

HUMBERTO RUBIO & CIA.

ABOGADOS

Cra. 7 # 74 – 64 Oficina 506
Tel: (571) 3132408 – 3132423 - 3132410 - 3131759
Fax: (571) 3131647 - 3132367
E-mail: mail@rubiolawyers.com
Apartado Aéreo 21848
Bogota, D.C. -Colo---

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 09-020707- -00004-0000

Fecha: 2012-11-27 13:12:12

Dep. 2020 DIR.NUEVASCR

Tra. 11 PATENTEIYII

Eve: 378 FASENACIONALI

Act. 523 RESPUESTA

Folios: 60

Doctor

Jefe División de Nuevas Creaciones

José Luis SALAZAR LOPEZ

Superintendencia de Industria y Comercio

E. S. D.

REF: Expediente No. 09-020.707

Patente de Invención: "METODOS DE FRACTURACION DE UNA FORMACION SUBTERRANEA UTILIZANDO UNA HERRAMIENTA DE PERFORACION HIDRAULICA Y UN FLUIDO SURFACTANTE VISCOELASTICO PARA MINIZAR LOS DANOS A LA FORMACION"

PCT: PCT/GB2007/003646

Clasificación Int.: E21 B 43/114

Titular: HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC.

RESPUESTA A REQUERIMIENTO OFICIO No.15418 NOTIFICADO POR FIJACION EN LISTA DE 4 DE SEPTIEMBRE DE 2012.

HUMBERTO RUBIO CAMACHO, mayor de edad, domiciliado en Bogotá, D.C., identificado con la cédula de ciudadanía número 17'192.062 de Bogotá, abogado graduado portador de la Tarjeta Profesional No. 50.007 expedida por el Consejo Superior de la Judicatura, actuando en carácter de Apoderado de **HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC.**, domiciliado en P.O. Box. 1431, Duncan, Oklahoma, Estados Unidos de America; encontrándome dentro de la debida oportunidad procesal para dar respuesta al auto proferido por su Despacho, mediante Oficio No.15418, notificado por fijación en lista 4 de septiembre de 2012, me permito:

Manifiestar:

I. En el informe oficial emitido sobre la presente solicitud, se han formulado las objeciones que a continuación se resumen:

1. De la solicitud de Patente

Reivindicaciones (Art 30 D 486, Art 22 PCT)

- Las Reivindicaciones 1, 19, 22 no son claras porque las expresiones "*tenga un de revestimiento*", "*el método comprendiendo los pasos de*", tienen falencias en digitación y redacción. Se sugiere hacer las debidas correcciones.
- Las reivindicaciones 1, 11, 19, 22 no son claras porque utilizan términos indefinidos tal como "*un o mas túneles de perforación*", el cual es impreciso, por lo

cual no permite distinguir la invención del estado de la técnica. Se sugiere sustituirlo indicando el numero de chorros configurados en una variedad de combinaciones a lo largo y alrededor de la herramienta de aplicación de hidrachorro.

- Las reivindicaciones 1, 5, 14, 15, 16, 19, 22, 27, no son claras porque utilizan términos indefinidos tal como *“fluido presurizado”, “fluido de fracturación” “fluido surfactante visco elástico” “fluido de acidificación”, “un fluido de acidificación como fluido mezclado o intermitentemente”, un agente de soporte”, “un agente de soporte”, “fluido de aislamiento “* el cual es impreciso, por lo cual no permite distinguir la invención del estado de la técnica. Se sugiere sustituirlo indicando el número de chorros configurados en una variedad de combinaciones a lo largo y alrededor de la herramienta de aplicación de hidrachorro.
- Las reivindicaciones 1, 2, 3, 5, 7, 9, 11, 12, 19, 22 24, 25, 26 no son claras porque utilizan términos generales como “por lo menos”, “una o mas”, “mas pequeño” “cualquier”, sustancialmente” “mas lejos”, “parcialmente” los cuales son imprecisos, por lo cual no permite distinguir la invención del estado de la técnica.
- Las reivindicaciones 1, 9, 11, 12, 19, 22 están definidas por el resultado a alcanzar y no por sus características esenciales, es así que no se pueden aceptar, ya que equivaldría a definir el problema técnico a resolver.

Descripción (Art 28 D 486)

La Descripción es clara porque la información que contiene permite que la persona del oficio normalmente versada en la materia pueda comprender el problema técnico y la solución aportada por la invención, pero se sugiere corregir las siguientes expresiones por errores en digitación, ortografía y redacción.

Se sugiere sustituir las expresiones *“se fractura la formación subterránea 12 para formar fracturas...” “un fluido presurizado a través de la herramienta de aplicación de hidrachorro....”*

1. Determinación del Estado de Técnica

El Estado de la Técnica se determino con base en la fecha de presentación de la solicitud de prioridad: septiembre 29 de 2006, y se encontraron los siguientes documentos que anticipan el objeto de esta solicitud:

Ítem	Documento	Titulo	Fecha de Publicación
D1	US2 2005/0211439	Methods of isolating hydrajel simulated zones	29/septiembre/2005
D2	US 6,035,936	Viscoelastic surfactant fracturing fluids and a method for fracturing subterranean	14/marzo/2000

		formations	
--	--	------------	--

Examen de Patentabilidad (Art 14 D486)

Nivel Inventivo (Art 18 D486)

- La Reivindicación 1 en un método para fracturar un intervalo de producción de una formación subterránea adyacente a un pozo que sea huevo abierto o tanga un revestimiento sin cementar, el método comprendido los pasos (a) y (b)... .
- Los documentos D1 y D2 se consideran el estado de la técnica cercano a la invención definida en la reivindicación 1 porque divulgan métodos de fracturación en formaciones subterranneas.
- La diferencia entre la invención definida en la reivindicación 1 y el método de D1 consiste en que el estado de técnica no presenta que el fluido de fracturación comprenda un fluido surfactante viscoelástico.
- La diferencia entre la invención definida en la reivindicación 1 y el método de D2 consiste en que el documento no evidencia características específicas del método de fracturación como el tipo de pozo, ni la herramienta de aplicación del fluido de fracturación.
- En consecuencia, la persona del oficio normalmente versada en la materia, incluiría el uso de fluidos surfactantes viscoelásticos como fluidos de fracturación de D2 en el método de D1 para llegar así al objeto de la reivindicación 1 de la solicitud. Por lo cual se considera obvia.
- Así, el documento D1 revela las características de las reivindicaciones dependientes.
- La reivindicación 19 consiste en un método para fracturar un intervalo de producción de una formación subterránea adyacente a un pozo que es hueco abierto o tiene un revestimiento sin cementar,....
- Los documentos D1 y D2 se consideran el estado de la técnica cercano a la invención definida en la reivindicación 1 porque divulgan métodos de fracturación en formaciones subterráneas.
- En consecuencia, la persona del oficio normalmente versada en la materia, incluiría el uso del fluidos surfactantes viscoelaticiso como fluidos de fracturación de D1 en el método de D1 para llegar así al objeto de la reivindicación 1 de la solicitud. Por lo cual se considera obvia.
- Asimismo, el documento D revela las características de las reivindicaciones dependientes.

Conclusión:

Los requisitos de Patentabilidad de la presente solicitud están afectados así:

Item	Documento	Reivindicaciones afectadas	Requisito afecta	que
D1	US2005/021439	1 a 29	Nivel Inventivo	
D2	US 6,035,936	1 a 29	Nivel Inventivo	

**2.- EN CONTESTACIÓN A LAS OBJECIONES ANTERIORES, MANIFESTAMOS
LO SIGUIENTE:**

a.- De las reivindicaciones

- Acompañamos a esta respuesta un nuevo juego de reivindicaciones (1-29), todas sustentadas en el contenido de la solicitud originalmente presentada, el cual no ha sido ampliado en modo alguno.

- Se han enmendado las reivindicaciones de forma que sean precisas, se han eliminado los términos generales; y las expresiones objetadas e imprecisas se han eliminado de las nuevas reivindicaciones. Creemos que esta enmienda superará las objeciones del Examinador”.

b- Descripción

Teniendo en cuenta las observaciones del examinador se han sustituido las expresiones.

c.- Nivel Inventivo:

Con las limitaciones introducidas en las nuevas reivindicaciones aquí presentadas, respetuosamente consideramos que la invención ha quedado claramente distinguida a partir del documento del estado de la técnica citado D1 y D2. Al respecto debemos comentar que con el nuevo capítulo reivindicatorio en especial con la nueva reivindicación independiente 1 la presente invención no se ve afectada por D1 y D2.

Adicionalmente debemos comentar, que mientras el documento D1 ensena la utilización de un acido acidificante, no ensena o sugiere un fluido de fracturación que es a la vez fluido surfactante viscoelastico y un fluido acidificante (libre de materiales poliméricos).

Particularmente, observamos que D1 y la solicitud en estudio comparten un mismo inventor, se trata del inventor Jim Surjatmadja, quien es un inventor común de las dos solicitudes.

HUMBERTO RUBIO & CIA.

ABOGADOS

Expediente No. 09-020707

Pagina 5 de 5

Un experto en el campo técnico podría proporcionar métodos para fracturar una porción de una formación subterránea con un fluido surfactante con los antecedentes que se han citado, pero con el nuevo pliego de reivindicaciones no es posible anticipar la obtención de lo reivindicado en la presente solicitud ni de los resultados que se obtiene a partir de ellos.

Aún más, la invención proporciona un método que no era conocido, y los documentos previos no anticipan o sugieren las nuevas reivindicaciones modificadas.

Por todo lo anteriormente argumentado solicito que, sobre la base de las nuevas reivindicaciones que aquí se adjuntan, se proceda a la concesión de la patente correspondiente.

Teniendo en cuenta lo expuesto consideramos que la presente solicitud es novedosa tiene nivel inventivo, las nuevas reivindicaciones definen la materia que se desea proteger siendo claras, concisas y debidamente sustentadas en la descripción y no está comprendida en el estado de la técnica, conforme lo establece el Art. 14, 16 y 30 de la Decisión 486.

ANEXO:

- (i) Nuevo capítulo Descriptivo.
- (ii) Nuevo Capítulo Reivindicatorio.

PETICIÓN:

Conforme a lo anterior, una vez atendidos los requerimientos y exigencias del examinador y al tener en cuenta el nuevo capítulo descriptivo y de reivindicaciones que se presenta, así como los argumentos expuesto, solicito muy respetuosamente a su Despacho, continuar el trámite de rigor y de ser el caso se hagan las correspondientes observaciones con al ánimo de hacer lo pertinente dentro del presente trámite, teniendo en cuenta que la presente solicitud cumple con las exigencias establecidas en la D486.

Atentamente,



HUMBERTO RUBIO CAMACHO

C.C. 17'192.062 de Bogotá

**T.P. 50.007 Consejo Superior
de la Judicatura**

COD. 4134

**MÉTODOS DE FRACTURACIÓN DE UNA FORMACIÓN SUBTERRÁNEA
UTILIZANDO UNA HERRAMIENTA DE PERFORACIÓN HIDRÁULICA
Y UN FLUIDO SURFACTANTE VISCOELÁSTICO PARA
MINIMIZAR LOS DAÑOS A LA FORMACIÓN**

5

RESUMEN

Se proporciona un método para fracturar un intervalo de producción de una formación subterránea adyacente a un pozo que sea un hueco abierto o tenga un revestimiento sin cementar. El método comprende los pasos de: (a) perforar una zona del intervalo de producción inyectando un fluido presurizado a través de una herramienta de perforación hidráulica con hidrachorro con el fin de formar uno o más túneles de perforación; y (b) inyectando un fluido de fracturación en uno o más túneles de perforación con el fin de crear por lo menos una fractura a lo largo de cada uno de los túneles de perforación; en donde por lo menos una porción de por lo menos uno entre el fluido presurizado y el fluido de fracturación comprende un fluido surfactante viscoelástico. De conformidad con otro aspecto, se proporciona un método de fracturación de un intervalo de producción de una formación subterránea adyacente a un pozo que es un hueco abierto o tiene un forro de revestimiento, en donde el método comprende los pasos de: (a) perforar una zona del intervalo de producción inyectando un fluido presurizado a través de una herramienta de perforación hidráulica con hidrachorro en la

formación subterránea, con el fin de formar uno o más túneles de perforación; (b) inyectar un fluido de fracturación que comprende además la inyección de un fluido viscoelástico tensioactivo y un fluido de acidificación como un fluido de mezclado o en el que el fluido de fracturación comprende tanto un tensioactivo líquido viscoelástico y un fluido de acidificación, en túneles de perforación con el fin de crear por lo menos una fractura a lo largo de cada uno de los túneles de perforación; y (c) taponar parcialmente las fracturas en la zona con un fluido de aislamiento que es libre de materiales poliméricos; en donde por lo menos una porción de el fluido presurizado, o el fluido de fracturación y/o el fluido de aislamiento comprende un fluido surfactante viscoelástico.

**MÉTODOS DE FRACTURACIÓN DE UNA FORMACIÓN SUBTERRÁNEA
UTILIZANDO UNA HERRAMIENTA DE PERFORACIÓN HIDRÁULICA
Y UN FLUIDO SURFACTANTE VISCOELÁSTICO PARA
MINIMIZAR LOS DAÑOS A LA FORMACIÓN**

5

CAMPO TÉCNICO

[0001] La presente invención trata generalmente de operaciones de fracturación de pozos y, más particularmente, de métodos de estímulo y subsiguiente aislamiento de zonas estimuladas con hidrachorro proveniente de operaciones subsiguientes de perforación hidráulica o estímulo, con el fin de minimizar la pérdida de fluidos de terminación/estímulo durante las subsiguientes operaciones de perforación hidráulica o estímulo del pozo y para minimizar los daños a las formaciones subterráneas.

ANTECEDENTES

[0002] En algunos pozos, es deseable crear individual y selectivamente múltiples fracturas que tengan adecuada conductividad, usualmente una distancia significativa a lo largo de un pozo, de tal modo que la mayor cantidad posible de los hidrocarburos presentes en un yacimiento de petróleo y gas sean drenados/producidos en el pozo.

[0003] La forma más conocida de lograr aislamiento de fracturación hidráulica/resultados deseados es cementar un revestimiento sólido en la sección lateral del pozo, reali-

zar un paso de perforación explosivo convencional y luego realizar etapas de fracturación a lo largo del pozo utilizando algunas técnicas para aislar mecánicamente las fracturas individuales.

5 [0004] Los métodos tradicionales para crear fracturas en puntos predeterminados a lo largo de un pozo altamente desviado u horizontal varían dependiendo de la naturaleza de la terminación dentro de la sección lateral (o altamente desviada) del pozo.

10 [0005] Cuando se fractura un yacimiento desde un pozo, especialmente aquéllos que son altamente desviados u horizontales, es difícil controlar la creación de fracturas de zonas múltiples a lo largo del pozo sin cementar un revestimiento al pozo y aislar mecánicamente la zona que esté
15 siendo fracturada desde zonas previamente fracturadas o zonas todavía sin fracturarse. Sin embargo, apenas un pequeño porcentaje de las terminaciones horizontales durante los últimos 15 o más años utilizó una terminación del tipo revestimiento cementado; la mayoría utilizó algún tipo de re-
20 vestimiento sin cementar o una sección desnuda del hueco abierto. Además, muchos pozos con revestimientos cementados en la lateral también fueron completados con una longitud significativa de la sección de hueco abierto más allá de la sección de revestimiento cementado.

25 [0006] Más recientemente, Halliburton Energy Services, Inc. ha introducido y probado la tecnología para utilizar

perforación con hidrachorro, perforación hidráulica mientras se fractura y coinyección bajando por la corona. En un método, Halliburton generalmente llama este proceso de proceso SURGIFRAC® o método de estímulo y se describe en la Patente americana No. 5.765.642, la cual queda incorporada aquí por referencia. El proceso SURGIFRAC® ha sido aplicado mayormente a pozos horizontales o altamente desviados, en donde el revestimiento del pozo es difícil y costoso. Con utilizar esta técnica de aplicación de hidrachorro, es posible generar una o más fracturas hidráulicas planas independientes y sencillas; y, por consiguiente, los pozos altamente desviados u horizontales a menudo pueden ser completados sin tener que revestir el pozo. Además, aún cuando se revistan pozos altamente desviados u horizontales, la aplicación de hidrachorro a las perforaciones y fracturas en tales pozos generalmente resulta en un método de fracturación más efectivo que el utilizar perforación con carga explosiva y técnicas de fracturación tradicionales. De este modo, antes de la técnica SURGIFRAC®, los métodos disponibles usualmente eran muy caros para ser una alternativa económica o generalmente ineficaces para lograr resultados de estímulo o ambas cosas.

[0007] En vista del éxito del proceso SURGIFRAC®, son deseables mejoras y extensiones del proceso SURGIFRAC® básico.

[0008] Las publicaciones de patente que generalmente tra-

tan de perforación hidráulica en aplicaciones en fondos de pozo incluyen.

[0009] La Patente americana No. 5.226.445 emitida el 13 de julio de 1993, la cual tiene como inventor nombrado a
5 Jim B. Surjaatmadja, presentada el 5 de mayo de 1992, revela en su Resumen un válvula que incluye un asiento que circunda un orificio que tiene una superficie de asiento cóncava y un tapón que tiene una superficie sellante anular para contactar el asiento de forma sellante. La superficie
10 sellante es convexa y crea una discontinuidad convexa en un perfil de sección transversal y de extensión axial del tapón. La superficie sellante retiene aproximadamente la misma cantidad de área de contacto con la superficie de asiento cuando se desalinea el tapón o inclina el mismo con respecto al asiento como cuando se alinea. Toda la Patente
15 americana No. 5.226.445 queda incorporada aquí por referencia.

[00010] La Patente americana No. 5.249.628 emitida el 5 de octubre de 1993, la cual tiene como inventor nombrado a Jim
20 B. Surjaatmadja, presentada el 29 de septiembre de 1992, revela en su Resumen tubos de desmontaje para revestimiento proporcionados en los lados opuestos de una ubicación de iniciación de fractura para acomodar el revestimiento y el movimiento de la formación durante la fracturación de un
25 pozo. En otro aspecto de la invención, se proporciona la ubicación de iniciación de la fractura formando aberturas a

través del revestimiento del pozo y luego formando ranuras en forma de paletas en la formación que circunda el revestimiento. Se forman esas ranuras mediante un chorro hidráulico que se dirige a través de la abertura y luego se pivota generalmente alrededor del punto de la abertura. Estas ranuras en forma de paleta circunscriben un ángulo alrededor del eje del revestimiento sustancialmente superior al ángulo circunscrito por la abertura mediante la cual se formó la ranura. Estas técnicas son particularmente aplicables a la fracturación de pozos horizontales. Toda la Patente americana No. 5.249.628 queda incorporada aquí por referencia.

[00011] La Patente americana No. 5.361.856 emitida el 8 de noviembre de 1994 y que tiene por inventores nombrados a Jim B. Surjaatmadja, Steven L. Holden y David D. Szarka y presentada el 9 de septiembre de 1993, revela en su Resumen un aparato para perforación hidráulica de pozos para usarse en la fracturación de un pozo. Se proporciona iniciación de fractura formando aberturas a través del revestimiento del pozo y luego formando ranuras en forma de paletas en la formación que circunda el revestimiento. Se forman aquellas ranuras mediante el aparato de perforación hidráulica el cual tiene por lo menos un chorro hidráulico dirigido a través de la abertura. El aparato podrá ser generalmente pivotado alrededor del punto de la abertura para formar las ranuras, pero preferiblemente se forma una pluralidad de

ranuras de manera simultánea. Estas ranuras en forma de paleta circunscriben un ángulo alrededor del eje del revestimiento sustancialmente más grande que el ángulo circunscrito por la propia abertura a través de la cual se formó la ranura. Estas técnicas son particularmente aplicables a la fracturación de pozos horizontales, pero podrá utilizarse el aparato en cualquier configuración. Toda la Patente americana No. 5.361.856 queda incorporada aquí por referencia.

[00012] La Patente americana No. 5.396.957 emitida el 14 de marzo de 1995 y que tiene por inventores nombrados a Jim B. Surjaatmadja, Timothy W. Helton y Danny G. Porter, presentada el 4 de marzo de 1994 en su Resumen revela porciones de revestimiento expandibles, tales como tubos de desmontaje de revestimiento o juntas de dilatación, en los lados opuestos de la ubicación de iniciación de la fractura para acomodar el revestimiento y movimiento de la formación durante la fracturación de un pozo. La ubicación de iniciación de la fractura proporcionada mediante formación de aberturas a través del revestimiento del pozo y luego formando ranuras en forma de paletas en la formación que circunda el revestimiento. Estas ranuras en forma de paletas circunscriben un ángulo alrededor del eje del revestimiento sustancialmente más grande que el ángulo circunscrito por la propia abertura a través de la cual se formó la ranura. Estas técnicas son particularmente aplicables a la fracturación de pozos horizontales, pero también son útiles en

pozos verticales. Las juntas de dilatación formadas como miembros tubulares tienen ranuras anulares externas e internas alternas. En otra modalidad, las juntas de dilatación formadas por los miembros tubulares definen ranuras
5 espirales internas y externas alternas allí presentes. Toda la Patente americana No. 5.396.957 queda incorporada aquí por referencia.

[00013] La Patente americana No. 5.499.678 emitida el 19 de marzo de 1996, teniendo por inventores nombrados a Jim
10 B. Surjaatmadja, Timothy W. Helton y Hazim H. Abass, presentada el 2 de agosto de 1994 revela en su Resumen un cabezal de perforación hidráulica coplanar para perforación de pozos. El aparato comprende una envoltura que define una pluralidad de aberturas de perforación hidráulica allí. Las
15 aberturas de perforación hidráulica son sustancialmente coplanares y se disponen angularmente con respecto a un eje longitudinal de la envoltura. Cada una de las aberturas de perforación hidráulica tiene una tobera de perforación hidráulica allí. En la modalidad preferida, el ángulo del
20 plano de las aberturas de perforación hidráulica es tal que el plano podrá ser posicionado sustancialmente perpendicular a un eje de menos tensión principal en una formación de pozo adyacente al pozo cuando se disponga la envoltura en el pozo. Un método de fracturar un pozo también queda reve-
25 lado y comprende los pasos de posicionar un cabezal de perforación hidráulica en un pozo y dirigir una pluralidad de

chorros de fluido desde el cabezal de perforación hidráulica en un ángulo con respecto al eje longitudinal del pozo. Toda la Patente americana No. 5.499.678 queda incorporada aquí por referencia.

5 [00014] La Patente americana No. 5.765.642 emitida el 16 de junio de 1998, la cual tiene por inventor nombrado a Jim B. Surjaatmadja y presentada el 23 de diciembre de 1996, revela en su Resumen métodos de fracturar una formación subterránea, los cuales comprenden básicamente el posicionamiento de una herramienta de aplicación de hidrachorro que tenga por lo menos una tobera que forma chorro de fluido en el pozo adyacente a la formación a ser fracturada y fluido de perforación hidráulica a través de la tobera contra la formación a una presión suficiente para formar una
10 fractura en la formación. Toda la Patente americana No. 5.765.642 queda incorporada aquí por referencia.
15

[00015] La Patente americana No. 6.474.419 emitida el 5 de noviembre de 2002, la cual tiene por inventores nombrados a Gary Maier, Marty L. Stromquist y a Eric Schmelzl y presentada el 4 de octubre de 1999, revela en su Resumen un obturador con una válvula equilibradora para equilibrar automáticamente la presión por encima y por debajo del elemento obturador. El obturador comprende una envoltura que tiene una válvula equilibradora dispuesta en el mismo. Se dispone
20 un elemento obturador alrededor de la envoltura para acoplar el pozo en forma sellante. Se dispone una válvula
25

equilibradora en la envoltura y sella la envoltura para evitar el flujo a través de la misma cuando se active el elemento obturador para acoplarse con el pozo. La válvula es móvil en la posición cerrada en donde se evita la comunicación a través de la envoltura con una posición abierta 5 de tal modo que la porción del pozo por encima del elemento obturador pueda ser comunicada con una porción del pozo por debajo del elemento obturador mientras el elemento esté en la posición establecida de tal modo que pueda equilibrarse la presión por encima y por debajo del elemento. Una vez 10 que se equilibre la presión, el obturador puede ser liberado y recuperado del pozo. Toda la Patente americana No. 6.474.419 queda incorporada aquí por referencia.

[00016] La Patente americana No. 6.662.874 emitida el 16 15 de diciembre de 2003, la cual tiene por inventores nombrados a Jim B. Surjaatmadja, Alick Cheng y Keith A. Rispler, y presentada el 28 de septiembre de 2001, revela en su Resumen un método de fracturar una formación pozo abajo de conformidad con el cual se ubica una pluralidad de toberas 20 de chorro en una relación separada con respecto a la pared de la formación para formar una corona entre las toberas y la formación. Se bombea un fluido de estímulo no contentivo de ácido a una presión predeterminada a través de las toberas, en la corona, y contra la pared de la formación y se 25 introduce un gas en la corona de tal modo que el fluido de estímulo se mezcle con el gas para generar espuma antes de

que se aplique chorro de la mezcla hacia la formación para formar fracturas en la formación. Toda la Patente americana No. 6.662.874 queda incorporada aquí por referencia.

[00017] La Patente americana No. 6.719.054 emitida el 13
5 de abril de 2004, que tiene por inventores nombrados a Alick Cheng, Jim B. Surjaatmadja, Matthew J. Rees, Abraham Khallad, y a Kieth A. Rispler, y presentada el 28 de septiembre de 2001, revela en su Resumen un método de estimular una formación pozo abajo de conformidad con la cual se
10 ubica una pluralidad de toberas de chorro en una relación separada con respecto a la pared de la formación para formar una corona entre las toberas y la formación. Se bombea un fluido de estímulo contentivo de ácido a una presión predeterminada a través de las toberas, en la corona y co-
15 ntra la pared de la formación. Se bombea un gas en la corona de tal modo que el fluido de estímulo se mezcle con el gas para generar espuma antes de que la mezcla sea aplicada en chorro hacia la formación para impactar la pared de la formación. Toda la Patente americana No. 6.719.054 queda
20 incorporada aquí por referencia.

[00018] La Patente americana No. 6.725.933, emitida el 27 de abril de 2004, que tiene por inventores nombrados a Richard L. Middaugh y Jim B. Surjaatmadja, y presentada el 28 de septiembre de 2001, revela en su Resumen un método y
25 aparato para tratar una formación de pozo subterránea para estimular la producción de hidrocarburos utilizando desvío

de espuma en la formación del pozo. Toda la Patente americana No. 6.725.933 queda incorporada aquí por referencia.

[00019] La Patente americana No. 6.776.236, emitida el 17 de agosto de 2004, la cual tiene por inventores nombrados a
5 Phillip D. Nguyen, y presentada el 16 de octubre de 2002, revela en su Resumen métodos de completar zonas productoras de hidrocarburos sin consolidación penetradas por pozos revestidos y cementados. Los métodos incluyen los pasos de formar aberturas separadas a través del revestimiento y cemento e inyectar una primera composición de resina endure-
10 cible a través de las aberturas de la zona productora no consolidada adyacente al pozo. Sin esperar que se endurezca la primera composición de resina endurecible, se inyecta un fluido de fracturación que contiene partículas de soporte
15 revestidas con una segunda composición de resina endurecible a través de las aberturas en la zona productora sin consolidación a una velocidad y presión suficientes para fracturar la zona productora. Las partículas de soporte revestidas con la segunda composición de resina endurecible
20 se depositan en las fracturas y se permiten que las primera y segunda composiciones de resina endurecible se endurezcan por calor. Toda la Patente americana No. 6.776.236 queda incorporada aquí por referencia.

[00020] La Patente americana No. 6.779.607, emitida el 24
25 de agosto de 2004, la cual tiene por inventores nombrados a Richard L. Middaugh y Jim B. Surjaatmadja, y presentada el

26 de junio de 2003, revela en su Resumen un método y aparato para tratar una formación de pozo subterránea para estimular la producción de hidrocarburos utilizando desvío de espuma en la formación del pozo. Toda la Patente americana
5 No. 6.779.607 queda incorporada aquí por referencia.

[00021] La Publicación de Patente americana No. 20050211439 publicada el 28 de septiembre de 2005, la cual tiene por inventores nombrados a Ronald M. Willett, Jim B. Surjaatmadja y a Billy W. McDaniel, y presentada el 24 de
10 marzo de 2004, revela en su Resumen un método para aislar zonas estimuladas por hidrachorro a partir de subsiguientes operaciones de pozo. El método incluye el paso de perforar un pozo en la formación subterránea de interés. Luego, el pozo podrá o no ser revestido dependiendo de un número de
15 factores incluyendo la naturaleza y estructura de la formación subterránea. Luego, el revestimiento, si se instala uno, y el pozo son perforados utilizando un fluido de alta presión que es expelido desde una herramienta de aplicación de hidrachorro. Luego se fractura y estimula una primera
20 zona de la formación subterránea. Luego, la primera zona es temporalmente taponada o parcialmente sellada instalando un fluido de aislamiento en el pozo adyacente a la una o más fracturas y/o en sus aberturas, de tal modo que las zonas subsiguientes puedan ser fracturadas y pueden realizarse
25 operaciones de pozo adicionales. Toda la Publicación de Patente americana No. 20050211439 queda incorporada aquí por

referencia.

[00022] La Publicación de Patente americana No. 20060118301 publicada el 8 de junio de 2006, la cual tiene por inventores nombrados a Loyd E. East, Jr., Travis W. Caver, David J. Attaway y presentada el 3 de diciembre de 2004, revela en su Resumen un método para estimular un intervalo de producción adyacente a un pozo que tiene un revestimiento dispuesto en el mismo, que comprende la introducción de un fluido vehículo que comprende primeros particulados en el pozo, obturando los primeros particulados en una pluralidad de perforaciones del revestimiento, perforando por lo menos una perforación correctora en el revestimiento adyacente al intervalo de producción y estimulando el intervalo de producción a través de por lo menos una perforación correctora. Igualmente se proporcionan métodos para estimular intervalos de producción múltiples adyacentes a un pozo. Toda la Publicación de Patente americana No. 20060118301 queda incorporada aquí por referencia.

RESUMEN DE LA INVENCION

[00023] De conformidad con la invención, se proporciona un método de fracturar un intervalo de producción de una formación subterránea adyacente a un pozo que es un hueco abierto o tiene un revestimiento sin cementar. El método comprende los pasos de: (a) perforar una zona del intervalo de producción inyectando un fluido presurizado a través de una herramienta de aplicación de hidrachorro en la forma-

ción subterránea, con el fin de formar uno o más túneles de perforación; y (b) inyectar un fluido de fracturación en el uno o más túneles de perforación; en donde por lo menos una porción de por lo menos uno entre el fluido presurizado y el fluido de fracturación comprende un fluido surfactante viscoelástico.

[00024] De conformidad con otro aspecto de la invención, se proporciona un método de fracturar un intervalo de producción de una formación subterránea adyacente a un pozo que es un hueco abierto o tiene un revestimiento sin cementar, en donde el método comprende los pasos de: (a) perforar una zona del intervalo de producción inyectando un fluido presurizado a través de una herramienta de aplicación de hidrachorro en la formación subterránea, con el fin de formar uno o más túneles de perforación; (b) inyectar un fluido de fracturación en el uno o más túneles de perforación con el fin de crear por lo menos una fractura a lo largo de cada uno del uno o más túneles de perforación; y (c) taponar por lo menos parcialmente la una o más fracturas en la zona con un fluido de aislamiento; en donde por lo menos una porción de por lo menos uno entre el fluido presurizado, el fluido de fracturación y el fluido de aislamiento comprende un fluido surfactante viscoelástico.

[00025] Un objetivo general de la presente invención es el proporcionar métodos mejorados para fracturar una porción de una formación subterránea con un fluido surfactante vis-

coelástico utilizando una herramienta de perforación hidráulica. Otros objetos adicionales, características y ventajas de la presente invención se harán fácilmente aparentes para aquéllos versados en el arte cuando se lea la siguiente descripción de las modalidades preferidas conjuntamente con los dibujos que acompañan.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[00026] Podrá adquirirse un entendimiento más completo de la presente revelación y ventajas haciendo referencia a la siguiente descripción tomada conjuntamente con los dibujos que acompañan, en donde:

[00027] La FIG. 1A es un diagrama esquemático que ilustra una herramienta de aplicación de hidrachorro creando túneles de perforación a través de un pozo horizontal sin revestimiento en una primera zona de una formación subterránea.

[00028] La FIG. 1B es un diagrama esquemático de una herramienta de aplicación de hidrachorro creando túneles de perforación a través de un pozo horizontal en una primera zona de una formación subterránea.

[00029] La FIG. 2B es un diagrama esquemático que ilustra una vista en sección transversal de la herramienta de aplicación de hidrachorro mostrada en la FIG. 1 que forma cuatro túneles de perforación de separación igual en la primera zona de la formación subterránea.

[00030] La FIG. 3 es un diagrama esquemático que ilustra

la creación de fracturas en la primera zona mediante la herramienta de aplicación de hidrachorro en donde el plano de la(s) fractura(s) es(son) perpendicular(es) al eje del pozo.

5 [00031] La FIG. 4A es un diagrama esquemático que ilustra una modalidad de conformidad con la presente invención en donde las fracturas de la primera zona son taponadas o parcialmente selladas con un fluido de aislamiento descargado a través de la corona del pozo después de que la herramienta
10 ta de aplicación de hidrachorro se hubiere desplazado subiendo por el hueco.

[00032] La FIG. 4B es un diagrama esquemático que ilustra otra modalidad de conformidad con la presente invención en donde las fracturas de la primera zona son taponadas o parcialmente selladas con un fluido de aislamiento descargado
15 a través de la corona del pozo antes de que la herramienta de aplicación de hidrachorro se hubiere movido subiendo por el pozo.

[00033] La FIG. 4C es un diagrama esquemático que ilustra otra modalidad de conformidad con la presente invención en donde el fluido de aislamiento taponar la parte interna de las fracturas en vez del pozo sólo.
20

[00034] La FIG. 4D es un diagrama esquemático que ilustra otra modalidad de conformidad con la presente invención en donde el fluido de aislamiento taponar la parte interna de las fracturas y por lo menos parte del pozo.
25

[00035] La FIG. 5 es un diagrama esquemático que ilustra otra modalidad de conformidad con la presente invención en donde se descarga el fluido de aislamiento en el pozo a través de la herramienta de aplicación de hidrachorro.

5 [00036] La FIG. 6 es un diagrama esquemático que ilustra la creación de fracturas en una segunda zona de la formación subterránea mediante la herramienta de aplicación de hidrachorro después de haberse taponado la primera zona.

[00037] La FIG. 7 es un diagrama esquemático que ilustra
10 un método que sirve de ejemplo de la remoción del fluido de aislamiento del pozo en la formación subterránea permitiendo que el fluido de aislamiento fluya para fuera del pozo con producción.

[00038] Las FIGS. 8A y 8B son diagramas esquemáticos que
15 ilustran dos otros métodos ilustrativos de la remoción del fluido de aislamiento de las fracturas en la formación subterránea.

[00039] Las FIGS. 9A-9D ilustran otro método ilustrativo de fracturación de zonas múltiples en una formación subterránea y el taponamiento o sellado parcial de esas zonas de
20 conformidad con la presente invención.

[00040] Las FIGS. 10A-C ilustran todavía otro método ilustrativo de fracturar zonas múltiples en una formación subterránea y taponar o parcialmente sellar aquellas zonas de
25 conformidad con la presente invención.

[00041] Las FIGS. 11A y 11B ilustran la operación de una

herramienta de aplicación de hidrachorro para usarse al llevarse a cabo los métodos de conformidad con la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

5 [00042] Conforme se utilizan aquí y en las reivindicaciones anexas, las palabras "comprenden", "tiene" e "incluyen" y todas sus variaciones gramaticales pretenden tener un significado abierto y sin limitación que no excluya elementos o partes adicionales de un montaje, submontaje o elemento estructural.

[00043] Si hubiere conflicto en los usos de una palabra o término en esta memoria descriptiva y una o más patentes u otros documentos que puedan incorporarse aquí por referencia, deben adoptarse las definiciones que sean consistentes con esta memoria descriptiva.

[00044] Hay algo de preocupación acerca de la limpieza de los ácidos gelificados de polímero utilizados en el tratamiento de formaciones subterráneas. Debido a que pozos sin revestimiento, desviados u horizontales están siendo actualmente acidificados con ácidos gelificados de polímeros, sería deseable ofrecer un nuevo enfoque.

[00045] Además, la acidificación con ácidos gelificados de polímero utilizando SURGIFRAC® en pozos de inyección es de preocupación adicional porque los pozos de inyección típicamente no son utilizados para producir, exacerbando la preocupación acerca de la limpieza de los ácidos gelifica-

dos de polímero. Así, nuevos métodos serían particularmente deseables para los pozos de inyección.

[00046] Por lo general, de conformidad con la invención, se proporciona un método de fracturar un intervalo de producción de una formación subterránea adyacente a un pozo que sea un hueco abierto o tenga un revestimiento sin cementar. El método comprende los pasos de: (a) perforar una zona del intervalo de producción inyectando un fluido presurizado a través de una herramienta de aplicación de hidratorro en la formación subterránea, con el fin de formar uno o más túneles de perforación; y (b) inyectar un fluido de fracturación en el uno o más túneles de perforación con el fin de crear por lo menos una fractura a lo largo de cada uno o más túneles de perforación; en donde por lo menos una porción del fluido de fracturación comprende un fluido surfactante viscoelástico.

[00047] De conformidad con otro aspecto de la invención, se proporciona un método de fracturar un intervalo de producción de una formación subterránea adyacente a un pozo que es hueco abierto o tiene un revestimiento sin cementar, en donde el método comprende los pasos de: (a) perforar una zona del intervalo de producción inyectando un fluido presurizado a través de una herramienta de aplicación de hidratorro en la formación subterránea, con el fin de formar uno o más túneles de perforación; (b) inyectar un fluido de fracturación en el uno o más túneles de perforación con el

fin de crear por lo menos una fractura a lo largo del uno o más túneles de perforación; y (c) taponar por lo menos parcialmente la una o más fracturas en la zona con un fluido de aislamiento; en donde por lo menos una porción de por lo
5 menos uno entre el fluido de fracturación y el fluido de aislamiento comprende un fluido surfactante viscoelástico.

[00048] El fluido presurizado, el fluido de fracturación y el fluido de aislamiento todos pueden ser fluidos surfactantes viscoelásticos. Preferiblemente, el fluido presurizado, el fluido de fracturación y el fluido de aislamiento
10 son sustancialmente libres de materiales poliméricos.

[00049] De conformidad con la invención, esto permitiría el uso de fluidos libres de polímero en técnicas de perforación hidráulica para un pozo que es hueco abierto o tiene
15 un revestimiento sin cementar.

[00050] De conformidad con otro aspecto, los métodos de la presente invención podrán comprender además la perforación de por lo menos una perforación correctora adyacente a un intervalo de producción. Estas perforaciones se denominan
20 "correctoras" porque son creadas después de haberse realizado un proceso de culminación inicial en el pozo. Además, por lo menos una perforación correctora podrá ser creada en uno o más intervalos previamente perforados y/o uno o más intervalos sin perforación previa.

25 [00051] Las publicaciones de patente que generalmente tratan de composiciones viscoelásticas incluyen las Patentes

americanas Nos. 4.324.669; 4.495.389; 4.591.447; 4.737.296;
 4.585.572; 4.615.825; 4.646.835; 4.725.372; 4.735.731;
 4.739.833; 4.770.814; 4.790.958; 4.806.256; 4.923.009;
 5.009.799; 5.551.516; y 5.964.295, y las Solicitudes de Pa-
 5 tentes americanas Nos. 20060183646, 20060180310,
 20060180309 y 20060180308, quedando cada una de ellas in-
 corporadas aquí por referencia.

[00052] Por ejemplo, la Patente americana No. 4.324.669
 que tiene por inventores nombrados a Lewis R. Norman y Tom-
 10 my R. Gardner, y presentada el 19 de noviembre de 1979, re-
 vela en su Resumen soluciones de ácido inorgánicas acuosas
 de elevada viscosidad y se proporcionan métodos de tratar
 formaciones de pozo subterráneas utilizando tales solucio-
 nes. Las soluciones ácidas espumadas comprenden agua, por
 15 lo menos un ácido inorgánico soluble en el agua, un agente
 gelificante-espumante que comprende una solución de disol-
 vente orgánico soluble en el agua y una amina grasa etoxi-
 lada o una mezcla de tales aminas y gas inerte. Toda la Pa-
 tente americana No. 4.324.669 queda incorporada aquí por
 20 referencia.

[00053] La Patente americana No. 4.806.256, la cual tiene
 por inventores nombrados a Gene D. Rose y Arthur S. Teot, y
 presentada el 13 de enero de 1987, revela en su Resumen
 fluidos hidráulicos basados en agua que son espesados mez-
 25 clando el fluido con un surfactante viscoelástico. Los sur-
 factantes viscoelásticos comprenden iones surfactantes y

contraiones orgánicos que se asocian con el fluido hidráulico para formar el surfactante viscoelástico. Los fluidos hidráulicos basados en agua de la presente invención son altamente estables al corte y no experimentan pérdida de viscosidad con un incremento de temperatura. Los fluidos hidráulicos son capaces de proporcionar bajas cantidades de desgaste en el aparato de bombeo durante el uso. Toda la Patente americana No. 4.806.256 queda incorporada aquí por referencia.

10 [00054] La Patente americana No. 5.551.516, emitida el 3 de septiembre de 1996, la cual tiene por inventores nombrados a William D. Norman, Ramond J. Jasinski y Erik B. Nelson, y presentada el 17 de febrero de 1995, revela en su Resumen sistemas fluidos acuosos basados en surfactante viscoelástico que son útiles en la fracturación de forma-
15 ciones subterráneas penetradas por un pozo. Los agentes de espesamiento preferidos son sales de haluro de amonio cuaternario derivadas de ciertas ceras, grasas y aceites. Se utiliza el agente de espesamiento conjuntamente con una sal
20 soluble en el agua inorgánica tal como cloruro de amonio o cloruro de potasio y un aditivo estabilizador orgánico seleccionado del grupo de sales orgánicas tales como salicilato de sodio. Los fluidos resultantes son estables a una temperatura de fluido aproximadamente de 225°F. Toda la Pa-
25 tente americana No. 5.551.516 queda incorporada aquí por referencia.

[00055] Los detalles del método de conformidad con la presente invención ahora se describirán con referencia a los dibujos que acompañan. Primeramente, se perfora un pozo 10 en la formación subterránea de interés 12 utilizando técnicas de perforación convencionales (o futuras). Luego, dependiendo de la naturaleza de la formación, el pozo o bien se deja hueco abierto, conforme se muestra en la FIG. 1A o se forra con un revestimiento sin cementar, conforme se muestra en la FIG. 1B. Podrá dejarse el pozo 10 como un hueco abierto sin cementar si, por ejemplo, la formación subterránea fuere altamente consolidada o en el caso en donde el pozo fuere altamente desviado o pozo horizontal, que a menudo son difíciles de revestir con revestimiento cementado. Además, cuando se posiciona un revestimiento sin cementar en el pozo, el revestimiento podrá ser un revestimiento o bien ranurado o preperforado o un revestimiento sólido. Aquellos que tienen conocimiento ordinario en la técnica apreciarán las circunstancias cuando el pozo 10 debe o no debe ser revestido, y su revestimiento podrá ser ranurado, preperforado o sólido. Además, mientras las FIGS. 2 a 10 ilustran los pasos de la presente invención que están siendo realizados en un pozo sin cualquier revestimiento, aquéllos que tienen conocimiento ordinario en la técnica reconocerán que cada uno de los pasos ilustrados y descritos pueda llevarse a cabo en un pozo revestido. El método también puede ser aplicado a un pozo más viejo que tenga

zonas que necesiten de estímulo.

[00056] Una vez que se perfore el pozo 10, y si se reviste según la necesidad, se coloca una herramienta de aplicación de hidrachorro 14, tal como aquélla utilizada en el proceso 5 SURGIFRAC® descrito en la Patente americana No. 5.765.642 en el pozo 10 en un sitio de interés, verbigracia, adyacente a una primera zona 16 en la formación subterránea 12. En un modalidad ilustrativa, se sujeta la herramienta de aplicación de hidrachorro 14 a un tubería de serpentín 18 que 10 baja la herramienta de aplicación de hidrachorro 14 para dentro del pozo 10 y le suministra fluido de perforación hidráulica. Se forma la corona 19 entre la tubería de serpentín 18 y el pozo 10. La herramienta de aplicación de hidrachorro 14 luego opera para formar túneles de perforación 15 20 en la primera zona 16, conforme se muestra en la FIG. 1. El fluido de fracturación que está siendo bombeado a través de la herramienta de aplicación de hidrachorro 14 contiene un fluido base, que es comúnmente agua y abrasivos (comúnmente arena). Conforme se muestra en la FIG. 2, se inyectan 20 cuatro chorros igualmente separados (en este ejemplo) de fluido 22 en la primera zona 16 de la formación subterránea 12. Conforme lo reconocerán aquéllos que tiene conocimiento ordinario en la técnica, la herramienta de aplicación de hidrachorro 14 puede tener cualquier número de chorros con- 25 figurados en una variedad de combinaciones a lo largo y alrededor de la herramienta.

[00057] En el próximo paso del método de conformidad con la presente invención, se fractura la primera zona 16. Preferiblemente, la herramienta de aplicación de hidrachorro 14 inyecta un fluido de fracturación de alta presión en los 5 túneles de perforación 20. Conforme lo apreciarán aquéllos versados en la técnica, la presión del fluido de fractura que sale de la herramienta de aplicación de hidrachorro 14 puede ser suficiente para fracturar la formación en la primera zona 16. Utilizando esta técnica, el fluido chorreado 10 forma fisuras o fracturas 24 a lo largo de los túneles de perforación 20, conforme se muestra en la FIG. 3.

[00058] De conformidad con una modalidad actualmente preferida de la invención, el fluido de fracturación preferiblemente comprende un fluido surfactante viscoelástico. Sin 15 quedar limitado por cualquier explicación teórica, se cree que un fluido surfactante viscoelástico minimizará los daños a la formación.

[00059] En una modalidad ilustrativa, el fluido chorreado lleva un soporte en las fisuras o fracturas 24. La inyección de fluido adicional extiende las fracturas 24 y el soporte evita el cierre de las mismas en una oportunidad posterior. 20

[00060] La presente invención contempla que podrán emplearse otros métodos de fracturación. Por ejemplo, el uno 25 o más túneles de perforación 20 pueden ser fracturados bombeando un fluido de fracturación hidráulico en los mismos

desde la superficie a través de la corona 19 en donde se dispone la herramienta de aplicación de hidrachorro con el fin de iniciar y propagar una fractura.

[00061] A menudo es deseable incluir un fluido de acidificación con el fluido de fracturación, en donde por lo menos una porción de por lo menos un fluido de fracturación comprende además un fluido de acidificación para morder la formación. En una modalidad ilustrativa, el paso de inyectar un fluido de fracturación puede comprender el inyectar un fluido surfactante viscoelástico y un fluido de acidificación como un fluido mezclado o intermitentemente.

[00062] También es deseable a menudo que en un paso subsiguiente a la fracturación, pueda inyectarse un fluido de acidificación en la formación. El fluido de acidificación puede inyectarse a través de la herramienta de aplicación de hidrachorro 14 o a través de la corona 19. El fluido de acidificación muerde la formación a lo largo de las fisuras 24 creando así canales de elevada conductividad a lo largo de las caras de la fractura.

[00063] Una vez que se hubiere fracturado la primera zona 16, la presente invención dispone el aislamiento de la primera zona 16, de tal modo que puedan llevarse a cabo las operaciones subsiguientes del pozo, tales como la fracturación de zonas adicionales sin la pérdida de cantidades significativas de fluido. Puede llevarse a cabo este paso de aislamiento en varias formas. En una modalidad preferida e

ilustrativa, se lleva a cabo el paso de aislamiento inyectando en el pozo 10, un fluido de aislamiento 28, el cual puede tener una mayor viscosidad que el fluido de fracturación ya en la fractura o en el pozo.

5 [00064] De conformidad con una modalidad actualmente preferida de la invención, el fluido de aislamiento preferiblemente comprende un fluido surfactante viscoelástico. Sin quedar limitado a cualquier explicación teórica, se cree que un fluido surfactante viscoelástico ayudará en la limpieza y minimizará los daños a la formación.

[00065] De conformidad con la invención, en un tratamiento de acidificación, el fluido de aislamiento no incluye, preferiblemente, cualquier cantidad sustancial de particulado que sea sustancialmente más pequeño que el soporte para evitar el taponamiento de los espacios intersticiales entre el soporte colocado en la fractura con particulado más pequeño.

[00066] En una modalidad, se inyecta el fluido de aislamiento 28 en el pozo 10 bombeándolo desde la superficie bajando por corona 19. Más específicamente, el fluido de aislamiento 28, que preferiblemente es de elevada viscosidad, se exprime para fuera y penetra en la corona 19 y luego se lava bajando el pozo utilizando un fluido de menor viscosidad. En una implementación de esta modalidad, no se bombea el fluido de aislamiento 28 en el pozo 10 hasta después de que la herramienta de aplicación de hidrachorro 14 se hu-

biere desplazado subiendo por el hueco, conforme se muestra en la FIG. 4A. En otra implementación de esta modalidad, se bombea el fluido de aislamiento 28 para dentro del pozo 10, posiblemente a una tasa de inyección reducida con respecto a la de la operación de fracturación, antes de que la herramienta de aplicación de hidrachorro 14 se hubiere desplazado subiendo por el pozo, conforme se muestra en la FIG. 4B. Si el fluido de aislamiento fuere particularmente de elevada viscosidad o contuviere una concentración significativa de sólidos, preferiblemente se retira la herramienta de aplicación de hidrachorro 14 de la zona que esté siendo taponada o parcialmente sellada antes de que el fluido de aislamiento 28 sea bombeado pozo a bajo porque el fluido de aislamiento podrá impedir el movimiento de la herramienta de aplicación de hidrachorro dentro del pozo 10.

[00067] En las modalidades mostradas en las FIGS. 4A y 4B, se muestra el fluido de aislamiento en el pozo 10 solo. Alternativamente, el fluido de aislamiento podría ser bombeado en las perforaciones chorreadas y/o la abertura de las fracturas 24, conforme se muestra en la FIG. 4C. Todavía en otra modalidad, se bombea el fluido de aislamiento en la abertura de las fracturas 24 y parcialmente en el pozo 10, conforme se muestra en la FIG. 4D.

[00068] Todavía en otra modalidad ilustrativa de la presente invención, se inyecta el fluido de aislamiento 28 en el pozo 10 adyacente a la primera zona 16 a través de los

chorros 22 de la herramienta de aplicación de hidrachorro 14, conforme se muestra en la FIG. 5. En esta modalidad, deberá seleccionarse la química del fluido de aislamiento 28 de tal modo que no se forme sustancialmente hasta después de haber sido inyectado en el pozo 10. Preferiblemente, sin embargo, el fluido de aislamiento es un fluido surfactante viscoelástico.

[00069] En otra modalidad ilustrativa, se forma el fluido de aislamiento 28 de un fluido que tiene una constitución química similar al fluido residente en el pozo durante la operación de fracturación. Preferiblemente, el fluido de aislamiento, sin embargo, tiene una viscosidad superior a tal fluido residente.

[00070] En una modalidad ilustrativa, se mezcla el fluido del pozo con un material sólido para formar el fluido de aislamiento. El material sólido podrá incluir agentes de soporte naturales y artificiales, tales como sílice, cerámica y bauxitas o cualquier material que tenga revestimiento externo de cualquier tipo. Alternativamente, el material sólido (o semisólido) podrá incluir parafina, ácido encapsulado u otro químico o preformas de resina. De conformidad con la invención, sin embargo, en un tratamiento de acidificación el fluido de aislamiento preferiblemente no incluye cualquier cantidad sustancial de particulado que sea sustancialmente más pequeño que el soporte para evitar el taponamiento de los espacios intersticiales entre el sopor-

te colocado en la fractura con particulado más pequeño.

[00071] En otra modalidad ilustrativa, se forma el fluido de aislamiento 28 de un material altamente viscoso, tal como un fluido surfactante viscoelástico, un gel, o un gel de enlace cruzado. Con mayor preferencia, el fluido de aislamiento 28 es un fluido viscoelástico. Ejemplos de otros geles que pueden ser usados como el fluido de aislamiento incluyen, pero sin limitación, fluidos con elevada concentración de geles tales como guar, HEC o guar modificado. Ejemplos de geles de enlace cruzado que pueden ser usados como el fluido de aislamiento incluyen, pero sin limitación, geles de elevada concentración tales como los fluidos DELTA FRAC o los fluidos K-MAX de Halliburton. Los "geles de enlace cruzado pesados" también podrían ser usados mezclando los geles de enlace cruzado con rompedores químicos retardados, rompedores químicos encapsulados, que posteriormente reducirán la viscosidad o con un material tal como preformas PLA (ácido poliláctico), que, aunque siendo material sólido, con el tiempo se descompone en ácido, lo que licuará los fluidos K-MAX u otros geles de enlace cruzado.

[00072] Después de que el fluido de aislamiento 28 sea descargado en el pozo 10 adyacente a las fracturas 24, puede fracturarse una segunda zona 30 en la formación subterránea 12. Si la herramienta de aplicación de hidrachorro 14 ya no hubiere sido desplazada dentro del pozo 10 adyacente a la segunda zona 30, como en la modalidad de la FIG.

4A, entonces se desplaza allí después de haberse taponado la zona 16 o parcialmente sellado la misma mediante el fluido de aislamiento 28. Una vez adyacente a la segunda zona 30, como en la modalidad de la FIG. 6, la herramienta de aplicación de hidratorro 14 opera para perforar la formación subterránea en la segunda zona 30 formando así los túneles de perforación 32. Luego, se fractura la formación subterránea 30 para formar fracturas 34 o bien utilizando técnicas o con mayor preferencia la herramienta de aplicación de hidratorro 14. Luego, las fracturas 34 son extendidas mediante inyección de fluido continua y utilizando agentes de soporte, fluidos de acidificación, o ambos conforme se observa anteriormente, o cualquier otra técnica para mantener las fracturas 34 abiertas y conducentes al fluido en una oportunidad posterior. Las fracturas 34 pueden ser luego taponadas o parcialmente selladas mediante el fluido de aislamiento 28 utilizando las mismas técnicas discutidas anteriormente con respecto a las fracturas 24. El método puede ser repetido en donde se desee para fracturar zonas adicionales dentro de la formación subterránea 12.

[00073] Una vez se hubiere fracturado la totalidad de las zonas deseadas, el fluido de aislamiento 28 puede ser recuperado destaponando así las fracturas 24 y 34 para el subsiguiente uso en la recuperación de hidrocarburos desde la formación subterránea 12. Un método sería permitir la pro-

ducción de fluido desde el pozo para desplazar el fluido de aislamiento, conforme se muestra en la FIG. 7. El fluido de aislamiento podrá consistir en químicos que rompen o reducen la viscosidad del fluido con el tiempo para permitir
5 facilidad de flujo. Otro método para recuperar el fluido de aislamiento 28 es lavar o revertir el fluido hacia fuera circulando un fluido, gas o espuma para dentro del pozo 10, conforme se muestra en la FIG. 8A. Otro método alternativo de recuperar el fluido de aislamiento 28 es remover el mismo
10 hacia fuera con hidrachorro utilizando la herramienta de aplicación de hidrachorro 14, conforme se muestra en la FIG. 8B. Estos últimos métodos son particularmente bien adecuados en donde el fluido de acidificación 28 contiene sólidos y el pozo es altamente desviado u horizontal.

15 [00074] El siguiente es un método para completar un pozo en una formación subterránea de conformidad con la presente invención. Primeramente, se perfora el pozo 10 en la formación subterránea 12. Luego, la primera zona 16 de la formación subterránea 12 es perforada inyectando un fluido pre-
20 surizado a través de la herramienta de aplicación de hidrachorro 14 en la formación subterránea (FIG. 9A), con el fin de formar uno o más túneles de perforación 20, conforme se muestra, por ejemplo, en la FIG. 9B. Durante el cumplimiento de este paso, se mantiene la herramienta de aplicación
25 de hidrachorro 14 estacionaria. Alternativamente, sin embargo, la herramienta de aplicación de hidrachorro 14 esta-

cionaria. Alternativamente, sin embargo, la herramienta de aplicación de hidrachorro 14 puede ser total o parcialmente girada con el fin de cortar ranuras en la formación. Alternativamente, la herramienta de aplicación de hidrachorro 14
5 puede ser desplazada axialmente o una combinación de desplazamiento girado o axial dentro del pozo 10 con el fin de formar un corte o ranura recto o helicoidal. Luego, se inicia una o más fracturas 24 en la primera zona 16 de la formación subterránea 12 inyectando un fluido de fracturación
10 en el uno o más túneles de perforación a través de la herramienta de aplicación de hidrachorro 14, conforme se muestra, por ejemplo, en la FIG. 3. El inicio de la fractura con la herramienta de aplicación de hidrachorro 14 es ventajoso con respecto a las técnicas de iniciación convencionales porque esta técnica permite una presión de rompimiento más baja en la formación. Además, resulta en una perforación más precisa y de mejor calidad.

[00075] Puede bombearse el fluido de fracturación bajando por la corona 19 tan pronto como se inicie la una o más
20 fracturas 24, con el fin de propagar las fracturas 24, conforme se muestra en la FIG. 9B, por ejemplo. Un fluido de fracturación puede ser un gel surfactante, un gel de polímero, gel de aceite, emulsión, espuma, etc. Por ejemplo, un gel de polímero puede comprender un polisacárido, tal como
25 guar, hidroxietilcelulosa ("HEC") y modificados o derivados de cualquiera de lo antes expuesto. Cualesquiera virutas

dejadas en la corona provenientes del paso de perforación son bombeadas en las fracturas 24 durante este paso. Después de haberse iniciado las fracturas 24, se desplaza la herramienta de aplicación de hidrachorro 14 subiendo por el pozo. Este paso puede ser realizado mientras esté bombeándose el fluido de fracturación bajando por la corona 19 para propagar las fracturas 24, conforme se muestra en la FIG. 9C. Este paso puede ser realizado mientras esté bombeándose el fluido de fracturación bajando por la corona 19 para propagar las fracturas 24, conforme se muestra en la FIG. 9C. La velocidad de fluido que está siendo descargado a través de la herramienta de aplicación de hidrachorro 14 puede ser disminuida una vez que las fracturas 24 hubieren sido iniciadas. La tasa de inyección de corona podrá o no ser aumentada en esta parte del proceso.

[00076] Después de las fracturas 24 haber sido propagadas y se hubiere desplazado la herramienta de aplicación de hidrachorro 14 hacia arriba en el pozo, el fluido de aislamiento 28 de conformidad con la presente invención puede ser bombeado en el pozo 10 adyacente a la primera zona 16. Con el tiempo, el fluido de aislamiento 28 taponará una o más fracturas 24 en la primera zona 16, conforme se muestra, por ejemplo, en la FIG. 9D. (Aunque no se muestre, aquéllos versados en la técnica apreciarán que el fluido de aislamiento 28 puede permearse en las fracturas 24. Los pasos de perforar la formación, iniciar las fracturas, propa-

gar las fracturas y taponar o parcialmente sellar las fracturas se repiten para tantas zonas adicionales como se desee, aunque solamente una segunda zona 30 se muestra en las FIGS. 6-10.

5 [00077] Después de haberse formado todas las fracturas deseadas, el fluido de aislamiento 28 puede ser removido de la formación subterránea 12. Hay varias formas de lograr esto además de fluir el fluido del yacimiento para el pozo y para aquéllos ya mencionados, a saber, la circulación in-
 10 versa y la aplicación de hidrachorro al fluido para removerlo para fuera del pozo 10. En otro método, se bombea el ácido en el pozo 10 con el fin de activar, desactivar, o disolver el fluido de aislamiento 28 in situ. Todavía en otro método, se bombea el nitrógeno para el pozo 10 para
 15 inundar el pozo y así remover el fluido de aislamiento 28 y otros fluidos y materiales que pueden haber quedado en el pozo.

[00078] Todavía otro método de conformidad con la presente invención será descrito ahora. Primeramente, al igual que
 20 con otros métodos, se perfora el pozo 10. Luego, se perfora la primera zona 16 en la formación subterránea 12 inyectando un fluido presurizado a través de la herramienta de aplicación de hidrachorro 14 hacia el interior de la formación subterránea, con el fin de formar uno o más túneles de
 25 perforación 20. La herramienta de aplicación de hidrachorro 14 también puede ser girada o girada y/o axialmente despla-

zada durante este paso para cortar ranuras en la formación subterránea 12. Luego se inicia una o más fracturas 24 en la primera zona 16 de la formación subterránea inyectando un fluido de fracturación en el uno o más túneles de perforación 20 a través de la herramienta de aplicación de hidrachorro 14. Siguiendo este paso o simultáneamente con el mismo, se bombea el fluido de fracturación adicional en la una o más fracturas 24 en la primera zona 16 a través de la corona 19 en el pozo 10 con el fin de propagar las fracturas 24. Cualesquiera virutas dejadas en la corona después de perforar y los pasos de perforación podrán ser bombeadas en la fractura durante este paso. Simultáneamente con este último paso, se desplaza subiendo por el pozo la herramienta de aplicación de hidrachorro 14. Luego cesa el bombeo del fluido de fracturación en la formación a través de la corona 19. Todos estos pasos son luego repetidos para la segunda zona 30 y cualesquiera zonas subsiguientes en lo sucesivo. La velocidad del fluido de fracturación que esté siendo expulsado de la herramienta de aplicación de hidrachorro 14 se ve disminuida a medida que se desplaza la herramienta subiendo por el pozo y hasta puede detenerse también.

[00079] Un método adicional de conformidad con la presente invención será descrito ahora. Primeramente, al igual que con otros métodos, se perfora el pozo 10. Luego, se perfora la zona 16 en la formación subterránea 12 inyectando un

fluido presurizado a través de la herramienta de aplicación de hidrachorro 14 en la formación subterránea, con el fin de formar uno o más túneles de perforación 20. La herramienta de aplicación de hidrachorro 14 puede ser girada durante este paso para cortar ranuras en la formación subterránea 12. Alternativamente, la herramienta de aplicación de hidrachorro 14 puede ser girada y/o desplazada axialmente dentro del pozo 10, con el fin de crear un corte recto o helicoidal en la formación 16. Luego, se inicia una o más fracturas 24 en la primera zona 16 de la formación subterránea inyectando una fracturación en el uno o más túneles de perforación o cortes 20 a través de la herramienta de aplicación de hidrachorro 14. Siguiendo este paso o simultáneamente con el mismo, se bombea fluido de fracturación adicional en la una o más fracturas 24 en la primera zona 16 a través de la corona 19 en el pozo 10 con el fin de propagar las fracturas 24. Cualesquiera virutas dejadas en la corona después de la perforación son bombeadas en la fractura durante este paso. Simultáneamente con este último paso, se desplaza la herramienta de aplicación de hidrachorro 14 subiendo por el pozo y opera la misma para perforar la próxima zona. Luego cesa el bombeo del fluido de fracturación bajando por la corona 19 hacia las fracturas, en cuya oportunidad la herramienta de aplicación de hidrachorro comienza a iniciar las fracturas en la segunda zona. Luego el proceso se repite.

[00080] Todavía otro método de conformidad con la presente invención será descrito ahora con referencia a las FIGS. 10A-C. Primeramente, al igual que con otros métodos, se perfora el pozo 10. Luego, se perfora la primera zona 16 en la formación subterránea 12 inyectando un fluido presurizado a través de la herramienta de aplicación de hidrachorro 14, conforme se muestra en la FIG. 10A. El fluido presurizado puede ser ventajosamente un fluido surfactante viscoelástico. El fluido inyectado en la formación durante este paso contiene, típicamente, un abrasivo para mejorar la penetración. La herramienta de aplicación de hidrachorro 14 puede ser girada durante este paso para cortar una ranura o ranuras en la formación subterránea 12. Alternativamente, la herramienta de aplicación de hidrachorro 14 puede ser girada y/o desplazada axialmente dentro del pozo 10, con el fin de crear un corte recto o helicoidal en la formación 16.

[00081] Luego, se inicia una o más fracturas 24 en la primera zona 16 de la formación subterránea inyectando un fluido de fracturación en el uno o más túneles de perforación o cortes 20 a través de la herramienta de aplicación de hidrachorro 14, conforme se muestra en la FIG. 10B. Durante este paso, el fluido de base inyectado en la formación subterránea podrá contener una partícula de tamaño muy pequeño tal como una arena de sílice malla 100, que también se conoce como Oklahoma No. 1. Luego, un segundo fluido de

fracturación que podrá o no tener una segunda viscosidad más grande que la del primer fluido de fracturación, se inyecta en las fracturas 24 para propagar así dichas fracturas. El segundo fluido de fracturación comprende el fluido
5 base, arena, posiblemente un enlace cruzado y uno o ambos con respecto a un adhesivo y agente de consolidación. En una modalidad, el adhesivo es intensificador de conductividad SANDWEDGE fabricado por Halliburton y el agente de consolidación es el agente de consolidación EXPEDITE también
10 fabricado por Halliburton. La presente invención también incluye modalidades con el uso de uno o más agentes de pegajosidad acuosos en por lo menos una porción del fluido de fracturación, en donde los agentes de pegajosidad acuosos son del tipo revelado en la Publicación de Patente americana
15 na No. 20050274517 publicada el 15 de diciembre de 2005 y que tiene por inventores nombrados a Matthew E. Blauch; Thomas D. Welton; y Philip D. Nguyen, la cual queda incorporada aquí por referencia en su totalidad. El segundo fluido de fracturación podrá ser descargado en una o más
20 formas descritas aquí. Igualmente, también podrá realizarse un paso de acidificación.

[00082] Luego, se desplaza la herramienta de aplicación de hidrachorro 14 hacia la segunda zona 30, en donde perfora aquella zona formando así túneles de perforación o cortes
25 32. Luego, se inician las fracturas 34 de la segunda zona 30 utilizando la técnica descrita anteriormente o una téc-

nica similar. Luego, las fracturas 34 de la segunda zona son propagadas inyectando un segundo fluido similar a lo antes mencionado, es decir, el fluido que contiene el adhesivo y/o agente de consolidación en las fracturas. Se
5 bombea lo suficiente del fluido de fracturación pozo hacia abajo para llenar el pozo y las aberturas de fracturas 24 en la primera zona 16. Esto ocurre de la siguiente manera. La elevada temperatura pozo hacia abajo hace que las partículas de arena del fluido de fracturación se unan entre sí
10 en grupos o como un lecho relleno de manera suelta y así forman un tapón in situ. Inicialmente, parte del fluido, que fluye hacia los túneles perforados hidráulicamente y en parte de la trayectoria en las partículas 24 que están siendo concentradas como parte de la fase líquida, gotea
15 hacia fuera para dentro de la formación en la primera zona 16, pero como lo apreciarán aquéllos versados en la técnica, no tardará mucho antes de que las aberturas se taponen o se sellen parcialmente. Una vez que se llenen las aberturas de las fracturas 24, puede bombearse suficiente fluido
20 bajando por el pozo 10 para llenar parte o la totalidad del pozo 10 adyacente a las fracturas 24, conforme se muestra en la FIG. 10C. A la larga, pueden bombearse suficiente fluido de fractura y agente de soporte bajando por el pozo para hacer que la primera zona 16 sea taponada o parcial-
25 mente sellada. Este proceso luego se repite para las zonas subsiguientes después de las subsiguientes etapas de perfo-

ración y fracturación hueco hacia arriba.

[00083] Las FIGS. 11A-B ilustran los detalles de la herramienta de aplicación de hidrachorro 14 para usarse en la realización de los métodos de la presente invención. La herramienta de aplicación de hidrachorro 14 comprende un cuerpo principal 40, que es de forma cilíndrica y se forma de un metal ferroso. El cuerpo principal 40 tiene una extremidad superior 42 y una extremidad inferior 44. La extremidad superior 42 se conecta con la tubería de serpentín 18 para su operación dentro del pozo 10. El cuerpo principal 40 tiene una pluralidad de toberas 46, que se adaptan para dirigir el fluido de alta presión para fuera del cuerpo principal 40. Las toberas 46 pueden ser dispuestas, y en una modalidad se disponen, en un ángulo con respecto al cuerpo principal 40, con el fin de expulsar el fluido presurizado para fuera del cuerpo principal 40 en un ángulo distinto a 90°F (sic).

[00084] La herramienta de aplicación de hidrachorro 14 comprende además medios 48 para abrir la herramienta de aplicación de hidrachorro 14 al flujo de fluido desde el pozo 10. Tal abertura de fluido 48 incluye una placa permeable con fluido 50, la cual se monta en la superficie interna del cuerpo principal 40. La placa permeable al fluido 50 atrapa una pelota 52, la cual se establece en el asiento 54 cuando el fluido presurizado está siendo expulsado de las toberas 46, conforme se muestra en la FIG. 11A. Cuando

el fluido presurizado no esté siendo bombeado bajando por la tubería de serpentín hacia la herramienta de aplicación de hidrachorro 14, el fluido del pozo es capaz de ser circulado hasta la superficie por medio de la abertura 48. Más específicamente, el fluido del pozo levanta la pelota 52 contra la placa permeable al fluido 50, lo que a su vez permite que el fluido del pozo fluya hasta la herramienta de aplicación de hidrachorro 14 y, finalmente, suba a través de la tubería de serpentín 18 hasta la superficie, conforme se muestra en la FIG. 11B. Como lo reconocerán aquellos que tienen conocimiento ordinario en la técnica, pueden usarse otras válvulas en el lugar del arreglo de bola y asiento 52 y 54 mostrado en las FIGS. 11A y 11B. Pueden usarse válvulas de dardos, válvulas de resortes e inclusive válvulas de trampas, tales válvulas balcomp. Además, aunque las FIGS. 11A y 11B solamente muestran una válvula en el fondo de la herramienta de aplicación de hidrachorro 14, tales válvulas pueden ser colocadas ambas en la parte superior y el fondo, conforme se desee.

[00085] Todavía otro método de conformidad con la presente invención será descrito ahora. Primeramente, la primera zona 16 de la formación subterránea 12 es perforada inyectando un fluido de perforación a través de la herramienta de aplicación de hidrachorro 14 al interior de la formación subterránea, con el fin de formar túneles de perforación 20, conforme se muestran, por ejemplo, en la FIG. 1A. Lue-

go, se inician fracturas 24 en los túneles de perforación 20 bombeando un fluido de fracturación a través de la herramienta de aplicación de hidratorro 14, conforme se muestra, por ejemplo, en la FIG. 3. Las fracturas 24 son luego propagadas inyectando fluido de fracturación adicional en las fracturas a través tanto de la herramienta de aplicación de hidratorro 14 como de la corona 19. Las fracturas 24 son luego taponadas, por lo menos parcialmente, bombeando un fluido de aislamiento 28 en las aberturas de las fracturas y/o sección del pozo adyacente a las fracturas 24. El fluido de aislamiento 28 puede ser bombeado en esta región o bien a través de la corona 19, conforme se muestra en la FIG. 4 o a través de la herramienta de aplicación de hidratorro 14, conforme se muestra en la FIG. 5 o una combinación de ambos. Una vez que se hubieren taponado las fracturas 24, se retira la herramienta de aplicación de hidratorro 14 de la primera zona 16. La misma puede ser desplazada subiendo por el hueco para subsiguiente fracturación o hueco abajo, verbigracia, cuando se marca un fluido que atraviesa las perforaciones para su sellado en donde se desea bombear el químico desde un punto por debajo de la zona de interés para lograr plena cobertura -- luego se hace la herramienta subiendo por el químico marcado. Por último, estos pasos o un subpaso de ello, son repetidos para las zonas subsiguientes de la formación subterránea 12.

[00086] De conformidad con todos los ejemplos ilustrativos

de la invención, por lo menos una porción de por lo menos uno entre el fluido de fracturación y el fluido de aislamiento comprende un fluido surfactante viscoelástico. Sin limitarse a cualquier explicación teórica, se espera que un
5 fluido surfactante viscoelástico mejore la limpieza y ayude a reducir los daños a la formación.

[00087] Como se conoce bien en la técnica, puede incluirse un dispositivo de posicionamiento, tal como detector de rayos gamma o localizador de collar del revestimiento (no
10 mostrado) en el montaje del pozo inferior para mejorar la precisión de posicionamiento de las perforaciones.

[00088] Los métodos de conformidad con la invención pueden comprender adicionalmente, de forma opcional, el paso de sobreinundar la composición de acidificación en la forma-
15 ción con un fluido de sobreinundación capaz de desplazar por lo menos parte de la composición de acidificación más lejos dentro de la formación. El fluido de sobreinundación es preferiblemente una solución acuosa. El paso de sobreinundación puede estar en la extremidad de cola del paso de
20 fracturación de la formación. Con mayor preferencia, sin embargo, el paso de sobreinundación de la composición de acidificación comprende además: la descarga del fluido de sobreinundación a través de la herramienta de perforación hidráulica y a la formación bajo condiciones que no sean
25 suficientes para iniciar una fractura en la formación. Podrá haber algo de solapamiento en la introducción del flui-

do de acidificación y el fluido de sobreinundación, por ejemplo, en casos en donde se utilicen dispositivos de bombeo por separado.

[00089] Preferiblemente, se coloca el fluido de sobreinundación en la formación a una velocidad de flujo de matriz tal que se desplace el fluido de acidificación desde cerca del pozo. Generalmente, el volumen de fluido de sobreinundación colocado en la formación subterránea oscila aproximadamente de 0,1 aproximadamente a 50 veces el volumen del fluido de acidificación. En algunas modalidades de la presente invención, el volumen de fluido de sobreinundación colocado en la formación subterránea oscila aproximadamente de 2 aproximadamente a 5 veces el volumen del fluido de acidificación.

[00090] Ha de entenderse que en varias modalidades, pueden incluirse aditivos con uno entre el fluido de fracturación y el fluido de aislamiento, o ambos, usados en la presente invención, tal como un inhibidor de corrosión de gas (N_2 o CO_2), surfactante no emulsionante, otros surfactantes, agentes de gelificación de polímero, inhibidores de hidrato, inhibidores de asfatenos, inhibidores de parafina, disolventes mutuos, alcoholes, oxidantes y reductores.

[00091] El método de conformidad con la invención comprende además, preferiblemente, el paso de fluir de regreso o producir fluido a partir de la formación.

[00092] Hay que entender que los varios pasos de conformi-

dad con los métodos preferidos de la invención pueden ser
puestos en práctica ventajosamente en varias combinaciones.
También hay que entender que los pasos de conformidad con
la invención y varias modalidades preferidas de la inven-
5 ción pueden ser repetidos en diferentes intervalos del mis-
mo pozo.

[00093] De este modo, la presente invención está bien
adaptada para realizar los objetos y lograr los fines y
ventajas mencionadas anteriormente así como aquéllos in-
10 herentes a los mismos. Mientras se han descrito las modali-
dades preferidas de la invención para los fines de esta re-
velación, aquéllos versados en la técnica pueden hacer cam-
bios en la construcción y disposición de partes y en la
realización de los pasos, cuyos cambios quedan comprendidos
15 dentro del espíritu de la presente invención conforme se
define en las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para fracturar un intervalo de una formación subterránea adyacente a un pozo de inyección que es,
5 un agujero abierto o un revestimiento sin cementar, el método comprende los siguientes pasos:

(a) perforar una zona del intervalo de producción inyectando un fluido presurizado a través de una herramienta de aplicación de hidrachorro en la formación subterrá-
10 nea, con el fin de formar túneles de perforación; e

(b) inyectar un fluido de fracturación que además comprende la inyección de un fluido viscoelástico tensioactivo y un fluido de acidificación como un fluido de mezclado o en el que el fluido de fracturación comprende tanto un
15 tensioactivo líquido viscoelástico y un fluido de acidificación, en túneles de perforación para crear una fractura a lo largo de los túneles de perforación;

en donde una porción entre el fluido presurizado y el fluido de fracturación comprende un fluido surfactante
20 viscoelástico.

2. El método de conformidad con la Reivindicación 1, el cual comprende además los pasos de:

(c) taponar parcialmente fracturas en la zona con un fluido de aislamiento, fluido libre de materiales poliméricos; y
25

(d) repetir los pasos (a) y (b) en una segunda zo-

na del intervalo de producción.

3. El método de conformidad con la Reivindicación 2, en el cual el preforma, el fluido de fracturación y el fluido de aislamiento es un fluido que esta sustancialmente libres
5 de materiales poliméricos.

4. El método de conformidad con la Reivindicación 3, en el cual el pozo es uno de inyección.

5. El método de conformidad con la Reivindicación 2, en el cual una porción entre el fluido de fracturación y el
10 fluido de aislamiento que es un fluido libre de materiales poliméricos, comprende además un fluido de acidificación para morder la formación.

6. El método de conformidad con la Reivindicación 5, en el cual el paso de inyectar un fluido de fracturación comprende además la inyección de un fluido surfactante viscoelástico y un fluido de acidificación como un fluido mezclado o intermitentemente.

7. El método de conformidad con la reivindicación 5, el cual comprende además el paso de desplazar el fluido de
20 acidificación más lejos dentro de la formación.

8. El método de conformidad con la Reivindicación 2, en el cual el fluido de fracturación comprende un soporte.

9. El método de conformidad con la Reivindicación 8, en el cual el fluido de aislamiento que es un fluido libre de
25 materiales poliméricos, no incluye cantidades sustanciales de particulado que sea sustancialmente más pequeño que el

soporte para evitar el taponamiento de los espacios intersticiales entre el soporte colocado en la fractura con particulado más pequeño.

10. El método de conformidad con la Reivindicación 1,
5 en el cual el fluido presurizado que está siendo inyectado en la formación subterránea a través de la herramienta de aplicación de hidrachorro durante el paso (a) comprende sólidos abrasivos.

11. El método de conformidad con la reivindicación 1,
10 en el cual el paso de inyectar el fluido de fracturación comprende además: la inyección del fluido de fracturación a través de la herramienta de aplicación de hidrachorro dentro de los túneles de perforación.

12. El método de conformidad con la Reivindicación 11,
15 el cual comprende además: bombear fluido de fracturación adicional en las fracturas de la zona a través de la corona de pozo en donde se dispone la herramienta de aplicación de hidrachorro.

13. El método de conformidad con la Reivindicación 1,
20 en donde el fluido de fracturación comprende un material sólido o semisólido.

14. El método de conformidad con la Reivindicación 13, en el cual el material sólido comprende un agente de soporte.

25 15. El método de conformidad con la Reivindicación 2, el cual comprende además el paso de remover el fluido de

aislamiento de la zona.

16. El método de conformidad con la Reivindicación 15, en donde el paso de remover el fluido de aislamiento de la zona se realiza circulando el fluido de aislamiento libre
5 de material polimérico fuera del pozo.

17. El método de conformidad con la Reivindicación 15, en el cual el paso de remover el fluido de aislamiento de la zona se realiza mediante aplicación de hidrachorros al fluido de aislamiento para retirarlo del pozo.

10 18. El método de conformidad con la Reivindicación 1, en el cual se realiza el paso de perforación de manera correctiva después de haberse realizado un proceso de culminación inicial en el pozo.

19. Un método para fracturar un intervalo de producción
15 de una formación subterránea adyacente a un pozo que es, un agujero abierto o un revestimiento sin cementar, el método comprende los siguientes pasos:

(a) perforar una zona del intervalo de producción inyectando un fluido presurizado a través de una herramienta de aplicación de hidrachorro en la formación subterrá-
20 nea, con el fin de formar túneles de perforación;

(b) inyectar un fluido de fracturación en túneles de perforación con el fin de crear una fractura a lo largo de túneles de perforación; y

25 (c) taponar parcialmente las fracturas en la zona con un fluido de aislamiento;

en donde una porción entre el fluido presurizado, el fluido de fracturación y el fluido de aislamiento comprende un fluido surfactante viscoelástico o donde el fluido de fracturación comprende ambos un fluido surfactante viscoelastico y un fluido acidificante.

20. El método de conformidad con la Reivindicación 19, el cual comprende además: la repetición de los pasos (a) a (c) en una segunda zona de la formación subterránea.

21. El método de conformidad con la Reivindicación 19, en el cual se realiza el paso de perforación de manera correctiva después de haberse completado un proceso de culminación inicial en el pozo.

22. Un método de fracturar un intervalo de producción de una formación subterránea adyacente a un pozo que es hueco abierto o tiene un revestimiento sin cementar, el método comprendiendo los pasos de:

(a) perforar una zona de la formación subterránea inyectando un fluido presurizado a través de una herramienta de aplicación de hidrachorro en la formación subterránea, con el fin de formar túneles de perforación;

(b) iniciar fracturas en la zona de la formación subterránea inyectando un fluido de fracturación a través de la herramienta de aplicación de hidrachorro en túneles de perforación;

(c) bombear fluido de fracturación adicional en fracturas de la zona a través de una corona de pozo en la

cual se dispone la herramienta de aplicación de hidrachorro con el fin de propagar la fractura,

en donde una porción del fluido presurizado y del fluido de fracturación comprende un fluido surfactante viscoelástico.

23. El método de conformidad con la Reivindicación 22, el cual comprende además el paso de: repetir los pasos (a) a (c) en una segunda zona de la formación subterránea.

24. El método de conformidad con la Reivindicación 23, el cual comprende además el paso de: taponar parcialmente fracturas en la zona con fluido de aislamiento antes de repetir los pasos (a) a (c) en una segunda zona de la formación subterránea.

25. El método de conformidad con la Reivindicación 24, en el cual una porción del fluido de aislamiento comprende un fluido surfactante viscoelástico.

26. El método de conformidad con la Reivindicación 24, en el cual el fluido presurizado, el fluido de fracturación y el fluido de aislamiento comprende además un ácido para morder la formación.

27. El método de conformidad con la Reivindicación 24, en donde el fluido presurizado, el fluido de fracturación y el fluido de aislamiento están sustancialmente libres de materiales poliméricos.

28. El método de conformidad con la Reivindicación 22, en el cual la sustancial totalidad del fluido presurizado,

fluido de fracturación y fluido de aislamiento comprende fluidos surfactantes viscoelásticos.

29. El método de conformidad con la Reivindicación 22, en el cual se realiza el paso de perforar de manera correctiva después de haberse realizado un proceso de culminación
5 inicial en el pozo.