



No. 14-139392- -00000-0000

Fecha: 2014-06-27 15:34:20

Dep. 2020 DIR.NUEVASCR

Tra. 2 PATENTES

Eve: 1 REGDEPOSITO

Act. 411 PRESENTACION

Folios: 2830

Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

SOLICITUD

PATENTE DE INVENCION

21. EXPEDIENTE No.

54. TITULO: EQUIPO Y MÉTODO PARA LA PREPARACIÓN DE EMULSIONES DE AGUA EN CRUDO VIVO

51. CLASIFICACION INTRNACIONAL

71. SOLICITANTE: ECOPETROL S.A.

DOMICILIO: Piedecuesta, Santander, Colombia.

74. APODERADO SILVANA MARIA LÓPEZ DÍAZ

22. BOGOTÁ, D.C.

Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO  No. 14-139392- -00000-0000 Fecha: 2014-06-27 15:34:20 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO Act. 411 PRESENTACION Folios: 28 30 ación
--	--

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES
SOLICITUD DE PATENTE - NACIONAL

1	TIPO DE SOLICITUD	☒ Patente de invención ☐ Patente de Modelo de Utilidad		
2	TÍTULO DE LA INVENCION (200 caracteres o espacios máximos)	3	CIP Clasificación Internacional de Patentes	
EQUIPO Y MÉTODO PARA LA PREPARACIÓN DE EMULSIONES DE AGUA EN CRUDO VIVO				
4	SOLICITANTE (S) ☐ Esta persona también es inventor. Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria			
APELLIDOS O RAZÓN SOCIAL ECOPETROL S.A.		NOMBRE	IDENTIFICACIÓN	TIPO
5	DATOS DEL SOLICITANTE			
DIRECCIÓN: Instituto Colombiano de Petróleo, Km 7 Vía Piedecuesta, CIUDAD Santander				
No. TELÉFONO				
CORREO ELECTRÓNICO				
PAÍS DE RESIDENCIA: Colombia.				
LUGAR DE CONSTITUCIÓN: Colombia.				
6	INVENTOR (ES)			
APELLIDOS		NOMBRES		NACIONALIDAD
1. CAÑAS MARIN,		Wilson Antonio		Colombiano
2. SANDOVAL RODRIGUEZ,		Libia Sofia		Colombiano
DIRECCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO:				
7	DATOS INVENTOR (ES)			
DIRECCIÓN		CIUDAD	PAÍS RESIDENCIA	
1. Calle 8 Norte No 4-150 Portal de Santillana, 2. Calle 27 # 3A - 70 apto 106,		Piedecuesta,Santander, Bogotá,	Colombia Colombia	
OTRO(S) SOLICITANTE(S) Y/O (OTRO(S)) INVENTOR(ES)				
☐ Los demás solicitantes y/o (demás) inventores se indican en una hoja de información complementaria.				
8	☐ REPRESENTANTE LEGAL ☒ APODERADO			
APELLIDOS LÓPEZ DÍAZ		NOMBRES SILVANA MARIA		IDENTIFICACIÓN C.C. 22.468.787 T.P. 147463 CSJ
DIRECCIÓN	Cra. 11 NO. 86-53, Piso 6	No. TELÉFONO	6181088	
CIUDAD	Bogotá	CORREO ELECTRÓNICO: notificaciones@clarkemodet.com.co		
PAÍS	Colombia	No. RADICACIÓN O PROTOCOLO DE PODER GENERAL		
9	DECLARACIONES DE PRIORIDAD ☐ SI ☐ NO			
(33) PAÍS DE ORIGEN		CÓDIGO PAÍS	(31) NÚMERO	(32) FECHA(AAA/MM/DD)

10	DECLARACIÓN SOBRE USO DE RECURSOS GENÉTICOS O BIOLÓGICOS	
<i>Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de recursos genéticos o biológicos de los que cualquiera de los países miembros de la Comunidad Andina es país de origen.</i>		
☐ SI ☐ NO		
Nota: En caso afirmativo deberá anexar copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, o certificado o numero de registro, expedido por la Autoridad competente.		
11	DECLARACIÓN SOBRE USO DE CONOCIMIENTOS TRADICIONALES	
<i>Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de conocimientos tradicionales de comunidades indígenas, afroamericanas o locales de países miembros de la Comunidad Andina.</i>		
☐ SI ☐ NO		
Nota: En caso afirmativo deberá anexar la licencia o autorización de uso de conocimiento tradicional, o certificado o numero de registro.		
12	REDUCCIÓN DE TASAS	
<i>Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente.</i>		
☐ SI ☐ NO		
Nota: En caso de ser persona natural y carecer de medios económicos, y por lo tanto, aplique la reducción de tasas a que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento.		
Micro, pequeñas y medianas empresas ☐		
Universidades públicas o privadas ☐		
Entidades sin ánimo de lucro ☐		
Debe aportar los documentos que se indican en el numeral 17 de anexos		
13	AUTORIZACIÓN DE NOTIFICACIÓN EN LÍNEA ☐ SI ☐ NO	
Manifiesto que he leído y entendido perfectamente los términos y condiciones de uso de medios electrónicos para las notificaciones en línea a través de Internet de los actos administrativos proferidos por la Superintendencia de Industria y Comercio que deben ser notificados personalmente y, en consecuencia, autorizo el servicio de notificación a través de internet.		
14	PARA PUBLICAR A PARTIR DE LA FECHA DE PRESENTACIÓN O DE LA PRIORIDAD INVOCADA:	15. COMPROBANTE DE PAGO
Si es Patente de Invención ☐ 6 meses ☒ 12 meses ☐ 18 meses ☐ Otro Cual: Si es Patente de Modelo de Utilidad ☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ Otro Cual:		Nº 14-058451 Fecha : 04/06/2014
16	FIRMA DEL APODERADO	
 SILVANA MARIA LÓPEZ DÍAZ C.C. 22.468.787 T.P. 147463 CSJ		
17	ANEXOS	
Documentación Técnica 1. ☒ Descripción N° de folios: 12 2. ☒ Reivindicaciones N° Reivindicaciones: 9 3. ☒ Dibujos y/o figuras N° folios: 7 4. ☒ Resumen. 5. ☐ Documento de Prioridad. 6. ☐ Traducción del documento de prioridad. 7. ☐ Certificado de depósito de material biológico si fuera el caso. 8. ☐ Listado de secuencias de nucleótidos y/o aminoácidos en forma digital si fuera el caso. 9. ☐ Arte final 12 x 12. 10. ☐ Anexo formato digital. Documentación Jurídica 11. ☒ Poderes, si fuera el caso. 12. ☒ Documento que legalmente pruebe la cesión del inventor al solicitante o a su causante. 13. ☐ Copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, o certificado o numero de registro, si fuera el caso. 14. ☐ Copia de la licencia o autorización de conocimientos tradicionales, o Certificado o numero de registro, si fuera el caso. 15. Reducción de tasas Micro, pequeñas o medinas empresas ☐ Copia simple de la declaración de renta del año inmediatamente anterior, o en su defecto prueba documental idónea. ☐ Documento de constancia de cumplimiento con lo establecido en la ley 905 de 2004. Universidades públicas o privadas ☐ Copia acto de reconocimiento institucional emitido por el Ministerio de Educación Entidades sin ánimo de lucro ☐ Copia de registro vigente en Cámara de comercio. ☐ Hoja de información complementaria. ☐ Otros, especificar 16. ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud. 17. ☐ Comprobante de pago por reivindicación de prioridad. 18. ☐ Comprobante de pago de la tasa por concepto de excedente de palabras en la publicación. 19. ☐ Comprobante de pago por reivindicación adicional a 10.		

"EQUIPO Y MÉTODO PARA LA PREPARACIÓN DE EMULSIONES DE AGUA EN CRUDO VIVO"

OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención se ubica dentro del sector petrolero en el área de producción de pozos y
5 específicamente pertenece al área tecnológica y científica de sistemas dispersos a alta presión.

ESTADO DE LA TECNICA

En la actualidad todos los procesos de preparación de emulsiones a alta presión en la industria del petróleo se realizan a partir de dos tipos de tecnologías base, estas tecnologías a grandes rasgos son:

10 El equipo realview de Schlumberger (figura 1) que está conformado por dos cilindros concéntricos, el interno móvil y accionado por un motor eléctrico y el externo que es completamente inmóvil; los fluidos de trabajo que son agua y aceite se cargan en el espacio ubicado entre los dos cilindros. Este equipo está fundamentado en la teoría Taylor-Coutte para aplicar un esfuerzo de corte circular (torque) al cilindro interno móvil. El equipo actualmente se utiliza para estudiar la
15 depósito de parafinas y asfáltenos.

Por otro lado, la tecnología suministrada en el equipo de "statoil" (figura 2) se fundamenta en el principio de "homogenización a alta presión" y se basa en el mezclado y esfuerzo de corte que puede hacer una válvula de estrangulamiento. La operación está basada en el principio de que dos
20 fluidos presurizados (agua y aceite) se junten y fluyan a través de un sistema de válvulas, experimentando caídas de presión, lo cual se espera que genere la fuerza de corte necesaria para crear interfaces entre el agua y el aceite. Las emulsiones reportadas son estables sólo por minutos.

En el estado del arte se conoce el documento US2004255649 que se relaciona con un método para
25 medir una emulsión o deposición de sólidos en una muestra de fluido, que comprende cargar la muestra a un dispositivo Couette; someter la muestra en el dispositivo Couette a una presión, una temperatura, y un corte comparable a las condiciones del campo; cambiar por lo menos uno de la presión, temperatura, composición, o corte de la muestra; y cuantificar el tipo y la cantidad de sólidos depositados en las paredes internas del dispositivo Couette. También se divulgan
30 dispositivos para ser usados en el método.

De otra parte, el documento KR101000070 menciona un dispositivo para la fabricación de aceite en emulsión que comprende una primera unidad mezcladora a alta velocidad, una segunda unidad mezcladora de alta velocidad, una banda de retorno que conecta las mezcladoras, y una pluralidad
35 de osciladores, donde la primer unidad mezcladora de alta velocidad incluye una primera unidad central que incluye una unidad de agujero hueco y más de una micro boquillas; una primera unidad anular conectada a la primera unidad central utilizando las micro boquillas; una tubería de agua que inserta agua a la primera unidad anular; y una tubería de crudo que inserta crudo a la primera unidad anular.

También se conoce el documento CN102086405 que divulga un dispositivo de simulación de prueba dinámica de desalación electrónica de crudos, donde después que el crudo es precalentado en un tanque, la tasa de flujo de una bomba de crudo se regula por medio de un medidor de flujo, el crudo es bombeado en el calentador, el crudo se calienta rápidamente y fluye dentro de la tubería, un quebrador de emulsión y agua se bombean en la tubería por medio de una bomba de inyección antes que el crudo ingrese a un mezclador estático, el quebrador de emulsión y el agua, después de haberse mezclado completamente en el mezclador micro estático, ingresan a un tanque de corriente de desalación de corriente altera y un tanque de desalación de alta velocidad o el crudo se desala y se deshidrata de forma electrónica o a alta velocidad de acuerdo con los requerimientos, y el crudo tratado es recolectado por medio de un tanque de recolección o se recicla de forma continua. EL dispositivo simula completamente las condiciones de operación para ser usado en refinerías y campos petroleros.

Finalmente, el documento US2011203353 se refiere a sistemas y métodos para determinar la efectividad de un inhibidor de deposición de asfalteno en aplicaciones de campos petroleros, donde dichos métodos típicamente comprenden los pasos de introducir un fluido de pozo en un sistema microfluídico o milifluídico; introducir una mezcla de un inhibidor de deposición de asfalteno y portador en el sistema microfluídico; introducir un agente de precipitación, que comprende típicamente heptano, en el sistema microfluídico; y opcionalmente introducir tolueno en el sistema microfluídico; luego observar la presencia o ausencia de agregación de asfalteno dentro del sistema microfluídico.

En contraste a estas tecnologías, el equipo desarrollado y presentado en la presente invención esta solicitud es un enfoque diferente a lo encontrado en la literatura. Es diferente al "realview" de la compañía Schlumberger, y de igual modo es diferente al "setup" de la empresa Statoil. Ninguno de los equipos referidos anteriormente utiliza el principio de microfluización como se describirá a continuación.

Esta tecnología utiliza la preparación de una pre-mezcla (agua-aceite) como proceso preliminar para la creación de área interfacial entre las fases aceite y agua. Esta área interfacial disminuye de tamaño mediante la combinación de las técnicas de homogenización a alta presión y microfluidización, utilizando la caída de presión por el uso de válvulas, codos, líneas y "tes" (homogenización a alta presión) y utilizando adicionalmente filtros de diferentes tamaños de orificio, que internamente producen una combinación de efectos entre caída de presión y cambios de dirección y velocidad del fluido (microfluidización). La mencionada tecnología permite obtener emulsiones que permanecen estables, aún después de meses de haber sido preparadas.

DESCRIPCION DE LA INVENCION

Las emulsiones agua en crudo vivo son un problema en la producción de pozos y campos de crudo pesado, pues al formarse en la cara del pozo reducen la productividad debido al incremento de viscosidad ocasionado por la emulsificación del agua. Ahora, como parte de una solución tecnológica para algunos campos de producción en Colombia se planteó la necesidad de estudiar la reología de las emulsiones agua en crudo vivo, el problema particular al que se enfrenta este concepto idea es cómo preparar, para luego analizar, emulsiones agua/ crudo que emulen las emulsiones naturales a condiciones de yacimiento y que además sean lo suficientemente estables

para poder tener el tiempo de estudiarlas en laboratorio. Por lo tanto, se profundizó en el estudio de sistemas emulsionados agua/ crudo vivo para poder entender el impacto de las emulsiones y discriminar mejor la contribución de dichas emulsiones a los problemas de productividad de pozos en campos como los de Chichimene, Caño Sur, Castilla, Akacías, etc.

- 5 En este contexto, el Instituto Colombiano del Petróleo (ICP) ha tenido mucha experiencia y también equipos del tipo reómetros y demás para la preparación y estudio de emulsiones en crudo muerto (sin gas) a condiciones de transporte, pero no poseía equipos ni metodologías disponibles que permitieran preparar y estudiar las emulsiones de crudos vivos a condiciones de yacimiento y cara de pozo.
- 10 Este mismo instituto ha venido trabajando en el estudio de emulsiones en crudos vivos, pues alrededor del 90% de los fluidos son crudos pesados emulsionados debido al medio poroso del reservorio, la caída de presión durante el muestreo, a los perforados del pozo, a la presencia de surfactantes naturales (asfáltenos, ácidos, etc.) y sólidos que estabilizan las emulsiones.

Por lo anterior, las condiciones que son deseadas para cumplir por el equipo son las siguientes:

- 15 • Debe operar a condiciones de presión y temperatura que cubran al menos el rango típico de los yacimientos de crudo pesado en Colombia ($T \leq 148,89 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $300 \text{ }^{\circ}\text{F}$, $P \leq 68947,591 \text{ KPa}$; 10.000 psi). Comúnmente los pozos están a temperaturas cercanas a los $93,333 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ($200 \text{ }^{\circ}\text{F}$) y presiones cercanas a $27579,0364 \text{ KPa}$ (4000 psi).
- 20 • Debe asegurarse que el crudo vivo no cambie su composición, por lo tanto en la preparación de las emulsiones la presión no puede ser inferior a la presión de burbuja del fluido de yacimiento.
- 25 • La emulsión que se prepare debe ser lo suficientemente estable que permita su estudio reológico en el viscosímetro capilar (diferentes esfuerzos de corte) o en una celda PVT para estudios termodinámicos. Con el fin de generar datos experimentales crudos para reportar inmediatamente o usar los mismos para el desarrollo de modelos reológicos y termodinámicos para interpolación/ extrapolación a otras condiciones de corte de agua y demás no estudiadas experimentalmente.
- 30 • Debe ser desarrollado idealmente con partes, accesorios y el uso de otros equipos periféricos disponibles en el Instituto Colombiano del Petróleo (ICP) y que no impliquen procesos adicionales de compras

En la actualidad la preparación y estudio de emulsiones agua/crudo vivo, es ofrecida comercialmente por la empresa Schlumberger usando el equipo ya reseñado realview. Este equipo fue diseñado para estudios de depositación de parafinas y asfáltenos (Patent US 6,959,588 B2; Nov. 1, 2005), sin embargo es utilizado para estudios de emulsiones.

- 35 En resumen, no hay equipos que permitan realizar estudios relacionados con la química de emulsiones: Por lo tanto, existe la necesidad de un equipo que permita estudiar el impacto de las emulsiones sobre la producción y transporte de fluidos en campos petroleros que proporcione información para el dimensionamiento robusto de bombas y equipos de subsuelo y superficie que sean impactados por la viscosidad de los fluidos producidos.
- 40 Para satisfacer esta necesidad la presente invención proporciona una tecnología que contiene un equipo y protocolo para la preparación de emulsiones mediante técnica de microfluidización a alta presión. La tecnología que se presenta emplea la preparación de una pre-mezcla (agua-aceite) como proceso preliminar para la creación de área interfacial entre las fases aceite y agua. Esta

5 área interfacial disminuye de tamaño mediante la combinación de las técnicas de homogenización a alta presión y microfluidización, utilizando la caída de presión por el uso de válvulas, codos, líneas y "tes" (homogenización a alta presión) y utilizando adicionalmente filtros de diferentes tamaños de orificio, que internamente producen una combinación de efectos entre caída de presión y cambios de dirección y velocidad del fluido (microfluidización).

El efecto que se produce con la presente invención es que permite realizar a escala de laboratorio la emulsificación con las siguientes características:

10 • Es posible utilizar crudos muertos y crudos vivos a condiciones variables de presión y temperatura sin que se presenten cambios en la composición total de los fluidos. También se pueden utilizar aceites de naturaleza diferente a los propios de la industria del petróleo.

• Se puede realizar de manera repetible puesto que los contenidos de agua de la emulsión obtenida, y que son verificados experimentalmente mediante las técnicas existentes, son muy cercanos a los contenidos de agua de la emulsión objetivo.

• Los tamaños de gota son homogéneos y muy pequeños.

15 • Las emulsiones son muy estables y por tanto no se observa separación de agua libre aún después de meses de haber sido preparadas.

20 Finalmente, frente al efecto del uso de esta tecnología, la utilización de esta impacta directamente los estudios de daños a la formación, dado que puede ser usada para reducir la incertidumbre sobre el verdadero efecto de la formación de emulsiones sobre la productividad en campos de crudo pesado y extrapesado, adicionalmente tiene el potencial de ser usado para el estudio de químicos inhibidores de las emulsiones.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

25 Con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento y para complementar la descripción que se está realizando y de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La figura 1 muestra el *equipo "realview"* de Schlumberger.

La figura 2 revela el equipo *"setup"* de la empresa Statoil.

30 La figura 3 proporciona una vista del diseño 1 del equipo y protocolo para la preparación de emulsiones.

La figura 4 es una vista del diseño 2 del equipo y protocolo para la preparación de emulsiones.

La figura 5 muestra una modificación al diseño 2 del equipo y protocolo para la preparación de emulsiones.

35 La figura 6 brinda un esquema del diseño 3 del equipo y protocolo para la preparación de emulsiones.

La figura 7 es un esquema del diseño final del equipo y protocolo para la preparación de emulsiones.

5

La figura 8 revela un esquema de la preparación de las pre-mezclas del equipo y protocolo para la preparación de emulsiones.

La figura 9 muestra el sistema de válvulas del diseño final del equipo y protocolo para la preparación de emulsiones.

- 5 La figura 10 son imágenes al microscopio de dos fracciones que corresponden a emulsión agua en crudo que tienen contenidos de agua casi idénticos.

DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION

- 10 Para la obtención del diseño final del equipo y protocolo para la preparación de emulsiones de forma consecutiva se obtuvieron tres (3) diseños a manera de prueba y que para la adecuada comprensión de la invención todos se describen a continuación:

Diseño 1 (figura 3)

El primer diseño implementado consistió en una adaptación del equipo de Statoil utilizando dispositivos y equipos de los Laboratorios de "PVT" y de "Daños a la Formación".

- 15 ➤ Objetivo: Verificar la efectividad del montaje de este primer diseño para dispersar agua en crudo y determinar si ocurría el fenómeno de emulsificación.
- Experimentos: Se realizaron 11 pruebas con crudo pesado de 11º API y salmuera sintética con la salinidad equivalente de 6500 ppm de sodio. Relaciones entre 5 y 25% de agua/ crudo.
- 20 ➤ Resultados: No había estabilización en el diferencial de presiones ΔP . Se estableció que para mantener la caída de presión deseada era necesario variar los caudales de las bombas durante las corridas y/o variar la apertura de la válvula. Además, No hubo dispersión del agua en el crudo (emulsificación), se evidenció una apreciable de las fases con presencia de agua libre (sistema inestable).

Diseño 2 (figura 4)

- 25 Con el fracaso del primer diseño se revisó de nuevo la bibliografía y se encontró que por ejemplo en la industria de los alimentos usan unas válvulas que provocan cambios de dirección (aceleración) en el flujo dentro de la mismas, los cuales son los responsables de poder lograr la dispersión de una fase en la otra, esto se conoce como microfluidización. La válvula micrométrica del primer diseño no cumple con ello. Se usaron entonces filtros metálicos marca HIP de 100, 40 y 30 10 micras (100 para la pre-mezcla y 100, 40 y 10 para la recirculación)

- Objetivo: Verificar la efectividad del montaje de este segundo diseño para dispersar agua en crudo y determinar si ocurría el fenómeno de emulsificación.
- Experimentos: Se realizaron 6 pruebas con pesado de 11º API y salmuera sintética con la salinidad equivalente de 6500 ppm de sodio. Todas a 25% de agua/ crudo.
- 35 ➤ Resultados: Se eliminó el sistema digital de lectura de diferenciales "SMAR" (sistema que lleva el nombre la compañía que lo fabrica) porque las caídas de presión superaban su rango de uso. Las diferencias de presión (ΔP) se monitorearon con el manómetro de la bomba. No hubo dispersión del agua en el crudo (emulsificación), se evidenció presencia de "baches" al final de la preparación (sistema inestable).

Modificación al diseño 2 (figura 5)

Consistió en un cambio al montaje con el fin de favorecer la recirculación mediante el uso de dos filtros, uno para cada sentido de flujo, y un sistema de válvulas para cambiar el sentido de flujo de la bomba.

- 5 ➤ Objetivo: Verificar la efectividad del montaje de esta modificación al segundo diseño para dispersar agua en crudo y determinar si ocurría el fenómeno de emulsificación.
- Experimentos: Se realizó una (1) prueba con crudo pesado de 11º API y salmuera sintética con la salinidad equivalente de 6500 ppm (partículas por millón) de sodio. A 25% de agua/ crudo. La "emulsión" final preparada se drenó a tres balones y se entregó al laboratorio de
- 10 FIR para medir tamaño de gota.
- Resultados: Durante el drenado para fenómenos interfaciales (laboratorio de Fenómenos Interfaciales del ICP FIR) se encontró de nuevo presencia de agua libre, llevando a la necesidad de seguir rediseñando el equipo y la metodología de preparación de las emulsiones.

15 Diseño 3 (figuras 6 y 7)

En este tercer diseño se eliminó el sistema mecánico o electrónico para el control de presión "*back pressure*" a fin de poder manejar caudales grandes y se empleó una bomba dúplex para controlar el cilindro inyector y el receptor durante las recirculaciones.

- 20 ➤ Objetivo: Verificar la efectividad del montaje de este TERCER diseño para dispersar agua en crudo y determinar si ocurría el fenómeno de emulsificación estable.
- Experimentos: Se Realizaron tres (3) pruebas con crudo pesado de 11º API y salmuera sintética con la salinidad equivalente de 6500 ppm de sodio. A 20% de agua/ crudo.
- Resultados: Dos (2) de las seis (6) emulsiones se prepararon para estudiar su estabilidad, drenándose de cada una de ellas 15 cc/ día y midiendo contenido de agua (Karl Fischer) y
- 25 tamaño de gota (con el equipo comercial usado para la determinación de distribuciones de tamaño de partícula "*particle sizing instrument*" conocido como "*MASTERSIZER*"). La primera fue estable por 8 días y la segunda por 14 días, tiempo suficiente para mediciones reológicas y algunas propiedades PVT. La tercera emulsión fue drenada en su totalidad para estudiar la homogeneidad de la emulsión. No obstante, presentó agua libre en la
- 30 última porción drenada.

Diseño final (figuras 8 a 10)

Modificación al diseño tres (3). La recirculación se sigue realizando conforme a los esquemas anteriores pero la modificación al tercer (3) diseño y la metodología es que el proceso de pre-mezcla se cambia y se realizada como se muestra en la Figura 8. Las Figuras 7 a 9 constituyen el

35 diseño final.

- Objetivo: Verificar la efectividad de esta modificación al diseño tres (3) para dispersar agua en crudo y determinar si ocurre el fenómeno de emulsificación estable.
- Experimentos: Se Realizaron dos (2) pruebas con crudo pesado de 11º API. La salmuera sintética fue de salinidad equivalente de 6500 ppm (partículas por millón) de sodio. A
- 40 20% de agua/ crudo.
- Resultados: En las 2 emulsiones no hubo presencia de agua libre en toda la extensión de la mezcla. Las 2 emulsiones continuaban estables por periodos muy largos de tiempo inclusive en el rango de meses. Para una de las emulsiones se midió la viscosidad a tres

7

fracciones o baches extraídos de la misma, utilizando un viscosímetro capilar desarrollado también en el laboratorio de PVT, con diferencias en viscosidades menores al 3%. Ambas emulsiones las fracciones o baches extraídos tienen prácticamente el mismo contenido de agua (diferencias menores a 1% entre fracciones de la misma emulsión) y que las gotas tienen diferencias en tamaño; sin embargo, estas diferencias en el tamaño de gota no afectaron la viscosidad de manera marcada, puesto que las diferencias en viscosidades medidas entre las tres fracciones analizadas no superaron el 3%.

COMPONENTES DEL EQUIPO

10 Todos los dispositivos descritos a continuación deben tener la capacidad de operar como mínimo a las condiciones de presión y temperatura descritas anteriormente. Los elementos que componen el equipo son los que se describen a continuación:

- Cilindros de pistón flotante de desplazamiento positivo (C1, C2 y C3) Cualquier cilindro diseñado para la operación a alta presión y alta temperatura, que cumpla como mínimo con las siguientes especificaciones: certificación internacional (DOT/UC), mínimo volumen muerto posible, mínima fricción posible durante el desplazamiento del pistón. El cilindro C3 debe tener doble válvula de control que permita el drenaje de fluidos.
- Bombas de desplazamiento positivo -manuales y/o automáticas- (B1 y B2)
- Cualquier cilindro diseñado para la operación a alta presión que tenga una precisión en volumen mínimo de $1.0 \times 10^{-7} \text{ m}^3$ (0.1 cc).
- Válvulas –manuales y/o automáticas-
- Cualquier válvula diseñada para operar a alta presión y que sea especial para el control de flujo.
- Conexiones (líneas, “tes” conectores)
- Cualquier componente diseñado para operar a alta presión que cumpla con estándares internacionales de fabricación.
- Regulador de contrapresión “Back pressure regulator”
- Cualquier dispositivo diseñado para mantener la presión del cilindro receptor. Este dispositivo se puede emplear como reemplazo de la bomba de desplazamiento positivo B2.
- Filtros
- Filtros metálicos diseñados para operar a alta presión y con tamaños de orificio entre 0.5 y 100 μm .

35 El equipo en su diseño final está representado en la figura 7 y los elementos que lo componen están conectados de la siguiente forma:

40 Dos bombas de desplazamiento positivo -manuales y/o automáticas (B1, B2), dos cilindros conectados, un cilindro receptor (C3) cargado inicialmente con la pre-mezcla y un cilindro de crudo (C2) conectado a la bomba de desplazamiento positivo (1), desde este último cilindro (C2) se conectan estos cilindros (C3, C2) por dos válvulas de aguja (V4, V5) y un filtro (F1) ubicados en línea, y en paralelo a estos una válvula (V6) y un filtro (F2) conectados todos por una unión “te” (T1) que se conecta finalmente a dicho cilindro receptor (C3) que está unido a una bomba de desplazamiento positivo (B2).

El sistema de preparación de premezclas del diseño final (figura 8) está conformado así:

Un sistema de preparación de premezclas que comprende al menos una bomba manual (B1) conectada por lo menos a una "te" (T2) con dos ramas, la primera conectada a al menos a un cilindro de agua (C1) que se conecta a una válvula (V1) e inmediatamente a una te (T1) ubicada en el centro con tres ramificaciones la segunda y central se conecta con al menos un cilindro receptor (C3) que tiene en su cara superior una válvula de aguja (V3), este por lo menos un cilindro receptor (C3) está conectado a al menos una bomba manual (B2), la tercera ramificación de (T1) se conecta con por lo menos un cilindro de crudo (C2) y este se conecta a al menos una bomba manual (B1) por medio de la te (T2).

El sistema de válvulas correspondiente a este diseño final (figura 9) está compuesto y conectado de la siguiente forma:

Una bomba dúplex (B1B) que esta comunicada por medio de una "te" (T2) inicialmente a dos válvulas de agujas (V2, V5) en serie que están comunicadas con la línea (L2) de crudo y después por la misma "te" (T2) con la válvula de aguja (V6) que se comunica con la línea (L3) de premezcla. Adicionalmente otra bomba (B1A) de la misma forma está conectada por medio de una "te" (T3) inicialmente a las válvulas de agujas (V3 y V6) en línea y comunicadas con la línea (L3) de premezcla y después comunicada con la misma "te" (T3) dicha bomba (B1A) esta comunicada con la válvula de aguja (V5) que se conecta a la línea (L2) de crudo.

CONDICIONES DE OPERACIÓN

El equipo está diseñado para la operación a presiones hasta de 138 MPa (20000 psig) y temperaturas hasta de 200 °C (392°F).

La presión mínima de operación del sistema está definida por la presión de burbuja del fluido utilizado.

El método o procedimiento para la preparación de emulsiones es el siguiente por etapas:

Etapas A. PREPARACIÓN DE FLUIDOS Y DE EQUIPOS

Etapas B. PREPARACIÓN DE LA PRE-MEZCLA

Etapas C. MONTAJE Y PUESTA A PUNTO DEL EQUIPO

Etapas D. PREPARACIÓN DE LA EMULSIÓN

A continuación se definen cada una de las etapas que componen el método.

Etapas A. PREPARACIÓN DE FLUIDOS Y DE EQUIPOS

De acuerdo a lo que se aprecia en la figura 8 el esquema del equipo para la preparación de premezclas, el protocolo o procedimiento a seguir es el siguiente:

1. Transferir al cilindro C2 la cantidad de aceite necesaria para obtener el volumen de emulsión requerido para las pruebas, tener en cuenta que debe realizarse a una presión superior a la presión de burbuja del aceite utilizado (normalmente 13789,5182 Kpa o 2000 psig por encima).
2. Cargar la muestra de salmuera o agua de formación en el cilindro C1, presurizar el cilindro a la misma condición del cilindro C2.

3. Realizar el montaje como se muestra en la figura 8 cuando se tengan dos bombas de desplazamiento positivo; o reemplazar la bomba B2 por un regulador de contrapresión "*Back pressure regulator*". Los cilindros C1 y C2 se pueden ubicar en posición horizontal o vertical; el cilindro C3 debe ubicarse en posición vertical. Verificar que el sistema no presente fugas.
- 5 4. Ajustar la presión del cilindro C1 mínimo en 13789,5182 Kpa (2000 PSI) por encima de la presión de burbuja del aceite empleado, teniendo especial cuidado de mantener cerrada la válvula que comunica el cilindro C2 con la bomba B1.
5. Hacer vacío a las conexiones por la válvula V3 del cilindro C3, para lo cual se requiere tener abiertas la válvula V3, las válvulas del cilindro C3 (principal y auxiliar) y las válvulas V1 y V2.
- 10 6. Presurizar con la bomba B2, el cilindro C3 a la misma presión del cilindro C1. En caso que la bomba B2 sea reemplazada por un regulador de contrapresión "*Back pressure regulator*", la presurización del cilindro C3 se debe realizar con la bomba B1.
7. Cerrar las válvulas V1, V2, V3 y las válvulas principal y auxiliar del cilindro C3.
8. Abrir la válvula del cilindro C1 a fin de llenar las líneas de conexión y el volumen muerto del cilindro C3; durante el llenado se debe controlar la presión del cilindro C1.
- 15 9. Abrir V1 y estabilizar presión.
10. Abrir V2 y estabilizar presión.
11. Abrir la válvula principal del cilindro C3 y estabilizar presión.
12. Abrir la válvula auxiliar del cilindro C3 y estabilizar presión.
- 20 13. Cuantificar el volumen empleado en el llenado de líneas y en el volumen muerto del cilindro C3.
14. Cerrar la válvula superior e inferior del cilindro C1 y la válvula V1.
15. Conectar hidráulicamente el cilindro C2 con la bomba B1 y asegurar que el cilindro se encuentre a la presión especificada en el numeral 1.
- 25 16. Abrir lentamente la válvula superior del cilindro C2 manteniendo constante la presión, esperar a que la presión de los dos cilindros (C3 y C2) estabilice.
17. Abrir lentamente la válvula V2 y estabilizar presión.
18. Abrir lentamente la válvula V3 del cilindro C3 para purgar la salmuera o agua de formación inyectada; durante la operación se debe controlar la presión del cilindro C2 con la bomba B1. Se debe tener especial cuidado de no permitir que la presión del cilindro C3 caiga por debajo del valor establecido en el numeral 1, para ello se debe cerrar la válvula V3 cuando se requiera. El agua purgada se debe recoger en un recipiente que permita la cuantificación.
- 30 19. Detener la purga cuando se observe que el fluido retirado por la válvula V3 del cilindro C3 sea aceite, cuantificar el volumen drenado de salmuera o agua de formación.
- 35 20. Ajustar la presión del cilindro C2 en el valor establecido en el numeral 1, utilizando la bomba B1.

- 21. Cerrar la válvula V2.
- 22. Cuantificar el volumen de aceite inyectado.
- 23. Cerrar la válvula auxiliar del cilindro C3 y retirar del montaje la válvula V3.
- 24. Abrir las válvulas superior e inferior del cilindro C1 y ajustar la presión en el valor establecido en el numeral 1.

Etapas B. PREPARACIÓN DE LA PRE-MEZCLA

La preparación de la pre-mezcla (figura 8) se realiza mediante los siguientes pasos:

- 1. Ajustar la presión de los cilindros C1, C2 y C3.
- 2. Realizar los cálculos para determinar los volúmenes de agua y aceite requeridos para preparar la pre-mezcla en forma de batch y el número de batches requeridos.
- 3. Abrir la válvula V1.
- 4. Inyectar a presión constante el primer batch de salmuera o agua de formación acorde con las proporciones pre-establecidas en el numeral 3, para obtener el contenido de agua de interés para la emulsión objetivo.
- 5. Cerrar completamente la válvula V1.
- 6. Abrir la válvula V2.
- 7. Inyectar a presión constante el primer batch de aceite acorde con las proporciones pre-establecidas en el numeral 3, para obtener el contenido de aceite de interés para la emulsión objetivo.
- 8. Cerrar completamente la válvula V2.
- 9. Repetir los pasos 3 a 8 hasta agotar el volumen de aceite presente en el cilindro C2.
- 10. Cerrar completamente las válvulas del cilindro C3 y asegurar la pre-mezcla a la condición de presión establecida.
- 11. Asegurar el cilindro C2 a la condición de presión establecida; reservar el cilindro para hacer el montaje necesario para la preparación de la emulsión (ver sección III).

Etapas C. MONTAJE Y PUESTA A PUNTO DEL EQUIPO

De acuerdo a lo que se aprecia en la figura 8 el esquema del equipo para la preparación de premezclas, el protocolo o procedimiento a seguir es el siguiente:

- La preparación de la emulsión se lleva a cabo mediante la recirculación de la pre-emulsión utilizando dos bombas de desplazamiento positivo (B1 y B2) o una bomba de desplazamiento positivo (B2) y un regulador de contrapresión "*Back pressure regulator*". El sistema debe incluir un arreglo de válvulas que permita la inversión del sentido de flujo.
- 1. Ubicar el cilindro C2 y el cilindro C3 dentro del horno en posición horizontal para evitar la segregación del agua y realizar las conexiones acorde con la figura 7, los filtros deben instalarse con dirección de flujo opuesta.

11

2. Hacer vacío a las conexiones y al arreglo de filtros mediante la válvula V6 (válvula de tres vías).
3. Verificar la presión de los cilindros C2 y C3 mediante una bomba de desplazamiento positivo, la presión debe ser igual al valor establecido en el numeral 1 de la sección I.
4. Abrir lentamente la válvula superior del cilindro C3, verificar que exista conectividad hidráulica bomba-cilindro para el control de la presión.
5. Abrir la válvula V5, verificar que exista conectividad hidráulica bomba-cilindro (C3) para el control de la presión.
6. Abrir la válvula V4, verificar que exista conectividad hidráulica bomba-cilindro (C3) para el control de la presión.
- 10 7. Abrir lentamente la válvula superior del cilindro C2, verificar que exista conectividad hidráulica bomba-cilindro (C2) para el control de la presión.
8. Ajustar la presión del sistema en el valor establecido en el numeral 1 de la sección I. En caso de utilizar un back pressure regulator, ajustar la presión de este dispositivo.
- 15 9. Realizar expansión térmica a presión constante a los cilindros C2 y C3 y al arreglo de filtros hasta la temperatura deseada.

Etapas D. PREPARACIÓN DE LA EMULSIÓN

1. Verificar que exista conectividad hidráulica en el sistema y garantizar la estabilidad de la presión.
2. Establecer los modos de operación del sistema en alguna de las siguientes configuraciones:
 - 20 ➤ Bombeo a caudal constante - Drenaje a presión constante.
 - Bombeo a presión constante – Drenaje a presión constante, garantizando que el diferencial de presión se encuentre entre 300 psig y 3000 psig (dependiendo del tipo de fluido).
 - 25 ➤ Bombeo a caudal constante – Drenaje a caudal constante, garantizando que el diferencial de presión se encuentre entre 300 psig y 3000 psig (dependiendo del tipo de fluido).
3. Cerrar completamente la válvula V4 y verificar que la válvula V5 esté completamente abierta.
4. Bombear desde el cilindro C3 a través del filtro F1, hasta que la totalidad del fluido se encuentre en el cilindro C2.
5. Cerrar completamente la válvula V5 y abrir completamente la válvula V4.
- 30 6. Ajustar el arreglo de válvulas para invertir el sentido de flujo.
7. Bombear desde el cilindro C2 a través del filtro F2, hasta que la totalidad del fluido se encuentre en el cilindro C3.
8. Repetir el ciclo comprendido entre los pasos 3 a 7 las veces que sea necesario para obtener el tamaño de gota requerido.
- 35 9. Asegurar el cilindro C3 donde se encuentra la emulsión y reservarlo para la realización de las pruebas requeridas.

Experimento Adicional:

Finalmente se realizó 1 prueba con crudo de 14.1 °API . La salmuera sintética fue de salinidad equivalente de 6500 ppm (partes por millón) de sodio. Relación de 25% de agua/ crudo.

5 La emulsión preparada se drenó a condiciones ambiente y se caracterizó mediante observación en microscopio OLYMPUS BX53 para determinar el tipo de emulsión obtenida, se determinó el tamaño de gota mediante Mastersizer y se cuantificó el contenido de agua mediante la técnica de agua por destilación (ASTM D4006)

10 Resultados: La emulsión preparada fue homogénea en toda su extensión, puesto que las dos fracciones que corresponden a emulsión agua en crudo (figura 10), tienen contenidos de agua casi idénticos (y muy cercanos al esperado) y la distribución del tamaño de gota no tiene diferencias significativas.

Conclusión:

- 15 • Los resultados obtenidos indican que el diseño desarrollado e implementado permite realizar la emulsificación de agua en crudo pesado con las siguientes características:
- Se pueden utilizar crudos muertos y crudos vivos a condiciones variables de presión y temperatura sin que se presenten cambios en la composición total de los fluidos.
- 20 • Se puede realizar de manera repetible, puesto que los contenidos de agua medidos experimentalmente son muy cercanos a los contenidos de agua calculados antes de la emulsificación.
- Los tamaños de gota son homogéneos y muy pequeños.
- Las emulsiones son muy estables y por tanto no se observa separación de agua libre aún después de meses de haber sido preparadas.

25 Lo anterior es requisito fundamental para que dicho equipo sea usado, en compañía del viscosímetro capilar también desarrollado en el laboratorio de PVT, para los estudios del impacto de emulsiones sobre la productividad de pozos petroleros de crudo pesado; y obviamente el estudio de su posible inhibición.

Autonomía: El equipo es completamente autónomo y no necesita interactuar con ningún otro producto tecnológico.

30

CAPITULO REIVINDICATORIO

Reivindicación 1. Un equipo para preparación de emulsiones de agua en crudo vivo caracterizado porque contiene: Dos bombas de desplazamiento positivo -manuales y/o automáticas (B1, B2), dos cilindros conectados, un cilindro receptor (C3) cargado inicialmente con la pre-mezcla y un cilindro de crudo (C2) que está conectado a la bomba de desplazamiento positivo (1), desde este último cilindro (C2) se conectan estos cilindros (C3, C2) por dos válvulas de aguja (V4, V5) y un filtro (F1) ubicados en línea, y en paralelo a estos una válvula (V6) y un filtro (F2) conectados todos por una unión "te" (T1) que se conecta finalmente a dicho cilindro receptor (C3) que está unido a una bomba de desplazamiento positivo (B2) y opcionalmente el equipo puede contar con un Regulador de contrapresión

Reivindicación 2. El equipo para preparación de emulsiones según la reivindicación 1 caracterizado porque las bombas son de desplazamiento positivo manuales y/o automáticas

Reivindicación 3. El equipo para preparación de emulsiones según la reivindicación 1 caracterizado porque los cilindros (C1, C2 y C3) son de pistón flotante de desplazamiento positivo además pueden ser cualquier cilindro diseñado para la operación a alta presión y alta temperatura y en donde el cilindro C3 tiene doble válvula de control que permita el drenaje de fluidos.

Reivindicación 4. El equipo para preparación de emulsiones según la reivindicación 1 caracterizado porque los cilindros (C1, C2 y C3) están diseñado para la operación a alta presión y pueden tener una precisión en volumen mínimo de $1.0 \times 10^{-7} \text{ m}^3$ (0.1 cc).

Reivindicación 5. El equipo para preparación de emulsiones según la reivindicación 1 caracterizado porque las válvulas son manuales y/o automáticas y operan a alta presión y control de flujo.

Reivindicación 6. El equipo para preparación de emulsiones según la reivindicación 1 caracterizado porque la bomba de desplazamiento positivo (B2) se reemplaza por cualquier dispositivo diseñado para mantener la presión del cilindro receptor.

Reivindicación 7. El equipo para preparación de emulsiones según la reivindicación independiente 1 caracterizado porque los filtros (F1, F2) son metálicos diseñados para operar a alta presión y con tamaños de orificio entre 0.5 y 100 μm .

Reivindicación 8. Un sistema de preparación de premezclas caracterizado porque comprende al menos una bomba manual (B1) conectada por lo menos a una "te" (T2) con dos ramas, la primera conectada a al menos a un cilindro de agua (C1) que se conecta a una válvula (V1) e inmediatamente a una te (T1) ubicada en el centro con tres ramificaciones la segunda y central se conecta con al menos un cilindro receptor (C3) que tiene en su cara superior una válvula de aguja (V3), este por lo menos un cilindro receptor (C3) está conectado a al menos una bomba manual (B2), la tercera ramificación de (T1) se conecta con por lo menos un cilindro de crudo (C2) y este se conecta a al menos una bomba manual (B1) por medio de la te (T2).

Reivindicación 9. Un método para la preparación de emulsiones de agua en crudo vivo caracterizado porque se compone de las siguientes etapas:

Etapas A. Preparación de fluidos y de equipos que comprende las siguientes subetapas:

1) Transferir al cilindro C2 la cantidad de aceite necesaria para obtener el volumen de emulsión requerido para las pruebas a una presión superior a la presión de burbuja del aceite utilizado (mínimo 13789,52 Kpa).

14

- 2) Cargar la muestra de salmuera o agua de formación en el cilindro C1, presurizar el cilindro a la misma condición del cilindro C2.
- 3) Realizar el montaje como se muestra en la figura 8 cuando se tengan dos bombas de desplazamiento positivo; o reemplazar la bomba B2 por un regulador de contrapresión "*Back pressure regulator*". Los cilindros C1 y C2 se pueden ubicar en posición horizontal o vertical; el cilindro C3 debe ubicarse en posición vertical. Verificar que el sistema no presente fugas.
- 4) Ajustar la presión del cilindro C1 mínimo en 13789,52 Kpa (2000 PSI) por encima de la presión de burbuja del aceite empleado, teniendo especial cuidado de mantener cerrada la válvula que comunica el cilindro C2 con la bomba B1.
- 5) Hacer vacío a las conexiones por la válvula V3 del cilindro C3, para lo cual se requiere tener abiertas la válvula V3, las válvulas del cilindro C3 (principal y auxiliar) y las válvulas V1 y V2.
- 6) Presurizar con la bomba B2, el cilindro C3 a la misma presión del cilindro C1. En caso que la bomba B2 sea reemplazada por un regulador de contrapresión "*Back pressure regulator*", la presurización del cilindro C3 se debe realizar con la bomba B1.
- 7) Cerrar las válvulas V1, V2, V3 y las válvulas principal y auxiliar del cilindro C3.
- 8) Abrir la válvula del cilindro C1 a fin de llenar las líneas de conexión y el volumen muerto del cilindro C3; durante el llenado se debe controlar la presión del cilindro C1.
- 9) Abrir V1 y estabilizar presión.
- 10) Abrir V2 y estabilizar presión.
- 11) Abrir la válvula principal del cilindro C3 y estabilizar presión.
- 12) Abrir la válvula auxiliar del cilindro C3 y estabilizar presión.
- 13) Cuantificar el volumen empleado en el llenado de líneas y en el volumen muerto del cilindro C3.
- 14) Cerrar la válvula superior e inferior del cilindro C1 y la válvula V1.
- 15) Conectar hidráulicamente el cilindro C2 con la bomba B1 y asegurar que el cilindro se encuentre a la presión especificada en el numeral 1.
- 16) Abrir lentamente la válvula superior del cilindro C2 manteniendo constante la presión, esperar a que la presión de los dos cilindros (C3 y C2) estabilice.
- 17) Abrir lentamente la válvula V2 y estabilizar presión.
- 18) Abrir lentamente la válvula V3 del cilindro C3 para purgar la salmuera o agua de formación inyectada; durante la operación se debe controlar la presión del cilindro C2 con la bomba B1. Se debe tener especial cuidado de no permitir que la presión del cilindro C3 caiga por debajo del valor establecido en el numeral 1, para ello se debe cerrar la válvula V3 cuando se requiera. El agua purgada se debe recoger en un recipiente que permita la cuantificación.
- 19) Detener la purga cuando se observe que el fluido retirado por la válvula V3 del cilindro C3 sea aceite, cuantificar el volumen drenado de salmuera o agua de formación.

- 20) Ajustar la presión del cilindro C2 en el valor establecido en el numeral 1, utilizando la bomba B1.
- 21) Cerrar la válvula V2.
- 22) Cuantificar el volumen de aceite inyectado.
- 5 23) Cerrar la válvula auxiliar del cilindro C3 y retirar del montaje la válvula V3.
- 24) Abrir las válvulas superior e inferior del cilindro C1 y ajustar la presión en el valor establecido en el numeral 1.

Etapas B. Preparación de la premezcla, que comprende las siguientes sub-etapas:

- 1) Ajustar la presión de los cilindros C1, C2 y C3.
- 10 2) Realizar los cálculos para determinar los volúmenes de agua y aceite requeridos para preparar la pre-mezcla en forma de lote y el número de lotes requeridos.
- 3) Abrir la válvula V1.
- 4) Inyectar a presión constante el primer batch de salmuera o agua de formación acorde con las proporciones pre-establecidas en el numeral 3, para obtener el contenido de agua de interés para la emulsión objetivo.
- 15 5) Cerrar completamente la válvula V1.
- 6) Abrir la válvula V2.
- 7) Inyectar a presión constante el primer batch de aceite acorde con las proporciones pre-establecidas en el numeral 3, para obtener el contenido de aceite de interés para la emulsión objetivo.
- 20 8) Cerrar completamente la válvula V2.
- 9) Repetir los pasos 3 a 8 hasta agotar el volumen de aceite presente en el cilindro C2.
- 10) Cerrar completamente las válvulas del cilindro C3 y asegurar la pre-mezcla a la condición de presión establecida.
- 25 11) Asegurar el cilindro C2 a la condición de presión establecida; reservar el cilindro para hacer el montaje necesario para la preparación de la emulsión (ver sección III).

Etapas C. Montaje y puesta a punto del equipo que comprende las siguientes sub-etapas:

- 1) Preparar la emulsión mediante la recirculación de la pre-emulsión mediante el uso de dos bombas de desplazamiento positivo (B1 y B2) o una bomba de desplazamiento positivo (B2) y un regulador de contrapresión, en donde el sistema incluye un arreglo de válvulas que permita la inversión del sentido de flujo;
- 30 2) Ubicar el cilindro C2 y el cilindro C3 dentro del horno en posición horizontal para evitar la segregación del agua y realizar las conexiones, instalar los filtros con dirección de flujo opuesta;
- 3) Hacer vacío a las conexiones y al arreglo de filtros mediante la válvula V6 (válvula de tres vías);
- 35

16

- 4) Verificar la presión de los cilindros C2 y C3 mediante una bomba de desplazamiento positivo en donde la presión debe ser igual al valor establecido en la etapa A (mínimo 13789,52 Kpa);
- 5) Abrir lentamente la válvula superior del cilindro C3, verificar que exista conectividad hidráulica bomba-cilindro para el control de la presión;
- 6) Abrir la válvula V5, verificar que exista conectividad hidráulica bomba-cilindro (C3) para el control de la presión;
- 7) Abrir la válvula V4, verificar que exista conectividad hidráulica bomba-cilindro (C3) para el control de la presión;
- 8) Abrir lentamente la válvula superior del cilindro C2, verificar que exista conectividad hidráulica bomba-cilindro (C2) para el control de la presión;
- 9) Ajustar la presión del sistema en el valor establecido en la etapa A (mínimo 13789,52 Kpa), en caso de utilizar un regulador de contrapresión, ajustar la presión de este dispositivo;
- 10) Realizar expansión térmica a presión constante a los cilindros C2 y C3 y al arreglo de filtros hasta la temperatura deseada.

Etapa D. Preparación de la emulsión que comprende las siguientes sub-etapas:

- 1) Verificar que exista conectividad hidráulica en el sistema y garantizar la estabilidad de la presión;
- 2) Establecer los modos de operación del sistema en alguna de las siguientes configuraciones:
- Bombeo a caudal constante-Drenaje a presión constante.
 - Bombeo a presión constante-Drenaje a presión constante, en donde el diferencial de presión se encuentre entre 300 psig y 3000 psig (2,07 MPa-20,68 MPa).
 - Bombeo a caudal constante-Drenaje a caudal constante, en donde el diferencial de presión se encuentre entre 300 psig y 3000 psig (2,07 MPa-20,68 MPa).
- 3) Cerrar completamente la válvula V4 y verificar que la válvula V5 esté completamente abierta;
- 4) Bombear desde el cilindro C3 a través del filtro F1, hasta que la totalidad del fluido se encuentre en el cilindro C2;
- 5) Cerrar completamente la válvula V5 y abrir completamente la válvula V4;
- 6) Ajustar el arreglo de válvulas para invertir el sentido de flujo;
- 7) Bombear desde el cilindro C2 a través del filtro F2, hasta que la totalidad del fluido se encuentre en el cilindro C3;
- 8) Repetir el ciclo comprendido entre los pasos 3 a 7 las veces que sea necesario para obtener el tamaño de gota requerido; y
- 9) Asegurar el cilindro C3 donde se encuentra la emulsión y reservarlo para la realización de las pruebas requeridas.

FIGURAS

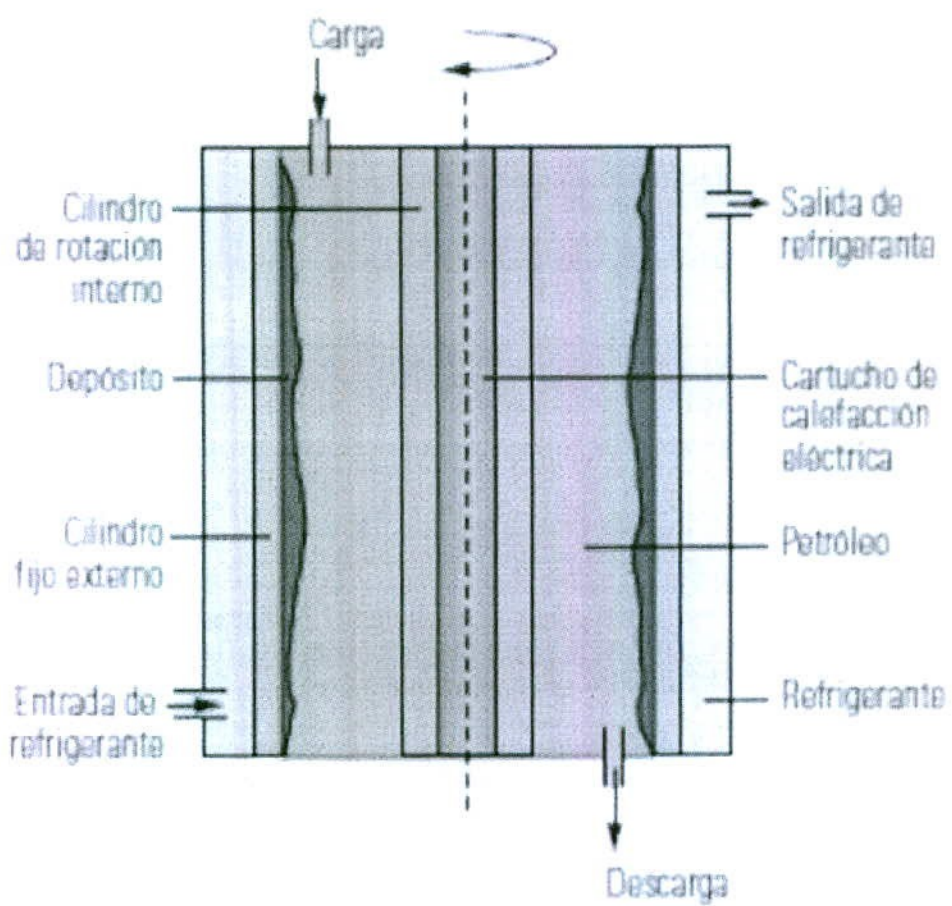


Figura 1. Equipo realview de Schlumberger

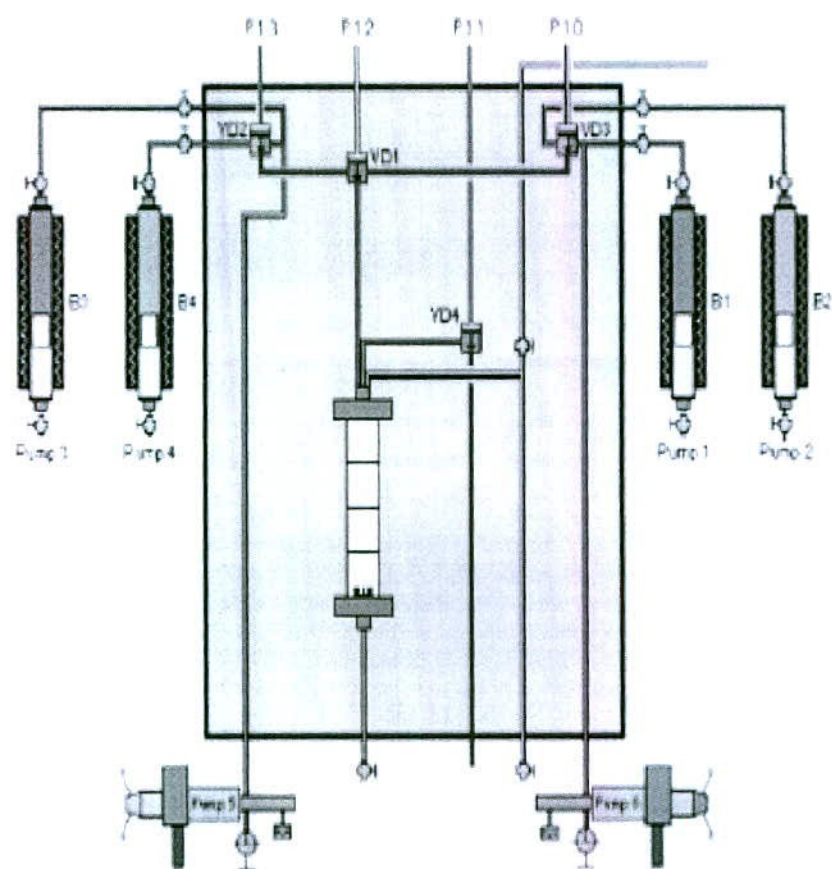


Figura 2. Equipo de "statoil"

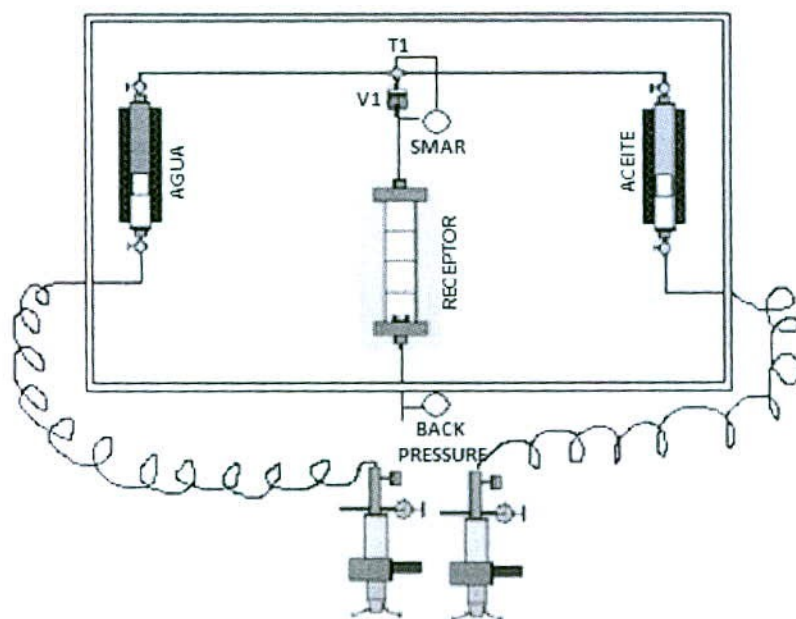


Figura 3. Diseño 1 del equipo y protocolo para la preparación de emulsiones.

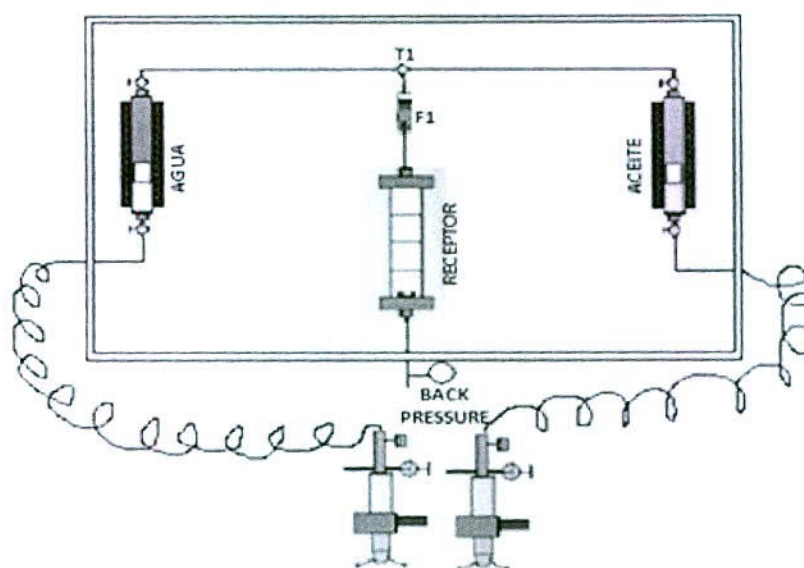


Figura 4. Diseño 2 del equipo y protocolo para la preparación de emulsiones.

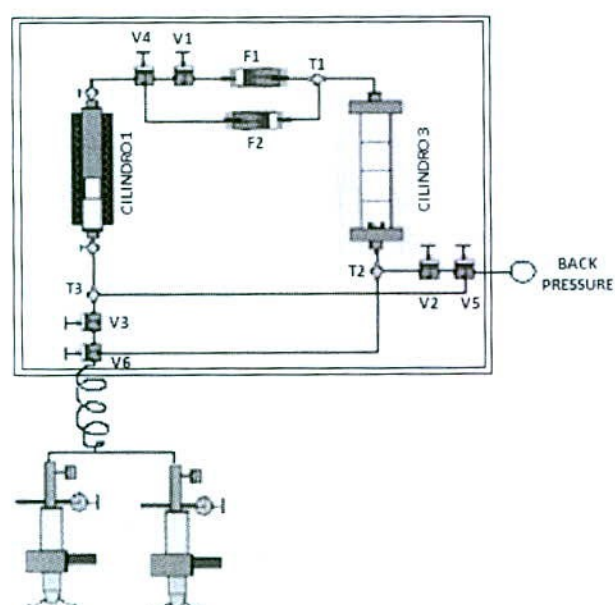


Figura 5. Modificación al diseño 2 del equipo y protocolo para preparación de emulsiones.

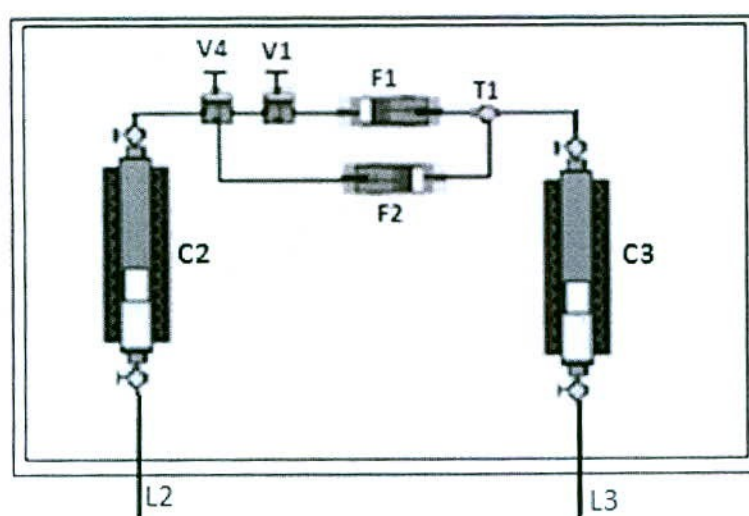


Figura 6. Esquema del diseño 3 del equipo y protocolo para la preparación de emulsiones.

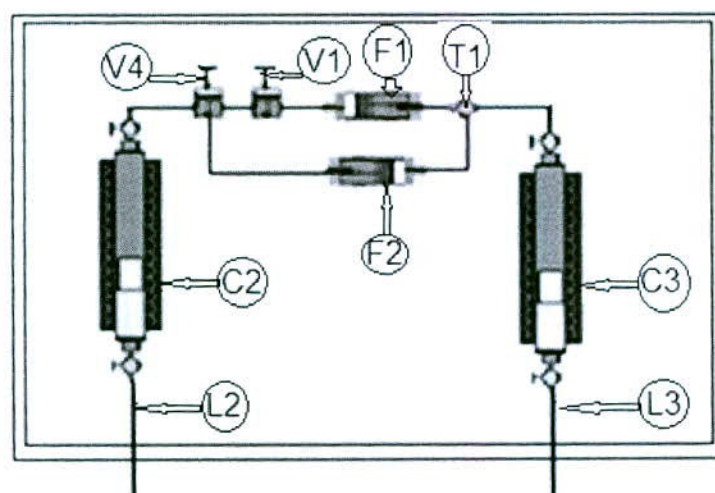


Figura 7. Diseño final del equipo y protocolo para la preparación de emulsiones

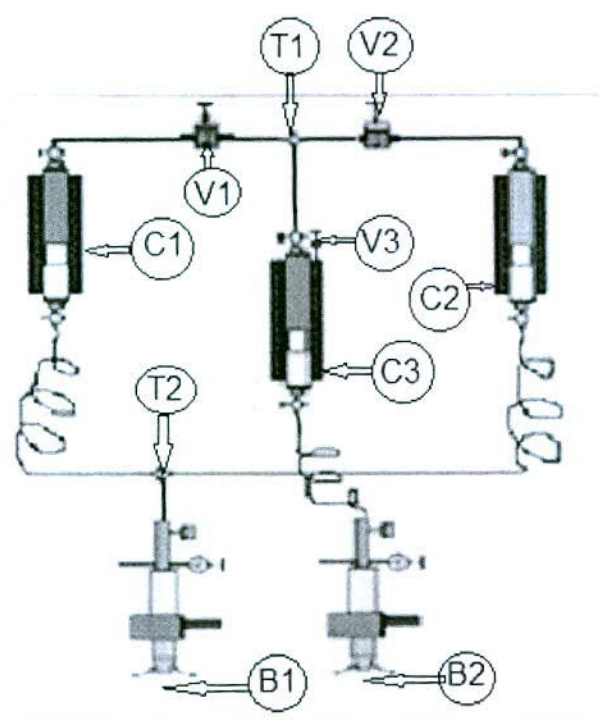


Figura 8. Esquema para la preparación de pre-mezclas del diseño final

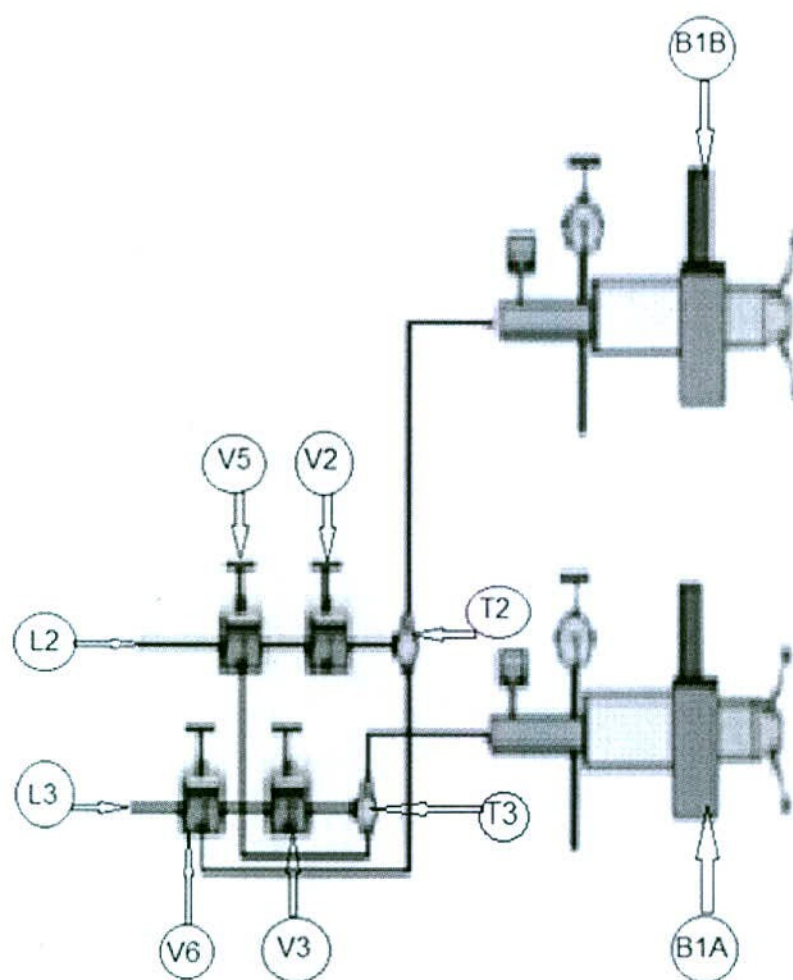
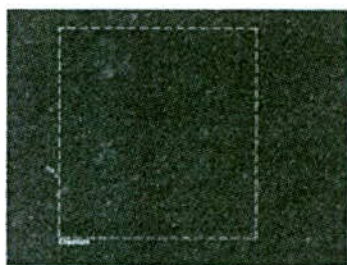


Figura 9. Esquema del montaje de válvulas del diseño final



a)



b)

Figura 10. Imágenes al microscopio de dos fracciones de la emulsión preparada a partir del crudo vivo denominado "Fluido C" (a) Fracción 1, (b) Fracción 2

RESUMEN

La presente invención revela cómo preparar, para luego analizar, emulsiones agua/ crudo que emulen las emulsiones naturales a condiciones de yacimiento y que además sean lo suficientemente estables para poder tener el tiempo de estudiarlas en laboratorio. Para esto
5 suministra un equipo y un protocolo para la preparación de dichas emulsiones.

El equipo está compuesto, entre otros, por cilindros de pistón flotante de desplazamiento positivo (C1, C2 y C3), cualquier cilindro diseñado para la operación a alta presión y alta temperatura, bombas de desplazamiento positivo (manuales y/o automáticas) (B1 y B2), cualquier cilindro
10 diseñado para la operación a alta presión que tenga una precisión en volumen mínimo de 0.1 cc, válvulas –manuales y/o automáticas, cualquier válvula diseñada para operar a alta presión y que sea especial para el control de flujo, conexiones (líneas, te, conectores), cualquier componente diseñado para operar a alta presión que cumpla con estándares internacionales de fabricación, un regulador de contra presión, cualquier dispositivo diseñado para mantener la presión del cilindro receptor y que puede emplearse como reemplazo de la bomba de desplazamiento positivo B2,
15 filtros, filtros metálicos diseñados para operar a alta presión y con tamaños de orificio entre 0.5 y 100 μm .

Adicionalmente, la solicitud presenta el protocolo o método para la preparación de emulsiones que contiene las etapas de:

Etapas a. Preparación de fluidos y de equipos

20 Etapas b. Preparación de la pre-mezcla

Etapas c. Montaje y puesta a punto del equipo

Etapas d. Preparación de la emulsión



Bogotá D. C., 26 de junio de 2014

Señores

DIVISIÓN DE NUEVAS CREACIONES

Superintendencia de Industria y Comercio
Ciudad

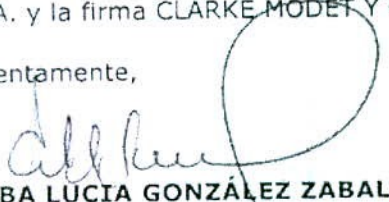
Asunto: Otorgamiento de Poder para solicitud de Patente de Invención

Título: "EQUIPO Y MÉTODO PARA LA PREPARACIÓN DE EMULSIONES DE AGUA EN CRUDO VIVO"

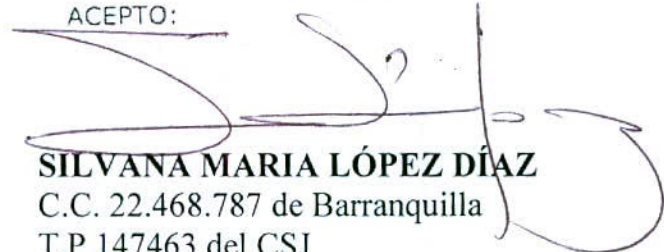
ILBA LUCIA GONZÁLEZ ZABALA, identificada con la cédula de ciudadanía N° 63.310.825 de Bucaramanga y Tarjeta Profesional N° 67499 del C. S. de la J., actuando en condición de Apoderado General de ECOPETROL S.A. conforme a Escritura Pública N° 1280 del 13 de agosto de 2013, protocolizada en la Notaría 65 del Círculo de Bogotá, D.C., por medio del presente escrito confiero poder especial a la Abogada **SILVANA MARÍA LÓPEZ DÍAZ**, identificada con Cedula de Ciudadanía N° 22.468.787 expedida en Barranquilla y portadora de la Tarjeta Profesional N° 147.463 del C.S. de la J., para que en nombre de la sociedad que represento solicite, tramite, y en general, realice todas las gestiones necesarias para la obtención del registro de patente titulado: "EQUIPO Y MÉTODO PARA LA PREPARACIÓN DE EMULSIONES DE AGUA EN CRUDO VIVO".

La apoderada, queda facultada, de conformidad con el artículo 70 del Código de Procedimiento Civil y, en especial, para notificarse de decisiones que se profieran en el trámite referido, interponer los recursos de ley y en general para realizar todas las actuaciones tendientes a la legítima defensa de los intereses de ECOPETROL S.A. El presente poder estará vigente hasta cuando concluya el trámite de la referida actuación o cuando finalice el plazo de ejecución del contrato MA-0025974, suscrito entre ECOPETROL S.A. y la firma CLARKE MODET Y CO.COLOMBIA, lo que primero ocurra.

Atentamente,


ILBA LUCIA GONZÁLEZ ZABALA
C.C. No. 63.310.825 de Bucaramanga
T.P. 67499 del C.S. de la J.

ACEPTO:


SILVANA MARIA LÓPEZ DÍAZ
C.C. 22.468.787 de Barranquilla
T.P 147463 del CSJ
notificaciones@clarkemodet.com.co



CESION DERECHOS PATRIMONIALES

Yo, **WILSON ANTONIO CAÑAS MARÍN**, identificado con cédula de ciudadanía núm. **71.730.033** de **MEDELLÍN**, declaro haber participado, mediante aportes conceptuales propios de mi profesión y dentro de las actividades desarrolladas como trabajador de **ECOPETROL S.A.** en el desarrollo de la tecnología denominada:

"EQUIPO Y MÉTODO PARA LA PREPARACIÓN DE EMULSIONES DE AGUA EN CRUDO VIVO"

Declaro que **CEDO Y TRANSFIERO**, sin limitación alguna, a favor de **ECOPETROL S.A.**, los derechos patrimoniales derivados de esta invención u obra, para que en adelante, pertenezcan exclusivamente a **ECOPETROL S.A.**, sociedad constituida y existente bajo las leyes colombianas, domiciliadas en las ciudades de Bogotá D.C.

El presente documento se suscribe para ser presentado por **ECOPETROL S.A.**, en las solicitudes de patentes de esta invención ante las Oficinas de Patentes que lo requieran.

Para constancia se firma en **PIEDRECUESTA** a los 25 días del mes de **JUNIO** de 2014

Cedente:


WILSON ANTONIO CAÑAS MARÍN
C.C. **71.730.033** de **MEDELLÍN**

Autor\Inventor



CESION DERECHOS PATRIMONIALES

Yo, **LIBIA SOFIA SANDOVAL RODRIGUEZ** identificado con cédula de ciudadanía núm. **63494804** de **BUCARAMANGA**, declaro haber participado, mediante aportes conceptuales propios de mi profesión y dentro de las actividades desarrolladas como trabajador de UT PEXLAB en el desarrollo de la tecnología denominada:

"EQUIPO Y MÉTODO PARA LA PREPARACIÓN DE EMULSIONES DE AGUA EN CRUDO VIVO"

Declaro que CEDO Y TRANSFIERO, sin limitación alguna, a favor de ECOPETROL S.A., los derechos patrimoniales derivados de esta invención u obra, para que en adelante, pertenezcan exclusivamente a ECOPETROL S.A., sociedad constituida y existente bajo las leyes colombianas, domiciliadas en las ciudades de Bogotá D.C.

El presente documento se suscribe para ser presentado por ECOPETROL S.A., en las solicitudes de patentes de esta invención ante las Oficinas de Patentes que lo requieran.

Para constancia se firma en BOGOTA a los 25 días del mes de JUNIO de 2014.

Cedente:

LIBIA SOFIA SANDOVAL RODRIGUEZ
C.C. **63494804** de **BUCARAMANGA**

Autor\Inventor

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

- / -


Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

RECIBO DE CAJA

No. 14 - 0058451

Bogotá D.C., Junio 04 de 2014 - 07:44:01

RECIBIDO DE : CLARKE MODET

NI 830.008.643

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	596597595	03/06/2014	99.651.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNDITARIO	Vr. CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE INVENCIÓN	515.000.00	515.000.00
				\$515.000.00

SON: **QUINIENTOSQUINCE MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 14-139392- -00000-0000

Fecha: 2014-06-27 15:34:20 Dep. 2020 DIR. NUEVAS CR
Tra. 2 PATENTES Eve. 1 REG. DEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 28

30

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C. - Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

Junio 4 de 2014 - 07:44:16

29



No. 14-139392- -00000-0000

Fecha: 2014-06-27 15:34:20 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 29 30

PATENTE DE INVENCION ☐

MODELO DE I

- ☐ Indicación que se solicita una patente.
 - ☐ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
 - ☐ Descripción de la invención
 - ☐ Dibujos de ser estos pertinentes
 - ☐ Comprobante de pago de las tasas establecidas (De ser el caso formato de descuento)
- Completa ☐ Incompleta ☐

PATENTE DE INVENCION PCT ☐ MODELO DE UTILIDAD PCT ☐ Art.33 Decisión 486/00, Circular Única

- ☐ Indicación que se solicita una PCT
 - ☐ Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)
 - ☐ Dibujos de ser estos pertinentes
 - ☐ Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)
- Completa ☐ Incompleta ☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐

(Art. 119 Decisión 486/00)

- ☐ Indicación que se solicita Diseño industrial
 - ☐ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
 - ☐ Representación gráfica y fotográfica del Diseño industrial o muestra del material que incorpora el diseño
 - ☐ Comprobante de pago de las tasas establecidas
- Completa ☐ Incompleta ☐

ESQUEMA DE TRAZADO ☐

(Art. 92 Decisión 486/00)

- ☐ Indicación que se solicita un esquema de trazado
 - ☐ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
 - ☐ Representación gráfica de un esquema de trazado
 - ☐ Comprobante de pago de las tasas establecidas
- Completa ☐ Incompleta ☐