-
do consolidante utilizado. Aunque, como se ha dicho antes,
pueden utilizarse diversos fluidos acuosos se utiliza prefe-
riblemente una salmuera constituida por agua, una sal inorgá-
nica soluble en agua y un tipo no emulsionante de agente ten-
25 soactivo catiónico. La sal inorgánica puede ser un haluro de
metal alcalino, un haluro de metal alcalino-térreo o mezclas
de los mismos y preferiblemente se encuentra en la solución
acuosa en una proporción comprendida entre 5 y 20 % en peso
aproximadamente, todavía mejor entre 8 y 15 % en peso apro-
30 ximadamente. El agente tensoactivo se encuentra preferiblemen

1 te en la solución acuosa en una proporción comprendida apro-
ximadamente entre 0,1 y 2,0 % en peso. Cuando la solución
acuosa de prelavado se introduce en la formación, las arenas
5 sueltas y/o incompetentes que contiene entran en contacto
con la solución y son acondicionadas para aceptar el fluido
consolidante. Además, el prelavado impide la formación de
emulsiones, bloques de agua y similares en el yacimiento.

10 Después de la solución acuosa de prelavado y si la for-
mación en tratamiento presenta una permeabilidad relativamen-
te alta, el fluido consolidante puede ser desplazado como
fluido consolidante neto, es decir, en cantidad continua,
directamente a la formación de manera que el fluido consoli-
dante se pone en contacto con la formación y recubre las
15 arenas sueltas o incompetentes que contiene. En este proce-
dimiento, el fluido consolidante es preferiblemente una com-
posición líquida constituida por una resina orgánica endure-
cible seleccionada entre el grupo formado por resina epoxi,
resina de fenol-formaldehído, resina de urea-formaldehído,
resina de alcohol furfurílico y mezclas de las mismas, un
20 diluyente líquido monomérico capaz de copolimerizarse con
dicha resina, seleccionado entre el grupo formado por feno-
les, formaldehídos, alcohol furfurílico y furfural, en una
proporción en peso aproximadamente igual a la cantidad de re-
sina utilizada y un agente copulante aminosilánico del tipo
25 antes descrito, en una proporción de alrededor de 0,1 a 10
partes en peso por 100 partes en peso de la resina. El flui-
do consolidante preferido para la introducción directa en
la formación es una composición líquida constituida por una
resina de alcohol furfurílico, furfural en una proporción com-
30 prendida aproximadamente entre 50 y 150 partes en peso por 100 par-

1 tes en peso de alcohol furfurílico, un agente tensoactivo
catiónico no emulsionante en una proporción de alrededor de
5 1 parte en peso por 100 partes en peso de resina de alcohol
furfurílico y N-beta-(aminoetil)-gamma-aminopropiltrimetoxi-
silano en una proporción de alrededor de 1 parte en peso por
100 partes en peso de resina de alcohol furfurílico.

10 El fluido consolidante es desplazado al interior de la
formación mediante una solución separadora acuosa que también
actúa lavando el exceso de fluido consolidante de las tube-
rías dispuestas en el pozo de sondeo y distribuyendo o exten-
diendo el fluido consolidante por el interior de la forma-
ción y sobre las arenas sueltas o incompetentes contenidas
15 en ella. Preferiblemente, la solución separadora es una sal-
muera que contiene una o más de las sales inorgánicas solu-
bles en agua antes descritas, en una proporción comprendida
entre 5 y 20 % en peso aproximadamente, todavía mejor entre
15 y 20 % en peso aproximadamente y un agente tensoactivo
catiónico no emulsionante en una proporción de alrededor
de 0,1 a 2,0 % en peso.

20 La solución separadora va seguida de una solución acuo-
sa que contiene un agente endurecedor que produce el endure-
cimiento del fluido consolidante. El agente endurecedor es
preferiblemente un ácido inorgánico y la solución acuosa
que contiene el ácido es preferiblemente una salmuera de la
25 misma composición que la solución separadora antes descrita.
En el caso más preferido, el agente endurecedor es ácido
clorhídrico contenido en la solución de salmuera en una pro-
porción de alrededor del 10 % en peso. El contacto del fluido
consolidante con el agente endurecedor provoca el endureci-
30 miento del fluido consolidante y consolida las arenas sueltas

1 incompetentes contenidas en la formación en forma de masa permeable dura.

5 Si la formación que ha de ser tratada es relativamente poco mermeable, el fluido consolidante se introduce en la formación mediante una solución acuosa portadora. Es decir, en lugar de desplazar directamente al interior de la forma-
10 ción el fluido consolidante en forma de fluido neto, es decir, en cantidad continua, después de la solución de prelavado, se combina el fluido consolidante con una solución acuosa portadora de manera que una parte del fluido consoli-
15 dante se disuelve en la solución y otra parte se dispersa formando una fase no miscible con aquélla. La solución acuosa portadora es preferiblemente una salmuera que contiene una o más de las sales solubles en agua antes descritas, en una proporción comprendida entre 5 y 20 % en peso aproximada-
20 mente y todavía mejor entre 8 y 15 % en peso aproximadamente y conteniendo un agente tensoactivo catiónico de tipo no emul- sionante en una proporción de alrededor de 0,1 a 2,0 % en peso. El fluido consolidante generalmente se combina con la solución acuosa portadora en una proporción comprendida apro-
25 ximadamente entre 20 y 200 partes en peso por 100 partes en peso de solución acuosa portadora, pero la distribución cuan- titativa del fluido consolidante entre las fases disuelta y dispersa en la solución portadora es controlada para obtener la viscosidad deseada y otras propiedades interesantes median-
30 te la utilización de cantidades específicas de fluido conso- lidante y solución portadora y control de la temperatura de la mezcla resultante. La solución portadora que contiene el fluido consolidante disuelto y disperso se introduce en la formación de manera que las arenas sueltas o incompetentes

1 que contiene queden recubiertas por el fluido consolidante.
La solución acuosa separadora y la solución acuosa de sobrela-
vado que contienen un agente endurecedor antes descrito se
5 introducen en la formación después de la mezcla de fluido
consolidante-solución acuosa portadora para que las arenas
seltas formen una masa dura y permeable.

Si se desea formar una masa dura y permeable entre la
formación y el pozo de sondeo además de consolidar por lo
menos una parte de las arenas sueltas o incompetentes conte-
10 nidas en la formación, puede ponerse en contacto una cierta
cantidad de partículas sólidas recubiertas de fluido consoli-
dante con la formación, antes de recubrir las arenas sueltas
o incompetentes de la formación con fluido consolidante adicio-
nal. Para realizar este aspecto de esta invención, se intro-
15 duce en la formación una solución de prelavado de salmuera
que contiene un agente tensoactivo catiónico no emulsionan-
te de la composición antes descrito, con lo que se acondicio-
na la formación para que acepte el fluido consolidante utili-
zado, etc.

20 Después de la introducción de la solución acuosa de pre-
lavado, se introduce en la formación una primera solución
acuosa portadora de la misma composición que la solución de
prelavado, conteniendo una cierta cantidad de partículas só-
25 lidas recubiertas de fluido consolidante, v.g. arena, de ma-
nera que las partículas recubiertas de fluido consolidante
se ponen en contacto con la formación junto al pozo de son-
deo. Al preparar la mezcla de fluido consolidante-sólidos-
solución acuosa, primero se combina el fluido consolidante
con la solución acuosa portadora, con lo que una parte del
30 fluido consolidante se disuelve en la solución y otra parte

1 se dispersa formando una fase no miscible con aquélla. El
fluido consolidante se dispersa preferiblemente en la solu-
ción acuosa portadora en una proporción de alrededor de 0,5
5 a 10 partes en peso y preferiblemente alrededor de 0,75 a
1,5 partes en peso de fluido consolidante por 100 partes en
peso de partículas sólidas utilizadas. A continuación se in-
troduce en la mezcla de fluido consolidante-solución acuosa
portadora una cierta cantidad de partículas sólidas, de mane-
ra que las partículas quedan cubiertas con la porción dis-
10 persa del fluido consolidante. La cantidad particular de par-
tículas sólidas combinada con la mezcla de fluido consolidan-
te-solución acuosa portadora depende del fluido consolidante
particular utilizado, de su afinidad por el material sólido
en partículas y de la parte de fluido consolidante dispersa
15 como fase no miscible en la solución acuosa portadora. En
algunas aplicaciones, puede ser conveniente agregar material
en partículas en cantidad suficiente para atraer solamente
a una parte del fluido consolidante disperso, dejando fluido
consolidante disperso residual para ponerse en contacto con
20 las arenas sueltas o incompetentes de la formación. Si se
utiliza este procedimiento, también puede ser conveniente
eliminar la introducción en la formación de la segunda mezcla
de fluido consolidante-solución acuosa portadora descrita
más adelante. Un material sólido en partículas preferido es
25 una arena de 20 a 60 mallas (serie de tamices de las Normas
Estadounidenses) que generalmente se mezcla con la mezcla
de fluido consolidante-solución acuosa portadora en una pro-
porción comprendida aproximadamente entre 3 y 60 partes en
peso y preferiblemente entre unas 6 y unas 30 partes en peso
30 por 100 partes en peso de solución acuosa portadora. La con-

1 centración particular de partículas sólidas que puede mezclarse con la mezcla de fluido consolidante-solución acuosa portadora depende de diversos factores tales como la densidad y el tamaño del material en partículas, la viscosidad y la
5 densidad de la solución acuosa portadora, la cantidad de fluido consolidante dispersada en la solución acuosa portadora y el caudal al cual la mezcla ha de ser introducida en la formación en tratamiento.

10 La distribución cuantitativa del fluido consolidante entre las fases disuelta y dispersa no miscibles se controla de la forma descrita anteriormente para conseguir la viscosidad y otras propiedades deseadas. La mezcla de fluido consolidante-partículas sólidas-solución acuosa portadora se introduce en la formación de manera que las partículas sólidas
15 recubiertas de fluido consolidante entren en contacto con ella. El exceso de partículas sólidas es recirculado fuera del pozo y después se introduce en la formación una segunda solución acuosa portadora que contiene fluido consolidante disuelto y disperso, de manera que las arenas sueltas o incompetentes contenidas en la formación se pongan en contacto
20 con el fluido. La segunda solución acuosa portadora es preferiblemente una salmuera con un contenido en sal mayor que el de las soluciones de prelavado y primera solución portadora, de manera que se reduzca al mínimo la eliminación por lavado del fluido consolidante de las partículas sólidas
25 colocadas. En el mejor de los casos, la segunda solución portadora presenta una concentración salina de alrededor del 15 % en peso. La distribución cuantitativa del fluido consolidante entre las fases disuelta y dispersa en la segunda
30 solución portadora es controlada en la forma antes descrita.

1 A continuación se introduce en la formación una solu-
ción acuosa separadora para lavar el exceso de fluido conso-
lidante y separarlo de las tuberías contenidas en el pozo de
sondeo y distribuir y extender el fluido consolidante por
5 el interior de la formación y sobre las arenas sueltas o
incompetentes que contiene. La solución separadora va se-
guida de una solución acuosa de sobrelavado que contiene un
agente endurecedor, de manera que el fluido consolidante se
endurece y se forma una masa dura impermeable entre el pozo
10 de sondeo y la formación y una parte de las arenas sueltas o
incompetentes de la formación son consolidadas formando una
masa dura y permeable. Preferiblemente, las soluciones sepa-
radora y de sobrelavado son salmueras de la misma composición
que la segunda solución portadora antes descrita.

15 Al poner en práctica los métodos de esta invención en
formaciones relativamente poco permeables, que contienen ele-
vados porcentajes de materiales solubles en ácidos como car-
bonato cálcico, dolomita, etc y donde no se dispone de solucio-
nes acuosas con elevadas fuerzas iónicas, es decir, salmueras,
20 pueden utilizarse soluciones de hidrocarburos líquidos en lu-
gar de las soluciones separadora y de sobrelavado antes des-
critas. Estas soluciones de hidrocarburos líquidos resisten
al lavado y los agentes endurecedores ácidos o formadores de
ácidos que contienen no reaccionan con los materiales solubles
25 en los ácidos de la formación con tanta rapidez como las so-
luciones acuosas que contienen dichos ácidos. En esta aplica-
ción, se introduce una solución acuosa de prelavado en la for-
mación de manera que las arenas sueltas o incompetentes que
30 contiene se ponen en contacto con ella y son acondicionadas
para aceptar el fluido consolidante que ha de ser utilizado.

1 La solución de prelavado está constituida por agua que contiene un tipo no emulsionante de agente tensoactivo catiónico en una proporción de alrededor de 0,1 a 2,0 % en peso.

5 Después de poner en contacto la formación con la solución de prelavado, se introduce en la formación una solución acuosa portadora de la misma composición que la solución de prelavado, conteniendo el fluido consolidante disuelto y disperso, con lo que las arenas sueltas o incompetentes contenidas en la formación son recubiertas por el fluido consolidante. Después de introducir el fluido consolidante, se introduce una solución separadora de hidrocarburos líquidos y una solución de sobrelavado de hidrocarburos líquidos que contiene un agente endurecedor. El aceite diesel conteniendo un agente tensoactivo catiónico en una proporción de alrededor de 0,1 a 0,5 % en peso es el preferido para uso como soluciones separadora y de sobrelavado. Como se ha mencionado antes, la soluciones de hidrocarburos líquidos que contienen agentes endurecedores ácidos o formadores de ácido no reaccionan con los materiales solubles en los ácidos de la formación a una velocidad tal que sea estorbado o evitado el endurecimiento del fluido consolidante y presentan menos tendencia a eliminar por lavado el fluido consolidante que el agua de poca fuerza iónica, es decir, el agua dulce.

25 Un fluido consolidante preferido para uso en la puesta en práctica de este procedimiento es una composición líquida constituida por una resina orgánica endurecible seleccionada entre el grupo formado por resinas epoxi, resinas de fenol-formaldehído, resina de alcohol furfurílico y resinas de urea-formaldehído, un diluyente líquido monomérico seleccionado entre el grupo formado por fenoles, formaldehídos, alcohol fur

1 furílico y furfural, en una proporción comprendida aproxima-
damente entre 20 y 100 partes en peso por 100 partes en pe-
so de resina utilizada y un compuesto de aminosilano del ti-
po antes descrito, en una proporción de 0,1 a 2 partes en
5 peso aproximadamente por 100 partes en peso de resina.

El fluido consolidante preferido para uso en este pro-
cedimiento es una composición líquida constituida por una
resina de alcohol furfurílico, alcohol furfurílico en una
proporción comprendida aproximadamente entre 20 y 100 partes
10 en peso por 100 partes en peso de resina de alcohol furfurí-
lico utilizada, un aditivo dispersante constituido por una
mezcla de furfural y ftalato de dietilo, en una proporción
comprendida aproximadamente entre 50 y 150 partes en peso por
100 partes en peso de resina, un compuesto de aminosilano del
15 tipo antes descrito, en una proporción de alrededor de 0,1
a 10 partes en peso por 100 partes en peso de resina y un
agente tensoactivo catiónico no emulsionante, en una propor-
ción de alrededor de 0,1 a 2 partes en peso por 100 partes
en peso de resina.

20 Si se desea colocar partículas sólidas recubiertas de
fluido consolidante entre la formación y el pozo de sondeo
de manera que se forme una masa dura y permeable adyacente
al pozo de sondeo, además de formarse una masa dura y permea-
ble en la formación, estas partículas sólidas recubiertas se
25 colocan utilizando una solución acuosa portadora. Para llevar
a cabo este procedimiento, después de haber puesto en contac-
to con la formación las partículas sólidas recubiertas de
fluido consolidante, se introduce preferiblemente en la for-
mación una cantidad adicional de fluido consolidante en una
30 solución portadora líquida hidrocarbonada de manera que las

1 arenas sueltas o incompetentes de la formación queden recu-
biertas con el fluido consolidante sin que se produzca un
lavado excesivo de dicho fluido consolidante separándose de
5 las partículas sólidas recubiertas. Más específicamente, en
primer lugar la formación en tratamiento se lava previamen-
te con una solución acuosa del tipo antes descrito, es decir
agua conteniendo un agente tensoactivo catiónico, de manera
que la formación quede acondicionada para aceptar el fluido
consolidante utilizado. Se combina una cierta cantidad del
10 fluido consolidante antes descrito con una cantidad de una
solución acuosa portadora de la misma composición que la so-
lución de prelavado, de manera que el fluido consolidante
se disuelva y disperse en ella. A continuación se introduce
en la mezcla de fluido consolidante-solución acuosa portadora
15 una cierta cantidad de partículas sólidas, de manera que los
sólidos queden recubiertos con el fluido consolidante disper-
so y la mezcla resultante de fluido consolidante-partículas
sólidas-solución acuosa portadora se introduce en la forma-
ción de manera que las partículas sólidas recubiertas se po-
20 nen en contacto con la formación. El exceso de partículas só-
lidas se recircula fuera del pozo de sondeo y se introduce en
la formación una solución de hidrocarburos líquidos, preferi-
blemente aceite diesel conteniendo un fluido consolidante di-
suelto y disperso, de manera que las arenas sueltas o incom-
25 petentes de la formación queden recubiertas con el fluido con-
solidante, sin que se produzca una excesiva eliminación por
lavado del fluido consolidante de los sólidos colocados. A
continuación se introduce en la formación una solución sepa-
radora de agente tensoactivo en aceite diesel, seguido de una
30 solución de aceite diesel-agente tensoactivo-agente endure-

1 cedor.

Los siguientes ejemplos se dan para describir e ilustrar mejor esta invención.

EJEMPLO 1

5 Se ensaya una resina de alcohol furfurílico con agentes tensoactivos, diluyentes y diversos aminosilanos para determinar el efecto de estos componentes sobre una dispersión de resina de alcohol furfurílico en un líquido acuoso portador. La resina de alcohol furfurílico tiene una viscosidad
10 a 25°C comprendida aproximadamente entre 240 y 440 centipoises, un peso específico comprendido aproximadamente entre 1,205 y 1,220, un pH de 4 a 4,8 aproximadamente y un peso molecular promedio de 225 aproximadamente. Se mezclan homogéneamente 121 g de la resina con las concentraciones de amino-
15 silanos, diluyentes y agentes tensoactivos indicadas en la Tabla I. Después se mezclan 5,5 g de las mezclas de resina con 0,66 g de hexacloroacetona, un agente de endurecimiento interno para la resina. Esta mezcla se dispersa a continuación en 400 ml de un líquido acuoso portador que es agua
20 dulce mezclada con 5 partes en peso de cloruro sódico por 100 partes en peso de agua. Se mezclan 48 g de una arena blanca de 40-60 mallas de la serie de tamices de las Normas Estadounidenses con la dispersión y la mezcla se agita durante un periodo de 30 minutos mientras se calienta la mezcla a
25 una velocidad constante desde 72°F hasta 105°F (22,2-40,6°C). Después se examina la arena para determinar si la resina ha recubierto a la arena. La arena recubierta de resina se compacta después en un tubo de vidrio con un diámetro interno de 0,875" (22,2 mm) hasta una altura de 3,5" (88,9 mm). Después el fluido acuoso portador se hace pasar a través de la
30

1

masa de arena para simular la pérdida de fluido portador en una formación y la muestra se deja endurecer en un baño a 140°F (60,0°C) durante 24 horas. Después las muestras se enfrían a 80°F (26,7°C) y se realizan las medidas de la resistencia a la compresión.

5

Los datos de la Tabla I indican que la resina de alcohol furfurílico mezclada con aminosilanos puede ser dispersada en un líquido acuoso portador y que la composición de resina resultante tiene una afinidad por la sílice tal que la composición de resina forma un recubrimiento de resina sobre las superficies de sílice cuando la resina se pone en contacto con la sílice.

10

Estos datos también indican que una masa de arena recubierta con una mezcla de resina de alcohol furfurílico y un aminosilano puede ser curada para formar una matriz de gran resistencia y que puede agregarse un agente tensoactivo a la mezcla de resina para aumentar la resistencia a la compresión de la masa de arena recubierta de resina.

15

20

25

30

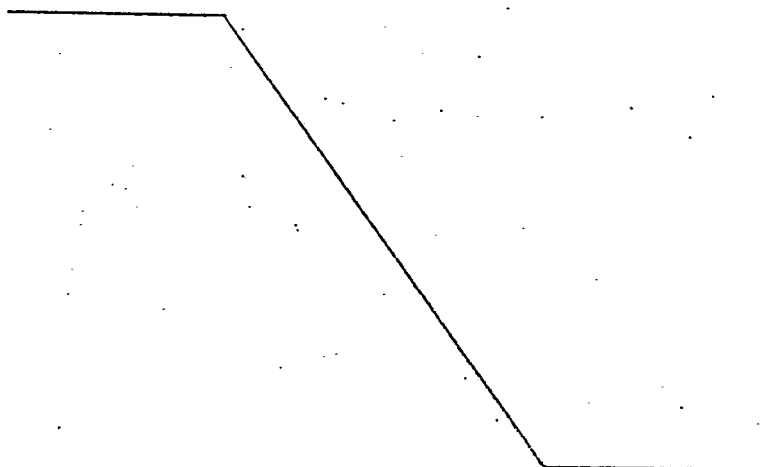


TABLA I

Efecto del aminosilano, del diluyente y del agente tensoactivo sobre el recubrimiento y la resistencia

Silano, g	Furfural, g	Agente tenso-activo*, g	Capacidad de re-cubrimiento	Resistencia a la compresión al cabo de 24 horas, curado a 140°F (60,0°C), psi (kg/cm ²) a 80°F (26,7°C)
<u>NH₂(CH₂)₃Si(OC₂H₅)₃</u>				
0,95	113	0,96	nula	ninguna resistencia
0,95	113	0	nula	ninguna resistencia
0,95	0	0,96	buena	1545 (108,6)
0,95	0	0	nula	ninguna resistencia
<u>NH₂(CH₂)₂NH(CH₂)₃Si(OCH₃)₃</u>				
0,95	113	0,96	buena	1220 (85,7)
0,95	113	0	buena	832 (58,5)
0,95	0	0,96	buena	2596 (182,5)
0,95	0	0	buena	2402 (168,9)
<u>NH₂(CH₂)₂NH(CH₂)₂NH(CH₂)₃Si(OCH₃)₃</u>				
0,95	113	0,96	buena	1386 (97,4)
0,95	113	0	buena	1096 (77,0)
0,95	0	0,96	buena	3929 (276,2)
0,95	0	0	buena	2593 (182,3)
<u>Ningún silano</u>				
0	113	0,96	mediana	100 (7,03)
0	113	0	nula	ninguna resistencia
0	0	0,96	nula	ninguna resistencia
0	0	0	nula	ninguna resistencia

* El agente tensoactivo es una mezcla propiedad del fabricante de aminas cuaternarias y diluyentes.

1

TABLA I

Efecto del aminosilano, del diluyente y del agente tensoactivo sobre

5

10

15

20

25

30

Silano, g	Furfural, g	Agente tenso-activo*, g	Capacidad de recubrimiento	Residuo al ca a 140'
<u>$\text{NH}_2(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$</u>				
0,95	113	0,96	nula	ningu
0,95	113	0	nula	ningu
0,95	0	0,96	buena	1545
0,95	0	0	nula	ningu
<u>$\text{NH}_2(\text{CH}_2)_2\text{NH}(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$</u>				
0,95	113	0,96	buena	1220
0,95	113	0	buena	832
0,95	0	0,96	buena	2596
0,95	0	0	buena	2402
<u>$\text{NH}_2(\text{CH}_2)_2\text{NH}(\text{CH}_2)_2\text{NH}(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$</u>				
0,95	113	0,96	buena	1386
0,95	113	0	buena	1096
0,95	0	0,96	buena	3929
0,95	0	0	buena	2593
<u>Ningún silano</u>				
0	113	0,96	mediana	100 (
0	113	0	nula	ningu
0	0	0,96	nula	ningu
0	0	0	nula	ningu

* El agente tensoactivo es una mezcla propiedad del fabricante de amina

TABLA I

Resistencia a la compresión
del recubrimiento y la resistencia

Resistencia a la compresión al cabo de 24 horas, curado a 140°F (60,0°C), psi (kg/cm ²) a 80°F (26,7°C)	Resistencia a la compresión al cabo de 24 horas, curado a 140°F (60,0°C), psi (kg/cm ²) a 80°F (26,7°C)
--	--

ninguna resistencia	ninguna resistencia
---------------------	---------------------

ninguna resistencia	ninguna resistencia
---------------------	---------------------

1545 (108,6)	1545 (108,6)
--------------	--------------

ninguna resistencia	ninguna resistencia
---------------------	---------------------

1220 (85,7)	1220 (85,7)
-------------	-------------

832 (58,5)	832 (58,5)
------------	------------

2596 (182,5)	2596 (182,5)
--------------	--------------

2402 (168,9)	2402 (168,9)
--------------	--------------

1386 (97,4)	1386 (97,4)
-------------	-------------

1096 (77,0)	1096 (77,0)
-------------	-------------

3929 (276,2)	3929 (276,2)
--------------	--------------

2593 (182,3)	2593 (182,3)
--------------	--------------

100 (7,03)	100 (7,03)
------------	------------

ninguna resistencia	ninguna resistencia
---------------------	---------------------

ninguna resistencia	ninguna resistencia
---------------------	---------------------

ninguna resistencia	ninguna resistencia
---------------------	---------------------

del fabricante de aminas cuaternarias y diluyentes.

1

EJEMPLO 2

5

Se mezcla una formulación de resina constituida por 121 g de la resina de alcohol furfurílico utilizada en el Ejemplo 1, 113 g de furfural y la concentración de agente tensoactivo indicada en la Tabla II con los silanos indicados en dicha Tabla II, para determinar el efecto de los silanos sobre la capacidad de la resina de alcohol furfurílico para recubrirse sobre las partículas de sílice. Esta serie de ensayos se realiza por el procedimiento descrito en el

10

Ejemplo 1, a excepción de que el fluido acuoso portador es agua dulce y no se mezcla con la resina ningún agente endurecedor.

15

Los datos de la Tabla II ilustran las propiedades de recubrimiento de una mezcla de resina que contiene aminosilanos. Las resinas que contienen aminosilanos con dos grupos amino como mínimo presentan buenas propiedades de recubrimiento mientras que un aminosilano con un grupo amino mejora la capacidad de recubrimiento de una resina cuando se agrega a la formulación de resina a gran concentración. Los silanos que no contienen grupos amino no ejercen ningún efecto sobre la capacidad de la resina para depositarse sobre las partículas de sílice, a no ser que se utilicen en combinación con un agente tensoactivo catiónico. Se demuestra que los agentes tensoactivos catiónicos aumentan la capacidad de una composición de resina que contiene silanos para depositarse sobre las partículas de sílice.

20

25

30

1

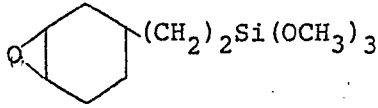
TABLA II

Efecto de diversos silanos sobre el recubrimiento

	<u>Silano, g</u>	<u>Agente tenso-activo, g</u>	<u>Capacidad de recubrimiento</u>
5	<u>CH₃Si(OCH₃)₃</u>		
	1,21	0,95	buena
	1,21	0	nula
	8,47	0	nula
10	<u>CH₃Si(OC₂H₅)₃</u>		
	1,21	0,95	buena
	1,21	0	nula
	8,47	0	nula
15	<u>C₅H₁₁Si(OC₂H₅)₃</u>		
	1,21	0,95	buena
	1,21	0	nula
	8,47	0	nula
20	<u>C₆H₅Si(OC₂H₅)₃</u>		
	1,21	0,95	buena
	1,21	0	nula
	8,47	0	nula
25	<u>C₂H₃Si(OC₂H₅)₃</u>		
	1,21	0,95	buena
	1,21	0	nula
	8,47	0	nula
30	<u>C₂H₃Si(CH₃CO₂)₃</u>		
	1,21	0,95	buena
	1,21	0	nula
	8,47	0	nula

1

TABLA II (continuación)

	<u>Silano, g</u>	<u>Agente tenso-activo, g</u>	<u>Capacidad de re-cubrimiento</u>
	<u>$\text{HS}(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$</u>		
5	1,21	0,95	buena
	1,21	0	nula
	8,47	0	nula
	<u>$\text{O}-\text{CH}_2-\text{CHCH}_2\text{O}(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$</u>		
10	1,21	0,95	buena
	1,21	0	nula
	8,47	0	nula
	<u></u>		
15	1,21	0,95	buena
	1,21	0	nula
	8,47	0	nula
	<u>$\text{CH}_2\text{CCH}_3\text{CO}_2(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$</u>		
20	1,21	0,95	mediana
	1,21	0	nula
	8,47	0	nula
	<u>$\text{NH}_2(\text{CH}_2)_2\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$</u>		
25	1,21	0,95	excelente
	1,21	0	mediana
	8,47	0	buena
	<u>$\text{NH}_2(\text{CH}_2)_2\text{NH}(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$</u>		
30	1,21	0,95	excelente
	1,21	0	excelente
	8,47	0	excelente

1

TABLA II (continuación)

<u>Silano, g</u>	<u>Agente tensoactivo, g</u>	<u>Capacidad de recubrimiento</u>
<u>$\text{NH}_2(\text{CH}_2)_2\text{NH}(\text{CH}_2)_2\text{NH}(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$</u>		
1,21	0,95	excelente
1,21	0	excelente
8,47	0	excelente

5

*

El agente tensoactivo es una mezcla propiedad del fabricante de aminas cuaternarias y diluyentes.

10

EJEMPLO 3

15

Las resistencias a la compresión de las masas de arena recubiertas de resina de alcohol furfurílico, preparadas de acuerdo con el procedimiento descrito en el Ejemplo 1, que contienen los silanos indicados en la Tabla III, son medidas adecuadamente. El fluido acuoso portador en este ejemplo es agua dulce que contiene 0,25 partes en peso de una mezcla propiedad del fabricante de aminas cuaternarias y diluyentes por 100 partes en peso de agua. La composición de resina es una mezcla que contiene 0,95 g de los silanos indicados en la Tabla III, 121 g de la resina de alcohol furfurílico empleada en el Ejemplo 1, 113 g de furfural y 0,96 g de agente tensoactivo.

20

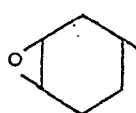
25

Los datos de la Tabla III indican que los silanos que no contienen grupos amino producen unas masas de arena recubiertas de resina de poca resistencia y que la resistencia de la masa de arena recubierta de resina aumenta con el número de grupos amino en la estructura del silano.

30

TABLA III

Efecto de diversos silanos sobre la resistencia

5	<u>Silano</u>	<u>Resistencia a la compresión después de curar durante 24 horas a 140°F (60,0°C), psi (kg/cm²) a 80°F (26,7°C)</u>
	CH ₃ Si(OCH ₃) ₃	≤ 100 (7,03)
	CH ₃ Si(OC ₂ H ₅) ₃	< 100 (7,03)
	C ₅ H ₁₁ Si(OC ₂ H ₅) ₃	< 100 (7,03)
	C ₆ H ₅ Si(OC ₂ H ₅) ₃	< 100 (7,03)
10	C ₂ H ₃ Si(OC ₂ H ₅) ₃	< 100 (7,03)
	C ₂ H ₃ Si(OCH ₃ CO ₂) ₃	< 100 (7,03)
	Cl(CH ₂) ₃ Si(OCH ₃) ₃	< 100 (7,03)
	HS(CH ₂) ₃ Si(OCH ₃) ₃	< 100 (0,03)
15	$\overline{\text{O} - \text{CH}_2 - \text{CHCH}_2\text{O}(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3}$	< 100 (7,03)
	 (CH ₂) ₂ Si(OCH ₃) ₃	< 100 (7,03)
	NH ₂ (CH ₂) ₃ Si(OC ₂ H ₅) ₃	590 (41,5)
	NH ₂ (CH ₂) ₂ NH(CH ₂) ₃ Si(OCH ₃) ₃	832 (58,5)
20	NH ₂ (CH ₂) ₂ NH(CH ₂) ₂ NH(CH ₂) ₃ Si(OCH ₃) ₃	1096 (77,0)

EJEMPLO 4

Se determina a diversas temperaturas la solubilidad del fluido consolidante disperso en una solución acuosa portadora. Las composiciones de fluido consolidante se preparan mezclando 49,5 partes en volumen de la resina de alcohol furfúrico utilizada en el Ejemplo 1 con 49,5 partes en volumen de furfural, 0,5 partes en volumen de N-beta-(aminoetil)-gamma-aminopropiltrimetoxisilano y 0,5 partes en volumen de una mezcla propiedad del fabricante de agentes tensoactivos catiónicos por 100 partes en volumen de la composición de re-

1 sina. La solución acuosa portadora es agua dulce en la que
hay disueltas 8 partes en volumen de cloruro sódico, 0,5 par
5 tes en peso de cloruro cálcico, 0,2 partes en peso de cloru
ro magnésico y 0,25 partes en volumen de una mezcla tensoacti
va catiónica por 100 partes en volumen de agua dulce.

Los datos de la Tabla IV ilustran la solubilidad parcial
de las composiciones de resina dispersas en salmuera. Puede
observarse que la solubilidad de la composición de resina en
la salmuera no aumenta en proporción con la concentración de
10 las composiciones de resina dispersa en la salmuera y que
se requieren más de unas 20 partes en peso de composición de
resina dispersa en el líquido acuoso portador para mantener
la viscosidad de la composición de resina. Por lo tanto, la
viscosidad de la composición de resina disminuye menos a me-
15 dida que aumenta la concentración de la composición de resina
dispersa en la salmuera. Estos datos indican también que el
líquido acuoso portador es parcialmente soluble en la composi-
ción de resina líquida y que el volumen de la composición de
resina puede ser aumentado por el líquido acuoso portador que
20 se disuelve en la composición de resina líquida.

25

30

TABLA IV

Viscosidad y distribución del fluido consolidante en una fase acuosa

	Fluido consolidante, partes en volumen de mezcla de resina por 100 partes de mezcla de resina-salmuera	Temperatura de los fluidos, °F (°C)	Partes en volumen de resina por 100 partes de mezcla de resina disuelta en salmuera	Viscosidad de la resina que no se disuelve en la salmuera (cps)
5	5	105 (40,6)	-	-
	10	105 (40,6)	60	1000
	20	105 (40,6)	27	32
10	30	105 (40,6)	-(12) pasa a la resina	37
	5	140 (60,0)	-	-
	10	140 (60,0)	57	1000
	20	140 (60,0)	22	40
15	30	140 (60,0)	20	46
	5	200 (93,3)	-	-
	10	200 (93,3)	52	813
	20	200 (93,3)	23	58
	30	200 (93,3)	20	40,5

EJEMPLO 5

Se determinan la resistencia a la compresión y la permeabilidad de una masa de arena consolidada con la resina utilizada en el Ejemplo 4 y calentada a 200°F (93,3°C). Después de que la composición de resina dispersada en la salmuera y conteniendo 20 partes y 30 partes en peso de resina por 100 partes en peso de la mezcla de resina y salmuera se ha calentado a 200°F (93,3°C) y se han determinado las solubilidades por los procedimientos descritos en el Ejemplo 4, se hacen pasar las dispersiones a través de una masa de arena humedecida de salmuera para depositar la resina sobre la masa de

1 arena. La masa es de arena blanca de 70 a 170 mallas de la
serie de tamices de las Normas Estadounidenses, compactada
en un tubo de vidrio con un diámetro interno de 0,875*
(22,2 mm) y una altura de 3,5" (88,9 mm). La resina se cura
5 haciendo pasar 200 cc de una solución acuosa al 7,5 % de
ácido clorhídrico en agua dulce, calentada a 200°F (93,3°C),
a través de la masa de arena. La solución acuosa empleada
para endurecer la composición de resina contiene 0,1 % de
un inhibidor del ácido para reducir la corrosividad del áci-
do sobre los componentes metálicos del sistema de ensayo. La
10 masa de arena consolidada se cura durante 16 horas a 200°F
(93,3°C) y después se enfría a la temperatura ambiente para
medir la permeabilidad y la resistencia a la compresión.

15 Los datos de la Tabla V indican que una composición de
resina dispersa en un líquido acuoso portador puede pasar a
través de una masa de arena para consolidarla y formar una
matriz permeable. La resistencia de la matriz consolidada y
la permeabilidad de la matriz consolidada aumentan al aumen-
tar la concentración de la composición de resina dispersa en
20 el líquido acuoso portador.

TABLA V

Resistencia y permeabilidad de una masa de arena consolidada
con resina dispersa en salmuera

Resina (partes en peso por 100 partes en peso de mezcla de resina-sal- muera)	Resistencia a la com- presión después de curar 16 horas a 200°F. (93,3°C), psi (kg/cm ²) a 80°F (26,7°C)	Permeabilidad	
		Parte su- perior	Fondo
20	1430 (100,5)	3,35	2,6
30	1633 (114,8)	4,6	3,15

30

EJEMPLO 6

1 Se determina la capacidad de las composiciones de re-
sina epoxi y fenol-formaldehido para recubrir partículas
de sílice y la resistencia de una masa de partículas re-
5 cubiertas de resina. Se utilizan los procedimientos des-
critos en el Ejemplo 1. La resina de fenol-formaldehido
tiene una viscosidad a 100°F (37,8°C) de 1000 centipoises
aproximadamente y un pH de 6,8 aproximadamente. La resina
epoxi tiene una viscosidad a 80°F (26,7°C) de 100 a 160
10 centipoises aproximadamente y no contiene ningún diluyen-
te. El agente endurecedor para la resina epoxi es un poli-
mercaptano propiedad del fabricante. El agente endurecedor
para la resina de fenol-formaldehido es hexacloroaceona.
El diluyente para la resina epoxi y de fenol-formaldehido
15 es furfural. El silano para ambas resinas es el N-beta-(ami-
noetil)-gamma-aminopropiltrimetoxisilano.

Los datos de esta tabla indican que las composiciones
de la resina epoxi y las composiciones de resina de fenol-
formaldehido pueden dispersarse en fluidos portadores acu-
20 sos y que las composiciones de resina dispersadas en los
fluidos portadores acuosos presentan afinidad por las su-
perficie de sílice, de manera que forman recubrimientos
sobre dichas superficies. Estos datos también indican que
las composiciones de resina epoxi y de fenol-formaldehido
25 que contienen aminosilanos con dos grupos amino como mí-
nimo forman recubrimientos sobre las partículas de arena de
manera que una masa de las partículas de arena recubier-
tas de resina presenta grandes resistencias después de
haber endurecido.

1
5
10
15
20
25
30

TABLA VI

Efecto del diluyente, del silano y del agente tensoactivo sobre el recubrimiento y la resistencia de las resinas

Resina, g	Agente de cu- rado, g	Diluyen te, g	epoxi y de fenol-formaldehido			Capacidad de re cubrimiento	Resistencia a la compresión al ca- bo de 24 horas de curado a 175°F (79,4°C), psi (kg/cm ²) a 80°F(26,7°C)
			Silano, g	Agente tenso activo*, g	Agente tenso activo*, g		
<u>Epoxi</u>							
116,4	120	113	0,95	0,96	buena	750 (52,7)	
116,4	120	113	0	0,96	buena	100 (7,0)	
116,4	0	113	0	0	buena	ninguna resistencia	
116,4	0	0	0	0	nula	ninguna resistencia	
<u>Resina de fenol-formaldehido</u>							
121	16	113	0,95	0,96	buena	2288 (160,8)	
121	16	113	0,96	0	buena	5160 (362,7)	
121	16	113	0	0	buena	100 (7,0)	

* El agente tensoactivo es una mezcla propiedad del fabricante de aminas cuaternarias y diluyentes.

TABLA VI

isoactivo sobre el recubrimiento y la resistencia de las resinas
de fenol-formaldehido

<u>Agente ténso</u> <u>activo*, g</u>	<u>Capacidad de re-</u> <u>cubrimiento</u>	<u>Resistencia a la compresión al ca-</u> <u>bo de 24 horas de curado a 175°F</u> <u>(79,4°C), psi (kg/cm²) a 80°F(26,7°C)</u>
0,96	buena	750 (52,7)
0,96	buena	100 (7,0)
0	buena	ninguna resistencia
0	nula	ninguna resistencia
0,96	buena	2288 (160,8)
0	buena	5160 (362,7)
0	buena	100 (7,0)

del fabricante de aminas cuaternarias y diluyentes.

1

EJEMPLO 7

5

10

15

20

25

30

Una composición de resina de alcohol furfurílico que contiene 121 g de la resina de alcohol furfurílico utilizada en el Ejemplo 1, 0,95 g de N-beta-(aminoetil)-gamma-aminopropiltrimetoxisilano, 0,96 g del agente tensoactivo indicado en la Tabla VII y 113 g de furfural se ensaya con diversos agentes tensoactivos. Se mezclan 5,5 g de la composición de resina con 0,66 g de hexacloroacetona, un agente endurecedor interno para la resina. La composición de resina se dispersa en 400 ml de una salmuera de cloruro sódico al 5 %. Se mezclan 48 g de arena blanca con un tamaño de partícula de 40-60 mallas de la serie de tamices de las Normas Estadounidenses con la dispersión para recubrir las partículas de arena con la resina. Después las partículas de arena se compactan en un tubo de vidrio y se determinan las resistencias por los procedimientos descritos en el Ejemplo 1.

Los datos de la Tabla VII indican que los agentes tensoactivos pueden incluirse en la composición de resina para aumentar la resistencia de la masa de arena recubierta de resina. Estos datos también indican que una cantidad adicional de agente tensoactivo agregada al fluido portador puede reducir la resistencia de la masa de arena recubierta de resina.

TABLA VII

Efecto de los agentes tensoactivos sobre la resistencia de una masa de arena recubierta de resina

Agente tensoactivo agregado	Agente tensoactivo adicional agregado al fluido portador (cc)	Resultados de la resistencia a la compresión a 80°F (26,7°C), psi (kg/cm ²) después de 24 horas de curado a 140°F (60,0°C)
0	0	812 (57,1)

TABLA VII (continuación)

1	Agente tensoactivo agregado	Agente tensoactivo adicional agregado al fluido portador (cc)	Resultados de la resistencia a la compresión a 80°F (26,7°C) psi (kg/cm ²) después de 24 ho- ras de curado a 140°F (60,0°C)
5	<u>Aniónico</u>		
	3N	0	1136 (79,9)
		1	277 (19,5)
	<u>Catiónico</u>		
	5N	0	1220 (85,8)
10		1	623 (43,8)
	9N	0	821 (57,7)
		1	612 (43,0)
	10N	0	364 (25,6)
		1	416 (29,2)
15	11N	0	1248 (87,7)
		1	311 (21,9)
	12N	0	1025 (72,1)
		1	225 (15,8)
	13N	0	1268 (89,1)
20		1	1043 (73,3)
	14N	0	812 (57,1)
		1	no fragua
	15N	0	966 (67,9)
		1	100 (7,0)
25	16N	0	1321 (92,9)
		1	398 (28,0)
	Cloruro de miristildi- metilbencilamonio	0	754 (53,0)
		1	no fragua
	DOC-3	0	1229 (86,4)
30		1	la resina no recu- bre la arena

* Los agentes tensoactivos citados por el nombre de clave son mezclas de agentes tensoactivos propiedad del fabricante.

1

TABLA VIII

Efecto de la concentración del agente tensoactivo sobre la
resistencia de una masa de partículas de sílice recubiertas
de resina

5

Silano	5N, g	Resistencia a la compresión a 80°F (26,7°C), psi (kg/cm ²) después de 24 horas de curado a 140°F (60,0°C)
$\text{NH}_2(\text{CH}_3)_3\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$	0,0275	nula ¹
	0,055	nula ¹
	0,110	nula ²
	0,2035	nula ²
	0,220	1136 (79,9)
	0,275	450 (31,6)
$\text{NH}_2(\text{CH}_2)_2\text{NH}(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$	0	832 (58,5)
	0,0275	1173 (82,5)
	0,055	1220 (85,8)
	0,165	1361 (95,7)
	0,275	754 (53,0)
	0,550	504 (35,4)
$\text{NH}_2(\text{CH}_2)_2\text{NH}(\text{CH}_2)_2\text{NH}(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$	0	1096 (77,0)
	0,0275	1448 (101,8)
	0,055	1396 (98,1)

10

15

20

25

1 La arena no es recubierta por la resina

2 La arena es inicialmente recubierta por la resina pero parte de esta última es eliminada por lavado durante el periodo de agitación.

30

EJEMPLO 9

Una composición de resina de alcohol furfurílico con-
teniendo 121 g de la resina de alcohol furfurílico utiliza-
da en el Ejemplo 1, 0,95 g de N-beta-(aminoetil)-gamma-ami-
noproiltrimetóxisilano, 113 g de furfural y 0,96 g de un
agente tensoactivo catiónico se dispersa en las soluciones
acuosas indicadas en la Tabla IX y se determina la capaci-
dad de recubrimiento de la resina por los procedimientos des-
critos en el Ejemplo 1.

Los datos de la Tabla IX indican que una composición
de resina que comprende una resina orgánica curable y un
aminosilano puede ser dispersada en diversas soluciones acu-
sas y mantiene su afinidad por las superficies de sílice,
es decir, las superficies de sílice son recubiertas por la
composición de resina cuando se colocan en contacto mutuo.
Estos datos indican que los líquidos acuosos que contienen
ácidos pueden ejercer efectos perjudiciales sobre la capaci-
dad de recubrimiento de las superficies de sílice por la re-
sina dispersada en el líquido acuoso.

TABLA IX

Efecto de diversos componentes sobre la capacidad de la re-
sina para recubrir las superficies de sílice

<u>Solución acuosa</u>	<u>Capacidad de recubrimiento de la arena por la resina</u>
Agua dulce	buena
Agua dulce + 2 % KCl	buena
Agua dulce + 5 % NaCl	buena
Agua dulce + 15 % NaCl	buena
Agua dulce + 2 % de CaCl ₂	buena
Agua dulce + 10 % CaCl ₂	buena

1

TABLA IX (continuación)

	<u>Solución acuosa</u>	<u>Capacidad de recubrimiento de la arena por la resina</u>
	Agua dulce + 20 % CaCl_2	buena
5	Salmuera normal ¹	buena
	Salmuera marina ²	buena
	Agua dulce + trazas de NaOH	buena
	Agua dulce + trazas de KOH	buena
	Agua dulce + bicarbonato sódico	buena
10	Agua dulce + carbonato de guanidina	buena
	Agua dulce + 2 % HCl	nula
	Agua dulce + 2 % ácido acético	nula
	Agua dulce + 2 % ácido cítrico	nula
	Agua dulce + 2 % ácido maleico	nula
15	Agua dulce + 2 % ácido oxálico	nula

1. La salmuera corriente está constituida por agua, NaCl, CaCl_2 y $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ mezclados en unas relaciones ponderales de 240:18,1:1,34:1 respectivamente

20

2. Esta salmuera marina está constituida por 41,95 g de sal marina disueltos en agua dulce suficiente para producir 1 litro de solución. La sal marina es una mezcla de 58,49 partes en peso de NaCl, 26,46 partes en peso de $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 9,75 partes en peso de Na_2SO_4 , 2,765 partes en peso de CaCl_2 , 1,645 partes en peso de KCl, 0,477 partes en peso de NaHCO_3 , 0,238 partes en peso de KBr, 0,071 partes en peso de H_3BO_3 , 0,095 partes en peso de $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ y 0,007 partes en peso de NaF por 100 partes en peso de sal marina.

EJEMPLO 10

25

La solubilidad del alcohol furfurílico en una solución de salmuera constituida por 240 partes en peso de agua, 18,1 partes en peso de NaCl, 1,34 partes en peso de CaCl_2 y 1 parte en peso de $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ a diversas temperaturas es ilustrada por los datos de la Tabla IX.

30

1

TABLA X

Solubilidad del alcohol furfurílico en salmuera a diversas
temperaturas

5

<u>Temperatura, °F (°C)</u>	<u>Solubilidad del alcohol furfurílico, % en volumen</u>
80 (26,7)	8
100 (37,8)	20
120 (48,9)	30
140 (60,0)	36
160 (71,1)	42
180 (82,2)	44
200 (93,3)	49

10

15

De los datos anteriores se deduce que la solubilidad del alcohol furfurílico en salmuera puede ser controlada mediante el control de la temperatura de la mezcla de salmuera y alcohol furfurílico.

EJEMPLO 11

20

Un fluido consolidante constituido por resina de alcohol furfurílico y alcohol furfurílico a partes iguales en volumen se agrega a la solución de salmuera descrita en el Ejemplo 10 en cantidades controladas y a temperaturas controladas. Antes y después de mezclar, se mide el volumen de fluido consolidante y se determina la distribución cuantitativa de fases disuelta y dispersa. Los resultados de estos ensayos se encuentran en la siguiente Tabla XI.

25

30

1

TABLA XI

Distribución cuantitativa del fluido consolidante de resina de alcohol furfurílico en salmuera

5

Temperatura de ensayo, °F (°C)	Cantidad de fluido consolidante mezclado con salmuera, % en volumen en la mezcla	Cantidad de fluido consolidante disuelto en la salmuera, % en volumen del fluido consolidante original	Cantidad de fluido consolidante dispersado como fase no miscible en la salmuera, % del volumen de fluido consolidante original
160 (71,1)	20,0	35	65
160 (71,1)	22,5	30	70
160 (71,1)	25,0	25	75
160 (71,0)	28,0	18	82
160 (71,1)	30,0	13	87
160 (71,1)	33,0	5	95

10

15

Los datos presentados en la Tabla XI ilustran el control de la distribución cuantitativa del fluido consolidante en la salmuera por control de la relación cuantitativa de fluido consolidante a la salmuera utilizada y por control de la temperatura de la mezcla.

20

EJEMPLO 12

En la Tabla XII se ilustra la solubilidad del alcohol furfurílico en aceite diesel (calidad comercial normal n° 2) a diversas temperaturas.

25

TABLA XII

Solubilidad del alcohol furfurílico en aceite diesel a diversas temperaturas

30

Temperatura, °F (°C)	Solubilidad del alcohol furfurílico en aceite, % en volumen
80 (26,7)	1,0

TABLA XII (continuación)

Temperatura, °F (°C)	Solubilidad del alcohol furfurílico en aceite, % en volumen
130 (54,4)	4,76
150 (65,6)	9,1
160 (71,1)	13,0
170 (76,7)	16,7
180 (82,2)	23,1
190 (87,8)	31,0
200 (93,3)	41,2
209 (98,3)	52,4

De los datos presentados en la Tabla XII se deduce que la solubilidad del alcohol furfurílico en aceite diesel puede ser controlada eficazmente mediante el control de la temperatura a la cual se encuentra la mezcla de alcohol furfurílico y aceite diesel.

EJEMPLO 13

Un fluido consolidante constituido por una resina de alcohol furfurílico y alcohol furfurílico a partes iguales en volumen se agrega sobre aceite diesel en cantidades controladas y a temperaturas controladas. Antes y después de mezclar, se mide el volumen de fluido consolidante y se determina la distribución cuantitativa de las fases disuelta y dispersa. Los resultados de estos ensayos se encuentran en la siguiente Tabla XIII.

TABLA XIII

Distribución cuantitativa del fluido consolidante de resina de alcohol furfurilico en aceite diesel¹

Temperatura de ensayo, °F. (°C)	Cantidad de fluido consolidante mezclado con el aceite diesel, % del volumen de la mezcla	Cantidad de fluido consolidante disuelto en el aceite, % del volumen del fluido consolidante original	Cantidad de fluido consolidante disuelto como fase no miscible en el aceite, % del volumen del fluido consolidante original
80 (26,7)	4,1	5,7	94,3
105 (40,6)	4,1	26,2	79,8
126 (52,2)	4,1	26,5	73,5
175 (79,4)	4,1	46,0	54,0
80 (26,7)	7,9	2,2	97,8
105 (40,6)	7,9	4,7	95,3
126 (52,2)	7,9	8,0	92,0
175 (79,4)	7,9	36,7	63,3
80 (26,7)	12,5	0,9	99,1
105 (40,6)	12,5	0,9	99,1
126 (52,2)	12,5	1,9	98,1
175 (79,4)	12,5	16,9	83,1

¹ Aceite diesel comercial normal n°2 .

1

5

10

15

20

25

30

1

TABLA XIII

Distribución cuantitativa del fluido consolidante de resina de alcohol

5	Temperatura de ensayo, °F (°C)	Cantidad de fluido consolidante mezclado con el aceite diesel, % del volumen de la mezcla	Cantidad de fluido consolidante disuelto en el aceite, % del volumen del fluido consolidante original
	80 (26,7)	4,1	5,7
	105 (40,6)	4,1	26,2
	126 (52,2)	4,1	26,5
10	175 (79,4)	4,1	46,0
	80 (26,7)	7,9	2,2
	105 (40,6)	7,9	4,7
	126 (52,2)	7,9	8,0
	175 (79,4)	7,9	36,7
15	80 (26,7)	12,5	0,9
	105 (40,6)	12,5	0,9
	126 (52,2)	12,5	1,9
	175 (79,4)	12,5	16,9

1
20 Aceite diesel comercial normal n°2 .

25

30

TABLA XIII

de resina de alcohol furfurilico en aceite diesel¹

d de fluido consoli- Cantidad de fluido consolidante dis-
isuelto en el aceite, perso como fase no miscible en el
olumen del fluido con aceite, % del volumen del fluido con-
te original solidante original

5,7	94,3
20,2	79,8
26,5	73,5
46,0	54,0
2,2	97,8
4,7	95,3
8,0	92,0
36,7	63,3
0,9	99,1
0,9	99,1
1,9	98,1
16,9	83,1

1 En los datos presentados en la Tabla XIII se ilustra
el control de la distribución cuantitativa de fluido consoli-
dante en el aceite diesel mediante el control de la relación
5 cuantitativa de fluido consolidante a aceite utilizada y
de la temperatura de la mezcla.

EJEMPLO XIV

Se mezclan diversas cantidades de un fluido consolidan-
te constituido por 3,3 partes en volumen de resina de alcohol
furfurílico, 1 parte en volumen de alcohol furfurílico, 1
10 parte en volumen de furfural y 1,4 partes en volumen de fta-
lato de dietilo con las soluciones acuosas indicadas en la
Tabla XIV, a las temperaturas señaladas y se determinan las
viscosidades de las fases dispersas de fluido consolidante.

15 En la Tabla XIV puede verse que la viscosidad de la
parte de fluido consolidante dispersada en diversas solucio-
nes acuosas puede ser controlada eficazmente variando la re-
lación cuantitativa de solución acuosa a fluido consolidante
y la temperatura de la mezcla resultante.

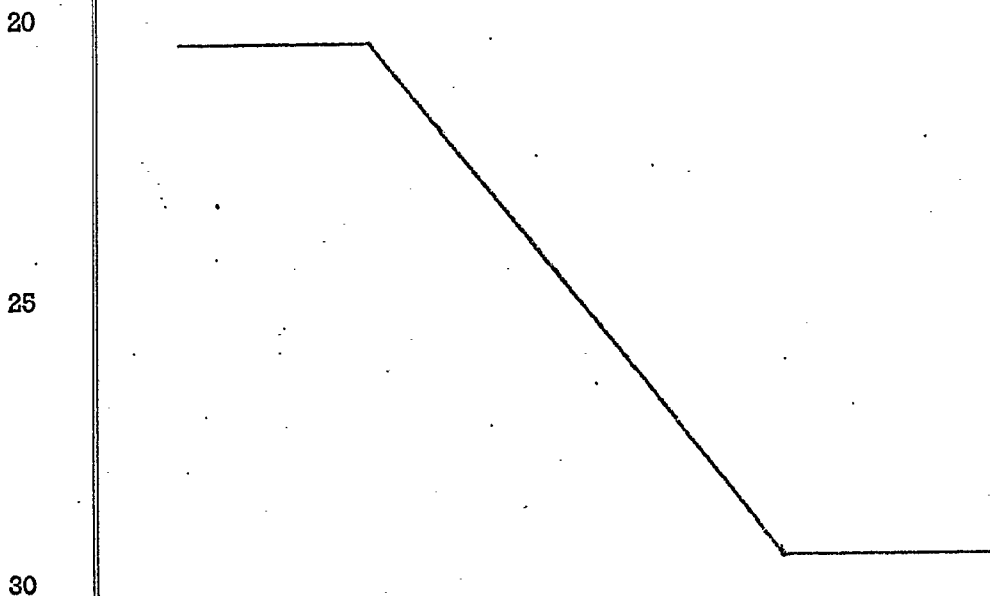


TABLA XIV

Viscosidad del fluido consolidante no disuelto³, cps

Fluido consolidante, % en volumen mezcla do con la solución acuosa	Agua dulce		Salmuera normal ¹		Salmuera de NaCl ²	
	75°F (23,9°C)	180°F (82,2°C)	75°F (23,9°C)	180°F (82,2°C)	75°F (23,9°C)	180°F (82,2°C)
10	463	15,2	276	19		
20	131	11,5	81	10	57,5	10
30	80	8,2	80	10		

- 1 Una solución de salmuera sintética constituida por 240 partes en peso de agua, 18,1 partes en peso de NaCl₂, 1,34 partes en peso de CaI₂ y 1 parte en peso de MgCl₂·6H₂O.
- 2 15 % en peso de NaCl
- 3 Las viscosidades del fluido consolidante antes de mezclar con las soluciones acuosas son de 43 cps a 75°F (23,9°C) y 5,7 cps a 18°F (82,2°C).

TABLA XIV

Fluido consolidante, % en volumen mezcla do con la solución acuosa	Viscosidad del flu		
	Agua dulce		Salmue
	75°F (23,9°C)	180°F (82,2°C)	75°F (23,9°C)
10	463	15,2	276
20	131	11,5	81
30	80	8,2	80

1 Una solución de salmuera intética constituida por 240 partes en peso
 10 1,34 partes en peso de $CaCl_2$ y 1 parte en peso de $MgCl_2 \cdot 6H_2O$.
 2 15 % en peso de NaCl
 3 Las viscosidades del fluido consolidante antes de mezclar con las solu
 (23,9°C) y 5,7 cps a 18°F (82,2°C).

15

20

25

30

TABLA XIV

Viscosidad del fluido consolidante no disuelto³, cps

ce	Salmuera normal ¹		Salmuera de NaCl ²	
	80°F (82,2°C)	75°F (23,9°C)	180°F (82,2°C)	75°F (23,9°C)
15,2	276	19		
11,5	81	10	57,5	10
8,2	80	10		

por 240 partes en peso de agua, 18,1 partes en peso de NaCl₂,
de MgCl₂·6H₂O.

de mezclar con las soluciones acuosas son de 43 cps a 75°F

EJEMPLO 15

La dispersabilidad y las propiedades de colocación de las diversas composiciones de fluido consolidante indicadas en la Tabla XV son determinadas por observación en agua dulce y salmuera. Se mezclan 10 cc de los fluidos consolidantes con 100 cc de agua dulce y salmuera a las temperaturas indicadas.

De la Tabla XV se deduce que el fúrfural y el ftalato de dietilo funcionan como agentes dispersantes y mejoran la capacidad de bombeo cuando se combinan con diversos fluidos consolidantes dispersos en soluciones acuosas.

15

20

25

30

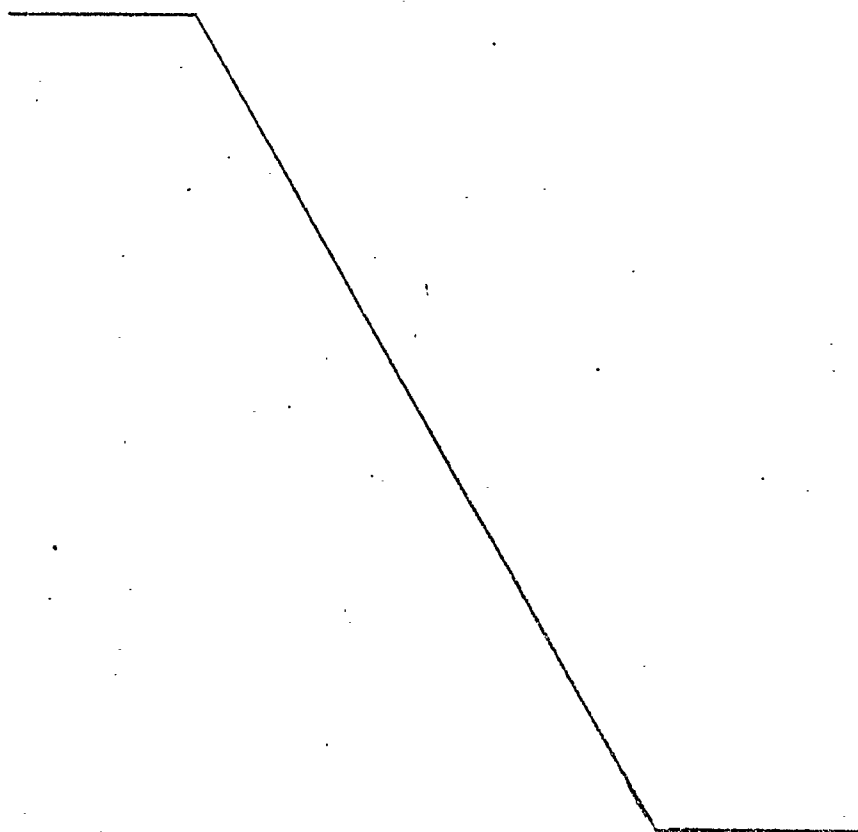


TABLA XV

Dispersabilidad y propiedades de colocación de los fluidos consolidantes en agua dulce y salmuera

Composición de fluido consolidante, partes en volumen	Resina de furano		Alcohol furfílico		Furfural		Ftalato dietílico		Temperatura, °F. (°C)	Dispersabilidad y propiedades de colocación en	
	Alcohol furfílico	Furfural	Furfural	diético	Agua dulce	Salmuera*					
1	33	10	-	-	-	-	-	-	75 (23,9)	dispersabilidad - mala; la resina se aglomera rápidamente en masas mayores (gomas). Excesiva adherencia al envase de vidrio; considerada no bombeable	Igual que en el caso del agua dulce; considerada no bombeable
10	33	-	10	-	-	-	-	-	75 (23,9)	dispersabilidad - mala; la resina se aglomera rápidamente en masas mayores (gomas). Excesiva adherencia al envase de vidrio; considerada no bombeable	Igual a las descritas para el agua limpia; considerada no bombeable
15	33	10	10	-	-	-	-	-	75 (23,9)	dispersabilidad - mala a mediana; la resina se aglomera hasta el punto de que el agitador queda densamente cubierto con una capa espesa de resina; considerada no bombeable	Dispersabilidad - buena; partículas de resina dispersas finamente divididas; considerada bombeable
20	33	10	10	14	-	-	-	-	75 (23,9)	dispersabilidad - excelente; las partículas de resina dispersas están muy finamente divididas; considerada bombeable	Igual a las descritas para el agua dulce; considerada bombeable
25	33	-	-	14	-	-	-	-	75 (23,9)	dispersabilidad - buena; las partículas de resina están dispersas en estado finamente dividido; considerada bombeable	Igual a las descritas para el agua dulce; considerada bombeable
30	33	34	-	-	-	-	-	-	75 (23,9)	dispersabilidad - mala; la resina se aglomera rápidamente en masas mayores muy viscosas; excesiva adherencia de la resina al envase de vidrio; considerada no bombeable	Igual a las descritas para el agua dulce; considerada no bombeable

TABLA XV

Dispersabilidad y propiedades de colocación de los fluidos consolid

Composición de fluido consolidante, partes en volumen

	<u>Resina de furano</u>	<u>Alcohol furfurílico</u>	<u>Furfural</u>	<u>Ftalato de dietilo</u>	<u>Temperatura, °F (°C)</u>	<u>Dispersión</u>
1	33	10	-	-	75 (23,9)	disper la res rápida yores achere vidric bombea
5	33	-	10	-	75 (23,9)	dispe la res pidame (gomas cia al consid
10	33	10	10	-	75 (23,9)	disper medi aglome de que da den con un resina bombea
15	33	10	10	14	75 (23,9)	disper: las pa dispers: dividic beable
20	33	10	-	14	75 (23,9)	dispers: partícu dispers: te divi bombea
25	33	-	10	14	75 (23,9)	dispers: partícu dispers: te divi beable
30	33	34	-	-	75 (23,9)	dispers: sina se en masa excesiv sina al sidera

TABLA XV

de los fluidos consolidantes en agua dulce y salmuera

umen

Temperatura, °F (°C)	Dispersabilidad y propiedades de colocación en	
	Agua dulce	Salmuera*
75 (23,9)	dispersabilidad - <u>mala</u> ; la resina se aglomera rápidamente en masas ma- yores (gomas). Excesiva adherencia al envase de vidrio; considerada <u>no</u> <u>bombeable</u>	Igual que en el caso del agua dulce; considerada <u>no bombeable</u>
75 (23,9)	dispersabilidad - <u>mala</u> ; la resina se aglomera rá- pidamente en masas mayores (gomas). Excesiva adheren- cia al envase de vidrio; considerada <u>no bombeable</u>	Igual a las descritas para el agua limpia; considerada <u>no bombeable</u>
75 (23,9)	dispersabilidad - <u>mala a</u> <u>mediana</u> ; la resina se aglomera hasta el punto de que el agitador que- da densamente cubierto con una capa espesa de resina; considerada <u>no</u> <u>bombeable</u>	Dispersabilidad - <u>buen</u> ; partículas de resina <u>disper</u> sas finamente divididas; considerada <u>bombeable</u>
75 (23,9)	dispersabilidad - <u>excelente</u> ; las partículas de resina dispersas están muy finamente divididas; considerada <u>bom</u> - <u>beable</u>	Igual a las descritas para el agua dulce; consi- derada <u>bombeable</u>
75 (23,9)	dispersabilidad - <u>buen</u> ; partículas de resina están dispersas en estado finamen- te dividido; considerada <u>bombeable</u>	Igual a las descritas para el agua dulce; con- siderada <u>bombeable</u>
75 (23,9)	dispersabilidad - <u>buen</u> ; partículas de resina están dispersas en estado finamen- te dividido; considerada <u>bom</u> - <u>beable</u>	Igual a las descritas para el agua dulce; con- siderada <u>bombeable</u>
75 (23,9)	dispersabilidad - <u>mala</u> ; la re- sina se aglomera rápidamente en masas mayores muy viscosas; excesiva adherencia de la re- sina al envase de vidrio; con- siderada <u>no bombeable</u>	Igual a las descritas para el agua dulce; con- siderada <u>no bombeable</u>

TABLA XV (continuación)

Composición de fluido consolidante, partes en volumen		Dispersabilidad y propiedades de colocación en			
Resina de furano	Alcohol furfílico	Furfural	Ftalato de dietilo	Temperatura, °F (°C)	
				Agua dulce	Salmuera*
33	-	34	-	75 (23,9)	Dispersabilidad - buena; las partículas de resina dispersas aparecen finamente divididas; considerada <u>bombeable</u>
33	-	-	34	75 (23,9)	dispersabilidad - me- diana; se produce Cier- to espesamiento de la re- sina durante los ensayos de dispersión junto con Cier- ta adherencia a la resina al agitador; capacidad de bombeo - <u>cuestible</u>
33	14,7	14,7	20,6	180 (82,2)	dispersabilidad - excelente; las partículas de resina dis- persas están finamente divi- didas; la mezcla de resina permanece delgada; considera- da <u>bombeable</u>
33	10	10	14	180 (82,2)	dispersabilidad - excelente; las partículas de resina dis- persas están finamente divi- didas; la mezcla de resina permanece delgada; considera- da <u>bombeable</u>
33	34	-	-	180 (82,2)	dispersabilidad - mala; la mezcla de resina presenta tendencia a espesarse y aglo- merarse en masas más grandes; considerada <u>no bombeable</u>

* Una solución sintética de salmuera constituida por 240 partes en vol. de agua, 18,1 partes en vol. de NaCl, 1,34 partes en vol. de CaCl₂ y 1 parte en vol. de MgCl₂·6H₂O.

1

5

10

15

20

25

30

TABLA XV (continuación)

<u>Dispersabilidad y propiedades de colocación en</u>		
<u>Temperatura,</u> <u>°F (°C)</u>	<u>Agua dulce</u>	<u>Salmuera*</u>
75 (23,9)	dispersabilidad - <u>media</u> ; se produce <u>cier</u> to <u>espesamiento</u> de la resina durante los ensayos de dispersión junto con cierta adherencia de la resina al agitador; capacidad de bombeo - <u>cu</u> estionable	Dispersabilidad - <u>buena</u> ; las partículas de resina dispersas aparecen finamente divididas; considerada <u>bombeable</u>
75 (23,9)	dispersabilidad - <u>buena</u> ; la resina tiene <u>tendencia</u> a emulsionarse con el agua; considerada <u>no bombeable</u> como tal	Dispersabilidad - <u>excelente</u> ; las partículas de resina dispersas están finamente divididas; la resina permanece delgada; considerada <u>bombeable</u>
180 (82,2)	dispersabilidad - <u>excelente</u> ; las partículas de resina dispersas están finamente divididas; la mezcla de resina permanece delgada; considerada <u>bombeable</u>	
180 (82,2)	dispersabilidad - <u>excelente</u> ; las partículas de resina dispersas están finamente divididas; la mezcla de resina permanece delgada; considerada <u>bombeable</u>	Dispersabilidad - <u>excelente</u> ; las partículas de resina dispersas están finamente divididas; la resina permanece delgada; considerada <u>bombeable</u>
180 (82,2)	dispersabilidad - <u>mala</u> ; la mezcla de resina presenta tendencia a espesarse y aglomerarse en masas más grandes; considerada <u>no bombeable</u>	

partes en vol. de agua, 18,1 partes en vol. de NaCl, 1,34 partes en vol. de

1 En resumen, el Primer Certificado de Adición
que se solicita deberá recaer sobre las siguientes:

REIVINDICACIONES

5 1.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE" para consolidar
arenas sueltas e incompetentes en una formación atravesada
por un pozo de sondeo, que comprende las siguientes opera-
ciones:

10 poner en contacto dicha formación con una solu-
ción acuosa de prelavado para acondicionar la formación pa-
ra que acepte un fluido consolidante orgánico endurecible;

15 poner en contacto dicha formación con dicho fluí-
do consolidante orgánico endurecible de manera que por lo
menos una parte de las arenas sueltas o incompetentes que-
den recubiertas por el mismo;

20 poner en contacto dicha formación con una solu-
ción separadora de manera que el fluido consolidante orgá-
nico endurecible se distribuya en ella y .

hacer que dicho fluido consolidante se endurez-
ca formando así una masa permeable dura en dicha formación.

25 2.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 1, donde la solución separadora es una solución
acuosa.

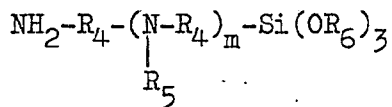
30 3.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 2, donde el fluido consolidante es una composi-

1 ción líquida constituida por una resina orgánica endureci-
ble y un agente copulante resina-arena.

5 4.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 3, donde la resina orgánica endurecible está
seleccionada entre el grupo formado por una resina epoxi,
una resina de fenol-aldehído, una resina de alcohol furfu-
rílico, una resina de urea-aldehído y mezclas de las mismas.

10 5.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 4, donde dicha resina orgánica endurecible es
una resina de alcohol furfurílico.

15 6.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 4, donde dicho agente copulante es un compues-
to aminosilánico o una mezcla de compuestos aminosilánicos
20 representados por la siguiente fórmula:



donde

25 R₄ es un radical alquilo lineal o ramificado
que contiene alrededor de 1 a 4 átomos de carbono;

R₅ es hidrógeno, un radical alquilamino o un
radical alquilo donde los radicales alquilamino y alquilo
contienen alrededor de 1 a 4 átomos de carbono;

30 R₆ es un radical alquilo de 1 a 2 átomos de
carbono aproximadamente y

1

m es un número entero de 1 a 4 aproximadamente.

5

7.- Mejoras introducidas en el objeto de la Patente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la reivindicación 6, donde dicho compuesto aminosilánico es N-beta(aminoetil)-gamma-aminopropiltrimetoxisilano.

10

8.- Mejoras introducidas en el objeto de la Patente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la reivindicación 6, donde dicho compuesto aminosilánico se encuentra en el fluido consolidante en una proporción comprendida aproximadamente entre 0,1 y 10 partes en peso de dicha resina orgánica.

15

9.- Mejoras introducidas en el objeto de la Patente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la reivindicación 6, donde dicho fluido consolidante se caracteriza además por contener un líquido diluyente de la resina monomérica, capaz de copolimerizarse con dicha resina orgánica, seleccionado entre el grupo formado por fenoles, formaldehidos, alcohol furfúrico y furfural.

20

25

10.- Mejoras introducidas en el objeto de la Patente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la reivindicación 9, donde dicho líquido monomérico es furfural.

30

11.- Mejoras introducidas en el objeto de la Patente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la reivindicación 9, donde dicho compuesto aminosilánico se encuentra en dicho fluido consolidante en una proporción compren-

1 dida aproximadamente entre 0,1 y 10 partes en peso por 100
partes en peso de dicha resina orgánica y dicho líquido mo-
nomérico se encuentra en dicho fluido consolidante en una
5 proporción comprendida aproximadamente entre 50 y 150 par-
tes en peso por 100 partes en peso de dicha resina orgánica

12.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 6, donde la operación de hacer que endurezca
10 el fluido consolidante consiste en poner en contacto dicha
formación con una solución acuosa que contiene un agente
endurecedor.

13.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
15 DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 12, donde la solución de prelavado, la solución
separadora y la solución que contiene el agente endurecedor
están constituidas por agua, una sal inorgánica soluble en
agua y un agente tensoactivo catiónico no emulgente.

20 14.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 13, donde la sal inorgánica soluble en agua es
un haluro de metal alcalino, un haluro de metal alcalino-
25 térreo o mezclas de los mismos y se encuentra en cada una
de dichas soluciones en una proporción que oscila aproxima-
damente entre 5 y 20 % del peso de dichas soluciones.

130
30 15.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-

1 vindicación 14, donde dicho agente endurecedor está sele-
ccionado entre el grupo formado por ácidos inorgánicos, áci-
dos orgánicos y productos químicos formadores de ácido.

5 16.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 1, donde la operación de poner en contacto dicha
formación con el fluido consolidante orgánico endurecible
consiste en:

10 combinar dicho fluido consolidante con una solu-
ción portadora acuosa de manera que una parte de dicho fluí-
do consolidante se disuelva en dicha solución y otra parte
de dicho fluido consolidante se disperse en una fase no mis-
cible en dicha solución y opcionalmente controlar la distri-
15 bución cuantitativa de dicho fluido consolidante entre la
fase no miscible dispersada y la fase disuelta, controlan-
do opcionalmente la relación cuantitativa de fluido consoli-
dante a solución acuosa portadora utilizada y/o la tempera-
tura de la mezcla fluido consolidante-solución acuosa porta-
20 dora resultante e

introducir la mezcla resultante de fluido conso-
lidante-solución acuosa en dicha formación.

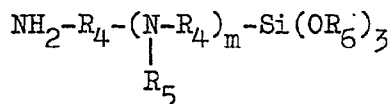
25 17.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 16, donde dicha solución separadora es una solu-
ción acuosa.

30 18.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-

1 vindicación 17, donde dicha resina endurecible está seleccionada entre el grupo formado por una resina epoxi, una resina de fenol-aldehído, una resina de urea-aldehído, una resina de alcohol furfurílico y mezclas de las mismas.

5 19.- Mejoras introducidas en el objeto de la Patente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la reivindicación 18, donde dicha resina orgánica endurecible es una resina de alcohol furfurílico:

10 20.- Mejoras introducidas en el objeto de la Patente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la reivindicación 18, donde dicho agente copulante es un compuesto aminosilánico o una mezcla de compuestos aminosilánicos representados por la siguiente fórmula:



donde

20 R₄ es un radical alquilo lineal o ramificado de 1 a 4 átomos de carbono aproximadamente;

R₅ es hidrógeno, un radical alquilamino o un radical alquilo donde los radicales alquilamino y alquilo contienen alrededor de 1 a 4 átomos de carbono;

25 R₆ es un radical alquilo de 1 a 2 átomos de carbono aproximadamente y

m es un número entero de 1 a 4 aproximadamente.

30 21.- Mejoras introducidas en el objeto de la Patente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la reivindicación 20, donde dicho aminosilano es N-beta(aminoetil)-

1 gamma-aminopropiltrimetoxisilano.

22.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
5 vindicación 20, donde dicho compuesto aminosilánico se en-
cuentra en el fluido consolidante en una proporción compren-
dida aproximadamente entre 0,1 y 10 partes en peso por 100
partes en peso de dicha resina orgánica.

23.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
10 tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 20, donde dicho fluido consolidante se caracte-
riza además por contener un líquido diluyente de la resina
monomérica, capaz de copolimerizarse con dicha resina orgá-
15 nica, seleccionado entre el grupo formado por fenoles, for-
maldehidos, alcohol furfúrico y furfural.

24.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
20 vindicación 23, donde dicho líquido monomérico es furfural.

25 25.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 23, donde dicho compuesto aminosilánico se en-
cuentra en el fluido consolidante en una proporción compren-
dida aproximadamente entre 0,1 y 10 partes en peso por 100
partes en peso de dicha resina orgánica y el líquido mono-
mérico se encuentra en el fluido consolidante en una propor-
ción comprendida aproximadamente entre 50 y 150 partes en
30 peso por 100 partes en peso de dicha resina orgánica.

1 26.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 20, donde la operación de hacer endurecer el
5 fluido consolidante consiste en poner en contacto la forma-
ción con una solución acuosa que contiene un agente endure-
cedor.

10 27.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 26, donde la solución de prelavado, la solución
separadora, la solución portadora y la solución que contie-
un agente endurecedor contienen agua, una sal inorgánica
15 soluble en agua y un agente tensoactivo catiónico no emulgen-
te.

20 28.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 27, donde la sal inorgánica soluble en agua es
un haluro de metal alcalino, un haluro de metal alcalino-
térreo o mezclas de los mismos, y se encuentra en cada de
las soluciones en una proporción comprendida aproximadamente
entre 5 y 20% en peso de dichas soluciones.

25 29.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 28, donde el agente endurecedor está selecciona-
do entre el grupo formado por ácidos inorgánicos, ácidos
orgánicos y productos químicos formadores de ácido.
30

30.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-

1 tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 23, caracterizadas además por incluir la opera-
5 ción de controlar la distribución cuantitativa de dicho fluí-
do consolidante en las solución portadora acuosa entre la
fase no miscible dispersa y la fase disuelta.

10 31.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 30, donde la operación de controlar la distribu-
ción cuantitativa del fluido consolidante entre la fase no
miscible dispersa y la fase disuelta consiste en controlar
la relación cuantitativa del fluido consolidante a solución
acuosa portadora utilizada.

15 32.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 31, donde la operación de controlar la distribu-
20 ción cuantitativa del fluido consolidante entre la fase di-
suelta y dispersa del mismo se caracteriza además por contro-
lar la temperatura de la mezcla resultante de fluido consoli-
dante-solución acuosa portadora.

25 33.- Mejoras introducidas en le objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 32, donde la resina orgánica endurecible es una
resina de alcohol furfurílico.

30 34.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-

1 vindicación 33, donde el líquido diluyente de la resina monomérica es furfural.

5 35.- Mejoras introducidas en el objeto de la Patente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la reivindicación 34, donde el fluido consolidante de resina de alcohol furfurílico se caracteriza además por contener un agente dispersante seleccionado entre el grupo formado por furfural, ftalato de dietilo y mezclas de los mismos.

10 36.- Mejoras introducidas en el objeto de la Patente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la reivindicación 1, para la consolidación de arenas sueltas o incompetentes en una formación atravesada por un pozo de sondeo, que comprende las operaciones de:

poner en contacto dicha formación con una solución acuosa de prelavado para acondicionar la formación para que acepte un fluido consolidante orgánico endurecible;

20 poner en contacto la formación con el fluido consolidante orgánico endurecible de manera que por lo menos una parte de las arenas sueltas incompetentes sea recubierta por aquél;

25 poner en contacto la formación con una solución separadora de hidrocarburos líquidos de manera que el fluido consolidante orgánico endurecible se distribuya en aquella y

30 producir el endurecimiento del fluido consolidante para formar una masa permeable dura en dicha formación.

37.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-

1 dical alquilo, donde los radicales alquilamino y alquilo con-
tienen de 1 a 4 átomos de carbono aproximadamente.

R_G es un radical alquilo de 1 a 2 átomos de car-
bono y

5 m es un número entero de 1 a 4 aproximadamente.

 41.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 40, donde el compuesto aminosilánico es N-beta
10 (aminoetil)-gamma-aminopropiltrimetoxisilano.

 42.- Mejoras introducidas en el objeto de la pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 40, donde el compuesto aminosilánico se encuen-
15 tra en el fluido consolidante en una proporción comprendida
aproximadamente entre 0,1 y 10 partes en peso por 100 par-
tes en peso de dicha resina orgánica.

 43.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
20 DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 42, donde el fluido consolidante se caracteriza
además por incluir un líquido diluyente de la resina mono-
mérica, capaz de copolimerizarse con dicha resina orgánica,
seleccionado entre el grupo formado por fenoles, formalde-
25 hidos, alcohol furfurílico y furfural.

 44.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 43, donde la resina orgánica es alcohol furfu-
30 rílico y el líquido monomérico es alcohol furfurílico.

1 45.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 44, donde el fluido consolidante de resina de
5 alcohol furfúrico-aminosilano se caracteriza además por
contener un agente dispersante seleccionado entre el grupo
formado por furfural, ftalato de dietilo y mezclas de los
mismos.

10 46.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 45, donde el agente dispersante es una mezcla
de furfural y ftalato de dietilo.

15 47.- Mejoras introducidas en el objeto de la
Patente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 46, donde la operación de hacer que endurezca
el fluido consolidante consiste en poner en contacto la for-
mación con una solución de hidrocarburos líquidos que con-
20 tienen un agente endurecedor.

25 48.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 47, donde la operación de poner en contacto la
formación con el fluido consolidante orgánico endurecible
consiste en:

30 combinar el fluido consolidante con una solu-
ción portadora de hidrocarburos líquidos de manera que una
parte de dicho fluido consolidante se disuelva en dicha so-
lución y otra parte se disperse en una fase no miscible de di-

1 cha solución y opcionalmente controlar la distribución
cuantitativa de dicho fluido consolidante entre la fase no
miscible dispersa y la fase disuelta, controlando opcional-
mente la relación cuantitativa de fluido consolidante a so-
5 lución acuosa portadora utilizada y/o la temperatura de la
mezcla fluido consolidante, solución acuosa portadora resul-
tante e

introducir la mezcla resultante de fluido con-
solidante-solución de hidrocarburos en dicha formación.

10 49.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 48, donde la solución separadora y la solución
portadora están constituidas cada una de ellas por un hi-
15 drocarburo líquido y un agente tensoactivo catiónico no
emulgente.

50.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
20 vindicación 49, caracterizadas además por incluir la ope-
ración de controlar la distribución cuantitativa de dicho
fluido consolidante en la solución de hidrocarburos líqui-
dos entre la fase no miscible dispersa y la fase disuelta
del mismo.

25 51- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 50, donde la operación de controlar la distri-
bución de dicho fluido consolidante, entre la fase no mis-
30 cible dispersa y la fase disuelta consiste en controlar la

1 relación cuantitativa de fluido consolidante a solución de
hidrocarburos utilizada.

5 52.- Mejoras introducidas en el objeto de la Pa-
tente Principal nº 427.058 por "UN METODO DE TRATAMIENTO
DE UNA FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE", según la rei-
vindicación 51, donde la etapa de controlar la distribución
cuantitativa de dicho fluido consolidante entre la fase di-
suelta y dispersa del mismo se caracteriza por controlar la
temperatura de la mezcla resultante de fluido consolidante-
10 solución de hidrocarburos.

15 53.- Se reivindica por último como objeto sobre
el que ha de recaer el Primer Certificado de Adición que
se solicita: MEJORAS INTRODUCIDAS EN EL OBJETO DE LA PATEN-
TE PRINCIPAL Nº 427.058 POR "UN METODO DE TRATAMIENTO DE UNA
FORMACION SUBTERRANEA INCOMPETENTE".

Todo conforme queda descrito y reivindicado en
la presente memoria descriptiva que consta de sesenta y nue-
ve páginas mecanografiadas.

Madrid, 7 junio 1.977

BERNARDO UNGRIA

P.P.

20

25

30