

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES

SOLICITUD DE PATENTE - NACIONAL

1	Tipo de solicitud	☒ Patente de invención	☐ Patente de modelo de utilidad
2	Título de la invención _____		3 CIP Clasificación Internacional de Patentes
LÍQUIDOS ZWITTERIÓNICOS GEMINALES BASE HIDROXIPROPIL BETAÍNA, PROCESO DE OBTENCIÓN Y USO COMO MODIFICADORES DE LA MOJABILIDAD CON PROPIEDADES INHIBITORIAS/DISPERSANTES DE ASFALTENOS		Nombre	Código
4	Datos del Solicitante / Titular		
Nombre:	INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO	Dirección Electrónica:	patents@olartemoure.com
Dirección:	Av. Eje Central Lázaro Cárdenas Norte No. 152, San Bartolo Atepehuacán, C.P. 07730	Domicilio/País de constitución:	MEXICO - DISTRITO FEDERAL - MEXICO
Identificación: ☐ CEDULA DE CIUDADANIA ☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☒ EMPRESA EXTRANJERA ☐ NIT ☐ PASAPORTE			
Número:	1038652-		
5	Solicitantes		

Apellidos - Nombres o Razón Social		Tipo	Identificación
1.	INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO	NN	1038652
6	Datos del Inventor		
Nombre:		Violeta Yázmin MENA CERVANTES	Dirección Electrónica: patents@olartemoure.com
Dirección:		Av. Eje Central Lázaro Cárdenas Norte No. 152, San Bartolo Atepehuacán C.P. 07730	Domicilio/País de constitución: MEXICO - DISTRITO FEDERAL - MEXICO
Identificación:			
☐ CEDULA DE CIUDADANIA ☐ EMPRESA EXTRANJERA ☐ PASAPORTE ☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☐ NIT ☒ No Aplica			
Número:		-	
7	Inventor(es)		
Apellidos - Nombres		Domicilio	
1.	MENA CERVANTES Violeta Yázmin	MEXICO	
2.	HERNÁNDEZ ALTAMIRANO Raúl	MEXICO	
3.	ZAMUDIO RIVERA Luis Silvestre	MEXICO	
4.	RAMÍREZ ESTRADA Alejandro	MEXICO	
5.	RAMÍREZ PÉREZ Jorge Francisco	MEXICO	
6.	MARTÍNEZ MAGADAN José Manuel	MEXICO	
7.	CISNEROS DEVORA Rodolfo	MEXICO	
8	Datos Inventor(es)		

	País de Residencia	Departamento/Estado	Ciudad	Dirección
1.	MEXICO	DISTRITO FEDERAL	MEXICO	Av. Eje Central Lázaro Cárdenas Norte No. 152, San Bartolo Atepehuacán C.P. 07730
2.	MEXICO	DISTRITO FEDERAL	MEXICO	Av. Eje Central Lázaro Cárdenas Norte No. 152, San Bartolo Atepehuacán C.P. 07730
3.	MEXICO	DISTRITO FEDERAL	MEXICO	Av. Eje Central Lázaro Cárdenas Norte No. 152, San Bartolo Atepehuacán C.P. 07730
4.	MEXICO	DISTRITO FEDERAL	MEXICO	Av. Eje Central Lázaro Cárdenas Norte No. 152, San Bartolo Atepehuacán C.P. 07730
5.	MEXICO	DISTRITO FEDERAL	MEXICO	Av. Eje Central Lázaro Cárdenas Norte No. 152, San Bartolo Atepehuacán C.P. 07730
6.	MEXICO	DISTRITO FEDERAL	MEXICO	Av. Eje Central Lázaro Cárdenas Norte No. 152, San Bartolo Atepehuacán C.P. 07730
7.	MEXICO	DISTRITO FEDERAL	MEXICO	Av. Eje Central Lázaro Cárdenas Norte No. 152, San Bartolo Atepehuacán C.P. 07730
9	Datos del Representante Legal / Apoderado			
Nombre:		CARLOS R. OLARTE GARCIA	Dirección Electrónica:	patents@olartemoure.com
Dirección:		Cra. 5ta No. 34-03	Domicilio/País de constitución:	COLOMBIA - BOGOTA D.C. - BOGOTA D.C.
Identificación:				
☒ CEDULA DE CIUDADANIA				
☐ EMPRESA EXTRANJERA				
☐ PASAPORTE				
☐ CEDULA DE EXTRANJERIA				
☐ NIT				

Número:		79782747-	
Presentación de Poder			
Año de Radicación			
Número de Radicación			
10	Declaraciones de prioridad		☒ SI ☐ NO
1.	(33) País de origen MEXICO	Codigo del país MX	(31) No. Solicitud MX/a/2014/015224
			(32) Fecha 11/12/2014
11	Declaración sobre uso de recursos genéticos o biológicos		
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. ☐ 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.			
12	Declaración sobre uso de conocimientos tradicionales		
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. ☐ SI ☒ NO Nota: En caso afirmativo deberá anexar la licencia o autorización de uso de conocimiento tradicional, o certificado o numero de registro.			
13	Para publicar a partir de la fecha de publicación o de la prioridad invocada		
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:	
14	Reivindicaciones		
Número reivindicaciones:		27	Pago Reivindicaciones: No
15	Reducción de tasas.		
Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente. ☐ 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

16 Documentos Anexos

- ☒ Reivindicaciones
- ☒ Descripción
- ☒ Dibujos y/o Figuras
- ☒ Resumen
- ☐ Certificado Deposito Materia Biologico
- ☐ Uso de Conocimiento tradicional
- ☐ Listado de secuencias
- ☐ Artes finales 12 x 12 cm
- ☐ Certificado con descuento
- ☒ Poderes, si fuere el caso
- ☐ Documento que legalmente pruebe la Cesión del inventor al solicitante o a su causante
- ☒ Otros anexos

LÍQUIDOS ZWITTERIÓNICOS GEMINALES BASE HIDROXIPROPIL BETAÍNA, PROCESO DE OBTENCIÓN Y USO COMO MODIFICADORES DE LA MOJABILIDAD CON PROPIEDADES INHIBITORIAS/DISPERSANTES DE ASFALTENOS

5

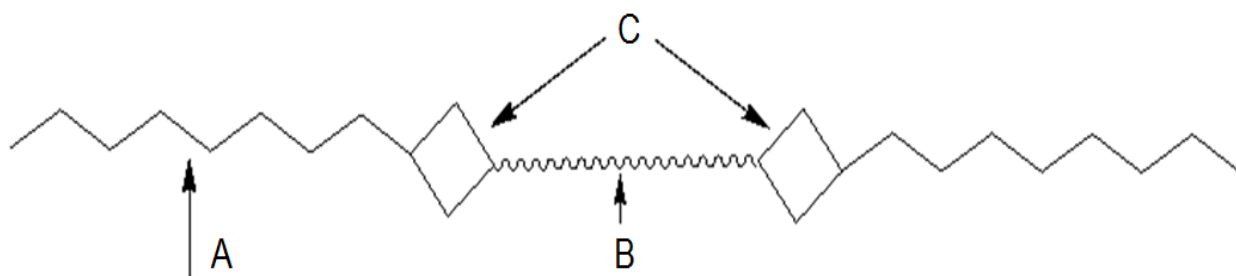
DESCRIPCIÓN

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

La presente invención se sitúa en el campo de los productos químicos multifuncionales aplicados a la industria petrolera en procesos de recuperación mejorada, específicamente en la obtención y uso de líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína con propiedades modificadoras de la mojabilidad de rocas carbonatadas y de litologías heterogéneas, en presencia de salmueras con alto contenido de iones divalentes como calcio, magnesio, bario y estroncio, alta temperatura y alta presión que de forma simultánea presentan la propiedad de actuar como inhibidores/dispersantes de asfaltenos, tanto en operaciones de extracción y producción como de transporte y almacenamiento, permitiendo así incrementar el nivel de producción aceite crudo.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Los líquidos zwitteriónicos geminales (1) constituyen una familia que se caracteriza por poseer cadenas hidrocarbonadas (A), un puente (B) y dos grupos polares de tipo zwitterionico (C).

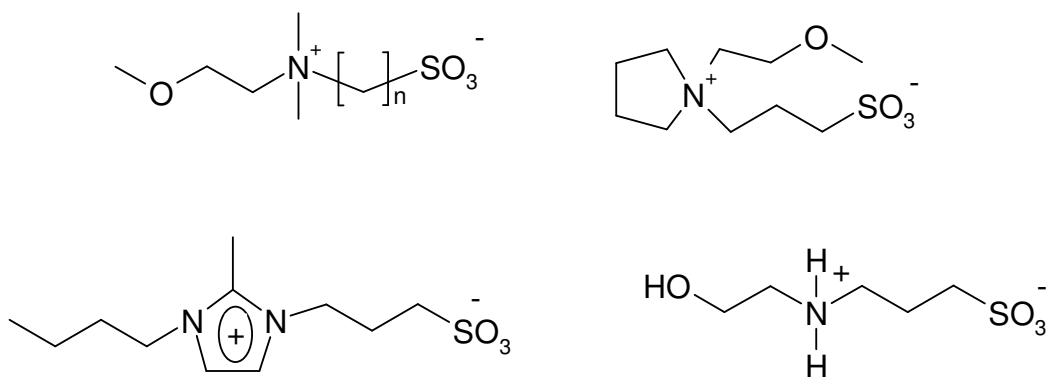


25

(1) Estructura general de un líquido zwitteriónico geminal.

Los líquidos zwitteriónicos geminales son compuestos eléctricamente neutros, pero que tienen cargas formales positiva (catión) y negativa (anión) sobre átomos diferentes de la misma molécula. Son moléculas capaces de adaptarse a diferentes medios y por lo tanto, pueden ser diseñadas para que respondan de forma eficiente en función de los contaminantes y de las condiciones de operación donde sean aplicadas.

A continuación se presentan algunos ejemplos de estructuras químicas de líquidos zwitteriónicos que se encuentran reportadas en la literatura (2) [*Chemistry Letters*, **2004**, 33 (12), 1594-1595; *Latvian Journal of Chemistry*, **2010**, (1-4), 102-113; *Monatshefte für Chemie*, **2008**, 139, 799-803].



(2) Estructuras químicas de algunos líquidos zwitteriónicos reportados en la literatura.

Para el caso particular del incremento en la producción de hidrocarburos, se tiene que después de las recuperaciones primaria y secundaria, el yacimiento petrolero contiene todavía 50-80% del crudo originalmente en sitio. Esto se debe a que la eficiencia de los métodos de recuperación primaria y secundaria está limitada por dos factores:

- En la escala de los poros, el aceite crudo puede alcanzar una saturación residual suficientemente baja para encontrarse en forma de glóbulos discontinuos, atrapados por las fuerzas capilares.
- En la escala del yacimiento, existen ciertas zonas en las cuales el fluido inyectado durante la recuperación secundaria no penetra, por la baja permeabilidad de estas zonas.

Los métodos propuestos actualmente para la recuperación mejorada se encuentran dirigidos a la solución de las problemáticas anteriormente mencionadas y el uso de productos químicos surfactantes modificadores de la mojabilidad es uno de los métodos más ampliamente utilizado, dentro de dichos surfactantes se encuentran del tipo catiónico, aniónico, no iónico y zwitteriónico o mezcla de éstos.

Un modificador de la mojabilidad se define como un surfactante capaz de cambiar la afinidad de la roca del yacimiento favorablemente. La mojabilidad es una medida de la interacción entre las fases presentes en el yacimiento y es una función de la química interfacial de esas fases y determina la tendencia de un fluido a avanzar o adherirse a una superficie sólida en la presencia de otros fluidos inmiscibles. La mojabilidad de una roca puede verse modificada de manera natural por la adsorción de compuestos polares, la formación de depósitos de material orgánico que estuvo originalmente en el aceite o por agentes externos. Los cambios en la mojabilidad afectan la presión capilar, permeabilidades relativas, la saturación de aceite residual y saturación de agua irreducible.

A pesar de los continuos avances en el desarrollo de productos químicos modificadores de la mojabilidad, actualmente hay yacimientos muy difíciles de tratar debido principalmente a que son naturalmente fracturados, tienen baja permeabilidad, presentan litologías heterogéneas, altas temperaturas (mayores a 90°C) y una salinidad elevada generalmente mayor a 60,000 ppm como cloruro de sodio y alto contenido de iones divalentes (calcio y magnesio, mayor a 5000 ppm).

Debido a lo anterior, la caracterización del tipo de roca del que está formado el yacimiento, así como, de la composición del aceite crudo adsorbido y el medio que le rodea, es de suma importancia para el diseño de nuevos modificadores de la mojabilidad proponer estructuras moleculares que sean tolerantes a salmueras saturadas de sales, principalmente de calcio y magnesio, tengan buena difusión a través del medio que generalmente está compuesto de salmuera-aceite y grupos polares afines a la roca para cambiar favorablemente la mojabilidad de roca mojada por aceite a mojada por agua.

A nivel mundial existen una gran diversidad de casos específicos de productos químicos que han sido utilizados para resolver dichas problemáticas, dentro de los que se encuentran surfactantes aniónicos como alquil sulfonatos de sodio o surfactantes catiónicos como cloruros de alquil-trimetil amonio, pero desafortunadamente su aplicación no es universal, debido a que las condiciones que se tienen en los yacimientos en México son completamente diferentes a las que se tienen en otros países, es por esto, que se vuelve de suma importancia el desarrollo de productos químicos más versátiles que puedan utilizarse en condiciones cada vez más adversas y que además puedan resolver simultáneamente el mayor número de problemáticas, como por ejemplo la corrosión que se encuentra directamente asociada con el uso de agua de mar o agua congénita las cuáles son normalmente utilizadas como disolvente del producto químico modificador de la mojabilidad con el propósito de minimizar los costos de su aplicación y pueda ser inyectado al yacimiento petrolero.

Con el fin de incrementar el factor de recuperación de aceite crudo, se han desarrollado productos químicos modificadores de la mojabilidad como los que se mencionan a continuación:

La patente US 5,042,580 (Proceso de recuperación de petróleo para su uso en yacimientos fracturados) protege un proceso de recuperación mejorada que consiste en inyectar al yacimiento un modificador de la mojabilidad compuesto de una mezcla de diferentes tipos de surfactantes del tipo alquil-sulfonato y sales de cromo derivadas de ácidos carboxílicos grasos.

La patente US 4,509,951 (Recuperación mejorada a través de procesos de imbibición) protege un proceso de recuperación mejorada que consiste en inyectar al yacimiento un modificador de la mojabilidad compuesto de una mezcla de diferentes tipos de productos, dentro de los que se encuentran, sales de amonio, hidróxidos de metales alcalinos, tripolifosfatos de alquilo, carbonatos y bicarbonatos de metales alcalinos.

La solicitud de patente US 2009/0023618 A1 (Método de recuperación de petróleo) protege un proceso de recuperación mejorada que consiste en inyectar al yacimiento un modificador de la mojabilidad compuesto de una mezcla de diferentes tipos de compuestos base organofosforados.

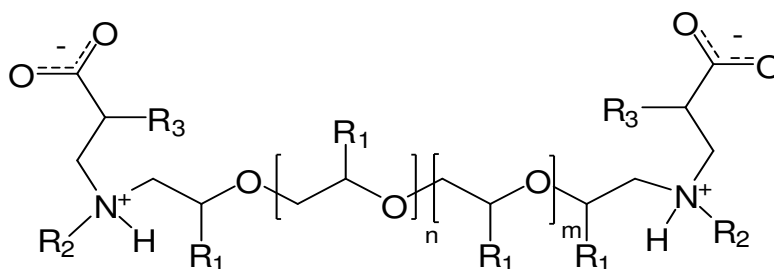
5

La patente US 4,842,065 (Proceso de recuperación de petróleo empleando un proceso cíclico de modificación de la mojabilidad) protege un proceso de recuperación mejorada que consiste en inyectar al yacimiento un modificador de la mojabilidad compuesto de una mezcla de diferentes tipos de alcoholes etoxilados.

10

La patente US 3,643,738 (Control de la mojabilidad en procesos de recuperación de Petróleo) protege un proceso que permite controlar el cambio de mojabilidad a través del uso de mezclas de sulfonatos de petróleo.

- 15 La patente MX 318024 se refiere a una composición de líquidos zwitteriónicos geminales base aminoácido con propiedades modificadoras de la mojabilidad en procesos de recuperación mejorada de petróleo con fórmula estructural:



(3) Formula estructural de líquidos zwitteriónicos geminales de la patente MX 318024

20

Cabe resaltar que los líquidos zwitteriónicos de dicha solicitud difieren de la presente invención al no ser de tipo hidroxipropil betaína, además de que no presentan propiedades inhibitorias- dispersantes de asfaltenos.

- 25 Por otro lado, el fenómeno de la precipitación de los asfaltenos en el aceite crudo se presenta cuando en condiciones favorables de temperatura, presión y composición,

partículas de asfaltenos pequeñas y de bajo peso molecular se asocian, crecen, y generan agregados grandes y pesados de asfaltenos que se vuelven insolubles en el medio. El alto peso y la naturaleza polar de estos asfaltenos generan que los mismos se difundan hacia el fondo del yacimiento, tubería o equipo y que se adhieran fuertemente a las paredes de los mismos. A este fenómeno se le conoce con el nombre de depositación de asfaltenos.

La depositación de los asfaltenos está directamente relacionada con: 1) El daño a la formación en yacimientos; 2) El ensuciamiento y taponamiento de pozos de producción y ductos de transporte de hidrocarburo; y, 3) El ensuciamiento que se presenta en plantas de refinación del aceite crudo. Dichas problemáticas ocasionan anualmente grandes pérdidas económicas a la industria petrolera.

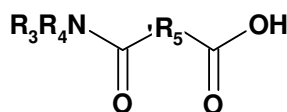
Tradicionalmente en la industria petrolera, los problemas de ensuciamiento y taponamiento ocasionados por la depositación de asfaltenos han sido controlados a través del uso de inhibidores y/o dispersantes de asfaltenos, cuya estructura molecular está constituida por dos partes esenciales conocidas como grupo cabeza y grupo cola.

Como ejemplos importantes en la literatura que mencionan el desarrollo de compuestos químicos y su aplicación en aceite crudo para inhibir o dispersar depósitos de asfaltenos, se pueden mencionar las patentes US 7,122,113 B2, US, 7,122,112 B2, US, 7,097,759 B2, US 6,946,524 B2, US, 6,313,367 B1, US 6,204,420 B1, US 6,180,683 B1, US 6,063,146, US 6,048,904, US 5,504,063, US 5,494,607, US 5,466,387, US 5,388,644 y US 5,021,498, MX 287535 y la solicitud US 2011/ 0162558 A1.

La patente US 7,122,113 B2 se refiere al uso de compuestos dendriméricos para solubilizar asfaltenos presentes en una mezcla de hidrocarburos. Preferentemente el compuesto dendrimérico es un poliéster amida hiperramificado construido preferentemente a partir de anhídrido succínico, diisopropanolamina y funcionalizado con anhídrido poliisobutenil succínico.

La patente US 7,122,112 B2 se refiere al desarrollo de compuestos de la fórmula

estructural:

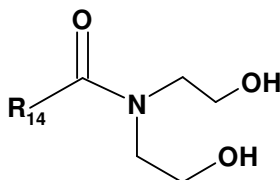


(4)

que de manera específica contiene dentro de su estructura grupos carboxilos y amida, y a su aplicación como dispersante de asfaltenos en aceite crudo.

Dentro de la fórmula estructural (4), R₅ es un grupo alquilo difuncional que puede variar de C₁ a C₇₀ y R₃ y R₄ son radicales independientes que pueden estar representados por los grupos aril, alquil, alquilaril, heterocicilil o hidrógeno. La patente también indica que este tipo de compuestos incrementa la demulsibilidad, reduce la viscosidad, la formación de sedimentos, el ensuciamiento de superficies y la corrosión.

La patente US, 7,097,759 B2 se refiere al desarrollo de compuestos de la fórmula estructural:

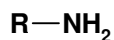


(5)

que de manera específica contienen dentro de su estructura un grupo carbonil, tiocarbonil o imina, y a su aplicación como dispersante de asfaltenos en aceite crudo. Dentro de la fórmula estructural (5), R₁₄ es un grupo alquil que puede variar de C₁₅ a C₂₁. La patente también indica que este tipo de compuestos incrementa la demulsibilidad, reduce la viscosidad, la formación de sedimentos, el ensuciamiento de superficies y la corrosión.

La patente US 6,946,524 B2 se refiere a un proceso para producir poliéster-amidas, por reaccionar un poliisobutileno con un primer agente seleccionado del grupo consistente de ácidos monoinsaturados teniendo de 3 a 21 átomos de carbono y derivados de ellos, y un

segundo agente seleccionado del grupo consistente de monoetanolamina y alquilaminas de fórmula estructural:



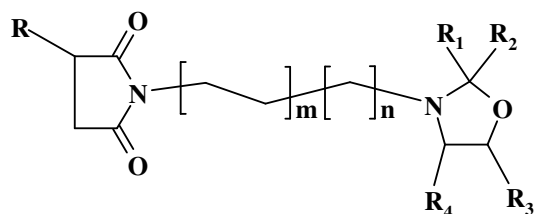
5 (6)

donde R representa un grupo alquilo teniendo de 1 a 4 átomos de carbono. Las poliéster-amidas producidas son utilizadas como estabilizadoras de asfaltenos en aceite crudo y derivados del aceite crudo.

10 La patente US, 6,313,367 B1, menciona que varios ésteres y productos de la reacción de éteres son excelentes inhibidores o dispersantes de asfaltenos y pueden ser usados en hidrocarburos tales como aceite crudo. Los compuestos inhibidores de asfaltenos pueden ser 1) ésteres formados de la reacción de alcoholes polihídricos con ácidos carboxílicos, 2) éteres formados de la reacción de glicidil éteres o epóxidos con alcoholes polihídricos y 3)
15 ésteres formados de la reacción de glicidil éteres o epóxidos con ácidos carboxílicos.

La patente US 6,204,420 B1, menciona el desarrollo de una nueva formulación donde la acción dispersante de asfaltenos de ácidos carboxílicos puede ser ampliamente mejorada por la adición de cantidades relativamente pequeñas de ésteres derivados de ácidos
20 alquifosfóricos. La formulación está compuesta de: A) 5 a 99% en peso de un ácido carboxílico teniendo más de 4 átomos de carbono, un ácido etercarboxílico teniendo sustituyentes alquílicos de C₁₈-C₂₂, alquenílicos de C₁₈-C₂₂, o alquilarílicos de C₆-C₁₈, un ácido amidocarboxílico o una mezcla de ellos y B) 1 a 95% en peso de un mono o diéster fosfórico o mezcla de ellos, el cual está sustituido por un grupo alquílico de C₁₈-C₂₂,
25 alquenílico de C₁₈-C₂₂, alquilarílicos de C₆-C₁₈ o alcoxilado. Donde la suma de A y B es 10% en peso.

La patente MX 287535 y la solicitud US 2011/ 0162558 A1, se refieren al uso de formulaciones de aditivo inhibidor- dispersante de asfaltenos a base de oxazolidinas
30 derivadas de polialquil o polialquenil N-hidroxialquil succinimidas con la siguiente fórmula estructural:



(7)

De lo anterior es importante resaltar que en ninguna de las referencias mencionadas, se menciona acerca de líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína y tampoco sugieren su proceso de obtención, ni su uso como modificadores de la mojabilidad con propiedades inhibitorias/dispersantes de asfaltenos, que alteran la mojabilidad de la roca de forma favorable en procesos de recuperación mejorada de aceite crudo en una gran variedad de rocas como caliza, dolomita, arenisca, cuarzo o litologías heterogéneas, y que pueden estar expuestos a salmueras con alto contenido de iones divalentes como calcio, magnesio, bario y estroncio (150,000ppm), temperaturas hasta 220°C y presiones hasta 300 kg/cm²; y que previenen y controlan la precipitación de asfaltenos en ductos de producción de aceite crudo en procesos de recuperación mejorada.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS DIBUJOS DE LA INVENCIÓN

Con el propósito de tener un mejor entendimiento en cuanto a la aplicación de los líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína, proceso de obtención y uso como modificadores de la mojabilidad con propiedades inhibitorias/dispersantes de asfaltenos de la presente invención, a continuación se hará referencia a las Figuras que se acompañan:

La Figura 1 muestra la producción de aceite en el capilar de la celda Amott para: a) Referencia y b) Producto 1.

La Figura 2 muestra el ángulo de contacto para: a) Sistema que únicamente contiene salmuera, b) Sistema que contiene salmuera más 300 ppm del producto 1 y c) Sistema que contiene salmuera más 300 ppm del producto 2.

La Figura 3 muestra los asfaltenos precipitados en la referencia (a) y la actividad dispersante para el producto 2 (b).

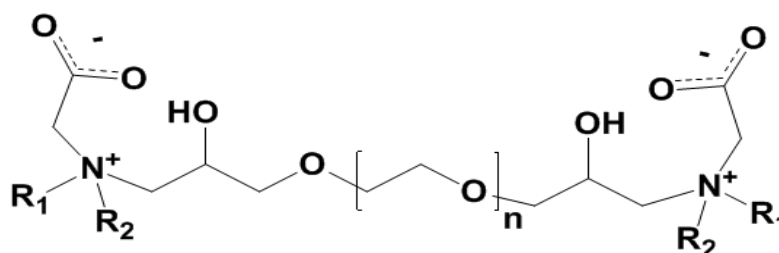
DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención se relaciona con la obtención y uso de líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína, como modificadores de la mojabilidad de rocas como caliza, dolomita, arenisca, cuarzo o litologías heterogéneas, en presencia de aceite crudo y salmueras con alto contenido de iones divalentes como calcio, magnesio, bario y estroncio, alta temperatura y alta presión en procesos de recuperación mejorada de petróleo.

Los líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína de la presente invención tienen además la propiedad de actuar como inhibidores/dispersantes de asfaltenos en operaciones de extracción y producción permitiendo de esta manera prevenir y controlar adecuadamente problemas de precipitación de asfaltenos. Una ventaja adicional que presentan los líquidos zwitteriónicos de la presente invención es que derivado de su estructura molecular pueden ser solubles en salmuera, aceite crudo o disolventes orgánicos como tolueno, xilenos, cloroformo y alcoholes. Por lo que ofrecen ventajas operativas para su aplicación en campo.

La presente invención es la primera a nivel mundial relacionada con una familia de compuestos químicos que presenten de forma simultánea las propiedades de modificación de la mojabilidad e inhibición- dispersión de asfaltenos.

Los líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína de la presente invención, tienen la siguiente formula estructural (8):



(8)

donde:

R₁ = Es una cadena alquílica o alquenílica, lineal o ramificada, preferentemente de 1 a 30 átomos de carbono; o un grupo ciclo alquil o aril, preferentemente de 5 a 12 átomos de carbono;

R₂ = Es hidrógeno o una cadena alquílica o alquenílica, lineal o ramificada, preferentemente de 1 a 30 átomos de carbono; o un grupo ciclo alquil o aril, preferentemente de 5 a 12 átomos de carbono;

n = Tiene valores de 1 a 500, dependiendo del peso molecular del poli(éter) utilizado, cuyo peso molecular se encuentra en el intervalo de 100 a 22,000 g/mol.

10 Para el desarrollo de la presente invención se siguió un procedimiento que consta de las siguientes etapas: 1) Síntesis y caracterización de los líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína; y 2) Evaluación experimental de las propiedades modificadoras de la mojabilidad e inhibitorias/dispersantes de asfaltenos.

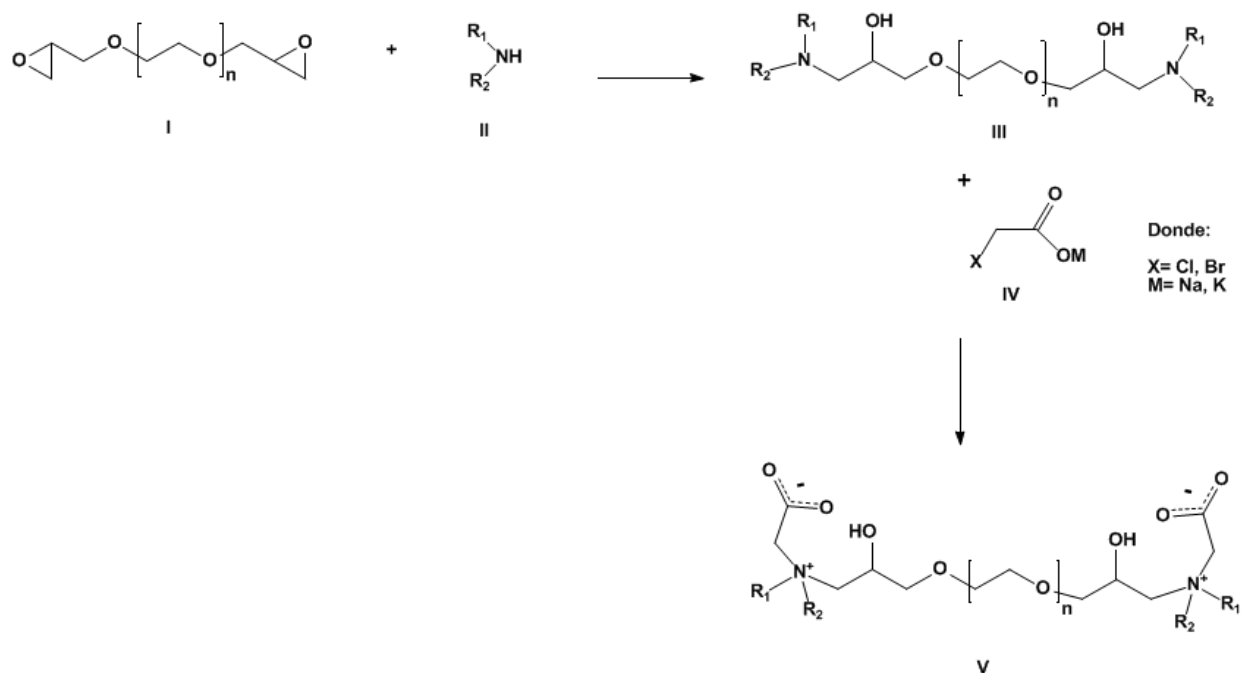
15 Una ventaja adicional que presentan los líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína derivada de su estructura molecular es que pueden ser solubles en agua, salmuera, aceite crudo o disolventes orgánicos como tolueno, xilenos, cloroformo y alcoholes.

20 **1) Síntesis y caraterización de líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína.** Los líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína, objeto de la presente invención, son preparados de acuerdo al esquema de síntesis de los líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína (9), y comprende dos etapas de reacción:

25 La primera etapa consiste en hacer reaccionar polietilenglicol diglicidil éter de fórmula I, con dos grupos epóxidos, uno al final y el otro al inicio de la cadena polimérica, y cuyo peso molecular se encuentra en el intervalo de 100 a 22,000 g/mol; con aminas de fórmula II cuyas R₁ y R₂ pueden ser cadenas alquílicas o alquenílicas, lineales o ramificadas, preferentemente de 1 a 30 átomos de carbono; o grupos ciclo alquil o aril, preferentemente de 5 a 12 átomos de carbono y en donde R₂ también puede ser hidrógeno. La reacción se

lleva a cabo en una relación molar entre los compuestos de fórmula I y II de 1:1.5 a 1:4, preferentemente de 1:1.8 a 1:2.6; en ausencia de disolvente o en presencia de disolventes como el acetonitrilo, dioxano, cloroformo, dimetilformamida, dimetilsulfoxido, acetona u alcoholes de cadena corta; en un tiempo de reacción de 6 a 48 horas, preferentemente 12 horas; y a una temperatura de 50 a 150 °C; para la obtención de los aminoalcoholes de fórmula III.

La segunda etapa consiste en la reacción entre los aminoalcoholes de fórmula III y ácidos alfa halogenados como los ácidos cloro o bromo acético o sus sales de sodio o potasio de fórmula IV, en una relación molar de 1:1.5 a 1:4, preferentemente de 1:1.8 a 1:2.6; la reacción se lleva a cabo en presencia de disolventes como agua, dioxano, alcoholes, aromáticos o hidrocarbonados, preferentemente agua; el tiempo de reacción, la temperatura y la presión dependen de la estructura de los compuestos de fórmula III y IV; generalmente el tiempo de reacción varía de 6 a 48 horas, preferentemente de 12 a 24 horas, la temperatura de 40 a 180 °C, preferentemente de 80 a 130 °C, y la presión generalmente es atmosférica, para la obtención de los líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína de fórmula V.



A continuación se describen algunos ejemplos de la obtención de líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína para tener un mejor entendimiento de la presente invención, sin que esto limite su alcance.

5

Ejemplo 1

Preparación del líquido zwitterionico geminal base hidroxipropil betaína (**Producto 1**).

Primera etapa. En un matraz redondo de 25 ml provisto con un refrigerante, agitador magnético, mantilla de calentamiento y termómetro, se colocaron 4 g de dioctilamina y 4.79 g de Poli(etilenglicol) diglicidil éter (PEGDE). La mezcla de reactivos fue sometida a
10 agitación vigorosa e incrementada su temperatura hasta un intervalo de 100-105°C, bajo esas condiciones se agito de manera continua por 6 hrs. Una vez consumido el tiempo de reacción, el crudo de reacción fue caracterizado por métodos espectroscópicos para saber su composición, de modo que se obtuvieron 9.1 gr de bis N, N- dioctil hidroxi poliéter con apariencia transparente de color amarillo y viscoso.

15 Segunda etapa. En un matraz redondo de 25 ml instrumentado con un refrigerante, agitador magnético, mantilla de calentamiento y termómetro, se colocaron 9.1 g del producto bis-N, N-dioctil hidroxi-N-poliéter y una solución de 2.1 g de cloro Acetato de Sodio en 30 g de agua H₂O. La mezcla de reacción fue sometida a agitación vigorosa y a temperatura de reflujo por un tiempo de 24 horas.

20

Una vez consumido el tiempo de reacción se llevó a cabo una extracción con cloroformo de la fase orgánica. La fase en cloroformo fue filtrada y evaporada a presión reducida, obteniéndose 8.6 g de un líquido transparente de color naranja denominado bis N, N-dioctil-N-poliéter hidroxi betaína (Producto 1).

25

Las características espectroscópicas del Producto 1 son las siguientes:

Bandas representativas de IR (cm⁻¹): 3266, 2923, 2860, 1736, 1627, 1459 y 1097.

30 Desplazamientos químicos representativos de RMN de ¹H (CDCl₃), 200 MHz, δ (ppm): 3.83, 3.56, 3.10, 2.90 y 0.79.

Desplazamientos químicos representativos de RMN de ^{13}C (CDCl_3), 50 MHz, δ (ppm): 178.5, 70.2, 64.7, 61.8, 57.7, 53.9, 31.4, 22.3 y 13.8.

Ejemplo 2

5 Preparación del líquido zwitterionico geminal base hidroxipropil betaína (**Producto 2**).
Primera etapa. En un matraz redondo de 25 ml provisto con un refrigerante, agitador magnético, mantilla de calentamiento y termómetro, se colocaron 3 g de didodecilamina y 5.79 g de Poli(etilenglicol) diglicidil éter (PEGDE). La mezcla de reactivos fue sometida a agitación vigorosa e incrementada su temperatura hasta un intervalo de 100-105°C, bajo
10 esas condiciones se agito de manera continua por 6 hrs. Una vez consumido el tiempo de reacción, el crudo de reacción fue caracterizado por métodos espectroscópicos para saber su composición, de modo que se obtuvieron 9.1 gr de bis N, N- didodecil hidroxí poliéter, con apariencia transparente de color amarillo y viscoso.

15 Segunda etapa. En un matraz redondo de 25 ml instrumentado con un refrigerante, agitador magnético, mantilla de calentamiento y termómetro, se colocaron 9.1 g del producto bis-N, N-didodecil hidroxí-N-poliéter y una solución de 1.8 g de cloro Acetato de Sodio en 10 g de agua H_2O y 20g de dioxano. La mezcla de reacción fue sometida a agitación vigorosa y a temperatura de reflujo por un tiempo de 48 horas.

20 Una vez consumido el tiempo de reacción se llevó a cabo una extracción con cloroformo de la fase orgánica. La fase en cloroformo fue filtrada y evaporada a presión reducida, obteniéndose 8.2 g de un líquido transparente de color naranja denominado bis N, N-didodecil-N-poliéter hidroxí betaína (Producto 2).

25 Las características espectroscópicas del Producto 2 son las siguientes:

Bandas representativas de IR (cm^{-1}): 3271, 2921, 2858, 1729, 1625, 1454 y 1098.

30 Desplazamientos químicos representativos de RMN de ^1H (CDCl_3), 200 MHz, δ (ppm): 3.85, 3.53, 3.11, 2.91 y 0.77.

Desplazamientos químicos representativos de RMN de ^{13}C (CDCl_3), 50 MHz, δ (ppm): 178.2, 70.1, 64.3, 61.5, 57.3, 53.2, 31.1, 22.3 y 13.5.

2) Evaluación experimental de las propiedades modificadoras de la mojabilidad e inhibitorias/dispersantes de asfaltenos.

a) **Pruebas de desempeño de los líquidos zwitterionicos geminales ramificados base hidroxipropil betaína como modificadores de la mojabilidad.** Para la evaluación de las propiedades modificadoras de la mojabilidad de rocas caliza, dolomita, arenisca, cuarzo o litologías heterogéneas, en presencia de salmueras con alto contenido de iones divalentes como calcio, magnesio, bario y estroncio, se determinó el factor de recuperación por proceso de imbibición espontánea en núcleos de caliza en celdas Amott, con el fin de evaluar la eficiencia de los modificadores de mojabilidad de la presente invención respecto de un sistema de referencia sin la presencia de producto químico. Para las evaluaciones se seleccionaron núcleos de caliza Bedford compuestos fundamentalmente de carbonato de calcio, por ser una roca que presenta fuerte adsorción de compuestos orgánicos polares del aceite y por tanto constituye el caso más severo para un modificador de la mojabilidad, con lo que se garantizaría que este tipo de agentes químicos funcionarían adecuadamente en otro tipo de roca con menor tendencia a ser mojable por aceite. A continuación se describe el método de prueba.

Determinación del factor de recuperación por proceso de imbibición espontánea en núcleos de caliza en celdas Amott. El método de prueba consiste en medir la cantidad de aceite crudo recuperado de núcleos de roca carbonatada inicialmente saturados de aceite, debido a procesos de imbibición espontanea por agua; en celdas amott a temperatura constante y presión atmosférica.

Elementos requeridos para la prueba:

- Celdas Amott.
- Recirculador de temperatura controlada.
- Núcleos de caliza de 3.81 cm de diámetro x 7 cm de largo y de permeabilidades y

porosidades conocidas.

- Cámara fotográfica.
- Aceite crudo.
- Salmuera de alta salinidad.
- 5 • Balanza Analítica.
- Equipo de vidrio de extracción por SOXHLET.
- Material volumétrico de vidrio.
- Estufa de convección.

Procedimiento de prueba:

- 10 1) Se someten a procesos de extracción de hidrocarburos con diferentes disolventes orgánicos en un sistema SOXHLET a los núcleos de roca carbonatada (dolomita o caliza). Los procesos de extracción se realizan de manera continua, secuenciada y a reflujo; utilizando como solventes: a) Xileno, b) Cloroformo, c) Metanol, d) Xileno, e) Cloroformo, f) Metanol y g) Xileno. El tiempo de duración de cada etapa de extracción
- 15 es de un día y el tiempo total del proceso es de 7 días.
- 2) Determinar la permeabilidad absoluta al helio de los núcleos, así como su porosidad efectiva. 3) Secar los núcleos en una estufa a una temperatura de 100°C y registrar el peso. 4) Poner en contacto los núcleos con aceite muerto proveniente del yacimiento de interés, por espacio de 5 días a la temperatura de interés y a una
- 20 presión de 140 ± 5 psi, en una celda de alta presión.
- 5) Dejar escurrir a temperatura y presión atmosférica los núcleos impregnados con aceite muerto hasta observar que ya no existe goteo. El proceso de escurrimiento dura alrededor de 12 horas y para ello se hace uso de una malla alambre del número 200.
- 6) Pesar los núcleos impregnados con aceite muerto y obtener por diferencia de peso
- 25 la cantidad de aceite que adsorbió el medio poroso.
- 7) Preparar 500 mililitros de solución acuosa (salmuera) a evaluar a la concentración de producto químico requerida en la prueba.
- 8) Colocar los núcleos impregnados con el aceite muerto en las celdas Amott y agregar cuidadosamente 350 mililitros de la salmuera de alta salinidad sin producto químico y en
- 30 otra celda con la solución del producto químico a evaluar a la concentración requerida.

9) Incrementar la temperatura del sistema y mantenerla por el periodo de tiempo al cual se pretenda determinar el factor de recuperación bajo las condiciones de temperatura y salinidad.

10) Cuantificar la cantidad de aceite producido debido a procesos de imbibición espontánea de agua bajo las condiciones de estudio y determinar el factor de recuperación de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$F_r = \frac{A_r}{A_{\text{original}}} \times 100$$

donde:

F_r = Factor de recuperación; A_r = Aceite recuperado; A_{original} = Aceite original adsorbido en el medio poroso.

11) Fotografiar los sistemas para medir el ángulo de contacto roca-aceite y determinar la mojabilidad de la roca en un sistema de referencia y en sistemas con producto químico.

Ejemplo 3

Evaluación de un proceso de imbibición espontánea por cambio de mojabilidad utilizando un aceite crudo ligero. Siguiendo la metodología descrita anteriormente, se colocó en las celdas Amott núcleos carbonatados que fueron saturados con aceite ligero (cuyas características se muestran en la Tabla 1) y se pusieron en contacto con disoluciones de los productos 1 y 2 en salmuera 1 (cuyas características se muestran en la Tabla 2). El experimento tuvo una duración de 15 días a 90 °C.

En la Tabla 3 se muestra los datos de recuperación obtenidos en las celdas Amott para los productos 1, 2 a una concentración de 300 mg/L y para la referencia, en este caso salmuera 1, en donde, no se adicionó ningún producto químico.

De los resultados de la Tabla 3 es posible observar que los líquidos zwitteriónicos geminales ramificados base hidroxipropil betaína (productos 1 y 2), recuperan cerca de 1.5 veces más aceite crudo ligero que la referencia por lo que funcionan adecuadamente como modificadores de la mojabilidad en procesos de imbibición espontánea.

Asimismo, de los resultados en la Tabla 4 se observa como el producto tiene la propiedad de cambiar la mojabilidad de la roca de mojable al aceite ($\theta=18$), como se observa en el sistema de referencia a mojable al agua tanto en el caso del producto 1 ($\theta=110$) como en el caso del producto 2 ($\theta=115$).

5

Tabla 1. Datos de análisis SARA, número ácido y básico del aceite ligero proveniente del campo Poza Rica.

Aceite	SARA				Número Ácido Total (TAN)	Número Básico Total (TBN)
	Saturados	Aromáticos	Resinas	Asfaltenos		
Aceite ligero	30.68	28.62	39.35	1.32	0.21	1.7

Tabla 2. Análisis físicoquímico de la salmuera 1.

Propiedades Físicas					
Temperatura	20º C				
pH	7.65	@ 20º C			
Densidad	1.0043	g/cm³ @ 20º C			
Conductividad	µS/cm @ 20º C				
Turbidez	4 FTU				
Propiedades Químicas					
Cationes	(mg/L)	(meq/L)	Aniones	(mg/L)	(meq/L)
Sodio (Na ⁺)	1 703.66	74.116	Cloruros (Cl ⁻)	3 200.00	90.260
Potasio (K ⁺)	-----	-----	Sulfatos (SO ₄ ⁼)	350.00	7.287
Calcio (Ca ⁺⁺)	416.00	20.758	Carbonatos (CO ₃ ⁼)	0.00	0.00
Magnesio (Mg ⁺⁺)	106.95	8.799	Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻)	405.04	6.638
Hierro (Fe ⁺⁺)	0.06	0.002	Hidróxidos (OH ⁻)	-----	-----
Manganeso (Mn ⁺⁺)	-----	-----	Nitritos (NO ₂ ⁻)	-----	-----
Bario (Ba ⁺⁺)	35.00	0.510	Nitratos (NO ₃ ⁻)	-----	-----
Estroncio (Sr ⁺⁺)	-----	-----	Fosfatos (PO ₄ ⁻³)	-----	-----
Total:	2 261.88	104.186	Total:	3 955.04	104.186
Sólidos disueltos y en suspensión					
	(mg/L)			(mg/L)	
Sólidos totales	-----			Dureza total como CaCO ₃	1 480,00
Sólidos disueltos totales (SOT)	6 216,92			Dureza de calcio como CaCO ₃	1 040,00
Sólidos disueltos totales (SST)	-----			Dureza de Magnesio como CaCO ₃	440,00
Grasas y aceites	-----			Alcalinidad a la “F” como CaCO ₃	0,00
Sílice soluble	-----			Alcalinidad a la “M” como CaCO ₃	332,00
Oxido Férrico	-----			Salinidad como NaCl	5 275,00
Acidez como	-----			Índice de estabilidad	0,288 10
				Tendencia	Incrustante

Tabla 3. Resultados de recuperación de aceite ligero en celdas Amott.

Producto	Porosidad del núcleo de caliza (%)	Permeabilidad al Helio del núcleo de caliza (mD)	Gramos de aceite impregnado	Gramos de Aceite Totales recuperados	Porcentaje de recuperación
Referencia	19.6	118	12.2874	4.5796	37.27
1	20.0	115	11.7692	6.2252	52.89
2	19.5	112	11.8990	6.3124	53.05

En la Tabla 4 se muestra los valores de ángulo de contacto roca-aceite y mojabilidad de la roca obtenidos en las celdas Amott para los productos 1 y 2 a una concentración de 300 mg/L y para la el sistema de referencia, en este caso salmuera 1 sin aditivar.

Tabla 4. Resultados de ángulo de contacto roca- aceite y mojabilidad de la roca en celdas Amott para experimentos con aceite ligero.

Producto	Ángulo de contacto θ roca-aceite (grados)	Mojabilidad de la roca
Referencia	18	Mojable por aceite
1	110	Mojable por agua
2	115	Mojable por agua

Ejemplo 4

Evaluación de un proceso de imbibición espontánea por cambio de mojabilidad utilizando un aceite crudo pesado. Siguiendo la metodología descrita anteriormente, se colocó en las celdas Amott núcleos carbonatados saturados con aceite pesado en contacto con soluciones de los productos 1 y 2 en la salmuera 2 a una concentración de 300 mg/L.

Las características del aceite crudo pesado y la salmuera 2 se muestran en las **Tablas 5 y 6**, respectivamente.

Tabla 5. Datos de análisis SARA, número ácido y básico total del crudo pesado.

Aceite	SARA				Número Ácido Total (TAN)	Número Básico Total (TBN)
	Saturados	Aromáticos	Resinas	Asfaltenos		
Aceite pesado	13.4	24.76	51.01	10.44	1.83	2.12

Tabla 6. Análisis fisicoquímico de la salmuera 2.

Propiedades Físicas					
Temperatura	20º C				
pH	6.68	@ 20º C			
Densidad	1.0216	g/cm³ @ 20º C			
Conductividad	45 600	µS/cm @ 20º C			
Turbidez	15 FTU				
Color	18 Pt-Co				
Propiedades Químicas					
Cationes	(mg/L)	(meq/L)	Aniones	(mg/L)	(meq/L)
Sodio (Na ⁺)	11 630,06	505,907	Cloruros (Cl ⁻)	22 000,00	620,540
Potasio (K ⁺)	-----	-----	Sulfatos (SO ₄ ⁼)	825,00	17,177
Calcio (Ca ⁺⁺)	1 976,00	98,603	Carbonatos (CO ₃ ⁼)	0,00	0,00
Magnesio (Mg ⁺⁺)	427,86	35,197	Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻)	122,00	1,999
Hierro (Fe ⁺⁺)	0,25	0,009	Hidróxidos (OH ⁻)	-----	-----
Manganeso (Mn ⁺⁺)	-----	-----	Nitritos (NO ₂ ⁻)	-----	-----
Bario (Ba ⁺⁺)	-----	-----	Nitratos (NO ₃ ⁻)	-----	-----
Estroncio (Sr ⁺⁺)	-----	-----	Fosfatos (PO ₄ ⁻³)	-----	-----
Total:	14 034,41	639,716	Total:	22 947,00	639,716
Sólidos disueltos y en suspensión					
	(mg/L)			(mg/L)	
Sólidos totales	-----		Dureza total como CaCO ₃	6 700,00	
Sólidos disueltos totales (SOT)	36 981,41		Dureza de calcio como CaCO ₃	4 940,00	
Sólidos disueltos totales (SST)	-----		Dureza de Magnesio como CaCO ₃	1 760,00	
Grasas y aceites	-----		Alcalinidad a la “F” como CaCO ₃	0,00	
Sílice soluble	-----		Alcalinidad a la “M” como CaCO ₃	100,00	
Oxido Férrico	-----		Salinidad como NaCl	36 265,59	
Acidez como	-----		Índice de estabilidad	-0,71714	
	Tendencia			Corrosiva	

En la Tabla 7 se muestra los resultados obtenidos en las celdas Amott con núcleos carbonatados en contacto con disoluciones de líquidos zwitterionicos geminales del tipo hidroxipropil betaína (Productos 1 y 2) a una concentración de 300 mg/L en la salmuera 2 y utilizando aceite crudo pesado.

5

Tabla 7. Resultados de recuperación de aceite pesado en celdas Amott.

Producto	Porosidad del núcleo de caliza (%)	Permeabilidad al Helio del núcleo de caliza (mD)	Gramos de aceite impregnado	Gramos de Aceite Totales Recuperados	Porcentaje de recuperación (%)
Referencia	19.4	108	6.8124	0.8364	12.2776
1	19.6	113	6.6515	2.0207	30.38
2	19.2	115	6.4726	1.705	26.34

De los resultados de la Tabla 7 es posible observar que los líquido zwitteriónicos geminales ramificados base hidroxipropil betaína (Productos 1 y 2) recuperan más del doble de aceite crudo pesado que la referencia por lo que funcionan adecuadamente como modificadores de la mojabilidad en procesos de imbibición espontánea.

10

b) Evaluación de la actividad inhibitoria/dispersante de asfaltenos de los líquidos zwitterionicos geminales ramificados base hidroxipropil betaína en mezcla heptano-solución de asfaltenos en tolueno a través de espectroscopía UV-Visible. Esta prueba se basa en el hecho de que los asfaltenos son solubles en hidrocarburos aromáticos, pero insolubles en hidrocarburos alifáticos como el *n*-heptano. La capacidad dispersante de los líquidos zwitteriónicos geminales ramificados base hidroxipropil betaína se puede evaluar disolviendo los asfaltenos en tolueno y posteriormente agregando *n*-heptano para provocar su precipitación. Dado que los asfaltenos absorben energía en el espectro de UV-Visible, se puede tener una medida proporcional del asfaleno precipitado midiendo la absorción en el espectro UV-Visible del líquido sobrenadante que resulta.

15

20

Metodología experimental. El procedimiento que se ha diseñado para esta prueba en específico consiste en:

25

- Preparar una disolución de 5000ppm de asfaltenos en tolueno.
- Preparar una solución de 5000ppm del líquido zwitteriónico ramificado base hidroxipropil betaína en tolueno.
- En un tubo de ensaye de fondo cónico añadir 1 ml de la solución de asfaltenos en tolueno, 2 mL de una solución del líquido zwitteriónico base hidroxipropil betaína en tolueno y 7 ml de n-heptano, para obtener 1000ppm de líquido zwitteriónico base hidroxipropil betaína en la solución, agitar vigorosamente por 1 minuto y dejar reposar por 24 horas.
- Preparar la referencia: Adicionar a un tubo de ensaye de fondo cónico 1 ml de solución de asfaltenos en tolueno, 2 ml de tolueno y 7 ml de n-heptano, agitar vigorosamente y dejar reposar por 24 horas.
- Después del tiempo de reposo, se toma 1 ml del sobrenadante tanto del tubo de prueba como de la referencia (teniendo cuidado de no tomar el asfalto sedimentado en el fondo) y cada uno se diluye con 4 ml de tolueno y se agita vigorosamente.
- Los sobrenadantes diluidos se analizan a través de espectrofotometría de UV-visible a una longitud de onda de 410 nm utilizando tolueno como blanco. De esta forma se obtiene el valor de absorbancia tanto para la muestra problema como para la referencia.
- La actividad dispersante se indica como un porcentaje de aumento de los asfaltenos dispersos en la muestra respecto de los asfaltenos dispersos en la referencia y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Actividad\ dispersante\ (%) = \frac{A_p - A_{ref}}{A_{ref}} \times 100$$

donde A_p es la absorbancia de la muestra problema y A_{ref} es la absorbancia de la referencia medidas a 410 nm.

Ejemplo 5

Evaluación de la actividad dispersante de asfaltenos del líquido zwitteriónico base hidroxipropil betaína. Siguiendo la metodología descrita anteriormente, se evaluó la actividad dispersante de los productos 1 y 2 a una concentración de 1000 mg/L.

Los resultados se muestran en la siguiente Tabla 8.

Tabla 8. Actividad dispersante de asfaltenos.

Producto	Absorbancia@410nm	Actividad dispersante (%)
Referencia	0.39	---
1	0.55	41.02
2	0.96	146.15

- 5 De los resultados de la Tabla 8 se observa que ambos productos incrementan la cantidad de asfaltenos dispersados en el medio precipitante respecto de la referencia. También se observa que el producto 2 presenta una mayor actividad dispersante respecto del producto 1.

10

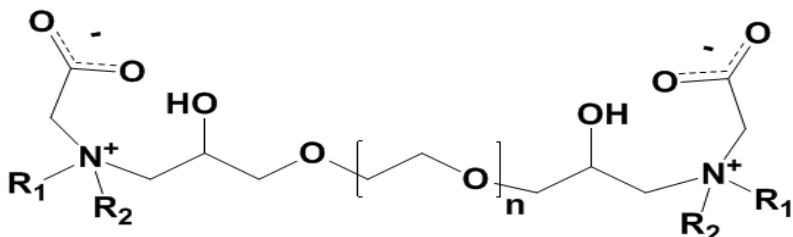
15

20

25

REIVINDICACIONES

1.- Líquidos zwitterionicos geminales ramificados base hidroxipropil betaína, caracterizados porque comprenden la siguiente fórmula estructural:



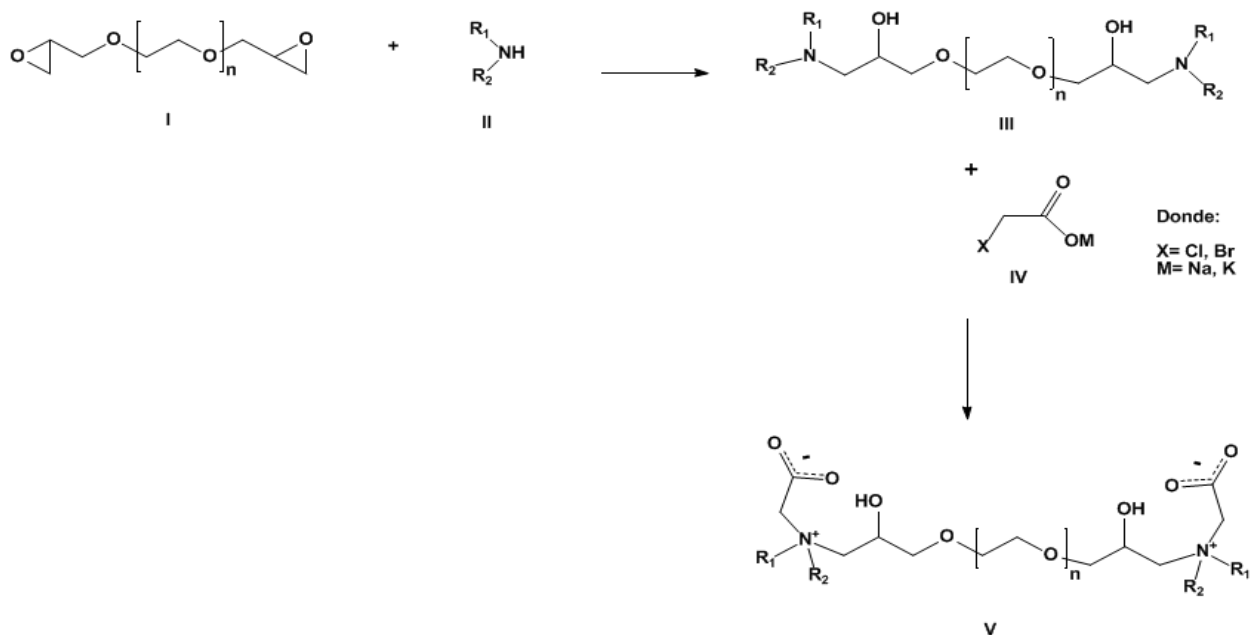
5 donde:

R₁ = es una cadena alquílica o alquénica, lineal o ramificada, preferentemente de 1 a 30 átomos de carbono; o un grupo ciclo alquil o aril, preferentemente de 5 a 12 átomos de carbono;

10 **R₂** = es hidrógeno o una cadena alquílica ó alquénica, lineal o ramificada, preferentemente de 1 a 30 átomos de carbono; o un grupo ciclo alquil o aril, preferentemente de 5 a 12 átomos de carbono;

n = tiene valores de 1 a 500.

2.- Un proceso para la obtención de líquidos zwitterionicos geminales base hidroxipropil betaína, de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado por el siguiente esquema de
15 síntesis:



- y que, comprende 2 etapas de reacción: la primera etapa consiste en hacer reaccionar polietilenglicol diglicidil éter de fórmula I, con aminas primarias o secundarias de fórmula II; la segunda etapa consiste en hacer reaccionar los aminoalcoholes de fórmula III con sales de los ácidos alfa halogenados de la fórmula IV, para obtener los líquidos zwitteriónicos base hidroxipropil betaína de fórmula V.
- 3.- Un proceso de obtención, de conformidad con la reivindicación 2, en donde los polietilenglicol diglicidil éter de fórmula I derivan del óxido de etileno.
- 4.- Un proceso de obtención, de conformidad con la reivindicación 3, en donde los polietilenglicol diglicidil éter de fórmula I contienen dos grupos epóxidos, uno al final y el otro al inicio de la cadena polimérica.
- 5.- Un proceso de obtención, de conformidad con la reivindicación 2, en donde el peso molecular promedio de los polietilenglicol diglicidil éter de fórmula I se encuentra en el intervalo de 100 a 22,000 g/mol.
- 6.- Un proceso de obtención, de conformidad con la reivindicación 2, en donde la reacción se lleva a cabo con una relación molar entre los compuestos de fórmula I y las aminas primarias o secundarias de fórmula II es de 1:1.5 a 1:4, seleccionando de 1:1.8 a 1:2.6.
- 7.- Un proceso de obtención, de conformidad con las reivindicaciones 2 y 6, en donde las aminas secundarias de fórmula IV cuyas R₁ y R₂ son cadenas alquílicas o alquenílicas, lineales o ramificadas, seleccionando de 1 a 30 átomos de carbono; o grupos ciclo alquil o aril, preferentemente de 5 a 12 átomos de carbono y en donde R₂ es hidrógeno.
- 8.- Un proceso de obtención, de conformidad con las reivindicaciones 2 y 6, en donde la reacción para la obtención de los aminoalcoholes de fórmula III se lleva a cabo en ausencia o presencia de disolventes como el acetonitrilo, dioxano, cloroformo, dimetilformamida, dimetilsulfoxido, acetona u alcoholes de cadena corta.
- 9.- Un proceso de obtención, de conformidad con las reivindicaciones 2 y 6, en donde la reacción para la obtención de los aminoalcoholes de fórmula III se lleva a cabo en un tiempo de reacción de 6 a 48 horas, preferentemente 12 horas.
- 10.- Un proceso de obtención de conformidad con las reivindicaciones 2 y 6, en donde la reacción para la obtención de los aminoalcoholes de fórmula III se lleva a cabo a una temperatura de 50 a 150 °C, preferentemente de 60 a 90 °C.

- 11.- Un proceso de obtención de conformidad con la reivindicación 2, en donde la reacción entre los compuestos de fórmula **III** y los ácidos alfa halogenados o sus sales de fórmula **IV** se lleva a cabo con una relación molar de 1:1.5 a 1:4, seleccionándose de 1:1.8 a 1:2.6.
- 5 12.- Un proceso de obtención de conformidad con la reivindicación 11, en donde la sal del ácido alfa halogenado seleccionado es cloro acetato de sodio.
- 13.- Un proceso de obtención de conformidad con las reivindicaciones 2 y 11, en donde la reacción para la obtención de los compuestos de fórmula V se lleva a cabo en ausencia o en presencia de disolventes como agua, dioxano, alcoholes, aromáticos o hidrocarbonados, seleccionándose agua.
- 10 14.- Un proceso de obtención de conformidad con la reivindicación 11, en donde el tiempo de reacción varía de 6 a 48 horas, seleccionándose de 12 a 24 horas.
- 15 15.- Un proceso de obtención de conformidad con la reivindicación 11, en donde la temperatura es de 40 a 180 °C, seleccionándose de 80 a 140 °C.
- 16.- Un proceso de obtención de conformidad con la reivindicación 11, en donde la presión generalmente es atmosférica, por lo que varía de 585 a 760 mmHg.
- 17.- Uso de líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína de fórmula estructural descrita en la reivindicación 1 en procesos de recuperación mejorada de petróleo, en donde se modifica la mojabilidad de rocas como caliza, dolomita, arenisca, cuarzo o litologías heterogéneas.
- 20 18.- El uso de líquidos zwitteriónicos geminales de las reivindicaciones 1 y 17, en procesos de recuperación mejorada de petróleo con presencia de salmueras de alto contenido de sales y iones divalentes como calcio, magnesio, bario y estroncio.
- 19.- El uso de líquidos zwitteriónicos geminales de las reivindicaciones 1 y 17, en donde la temperatura es de hasta 220 °C.
- 25 20.- El uso de líquidos zwitteriónicos geminales de las reivindicaciones 1 y 17, en donde la presión es de hasta 8000 psi.
- 21.- El uso de líquidos zwitteriónicos, de las reivindicaciones 1 y 17, en donde la concentración de sales es de hasta 400,000 ppm.
- 30 22.- El uso de líquidos zwitteriónicos geminales de las reivindicaciones 1 y 17, en donde la concentración de iones divalentes es de hasta 180,000 ppm.

23.- El uso de líquidos zwitteriónicos geminales de las reivindicaciones 1 y 17, en donde la concentración a inyectar del líquido zwitterionico para modificar la mojabilidad de aceite-roca es en concentraciones de 25 a 40,000 ppm.

5 24.- El uso de líquidos zwitteriónicos geminales de las reivindicaciones 1 y 23, en donde la concentración a inyectar es preferentemente de 500 a 10,000 ppm.

25.- El uso de líquidos zwitteriónicos geminales de la reivindicación 1, para inhibir y dispersar asfaltenos.

10 26.- El uso de líquidos zwitteriónicos geminales de las reivindicaciones 1 y 25, en donde la concentración a inyectar del líquido zwitterionico para inhibir y dispersar asfaltenos es de 25 a 40,000 ppm.

27.- El uso de líquidos zwitteriónicos de las reivindicaciones 1 y 26, en donde la concentración a inyectar es preferentemente de 500 a 10,000 ppm.

15

20

25

30

LISTA DE INVENTORES

MX/a/2014/015224

Violeta Yázmin MENA CERVANTES

Av. Eje Central Lázaro Cárdenas Norte No. 152,
San Bartolo Atepehuacán, C.P.07730,
México
Nacionalidad: Mexicana

Raúl HERNÁNDEZ ALTAMIRANO

Av. Eje Central Lázaro Cárdenas Norte No. 152,
San Bartolo Atepehuacán, C.P.07730,
México
Nacionalidad: Mexicana

Luis Silvestre ZAMUDIO RIVERA

Av. Eje Central Lázaro Cárdenas Norte No. 152,
San Bartolo Atepehuacán, C.P.07730,
México
Nacionalidad: Mexicana

Alejandro RAMÍREZ ESTRADA

Av. Eje Central Lázaro Cárdenas Norte No. 152,
San Bartolo Atepehuacán, C.P.07730,
México
Nacionalidad: Mexicana

Jorge Francisco RAMÍREZ PÉREZ

Av. Eje Central Lázaro Cárdenas Norte No. 152,
San Bartolo Atepehuacán, C.P.07730,
México
Nacionalidad: Mexicana

José Manuel MARTÍNEZ MAGADAN

Av. Eje Central Lázaro Cárdenas Norte No. 152,
San Bartolo Atepehuacán, C.P.07730,
México
Nacionalidad: Mexicana

Rodolfo CISNEROS DEVORA

Av. Eje Central Lázaro Cárdenas Norte No. 152,
San Bartolo Atepehuacán, C.P.07730,
México
Nacionalidad: Mexicana

(21) N° de solicitud:		(22) Fecha de solicitud:	
(51) Clasificación Internacional :			
(71) Solicitante(s) INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO			
(72) Inventor(es) (1) Violeta Yázmín Mena Cervantes, (2) Raúl Hernández Altamirano, (3) Luis Silvestre Zamudio Rivera, (4) Alejandro Ramírez Estrada, (5) Jorge Francisco Ramírez Pérez, (6) José Manuel Martínez Magadan, (7) José Manuel Martínez Magadan.			
(74) Apoderado: CARLOS R. OLARTE			
(30) Prioridad	(31) No. Prioridad	32) Fecha	(33) País
(85) Fecha límite inicio fase nacional:		(87) Publicación internacional:	
(86) Datos relativos a la presentación de la solíc. PCT		Fecha:	
Fecha de presentación de la solicitud:		No. Publicación : WO	
No. de solicitud PCT/			

(54) Título: **LÍQUIDOS ZWITTERIÓNICOS GEMINALES BASE HIDROXIPROPIL BETAÍNA, PROCESO DE OBTENCIÓN Y USO COMO MODIFICADORES DE LA MOJABILIDAD CON PROPIEDADES INHIBITORIAS/DISPERSANTES DE ASFALTENOS.**

(57) Resumen:

La presente invención se relaciona con el proceso de obtención y uso de líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína, como modificadores de la mojabilidad de rocas como caliza, dolomita, arenisca, cuarzo o litologías heterogéneas, en presencia de salmueras con alto contenido de iones divalentes como calcio, magnesio, bario y estroncio, alta temperatura y alta presión en procesos de recuperación mejorada de petróleo para incrementar la producción de petróleo.

Los líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína de la presente invención tienen además la propiedad de actuar como inhibidores/dispersantes de asfaltenos, tanto en operaciones de extracción y producción como de transporte y almacenamiento, permitiendo así incrementar el nivel de producción aceite crudo. Una ventaja adicional que presentan los líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína es que pueden ser disueltos en agua destilada, salmueras, hidrocarburos alifáticos o en otros disolventes polares y no polares.

 Industria y Comercio	SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DIVISION DE NUEVAS CREACIONES TARJETA ARCHIVO PROPIETARIOS		
SUPERINTENDENCIA	PATENTE DE INVENCION ☒ PCT ☐ MODELO DE UTILIDAD ☐ DISEÑO INDUSTRIAL ☐		
(21) N° de solicitud: (51) Clasificación Internacional :		(22) Fecha de solicitud:	
(71) Solicitante(s) INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO			
(72) Inventor(es) 1) Violeta Yázmín Mena Cervantes, (2) Raúl Hernández Altamirano, (3) Luis Silvestre Zamudio Rivera, (4) Alejandro Ramírez Estrada, (5) Jorge Francisco Ramírez Pérez, (6) José Manuel Martínez Magadan, (7) José Manuel Martínez Magadan.			
(74) Apoderado: CARLOS R. OLARTE			
(30) Prioridad	(31) No. Prioridad	32) Fecha	(33) País
(85) Fecha inicio fase nacional: (86) Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT Fecha de presentación de la solicitud: Fecha (dd/mm/aa) No. de solicitud PCT/		(87) Publicación internacional Fecha: Fecha (dd/mm/aa) N° publicación: WO	
(54) Título: LÍQUIDOS ZWITTERIÓNICOS GEMINALES BASE HIDROXIPROPIL BETAÍNA, PROCESO DE OBTENCIÓN Y USO COMO MODIFICADORES DE LA MOJABILIDAD CON PROPIEDADES INHIBITORIAS/DISPERSANTES DE ASFALTENOS.			

(21) N° de solicitud:	(51) Int Cl:
22) Fecha de solicitud:	(71)Solicitante(s) INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO
(30) Prioridad (31) No. Prioridad 32) Fecha (33) País	(72) Inventor(es) (1) Violeta Yázmin Mena Cervantes, (2) Raúl Hernández Altamirano, (3) Luis Silvestre Zamudio Rivera, (4) Alejandro Ramírez Estrada, (5) Jorge Francisco Ramírez Pérez, (6) José Manuel Martínez Magadan, (7) José Manuel Martínez Magadan.
	(74) Apoderado: CARLOS R. OLARTE
(54) Título: LÍQUIDOS ZWITTERIÓNICOS GEMINALES BASE HIDROXIPROPIL BETAÍNA, PROCESO DE OBTENCIÓN Y USO COMO MODIFICADORES DE LA MOJABILIDAD CON PROPIEDADES INHIBITORIAS/DISPERSANTES DE ASFALTENOS.	

Reivindicación(es):

La presente invención se relaciona con el proceso de obtención y uso de líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína, como modificadores de la mojabilidad de rocas como caliza, dolomita, arenisca, cuarzo o litologías heterogéneas, en presencia de salmueras con alto contenido de iones divalentes como calcio, magnesio, bario y estroncio, alta temperatura y alta presión en procesos de recuperación mejorada de petróleo para incrementar la producción de petróleo.

Los líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína de la presente invención tienen además la propiedad de actuar como inhibidores/dispersantes de asfaltenos, tanto en operaciones de extracción y producción como de transporte y almacenamiento, permitiendo así incrementar el nivel de producción aceite crudo. Una ventaja adicional que presentan los líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína es que pueden ser disueltos en agua destilada, salmueras, hidrocarburos alifáticos o en otros disolventes polares y no polares.

LÍQUIDOS ZWITTERIÓNICOS GEMINALES BASE HIDROXIPROPIL BETAÍNA, PROCESO DE OBTENCIÓN Y USO COMO MODIFICADORES DE LA MOJABILIDAD CON PROPIEDADES INHIBITORIAS/DISPERSANTES DE ASFALTENOS

5

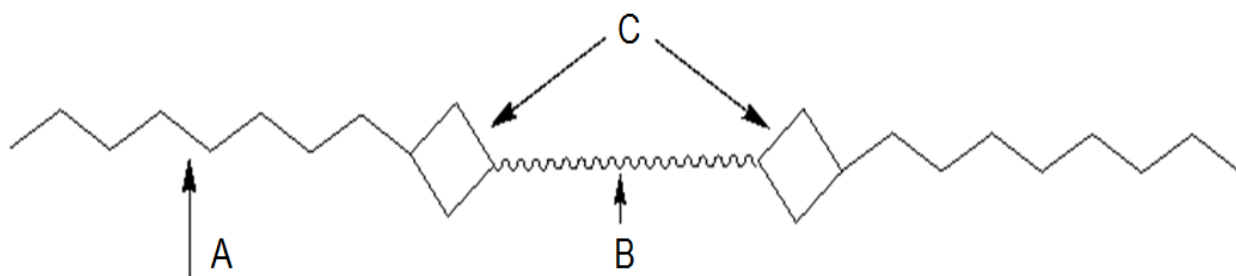
DESCRIPCIÓN

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

La presente invención se sitúa en el campo de los productos químicos multifuncionales aplicados a la industria petrolera en procesos de recuperación mejorada, específicamente en la obtención y uso de líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína con propiedades modificadoras de la mojabilidad de rocas carbonatadas y de litologías heterogéneas, en presencia de salmueras con alto contenido de iones divalentes como calcio, magnesio, bario y estroncio, alta temperatura y alta presión que de forma simultánea presentan la propiedad de actuar como inhibidores/dispersantes de asfaltenos, tanto en operaciones de extracción y producción como de transporte y almacenamiento, permitiendo así incrementar el nivel de producción aceite crudo.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Los líquidos zwitteriónicos geminales (1) constituyen una familia que se caracteriza por poseer cadenas hidrocarbonadas (A), un puente (B) y dos grupos polares de tipo zwitterionico (C).

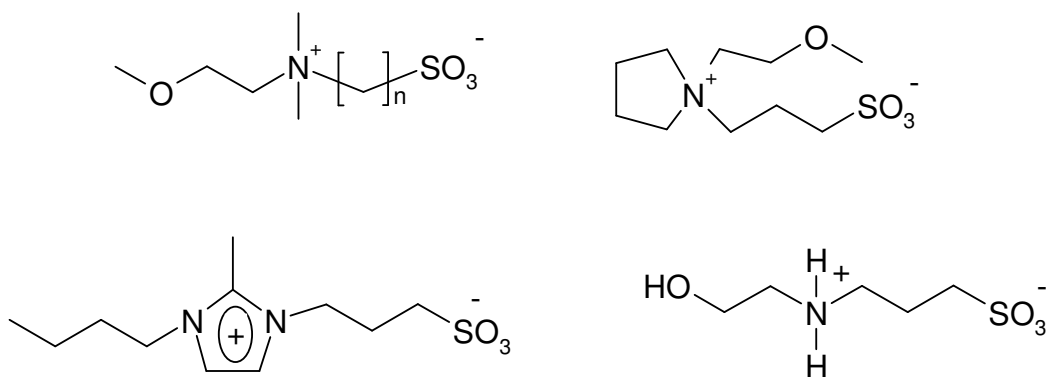


25

(1) Estructura general de un líquido zwitteriónico geminal.

Los líquidos zwitteriónicos geminales son compuestos eléctricamente neutros, pero que tienen cargas formales positiva (catión) y negativa (anión) sobre átomos diferentes de la misma molécula. Son moléculas capaces de adaptarse a diferentes medios y por lo tanto, pueden ser diseñadas para que respondan de forma eficiente en función de los contaminantes y de las condiciones de operación donde sean aplicadas.

A continuación se presentan algunos ejemplos de estructuras químicas de líquidos zwitteriónicos que se encuentran reportadas en la literatura (2) [*Chemistry Letters*, **2004**, 33 (12), 1594-1595; *Latvian Journal of Chemistry*, **2010**, (1-4), 102-113; *Monatshefte für Chemie*, **2008**, 139, 799-803].



(2) Estructuras químicas de algunos líquidos zwitteriónicos reportados en la literatura.

Para el caso particular del incremento en la producción de hidrocarburos, se tiene que después de las recuperaciones primaria y secundaria, el yacimiento petrolero contiene todavía 50-80% del crudo originalmente en sitio. Esto se debe a que la eficiencia de los métodos de recuperación primaria y secundaria está limitada por dos factores:

- En la escala de los poros, el aceite crudo puede alcanzar una saturación residual suficientemente baja para encontrarse en forma de glóbulos discontinuos, atrapados por las fuerzas capilares.
- En la escala del yacimiento, existen ciertas zonas en las cuales el fluido inyectado durante la recuperación secundaria no penetra, por la baja permeabilidad de estas zonas.

Los métodos propuestos actualmente para la recuperación mejorada se encuentran dirigidos a la solución de las problemáticas anteriormente mencionadas y el uso de productos químicos surfactantes modificadores de la mojabilidad es uno de los métodos más ampliamente utilizado, dentro de dichos surfactantes se encuentran del tipo catiónico, aniónico, no iónico y zwitteriónico o mezcla de éstos.

Un modificador de la mojabilidad se define como un surfactante capaz de cambiar la afinidad de la roca del yacimiento favorablemente. La mojabilidad es una medida de la interacción entre las fases presentes en el yacimiento y es una función de la química interfacial de esas fases y determina la tendencia de un fluido a avanzar o adherirse a una superficie sólida en la presencia de otros fluidos inmiscibles. La mojabilidad de una roca puede verse modificada de manera natural por la adsorción de compuestos polares, la formación de depósitos de material orgánico que estuvo originalmente en el aceite o por agentes externos. Los cambios en la mojabilidad afectan la presión capilar, permeabilidades relativas, la saturación de aceite residual y saturación de agua irreducible.

A pesar de los continuos avances en el desarrollo de productos químicos modificadores de la mojabilidad, actualmente hay yacimientos muy difíciles de tratar debido principalmente a que son naturalmente fracturados, tienen baja permeabilidad, presentan litologías heterogéneas, altas temperaturas (mayores a 90°C) y una salinidad elevada generalmente mayor a 60,000 ppm como cloruro de sodio y alto contenido de iones divalentes (calcio y magnesio, mayor a 5000 ppm).

Debido a lo anterior, la caracterización del tipo de roca del que está formado el yacimiento, así como, de la composición del aceite crudo adsorbido y el medio que le rodea, es de suma importancia para el diseño de nuevos modificadores de la mojabilidad proponer estructuras moleculares que sean tolerantes a salmueras saturadas de sales, principalmente de calcio y magnesio, tengan buena difusión a través del medio que generalmente está compuesto de salmuera-aceite y grupos polares afines a la roca para cambiar favorablemente la mojabilidad de roca mojada por aceite a mojada por agua.

A nivel mundial existen una gran diversidad de casos específicos de productos químicos que han sido utilizados para resolver dichas problemáticas, dentro de los que se encuentran surfactantes aniónicos como alquil sulfonatos de sodio o surfactantes catiónicos como cloruros de alquil-trimetil amonio, pero desafortunadamente su aplicación no es universal, debido a que las condiciones que se tienen en los yacimientos en México son completamente diferentes a las que se tienen en otros países, es por esto, que se vuelve de suma importancia el desarrollo de productos químicos más versátiles que puedan utilizarse en condiciones cada vez más adversas y que además puedan resolver simultáneamente el mayor número de problemáticas, como por ejemplo la corrosión que se encuentra directamente asociada con el uso de agua de mar o agua congénita las cuáles son normalmente utilizadas como disolvente del producto químico modificador de la mojabilidad con el propósito de minimizar los costos de su aplicación y pueda ser inyectado al yacimiento petrolero.

Con el fin de incrementar el factor de recuperación de aceite crudo, se han desarrollado productos químicos modificadores de la mojabilidad como los que se mencionan a continuación:

La patente US 5,042,580 (Proceso de recuperación de petróleo para su uso en yacimientos fracturados) protege un proceso de recuperación mejorada que consiste en inyectar al yacimiento un modificador de la mojabilidad compuesto de una mezcla de diferentes tipos de surfactantes del tipo alquil-sulfonato y sales de cromo derivadas de ácidos carboxílicos grasos.

La patente US 4,509,951 (Recuperación mejorada a través de procesos de imbibición) protege un proceso de recuperación mejorada que consiste en inyectar al yacimiento un modificador de la mojabilidad compuesto de una mezcla de diferentes tipos de productos, dentro de los que se encuentran, sales de amonio, hidróxidos de metales alcalinos, tripolifosfatos de alquilo, carbonatos y bicarbonatos de metales alcalinos.

La solicitud de patente US 2009/0023618 A1 (Método de recuperación de petróleo) protege un proceso de recuperación mejorada que consiste en inyectar al yacimiento un modificador de la mojabilidad compuesto de una mezcla de diferentes tipos de compuestos base organofosforados.

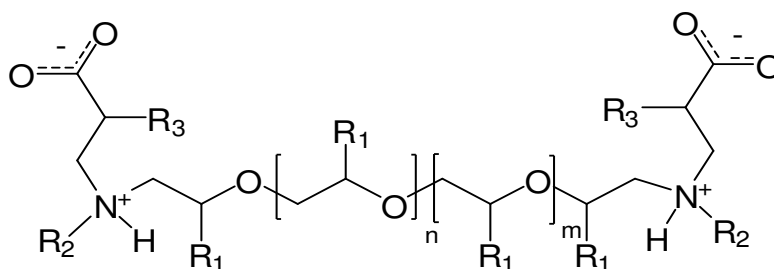
5

La patente US 4,842,065 (Proceso de recuperación de petróleo empleando un proceso cíclico de modificación de la mojabilidad) protege un proceso de recuperación mejorada que consiste en inyectar al yacimiento un modificador de la mojabilidad compuesto de una mezcla de diferentes tipos de alcoholes etoxilados.

10

La patente US 3,643,738 (Control de la mojabilidad en procesos de recuperación de Petróleo) protege un proceso que permite controlar el cambio de mojabilidad a través del uso de mezclas de sulfonatos de petróleo.

15 La patente MX 318024 se refiere a una composición de líquidos zwitteriónicos geminales base aminoácido con propiedades modificadoras de la mojabilidad en procesos de recuperación mejorada de petróleo con fórmula estructural:



(3) Formula estructural de líquidos zwitteriónicos geminales de la patente MX 318024

20

Cabe resaltar que los líquidos zwitteriónicos de dicha solicitud difieren de la presente invención al no ser de tipo hidroxipropil betaína, además de que no presentan propiedades inhibitorias- dispersantes de asfaltenos.

25 Por otro lado, el fenómeno de la precipitación de los asfaltenos en el aceite crudo se presenta cuando en condiciones favorables de temperatura, presión y composición,

partículas de asfaltenos pequeñas y de bajo peso molecular se asocian, crecen, y generan agregados grandes y pesados de asfaltenos que se vuelven insolubles en el medio. El alto peso y la naturaleza polar de estos asfaltenos generan que los mismos se difundan hacia el fondo del yacimiento, tubería o equipo y que se adhieran fuertemente a las paredes de los mismos. A este fenómeno se le conoce con el nombre de depositación de asfaltenos.

La depositación de los asfaltenos está directamente relacionada con: 1) El daño a la formación en yacimientos; 2) El ensuciamiento y taponamiento de pozos de producción y ductos de transporte de hidrocarburo; y, 3) El ensuciamiento que se presenta en plantas de refinación del aceite crudo. Dichas problemáticas ocasionan anualmente grandes pérdidas económicas a la industria petrolera.

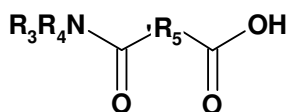
Tradicionalmente en la industria petrolera, los problemas de ensuciamiento y taponamiento ocasionados por la depositación de asfaltenos han sido controlados a través del uso de inhibidores y/o dispersantes de asfaltenos, cuya estructura molecular está constituida por dos partes esenciales conocidas como grupo cabeza y grupo cola.

Como ejemplos importantes en la literatura que mencionan el desarrollo de compuestos químicos y su aplicación en aceite crudo para inhibir o dispersar depósitos de asfaltenos, se pueden mencionar las patentes US 7,122,113 B2, US, 7,122,112 B2, US, 7,097,759 B2, US 6,946,524 B2, US, 6,313,367 B1, US 6,204,420 B1, US 6,180,683 B1, US 6,063,146, US 6,048,904, US 5,504,063, US 5,494,607, US 5,466,387, US 5,388,644 y US 5,021,498, MX 287535 y la solicitud US 2011/ 0162558 A1.

La patente US 7,122,113 B2 se refiere al uso de compuestos dendriméricos para solubilizar asfaltenos presentes en una mezcla de hidrocarburos. Preferentemente el compuesto dendrimérico es un poliéster amida hiperramificado construido preferentemente a partir de anhídrido succínico, diisopropanolamina y funcionalizado con anhídrido poliisobutenil succínico.

La patente US 7,122,112 B2 se refiere al desarrollo de compuestos de la fórmula

estructural:

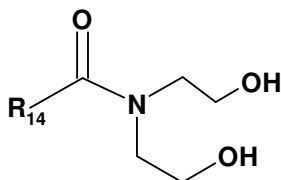


(4)

que de manera específica contiene dentro de su estructura grupos carboxilos y amida, y a su aplicación como dispersante de asfaltenos en aceite crudo.

Dentro de la fórmula estructural (4), R₅ es un grupo alquilo difuncional que puede variar de C₁ a C₇₀ y R₃ y R₄ son radicales independientes que pueden estar representados por los grupos aril, alquil, alquilaril, heterocicilil o hidrógeno. La patente también indica que este tipo de compuestos incrementa la demulsibilidad, reduce la viscosidad, la formación de sedimentos, el ensuciamiento de superficies y la corrosión.

La patente US, 7,097,759 B2 se refiere al desarrollo de compuestos de la fórmula estructural:

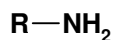


(5)

que de manera específica contienen dentro de su estructura un grupo carbonil, tiocarbonil o imina, y a su aplicación como dispersante de asfaltenos en aceite crudo. Dentro de la fórmula estructural (5), R₁₄ es un grupo alquil que puede variar de C₁₅ a C₂₁. La patente también indica que este tipo de compuestos incrementa la demulsibilidad, reduce la viscosidad, la formación de sedimentos, el ensuciamiento de superficies y la corrosión.

La patente US 6,946,524 B2 se refiere a un proceso para producir poliéster-amidas, por reaccionar un poliisobutileno con un primer agente seleccionado del grupo consistente de ácidos monoinsaturados teniendo de 3 a 21 átomos de carbono y derivados de ellos, y un

segundo agente seleccionado del grupo consistente de monoetanolamina y alquilaminas de fórmula estructural:



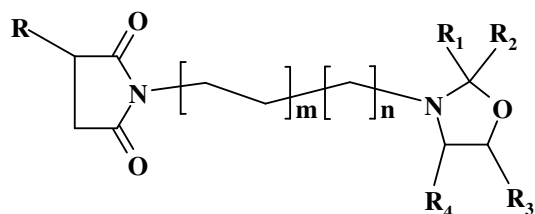
5 (6)

donde R representa un grupo alquilo teniendo de 1 a 4 átomos de carbono. Las poliéster-amidas producidas son utilizadas como estabilizadoras de asfaltenos en aceite crudo y derivados del aceite crudo.

10 La patente US, 6,313,367 B1, menciona que varios ésteres y productos de la reacción de éteres son excelentes inhibidores o dispersantes de asfaltenos y pueden ser usados en hidrocarburos tales como aceite crudo. Los compuestos inhibidores de asfaltenos pueden ser 1) ésteres formados de la reacción de alcoholes polihídricos con ácidos carboxílicos, 2) éteres formados de la reacción de glicidil éteres o epóxidos con alcoholes polihídricos y 3)
15 ésteres formados de la reacción de glicidil éteres o epóxidos con ácidos carboxílicos.

La patente US 6,204,420 B1, menciona el desarrollo de una nueva formulación donde la acción dispersante de asfaltenos de ácidos carboxílicos puede ser ampliamente mejorada por la adición de cantidades relativamente pequeñas de ésteres derivados de ácidos
20 alquilfosfóricos. La formulación está compuesta de: A) 5 a 99% en peso de un ácido carboxílico teniendo más de 4 átomos de carbono, un ácido etercarboxílico teniendo sustituyentes alquílicos de C₁₈-C₂₂, alquenílicos de C₁₈-C₂₂, o alquilarílicos de C₆-C₁₈, un ácido amidocarboxílico o una mezcla de ellos y B) 1 a 95% en peso de un mono o diéster fosfórico o mezcla de ellos, el cual está sustituido por un grupo alquílico de C₁₈-C₂₂,
25 alquenílico de C₁₈-C₂₂, alquilarílicos de C₆-C₁₈ o alcoxilado. Donde la suma de A y B es 10% en peso.

La patente MX 287535 y la solicitud US 2011/ 0162558 A1, se refieren al uso de formulaciones de aditivo inhibidor- dispersante de asfaltenos a base de oxazolidinas
30 derivadas de polialquil o polialquenil N-hidroxialquil succinimidas con la siguiente fórmula estructural:



(7)

De lo anterior es importante resaltar que en ninguna de las referencias mencionadas, se menciona acerca de líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína y tampoco sugieren su proceso de obtención, ni su uso como modificadores de la mojabilidad con propiedades inhibitorias/dispersantes de asfaltenos, que alteran la mojabilidad de la roca de forma favorable en procesos de recuperación mejorada de aceite crudo en una gran variedad de rocas como caliza, dolomita, arenisca, cuarzo o litologías heterogéneas, y que pueden estar expuestos a salmueras con alto contenido de iones divalentes como calcio, magnesio, bario y estroncio (150,000ppm), temperaturas hasta 220°C y presiones hasta 300 kg/cm²; y que previenen y controlan la precipitación de asfaltenos en ductos de producción de aceite crudo en procesos de recuperación mejorada.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS DIBUJOS DE LA INVENCIÓN

Con el propósito de tener un mejor entendimiento en cuanto a la aplicación de los líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína, proceso de obtención y uso como modificadores de la mojabilidad con propiedades inhibitorias/dispersantes de asfaltenos de la presente invención, a continuación se hará referencia a las Figuras que se acompañan:

La Figura 1 muestra la producción de aceite en el capilar de la celda Amott para: a) Referencia y b) Producto 1.

La Figura 2 muestra el ángulo de contacto para: a) Sistema que únicamente contiene salmuera, b) Sistema que contiene salmuera más 300 ppm del producto 1 y c) Sistema que contiene salmuera más 300 ppm del producto 2.

La Figura 3 muestra los asfaltenos precipitados en la referencia (a) y la actividad dispersante para el producto 2 (b).

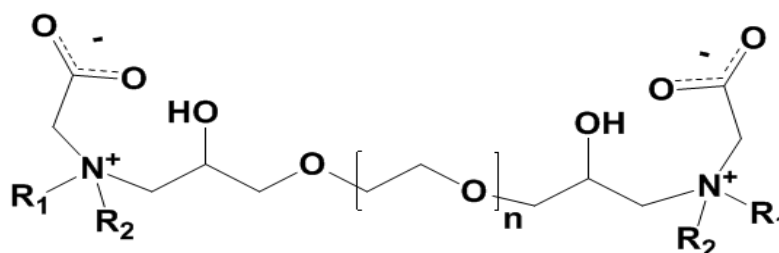
DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención se relaciona con la obtención y uso de líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína, como modificadores de la mojabilidad de rocas como caliza, dolomita, arenisca, cuarzo o litologías heterogéneas, en presencia de aceite crudo y salmueras con alto contenido de iones divalentes como calcio, magnesio, bario y estroncio, alta temperatura y alta presión en procesos de recuperación mejorada de petróleo.

Los líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína de la presente invención tienen además la propiedad de actuar como inhibidores/dispersantes de asfaltenos en operaciones de extracción y producción permitiendo de esta manera prevenir y controlar adecuadamente problemas de precipitación de asfaltenos. Una ventaja adicional que presentan los líquidos zwitteriónicos de la presente invención es que derivado de su estructura molecular pueden ser solubles en salmuera, aceite crudo o disolventes orgánicos como tolueno, xilenos, cloroformo y alcoholes. Por lo que ofrecen ventajas operativas para su aplicación en campo.

La presente invención es la primera a nivel mundial relacionada con una familia de compuestos químicos que presenten de forma simultánea las propiedades de modificación de la mojabilidad e inhibición- dispersión de asfaltenos.

Los líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína de la presente invención, tienen la siguiente formula estructural (8):



(8)

donde:

R₁ = Es una cadena alquílica o alquenílica, lineal o ramificada, preferentemente de 1 a 30 átomos de carbono; o un grupo ciclo alquil o aril, preferentemente de 5 a 12 átomos de carbono;

5 **R₂=** Es hidrógeno o una cadena alquílica o alquenílica, lineal o ramificada, preferentemente de 1 a 30 átomos de carbono; o un grupo ciclo alquil o aril, preferentemente de 5 a 12 átomos de carbono;

n = Tiene valores de 1 a 500, dependiendo del peso molecular del poli(éter) utilizado, cuyo peso molecular se encuentra en el intervalo de 100 a 22,000 g/mol.

10 Para el desarrollo de la presente invención se siguió un procedimiento que consta de las siguientes etapas: 1) Síntesis y caracterización de los líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína; y 2) Evaluación experimental de las propiedades modificadoras de la mojabilidad e inhibitorias/dispersantes de asfaltenos.

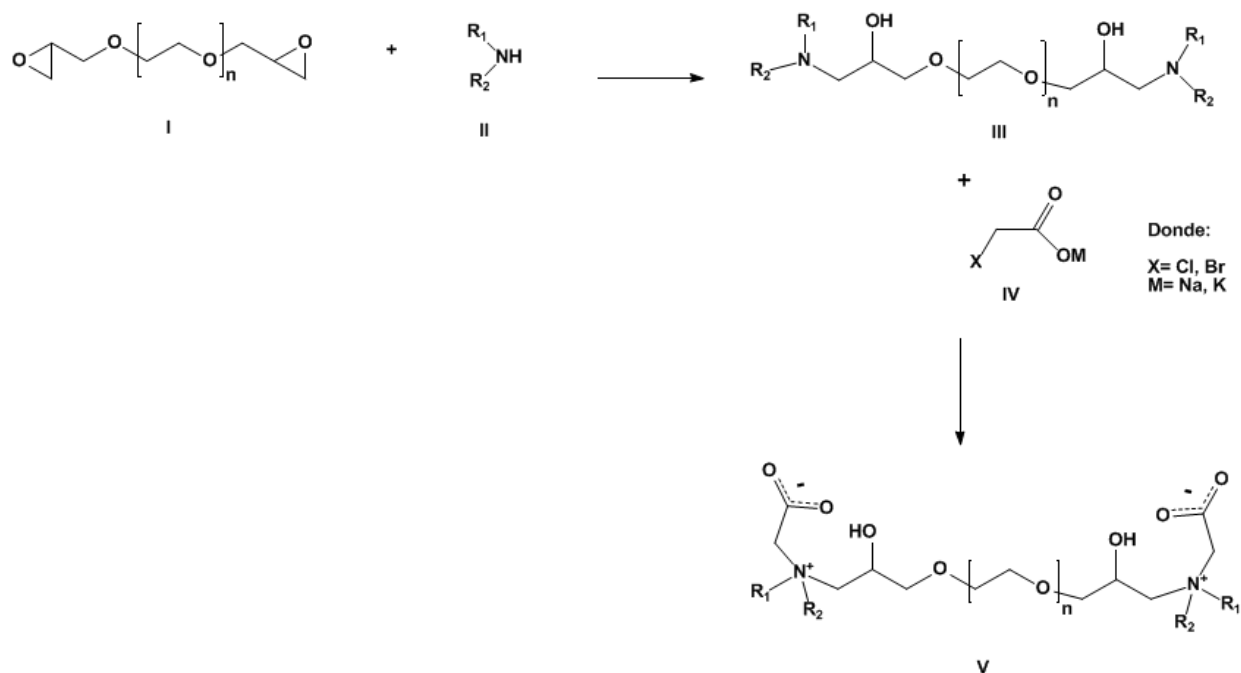
15 Una ventaja adicional que presentan los líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína derivada de su estructura molecular es que pueden ser solubles en agua, salmuera, aceite crudo o disolventes orgánicos como tolueno, xilenos, cloroformo y alcoholes.

20 **1) Síntesis y caraterización de líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína.** Los líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína, objeto de la presente invención, son preparados de acuerdo al esquema de síntesis de los líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína (9), y comprende dos etapas de reacción:

25 La primera etapa consiste en hacer reaccionar polietilenglicol diglicidil éter de fórmula I, con dos grupos epóxidos, uno al final y el otro al inicio de la cadena polimérica, y cuyo peso molecular se encuentra en el intervalo de 100 a 22,000 g/mol; con aminas de fórmula II cuyas R₁ y R₂ pueden ser cadenas alquílicas o alquenílicas, lineales o ramificadas, 30 preferentemente de 1 a 30 átomos de carbono; o grupos ciclo alquil o aril, preferentemente de 5 a 12 átomos de carbono y en donde R₂ también puede ser hidrógeno. La reacción se

lleva a cabo en una relación molar entre los compuestos de fórmula I y II de 1:1.5 a 1:4, preferentemente de 1:1.8 a 1:2.6; en ausencia de disolvente o en presencia de disolventes como el acetonitrilo, dioxano, cloroformo, dimetilformamida, dimetilsulfoxido, acetona u alcoholes de cadena corta; en un tiempo de reacción de 6 a 48 horas, preferentemente 12 horas; y a una temperatura de 50 a 150 °C; para la obtención de los aminoalcoholes de fórmula III.

La segunda etapa consiste en la reacción entre los aminoalcoholes de fórmula III y ácidos alfa halogenados como los ácidos cloro o bromo acético o sus sales de sodio o potasio de fórmula IV, en una relación molar de 1:1.5 a 1:4, preferentemente de 1:1.8 a 1:2.6; la reacción se lleva a cabo en presencia de disolventes como agua, dioxano, alcoholes, aromáticos o hidrocarbonados, preferentemente agua; el tiempo de reacción, la temperatura y la presión dependen de la estructura de los compuestos de fórmula III y IV; generalmente el tiempo de reacción varía de 6 a 48 horas, preferentemente de 12 a 24 horas, la temperatura de 40 a 180 °C, preferentemente de 80 a 130 °C, y la presión generalmente es atmosférica, para la obtención de los líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína de fórmula V.



A continuación se describen algunos ejemplos de la obtención de líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína para tener un mejor entendimiento de la presente invención, sin que esto limite su alcance.

5

Ejemplo 1

Preparación del líquido zwitterionico geminal base hidroxipropil betaína (**Producto 1**).

Primera etapa. En un matraz redondo de 25 ml provisto con un refrigerante, agitador magnético, mantilla de calentamiento y termómetro, se colocaron 4 g de dioctilamina y 4.79 g de Poli(etilenglicol) diglicidil éter (PEGDE). La mezcla de reactivos fue sometida a
10 agitación vigorosa e incrementada su temperatura hasta un intervalo de 100-105°C, bajo esas condiciones se agito de manera continua por 6 hrs. Una vez consumido el tiempo de reacción, el crudo de reacción fue caracterizado por métodos espectroscópicos para saber su composición, de modo que se obtuvieron 9.1 gr de bis N, N- dioctil hidroxi poliéter con apariencia transparente de color amarillo y viscoso.

15 Segunda etapa. En un matraz redondo de 25 ml instrumentado con un refrigerante, agitador magnético, mantilla de calentamiento y termómetro, se colocaron 9.1 g del producto bis-N, N-dioctil hidroxi-N-poliéter y una solución de 2.1 g de cloro Acetato de Sodio en 30 g de agua H₂O. La mezcla de reacción fue sometida a agitación vigorosa y a temperatura de reflujo por un tiempo de 24 horas.

20

Una vez consumido el tiempo de reacción se llevó a cabo una extracción con cloroformo de la fase orgánica. La fase en cloroformo fue filtrada y evaporada a presión reducida, obteniéndose 8.6 g de un líquido transparente de color naranja denominado bis N, N-dioctil-N-poliéter hidroxi betaína (Producto 1).

25

Las características espectroscópicas del Producto 1 son las siguientes:

Bandas representativas de IR (cm⁻¹): 3266, 2923, 2860, 1736, 1627, 1459 y 1097.

30 Desplazamientos químicos representativos de RMN de ¹H (CDCl₃), 200 MHz, δ (ppm): 3.83, 3.56, 3.10, 2.90 y 0.79.

Desplazamientos químicos representativos de RMN de ^{13}C (CDCl_3), 50 MHz, δ (ppm): 178.5, 70.2, 64.7, 61.8, 57.7, 53.9, 31.4, 22.3 y 13.8.

Ejemplo 2

5 Preparación del líquido zwitterionico geminal base hidroxipropil betaína (**Producto 2**).
Primera etapa. En un matraz redondo de 25 ml provisto con un refrigerante, agitador magnético, mantilla de calentamiento y termómetro, se colocaron 3 g de didodecilamina y 5.79 g de Poli(etilenglicol) diglicidil éter (PEGDE). La mezcla de reactivos fue sometida a
10 agitación vigorosa e incrementada su temperatura hasta un intervalo de 100-105°C, bajo esas condiciones se agito de manera continua por 6 hrs. Una vez consumido el tiempo de reacción, el crudo de reacción fue caracterizado por métodos espectroscópicos para saber su composición, de modo que se obtuvieron 9.1 gr de bis N, N- didodecil hidroxí poliéter, con apariencia transparente de color amarillo y viscoso.

15 Segunda etapa. En un matraz redondo de 25 ml instrumentado con un refrigerante, agitador magnético, mantilla de calentamiento y termómetro, se colocaron 9.1 g del producto bis-N, N-didodecil hidroxí-N-poliéter y una solución de 1.8 g de cloro Acetato de Sodio en 10 g de agua H_2O y 20g de dioxano. La mezcla de reacción fue sometida a agitación vigorosa y a temperatura de reflujo por un tiempo de 48 horas.

20 Una vez consumido el tiempo de reacción se llevó a cabo una extracción con cloroformo de la fase orgánica. La fase en cloroformo fue filtrada y evaporada a presión reducida, obteniéndose 8.2 g de un líquido transparente de color naranja denominado bis N, N-didodecil-N-poliéter hidroxí betaína (Producto 2).

25 Las características espectroscópicas del Producto 2 son las siguientes:

Bandas representativas de IR (cm^{-1}): 3271, 2921, 2858, 1729, 1625, 1454 y 1098.

30 Desplazamientos químicos representativos de RMN de ^1H (CDCl_3), 200 MHz, δ (ppm): 3.85, 3.53, 3.11, 2.91 y 0.77.

Desplazamientos químicos representativos de RMN de ^{13}C (CDCl_3), 50 MHz, δ (ppm): 178.2, 70.1, 64.3, 61.5, 57.3, 53.2, 31.1, 22.3 y 13.5.

2) Evaluación experimental de las propiedades modificadoras de la mojabilidad e inhibitorias/dispersantes de asfaltenos.

a) **Pruebas de desempeño de los líquidos zwitterionicos geminales ramificados base hidroxipropil betaína como modificadores de la mojabilidad.** Para la evaluación de las propiedades modificadoras de la mojabilidad de rocas caliza, dolomita, arenisca, cuarzo o litologías heterogéneas, en presencia de salmueras con alto contenido de iones divalentes como calcio, magnesio, bario y estroncio, se determinó el factor de recuperación por proceso de imbibición espontánea en núcleos de caliza en celdas Amott, con el fin de evaluar la eficiencia de los modificadores de mojabilidad de la presente invención respecto de un sistema de referencia sin la presencia de producto químico. Para las evaluaciones se seleccionaron núcleos de caliza Bedford compuestos fundamentalmente de carbonato de calcio, por ser una roca que presenta fuerte adsorción de compuestos orgánicos polares del aceite y por tanto constituye el caso más severo para un modificador de la mojabilidad, con lo que se garantizaría que este tipo de agentes químicos funcionarían adecuadamente en otro tipo de roca con menor tendencia a ser mojabable por aceite. A continuación se describe el método de prueba.

Determinación del factor de recuperación por proceso de imbibición espontánea en núcleos de caliza en celdas Amott. El método de prueba consiste en medir la cantidad de aceite crudo recuperado de núcleos de roca carbonatada inicialmente saturados de aceite, debido a procesos de imbibición espontanea por agua; en celdas amott a temperatura constante y presión atmosférica.

Elementos requeridos para la prueba:

- Celdas Amott.
- Recirculador de temperatura controlada.
- Núcleos de caliza de 3.81 cm de diámetro x 7 cm de largo y de permeabilidades y

porosidades conocidas.

- Cámara fotográfica.
- Aceite crudo.
- Salmuera de alta salinidad.
- 5 • Balanza Analítica.
- Equipo de vidrio de extracción por SOXHLET.
- Material volumétrico de vidrio.
- Estufa de convección.

Procedimiento de prueba:

- 10 1) Se someten a procesos de extracción de hidrocarburos con diferentes disolventes orgánicos en un sistema SOXHLET a los núcleos de roca carbonatada (dolomita o caliza). Los procesos de extracción se realizan de manera continua, secuenciada y a reflujo; utilizando como solventes: a) Xileno, b) Cloroformo, c) Metanol, d) Xileno, e) Cloroformo, f) Metanol y g) Xileno. El tiempo de duración de cada etapa de extracción
- 15 es de un día y el tiempo total del proceso es de 7 días.
- 2) Determinar la permeabilidad absoluta al helio de los núcleos, así como su porosidad efectiva. 3) Secar los núcleos en una estufa a una temperatura de 100°C y registrar el peso. 4) Poner en contacto los núcleos con aceite muerto proveniente del yacimiento de interés, por espacio de 5 días a la temperatura de interés y a una
- 20 presión de 140 ± 5 psi, en una celda de alta presión.
- 5) Dejar escurrir a temperatura y presión atmosférica los núcleos impregnados con aceite muerto hasta observar que ya no existe goteo. El proceso de escurrimiento dura alrededor de 12 horas y para ello se hace uso de una malla alambre del número 200.
- 6) Pesar los núcleos impregnados con aceite muerto y obtener por diferencia de peso
- 25 la cantidad de aceite que adsorbió el medio poroso.
- 7) Preparar 500 mililitros de solución acuosa (salmuera) a evaluar a la concentración de producto químico requerida en la prueba.
- 8) Colocar los núcleos impregnados con el aceite muerto en las celdas Amott y agregar cuidadosamente 350 mililitros de la salmuera de alta salinidad sin producto químico y en
- 30 otra celda con la solución del producto químico a evaluar a la concentración requerida.

9) Incrementar la temperatura del sistema y mantenerla por el periodo de tiempo al cual se pretenda determinar el factor de recuperación bajo las condiciones de temperatura y salinidad.

10) Cuantificar la cantidad de aceite producido debido a procesos de imbibición espontánea de agua bajo las condiciones de estudio y determinar el factor de recuperación de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$F_r = \frac{A_r}{A_{\text{original}}} \times 100$$

donde:

F_r = Factor de recuperación; A_r = Aceite recuperado; A_{omp} = Aceite original adsorbido en el medio poroso.

11) Fotografiar los sistemas para medir el ángulo de contacto roca-aceite y determinar la mojabilidad de la roca en un sistema de referencia y en sistemas con producto químico.

Ejemplo 3

Evaluación de un proceso de imbibición espontánea por cambio de mojabilidad utilizando un aceite crudo ligero. Siguiendo la metodología descrita anteriormente, se colocó en las celdas Amott núcleos carbonatados que fueron saturados con aceite ligero (cuyas características se muestran en la Tabla 1) y se pusieron en contacto con disoluciones de los productos 1 y 2 en salmuera 1 (cuyas características se muestran en la Tabla 2). El experimento tuvo una duración de 15 días a 90 °C.

En la Tabla 3 se muestra los datos de recuperación obtenidos en las celdas Amott para los productos 1, 2 a una concentración de 300 mg/L y para la referencia, en este caso salmuera 1, en donde, no se adicionó ningún producto químico.

De los resultados de la Tabla 3 es posible observar que los líquidos zwitteriónicos geminales ramificados base hidroxipropil betaína (productos 1 y 2), recuperan cerca de 1.5 veces más aceite crudo ligero que la referencia por lo que funcionan adecuadamente como modificadores de la mojabilidad en procesos de imbibición espontánea.

Asimismo, de los resultados en la Tabla 4 se observa como el producto tiene la propiedad de cambiar la mojabilidad de la roca de mojable al aceite ($\theta=18$), como se observa en el sistema de referencia a mojable al agua tanto en el caso del producto 1 ($\theta=110$) como en el caso del producto 2 ($\theta=115$).

5

Tabla 1. Datos de análisis SARA, número ácido y básico del aceite ligero proveniente del campo Poza Rica.

Aceite	SARA				Número Ácido Total (TAN)	Número Básico Total (TBN)
	Saturados	Aromáticos	Resinas	Asfaltenos		
Aceite ligero	30.68	28.62	39.35	1.32	0.21	1.7

Tabla 2. Análisis físicoquímico de la salmuera 1.

Propiedades Físicas					
Temperatura	20º C				
pH	7.65	@ 20º C			
Densidad	1.0043	g/cm³ @ 20º C			
Conductividad	µS/cm @ 20º C				
Turbidez	4 FTU				
Propiedades Químicas					
Cationes	(mg/L)	(meq/L)	Aniones	(mg/L)	(meq/L)
Sodio (Na ⁺)	1 703.66	74.116	Cloruros (Cl ⁻)	3 200.00	90.260
Potasio (K ⁺)	-----	-----	Sulfatos (SO ₄ ⁼)	350.00	7.287
Calcio (Ca ⁺⁺)	416.00	20.758	Carbonatos (CO ₃ ⁼)	0.00	0.00
Magnesio (Mg ⁺⁺)	106.95	8.799	Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻)	405.04	6.638
Hierro (Fe ⁺⁺)	0.06	0.002	Hidróxidos (OH ⁻)	-----	-----
Manganeso (Mn ⁺⁺)	-----	-----	Nitritos (NO ₂ ⁻)	-----	-----
Bario (Ba ⁺⁺)	35.00	0.510	Nitratos (NO ₃ ⁻)	-----	-----
Estroncio (Sr ⁺⁺)	-----	-----	Fosfatos (PO ₄ ⁻³)	-----	-----
Total:	2 261.88	104.186	Total:	3 955.04	104.186
Sólidos disueltos y en suspensión					
	(mg/L)			(mg/L)	
Sólidos totales	-----			Dureza total como CaCO ₃	1 480,00
Sólidos disueltos totales (SOT)	6 216,92			Dureza de calcio como CaCO ₃	1 040,00
Sólidos disueltos totales (SST)	-----			Dureza de Magnesio como CaCO ₃	440,00
Grasas y aceites	-----			Alcalinidad a la “F” como CaCO ₃	0,00
Sílice soluble	-----			Alcalinidad a la “M” como CaCO ₃	332,00
Oxido Férrico	-----			Salinidad como NaCl	5 275,00
Acidez como	-----			Índice de estabilidad	0,288 10
				Tendencia	Incrustante

Tabla 3. Resultados de recuperación de aceite ligero en celdas Amott.

Producto	Porosidad del núcleo de caliza (%)	Permeabilidad al Helio del núcleo de caliza (mD)	Gramos de aceite impregnado	Gramos de Aceite Totales recuperados	Porcentaje de recuperación
Referencia	19.6	118	12.2874	4.5796	37.27
1	20.0	115	11.7692	6.2252	52.89
2	19.5	112	11.8990	6.3124	53.05

En la Tabla 4 se muestra los valores de ángulo de contacto roca-aceite y mojabilidad de la roca obtenidos en las celdas Amott para los productos 1 y 2 a una concentración de 300 mg/L y para la el sistema de referencia, en este caso salmuera 1 sin aditivar.

Tabla 4. Resultados de ángulo de contacto roca- aceite y mojabilidad de la roca en celdas Amott para experimentos con aceite ligero.

Producto	Ángulo de contacto θ roca-aceite (grados)	Mojabilidad de la roca
Referencia	18	Mojable por aceite
1	110	Mojable por agua
2	115	Mojable por agua

Ejemplo 4

Evaluación de un proceso de imbibición espontánea por cambio de mojabilidad utilizando un aceite crudo pesado. Siguiendo la metodología descrita anteriormente, se colocó en las celdas Amott núcleos carbonatados saturados con aceite pesado en contacto con soluciones de los productos 1 y 2 en la salmuera 2 a una concentración de 300 mg/L.

Las características del aceite crudo pesado y la salmuera 2 se muestran en las **Tablas 5 y 6**, respectivamente.

Tabla 5. Datos de análisis SARA, número ácido y básico total del crudo pesado.

Aceite	SARA				Número Ácido Total (TAN)	Número Básico Total (TBN)
	Saturados	Aromáticos	Resinas	Asfaltenos		
Aceite pesado	13.4	24.76	51.01	10.44	1.83	2.12

Tabla 6. Análisis fisicoquímico de la salmuera 2.

Propiedades Físicas					
Temperatura	20º C				
pH	6.68	@ 20º C			
Densidad	1.0216	g/cm³ @ 20º C			
Conductividad	45 600	µS/cm @ 20º C			
Turbidez	15 FTU				
Color	18 Pt-Co				
Propiedades Químicas					
Cationes	(mg/L)	(meq/L)	Aniones	(mg/L)	(meq/L)
Sodio (Na ⁺)	11 630,06	505,907	Cloruros (Cl ⁻)	22 000,00	620,540
Potasio (K ⁺)	-----	-----	Sulfatos (SO ₄ ⁼)	825,00	17,177
Calcio (Ca ⁺⁺)	1 976,00	98,603	Carbonatos (CO ₃ ⁼)	0,00	0,00
Magnesio (Mg ⁺⁺)	427,86	35,197	Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻)	122,00	1,999
Hierro (Fe ⁺⁺)	0,25	0,009	Hidróxidos (OH ⁻)	-----	-----
Manganeso (Mn ⁺⁺)	-----	-----	Nitritos (NO ₂ ⁻)	-----	-----
Bario (Ba ⁺⁺)	-----	-----	Nitratos (NO ₃ ⁻)	-----	-----
Estroncio (Sr ⁺⁺)	-----	-----	Fosfatos (PO ₄ ⁻³)	-----	-----
Total:	14 034,41	639,716	Total:	22 947,00	639,716
Sólidos disueltos y en suspensión					
	(mg/L)			(mg/L)	
Sólidos totales	-----		Dureza total como CaCO ₃	6 700,00	
Sólidos disueltos totales (SOT)	36 981,41		Dureza de calcio como CaCO ₃	4 940,00	
Sólidos disueltos totales (SST)	-----		Dureza de Magnesio como CaCO ₃	1 760,00	
Grasas y aceites	-----		Alcalinidad a la “F” como CaCO ₃	0,00	
Sílice soluble	-----		Alcalinidad a la “M” como CaCO ₃	100,00	
Oxido Férrico	-----		Salinidad como NaCl	36 265,59	
Acidez como	-----		Índice de estabilidad	-0,71714	
			Tendencia	Corrosiva	

En la Tabla 7 se muestra los resultados obtenidos en las celdas Amott con núcleos carbonatados en contacto con disoluciones de líquidos zwitterionicos geminales del tipo hidroxipropil betaína (Productos 1 y 2) a una concentración de 300 mg/L en la salmuera 2 y utilizando aceite crudo pesado.

5

Tabla 7. Resultados de recuperación de aceite pesado en celdas Amott.

Producto	Porosidad del núcleo de caliza (%)	Permeabilidad al Helio del núcleo de caliza (mD)	Gramos de aceite impregnado	Gramos de Aceite Totales Recuperados	Porcentaje de recuperación (%)
Referencia	19.4	108	6.8124	0.8364	12.2776
1	19.6	113	6.6515	2.0207	30.38
2	19.2	115	6.4726	1.705	26.34

De los resultados de la Tabla 7 es posible observar que los líquido zwitteriónicos geminales ramificados base hidroxipropil betaína (Productos 1 y 2) recuperan más del doble de aceite crudo pesado que la referencia por lo que funcionan adecuadamente como modificadores de la mojabilidad en procesos de imbibición espontánea.

10

b) Evaluación de la actividad inhibitoria/dispersante de asfaltenos de los líquidos zwitterionicos geminales ramificados base hidroxipropil betaína en mezcla heptano-solución de asfaltenos en tolueno a través de espectroscopía UV-Visible. Esta prueba se basa en el hecho de que los asfaltenos son solubles en hidrocarburos aromáticos, pero insolubles en hidrocarburos alifáticos como el *n*-heptano. La capacidad dispersante de los líquidos zwitteriónicos geminales ramificados base hidroxipropil betaína se puede evaluar disolviendo los asfaltenos en tolueno y posteriormente agregando *n*-heptano para provocar su precipitación. Dado que los asfaltenos absorben energía en el espectro de UV-Visible, se puede tener una medida proporcional del asfalteno precipitado midiendo la absorción en el espectro UV-Visible del líquido sobrenadante que resulta.

15

20

Metodología experimental. El procedimiento que se ha diseñado para esta prueba en específico consiste en:

25

- Preparar una disolución de 5000ppm de asfaltenos en tolueno.
- Preparar una solución de 5000ppm del líquido zwitteriónico ramificado base hidroxipropil betaína en tolueno.
- En un tubo de ensaye de fondo cónico añadir 1 ml de la solución de asfaltenos en tolueno, 2 mL de una solución del líquido zwitteriónico base hidroxipropil betaína en tolueno y 7 ml de n-heptano, para obtener 1000ppm de líquido zwitteriónico base hidroxipropil betaína en la solución, agitar vigorosamente por 1 minuto y dejar reposar por 24 horas.
- Preparar la referencia: Adicionar a un tubo de ensaye de fondo cónico 1 ml de solución de asfaltenos en tolueno, 2 ml de tolueno y 7 ml de n-heptano, agitar vigorosamente y dejar reposar por 24 horas.
- Después del tiempo de reposo, se toma 1 ml del sobrenadante tanto del tubo de prueba como de la referencia (teniendo cuidado de no tomar el asfalto sedimentado en el fondo) y cada uno se diluye con 4 ml de tolueno y se agita vigorosamente.
- Los sobrenadantes diluidos se analizan a través de espectrofotometría de UV-visible a una longitud de onda de 410 nm utilizando tolueno como blanco. De esta forma se obtiene el valor de absorbancia tanto para la muestra problema como para la referencia.
- La actividad dispersante se indica como un porcentaje de aumento de los asfaltenos dispersos en la muestra respecto de los asfaltenos dispersos en la referencia y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Actividad\ dispersante\ (%) = \frac{A_p - A_{ref}}{A_{ref}} \times 100$$

donde A_p es la absorbancia de la muestra problema y A_{ref} es la absorbancia de la referencia medidas a 410 nm.

Ejemplo 5

Evaluación de la actividad dispersante de asfaltenos del líquido zwitteriónico base hidroxipropil betaína. Siguiendo la metodología descrita anteriormente, se evaluó la actividad dispersante de los productos 1 y 2 a una concentración de 1000 mg/L.

Los resultados se muestran en la siguiente Tabla 8.

Tabla 8. Actividad dispersante de asfaltenos.

Producto	Absorbancia@410nm	Actividad dispersante (%)
Referencia	0.39	---
1	0.55	41.02
2	0.96	146.15

- 5 De los resultados de la Tabla 8 se observa que ambos productos incrementan la cantidad de asfaltenos dispersados en el medio precipitante respecto de la referencia. También se observa que el producto 2 presenta una mayor actividad dispersante respecto del producto 1.

10

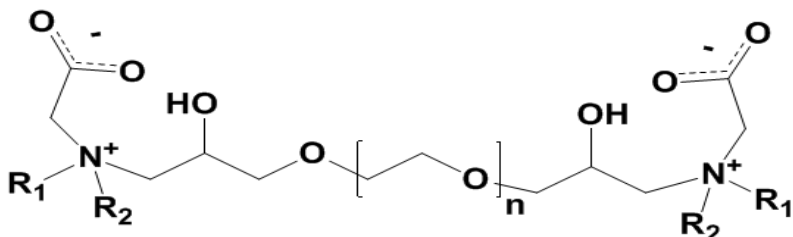
15

20

25

REIVINDICACIONES

1.- Líquidos zwitterionicos geminales ramificados base hidroxipropil betaína, caracterizados porque comprenden la siguiente fórmula estructural:



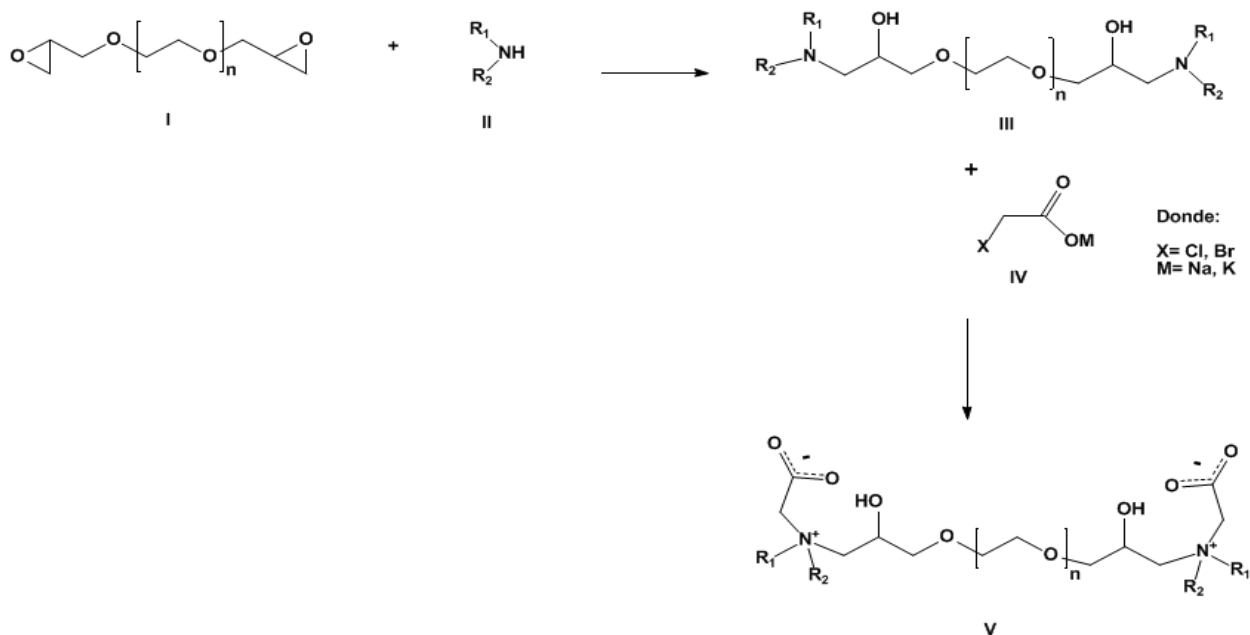
5 donde:

R₁ = es una cadena alquílica o alquénica, lineal o ramificada, preferentemente de 1 a 30 átomos de carbono; o un grupo ciclo alquil o aril, preferentemente de 5 a 12 átomos de carbono;

10 **R₂** = es hidrógeno o una cadena alquílica ó alquénica, lineal o ramificada, preferentemente de 1 a 30 átomos de carbono; o un grupo ciclo alquil o aril, preferentemente de 5 a 12 átomos de carbono;

n = tiene valores de 1 a 500.

2.- Un proceso para la obtención de líquidos zwitterionicos geminales base hidroxipropil betaína, de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado por el siguiente esquema de
15 síntesis:



- y que, comprende 2 etapas de reacción: la primera etapa consiste en hacer reaccionar polietilenglicol diglicidil éter de fórmula I, con aminas primarias o secundarias de fórmula II; la segunda etapa consiste en hacer reaccionar los aminoalcoholes de fórmula III con sales de los ácidos alfa halogenados de la fórmula IV, para obtener los líquidos zwitteriónicos base hidroxipropil betaína de fórmula V.
- 3.- Un proceso de obtención, de conformidad con la reivindicación 2, en donde los polietilenglicol diglicidil éter de fórmula I derivan del óxido de etileno.
- 4.- Un proceso de obtención, de conformidad con la reivindicación 3, en donde los polietilenglicol diglicidil éter de fórmula I contienen dos grupos epóxidos, uno al final y el otro al inicio de la cadena polimérica.
- 5.- Un proceso de obtención, de conformidad con la reivindicación 2, en donde el peso molecular promedio de los polietilenglicol diglicidil éter de fórmula I se encuentra en el intervalo de 100 a 22,000 g/mol.
- 6.- Un proceso de obtención, de conformidad con la reivindicación 2, en donde la reacción se lleva a cabo con una relación molar entre los compuestos de fórmula I y las aminas primarias o secundarias de fórmula II es de 1:1.5 a 1:4, seleccionando de 1:1.8 a 1:2.6.
- 7.- Un proceso de obtención, de conformidad con las reivindicaciones 2 y 6, en donde las aminas secundarias de fórmula IV cuyas R₁ y R₂ son cadenas alquílicas o alquenílicas, lineales o ramificadas, seleccionando de 1 a 30 átomos de carbono; o grupos ciclo alquil o aril, preferentemente de 5 a 12 átomos de carbono y en donde R₂ es hidrógeno.
- 8.- Un proceso de obtención, de conformidad con las reivindicaciones 2 y 6, en donde la reacción para la obtención de los aminoalcoholes de fórmula III se lleva a cabo en ausencia o presencia de disolventes como el acetonitrilo, dioxano, cloroformo, dimetilformamida, dimetilsulfoxido, acetona u alcoholes de cadena corta.
- 9.- Un proceso de obtención, de conformidad con las reivindicaciones 2 y 6, en donde la reacción para la obtención de los aminoalcoholes de fórmula III se lleva a cabo en un tiempo de reacción de 6 a 48 horas, preferentemente 12 horas.
- 10.- Un proceso de obtención de conformidad con las reivindicaciones 2 y 6, en donde la reacción para la obtención de los aminoalcoholes de fórmula III se lleva a cabo a una temperatura de 50 a 150 °C, preferentemente de 60 a 90 °C.

- 11.- Un proceso de obtención de conformidad con la reivindicación 2, en donde la reacción entre los compuestos de fórmula **III** y los ácidos alfa halogenados o sus sales de fórmula **IV** se lleva a cabo con una relación molar de 1:1.5 a 1:4, seleccionándose de 1:1.8 a 1:2.6.
- 5 12.- Un proceso de obtención de conformidad con la reivindicación 11, en donde la sal del ácido alfa halogenado seleccionado es cloro acetato de sodio.
- 13.- Un proceso de obtención de conformidad con las reivindicaciones 2 y 11, en donde la reacción para la obtención de los compuestos de fórmula V se lleva a cabo en ausencia o en presencia de disolventes como agua, dioxano, alcoholes, aromáticos o hidrocarbonados, seleccionándose agua.
- 10 14.- Un proceso de obtención de conformidad con la reivindicación 11, en donde el tiempo de reacción varía de 6 a 48 horas, seleccionándose de 12 a 24 horas.
- 15 15.- Un proceso de obtención de conformidad con la reivindicación 11, en donde la temperatura es de 40 a 180 °C, seleccionándose de 80 a 140 °C.
- 16.- Un proceso de obtención de conformidad con la reivindicación 11, en donde la presión generalmente es atmosférica, por lo que varía de 585 a 760 mmHg.
- 17.- Uso de líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína de fórmula estructural descrita en la reivindicación 1 en procesos de recuperación mejorada de petróleo, en donde se modifica la mojabilidad de rocas como caliza, dolomita, arenisca, cuarzo o litologías heterogéneas.
- 20 18.- El uso de líquidos zwitteriónicos geminales de las reivindicaciones 1 y 17, en procesos de recuperación mejorada de petróleo con presencia de salmueras de alto contenido de sales y iones divalentes como calcio, magnesio, bario y estroncio.
- 19.- El uso de líquidos zwitteriónicos geminales de las reivindicaciones 1 y 17, en donde la temperatura es de hasta 220 °C.
- 25 20.- El uso de líquidos zwitteriónicos geminales de las reivindicaciones 1 y 17, en donde la presión es de hasta 8000 psi.
- 21.- El uso de líquidos zwitteriónicos, de las reivindicaciones 1 y 17, en donde la concentración de sales es de hasta 400,000 ppm.
- 30 22.- El uso de líquidos zwitteriónicos geminales de las reivindicaciones 1 y 17, en donde la concentración de iones divalentes es de hasta 180,000 ppm.

23.- El uso de líquidos zwitteriónicos geminales de las reivindicaciones 1 y 17, en donde la concentración a inyectar del líquido zwitterionico para modificar la mojabilidad de aceite-roca es en concentraciones de 25 a 40,000 ppm.

5 24.- El uso de líquidos zwitteriónicos geminales de las reivindicaciones 1 y 23, en donde la concentración a inyectar es preferentemente de 500 a 10,000 ppm.

25.- El uso de líquidos zwitteriónicos geminales de la reivindicación 1, para inhibir y dispersar asfaltenos.

10 26.- El uso de líquidos zwitteriónicos geminales de las reivindicaciones 1 y 25, en donde la concentración a inyectar del líquido zwitterionico para inhibir y dispersar asfaltenos es de 25 a 40,000 ppm.

27.- El uso de líquidos zwitteriónicos de las reivindicaciones 1 y 26, en donde la concentración a inyectar es preferentemente de 500 a 10,000 ppm.

15

20

25

30

RESUMEN DE LA INVENCION

La presente invención se relaciona con el proceso de obtención y uso de líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína, como modificadores de la mojabilidad de rocas como caliza, dolomita, arenisca, cuarzo o litologías heterogéneas, en presencia de salmueras con alto contenido de iones divalentes como calcio, magnesio, bario y estroncio, alta temperatura y alta presión en procesos de recuperación mejorada de petróleo para incrementar la producción de petróleo.

Los líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína de la presente invención tienen además la propiedad de actuar como inhibidores/dispersantes de asfaltenos, tanto en operaciones de extracción y producción como de transporte y almacenamiento, permitiendo así incrementar el nivel de producción aceite crudo. Una ventaja adicional que presentan los líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína es que pueden ser disueltos en agua destilada, salmueras, hidrocarburos alifáticos o en otros disolventes polares y no polares.



a)



b)

FIGURA 1

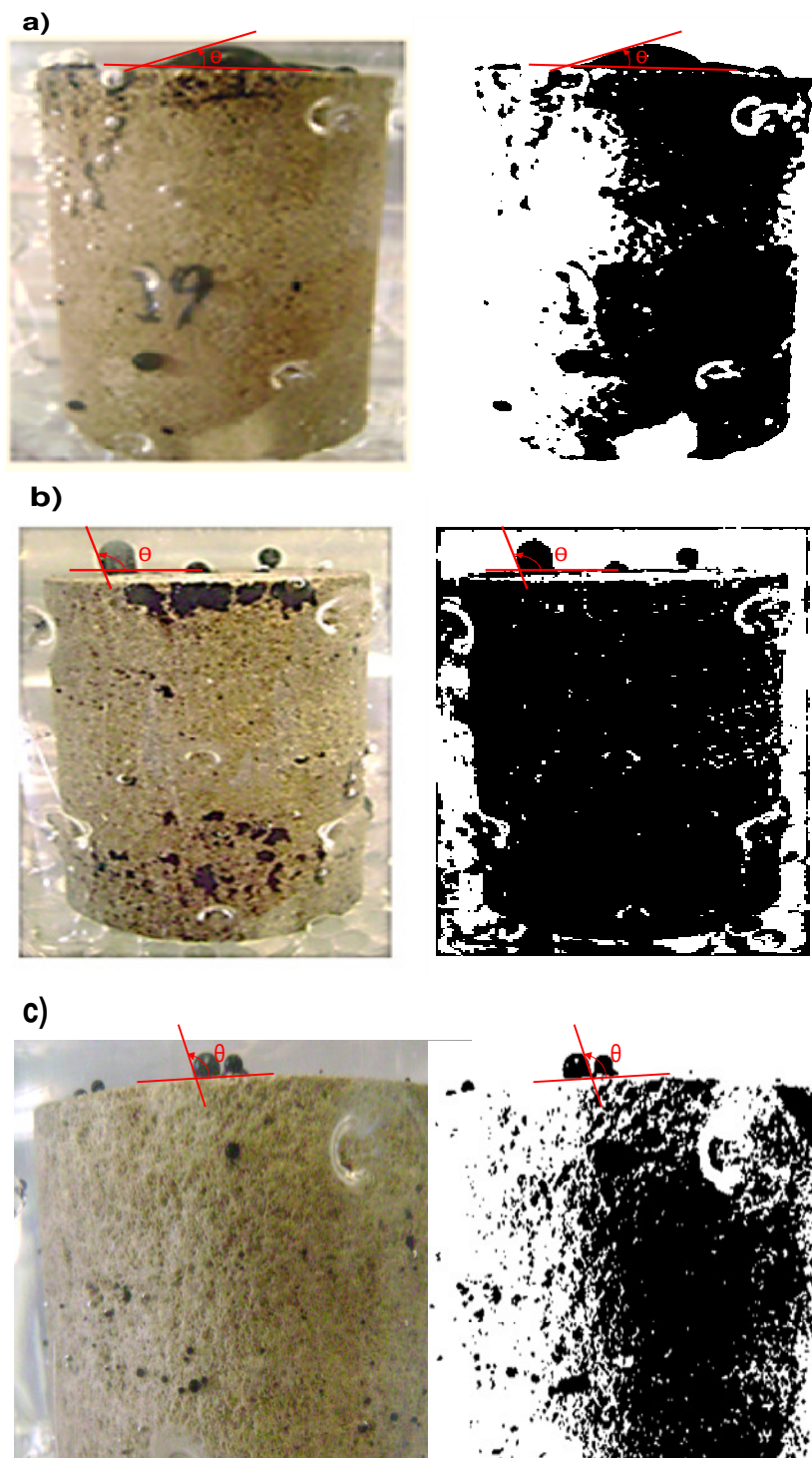


FIGURA 2

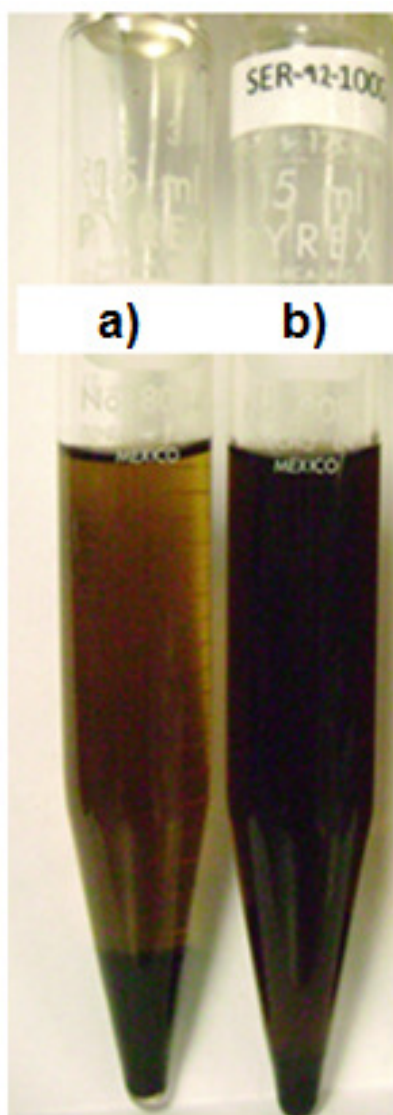


FIGURA 3

INSTITUTO
Mexicano del
Notario

GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
CONSEJERIA JURIDICA Y
SERVICIOS LEGALES

Directorio General Jurídica
México

D. F.

Apostille
(Convention de la Haye du 5 octobre 1961)

Derechos \$ 67.00

No. Orden 0 041208

En México el presente documento público ha sido firmado
por ANGEL GILBERTO ADAME LOPEZ
quien actúa en calidad de NOTARIO 233 DEL DISTRITO FEDERAL

Este documento está revestido del sello correspondiente a NOTARIA 233 DISTRITO FEDERAL MEXICO

Certificado en MEXICO, D.F. por LETICIA DELGADO VALENCIA
JEFE DE UNIDAD DEPARTAMENTAL CONSULTIVA DE LA D.O.J.E.L. DE LA CONSEJERIA
DISTRITO FEDERAL DE SERVICIOS LEGALES

A JURIDICA Y
OS LEGALES
General Jurídica
Legislativa

MEXICO, D.F. el 22 de NOVIEMBRE de 2011

Firma

93701300216887UT5VBP/Capturado por BEPC

SECRET

TESTIMONIO DEL INSTRUMENTO DE

EL PODER QUE OTORGA "INSTITUTO
MEXICANO DEL PETRÓLEO", A FAVOR DE
LOS SEÑORES **CARLOS REINALDO OLARTE
GARCÍA** (QUIEN TAMBIÉN ACOSTUMBRA USAR
EL NOMBRE DE CARLOS R. OLARTE) Y **JUAN
GUILLERMO MOURE PÉREZ** (QUIEN TAMBIÉN
ACOSTUMBRA USAR EL NOMBRE DE JUAN
GUILLERMO MOURE) .-

*60633.-

2194.-

2011.-

AAHG/POD.-

RPP/NO.-

||||| .-

Qued

Única de Registro de Población: "REMJ seis cuatro cero siete cero siete HDFSRS cero cuatro".-----

V.- Que tuve a la vista los documentos citados en este instrumento. -----

VI.- Que manifiesta el compareciente que las declaraciones que realizó en este instrumento las hizo bajo protesta de decir verdad y que lo enteré de las penas en que incurrir los que declaran con falsedad.-----

VII.- Que hice saber al compareciente el derecho de leer personalmente este instrumento y de que su contenido le fuera explicado por mí.-----

VIII.- Que leído y explicado este instrumento al compareciente, habiéndole ilustrado acerca del valor, las consecuencias y alcances legales del contenido del mismo, manifestó su conformidad y comprensión plena y lo firmó el día quince de noviembre del año en curso, mismo momento en que lo autorizo.-----Doy fe.-----

Firma del licenciado José Reséndiz Martínez.-----

Ángel Gilberto Adame López.-----Rúbrica.-----

El sello de autorizar.-----

NOTAS AL APÉNDICE.-----

Para cumplir con lo dispuesto por el artículo dos mil quinientos cincuenta y cuatro del Código Civil vigente en el Distrito Federal, a continuación se transcribe:-----

"ART. 2554.- En todos los poderes generales para pleitos y cobranzas bastará que se diga que se otorga con todas las facultades generales y las especiales que requieran cláusula especial conforme a la ley, para que se entiendan conferidos sin limitación alguna.-----

En los poderes generales para administrar bienes, bastará expresar que se dan con ese carácter para que el apoderado tenga toda clase de facultades administrativas.-----

En los poderes generales, para ejercer actos de dominio, bastará que se den con ese carácter para que el apoderado tenga todas las facultades de dueño, tanto en lo relativo a los bienes, como para hacer toda clase de gestiones, a fin de defenderlos.-----

Cuando se quisieren limitar, en los tres casos antes mencionados, las facultades de los apoderados, se consignarán las limitaciones o los poderes serán especiales.-----

Los notarios insertarán este artículo en los testimonios de los poderes que otorguen".-----

EXPIDO PRIMER TESTIMONIO PRIMERO EN SU ORDEN PARA LOS APODERADOS SEÑORES CARLOS REINALDO OLARTE GARCÍA (QUIEN TAMBIÉN ACOSTUMBRA USAR EL NOMBRE DE CARLOS R. OLARTE) Y JUAN GUILLERMO MOURE PÉREZ (QUIEN TAMBIÉN ACOSTUMBRA USAR EL NOMBRE DE JUAN GUILLERMO MOURE), EN DOS PÁGINAS.-----

MÉXICO, DISTRITO FEDERAL, A QUINCE DE NOVIEMBRE DE DOS MIL ONCE. DOY FE.--

RCP/spve





ANGEL GILBERTO ADAME LOPEZ

NOTARIA 233
MEXICO, D.F.



LIBRO DOS MIL CIENTO NOVENTA Y CUATRO.----- AAHG/SPVE/CUOC---
INSTRUMENTO SESENTA MIL SEISCIENTOS TREINTA Y TRES.-----

MÉXICO, DISTRITO FEDERAL, a catorce de noviembre de dos mil once.-----
ÁNGEL GILBERTO ADAME LÓPEZ, titular de la notaría número doscientos treinta y tres del Distrito Federal, hago constar **EL PODER ESPECIAL** que otorga el "INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO", representado por el licenciado José Reséndiz Martínez, a favor de los señores **CARLOS REINALDO OLARTE GARCÍA** (quien también acostumbra usar el nombre de **CARLOS R. OLARTE**) y **JUAN GUILLERMO MOURE PÉREZ** (quien también acostumbra usar el nombre de **JUAN GUILLERMO MOURE**), para que lo ejerciten, conjunta o separadamente al tenor de la siguiente:-----

----- C L Á U S U L A -----

ÚNICA.- Poder amplio y suficiente para presentar, tramitar obtener, defender y hacer respetar todas las Patentes de Invención propiedad del Instituto Mexicano del Petróleo, que se les encargue en la República de Colombia, a cuyo efecto los faculta para dar todos los pasos necesarios ante cualquier autoridad administrativa o judicial de cualquier jerarquía para cumplir con lo encomendado, elevar solicitudes, recursos, respuestas y oposiciones, pagar impuestos y anualidades, solicitar testimonios, recibir documentos y valores, desistir, transigir, y percibir, pudiendo recibir cualquier tipo de notificaciones y documentos a nombre del poderdante.-----

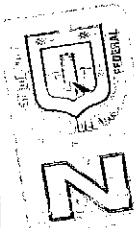
YO EL NOTARIO CERTIFICO:-----

I.- Que me identifiqué plenamente como notario ante el compareciente, a quien conozco y conceptúo capacitado legalmente para la celebración de este acto.-----

II.- Que hice del conocimiento del compareciente que, en caso de que el acto consignado en este instrumento origine la posibilidad de realización de una actividad por parte de un extranjero para la cual no esté previamente autorizado por la Secretaría de Gobernación, el desempeño de la actividad estará sujeto a la autorización que a su juicio expida dicha Secretaría.-----

III.- Que el representante del "INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO", manifiesta que su representado se encuentra capacitado legalmente para la celebración de este acto, acredita la personalidad que ostenta, que no le ha sido revocada ni en forma alguna modificada y que está vigente en términos de Ley, con la certificación que agrego al apéndice de este instrumento con la letra "A".-----

IV.- Que el compareciente declara por sus generales ser:-----
Mexicano, originario de México, Distrito Federal, lugar donde nació el día siete de julio de mil novecientos sesenta y cuatro, casado, con domicilio en Eje Central Lázaro Cárdenas Norte número ciento cincuenta y dos, colonia San Bartolo Atepehuacan, delegación Gustavo A. Madero, código postal número cero siete mil setecientos treinta, empleado, con Clave





ANGEL GILBERTO ADAME LÓPEZ, titular de la notaría número doscientos treinta y tres del Distrito Federal, CERTIFICO: Que el licenciado JOSÉ RESÉNDIZ MARTÍNEZ, me acredita su carácter de apoderado del "INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO", con los siguientes documentos:-----

Con primer testimonio del instrumento número cincuenta y ocho mil novecientos sesenta y dos, de fecha dieciocho de julio de dos mil once, ante mí, en el cual se hizo constar el nombramiento de Director General que resultó de la protocolización parcial del acta de Sesión Extraordinaria del Consejo Directivo del "INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO".-----
Y de dicho instrumento copio en su parte conducente lo que es del tenor literal siguiente:-----
"...hago constar EL NOMBRAMIENTO DEL DIRECTOR GENERAL del "INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO", que resulta de la protocolización parcial del acta de Sesión Extraordinaria de su Consejo Directivo celebrada el día veintiocho de febrero de dos mil once, que realizo a solicitud de la abogada Neus Peniche Sala, en su carácter de Secretaria del mencionado Consejo Directivo, al tenor de los siguientes antecedentes y cláusulas:-----

ANTECEDENTES

I.- CONSTITUCIÓN.- El Organismo Descentralizado del Gobierno Federal denominado "INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO", fue creado con personalidad jurídica y patrimonio propios, por decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el día veintitrés de agosto de mil novecientos sesenta y cinco, el cual fue reformado mediante decretos publicados en el Diario Oficial de la Federación con los días cinco de noviembre de mil novecientos sesenta y ocho, veintiuno de febrero de mil novecientos setenta y cuatro, veintinueve de octubre de mil novecientos ochenta y seis y treinta de octubre de dos mil uno.-----

Y de dicho decreto y sus reformas transcribo en su parte conducente lo siguiente:-----

"...Artículo 1o.- Se crea el Instituto Mexicano del Petróleo como Organismo Descentralizado de interés público y de carácter preponderantemente técnico, educativo y cultural, con personalidad jurídica y patrimonio propios. El domicilio legal del Instituto Mexicano del Petróleo estará ubicado en la Ciudad de México, Distrito Federal.-----

Artículo 2o.- Este Organismo tiene por objeto la investigación y el desarrollo tecnológicos requeridos por las industrias petrolera, petroquímica y química, la prestación de servicios técnicos a las mismas, la comercialización de productos y servicios tecnológicos resultantes de la investigación, así como la formación de recursos humanos altamente especializados en las áreas de su actividad, mediante:-----

- a) La investigación científica básica y aplicada.-----
- b) El desarrollo de disciplinas de investigación básica y aplicada.-----
- c) El desarrollo de nuevas tecnologías y procesos.-----
- d) La realización de estudios técnicos y económicos.-----
- e) La ejecución de proyectos de nuevas instalaciones industriales.-----
- f) La prestación de servicios de carácter tecnológico.-----
- g) Las actividades necesarias para llevar los desarrollos tecnológicos propios, hasta un nivel de industrialización, mientras dure la etapa de experimentación y perfeccionamientos de los procesos y productos.-----
- h) El otorgamiento de asistencia técnica a los usuarios de los procesos, equipos o productos, resultantes de su tecnología.-----
- i) El establecimiento de relaciones de información y colaboración científica y tecnológica, con entidades nacionales y extranjeras.-----
- j) La difusión de desarrollos científicos y su aplicación en la técnica petrolera.-----
- k) La elevación de los conocimientos teóricos y el mejoramiento de las habilidades prácticas, logrados con la capacitación del personal obrero, administrativo y técnico.-----
- l) La realización de programas de prácticas estudiantiles y profesionales en la industria petrolera nacional.-----
- m) La realización de planes de perfeccionamiento y de capacitación superior de los profesionales.-----
- n) La formación de especialistas, maestros, doctores e investigadores en las áreas de su actividad;-----
- o) Cualesquiera otros medios conducentes al objeto señalado.-----
- p) La contratación y ejecución de obras y la prestación de los servicios propios de los fines que constituyen sus objetivos tanto dentro del Territorio Nacional como en otros países.-----
- q) La comercialización de los productos y servicios resultantes de las actividades de investigación y desarrollo tecnológico.-----

Artículo 3o.- El Instituto Mexicano del Petróleo desarrollará sus actividades por medio de sus oficinas, laboratorios y demás dependencias, así como de las plantas industriales y comerciales, centro educativo, campos e instalaciones petroleras o petroquímicas de propiedad pública o privada, cuyos propietarios convengan para ello con el Instituto; pero conservando éste, en todo caso, la vinculación con su personal de servidores o becarios, cuya situación jurídica será incompatible con cualquiera otra de carácter laboral. Las actividades del Instituto se realizarán de acuerdo con los requerimientos de sus planes de trabajo, divididos por áreas como sigue:-----

- a) Investigación científica básica y aplicada.-----
- b) Tecnología de la exploración.-----
- c) Tecnología de la explotación.-----
- d) Tecnología de la refinación y petroquímica.-----
- e) Tecnología de materiales.-----
- f) Estudios económicos y planeación industrial.-----
- g) Ingeniería de proyectos.-----
- h) Desarrollo industrial.-----
- i) Información y difusión.-----
- j) Capacitación.-----
- k) Promoción académica.-----
- l) Servicios administrativos.-----
- m) Servicios de computación.-----
- n) Servicios de electrónica.-----
- o) Servicios de talleres.-----
- p) Cualesquiera otras áreas, directa o indirectamente relacionadas con las industrias petrolera, petroquímica básica, petroquímica derivada y química.-----

Artículo 4o.- El Instituto Mexicano del Petróleo será regido por un Consejo Directivo formado por catorce vocales y un presidente. Los vocales serán designados y removidos libremente, como sigue:-----

- I. El Director General de Petróleos Mexicanos, quien lo presidirá;-----
- II. Un representante de la Secretaría de Energía, quien en las ausencias del presidente actuará como tal;-----
- III. Cinco representantes de Petróleos Mexicanos, con nivel de director o subdirector, designados por el Director General de ese organismo;-----
- IV. Un representante de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales;-----
- V. Un representante de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público;-----
- VI. Un representante de la Universidad Nacional Autónoma de México;-----
- VII. Un representante del Instituto Politécnico Nacional;-----
- VIII. Un representante de la Universidad Autónoma Metropolitana;-----
- IX. Un representante del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, y-----
- X. Dos personas de reconocida calidad moral, méritos, prestigio y experiencia relacionadas con la industria petrolera o con investigación y desarrollo tecnológico, designadas por el Secretario de Energía.-----

En las sesiones del Consejo, el Presidente tendrá voto de calidad. Por cada vocal Consejero Propietario se hará, en la misma forma, la designación de un suplente, excepto en el caso de los representantes de Petróleos Mexicanos y sus Organismos Subsidiarios, para los que el Director General de Petróleos Mexicanos designará a dos representantes alternos que podrán suplir indistintamente a cualquiera de dichos representantes, y en el caso de los consejeros independientes designados por el Secretario de Energía, se designará un suplente común que sustituya indistintamente a cualesquiera de los propietarios y deberá reunir las mismas características que los titulares.

El cargo de miembro del Consejo Directivo será estrictamente personal, no podrá desempeñarse por medio de representantes.

El Consejo Directivo se reunirá en sesión ordinaria por lo menos cuatro veces al año, de acuerdo con un calendario que será aprobado en la última sesión del ejercicio inmediato anterior, pudiendo además celebrar las reuniones extraordinarias que se requieran. Los miembros del Consejo Directivo deberán asistir como mínimo al setenta y cinco por ciento de las sesiones programadas para dicho órgano.

En caso de inasistencia reiterada de cualquiera de los miembros a las reuniones programadas, el Consejo Directivo calificará dicha inasistencia y, en su caso, podrá solicitar se designe en su lugar a un nuevo integrante que reúna las mismas características. Además, la falta de asistencia injustificada de los Servidores Públicos a las sesiones del Consejo Directivo a que sean convocados, dará lugar a la aplicación de las sanciones previstas en la Ley Federal de Responsabilidades de los Servidores Públicos.

El Consejo Directivo designará un Secretario, a propuesta del Presidente del Consejo, y un Prosecretario, a propuesta del Director General del Instituto.

En las sesiones del Consejo Directivo participará el Comisario Público designado por la Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo, con voz pero sin voto. El Comisario Público deberá informar periódicamente al Consejo Directivo y al Titular de la Coordinadora de Sector correspondiente, sobre el número de reuniones efectuadas en dicho Consejo así como las listas de asistencia de las mismas.

Artículo 50.- Para el cumplimiento de los fines encomendados al Instituto, el Director General además de las facultades y obligaciones previstas en los artículos 22 y 59 de la Ley Federal de las Entidades Paraestatales, y 15 de su Reglamento, tendrá las siguientes: -

I. Acordar en el Consejo Directivo los asuntos encomendados al Instituto que así lo requieran, desempeñar las comisiones y funciones que le delegue o encomiende y mantenerlo informado sobre el desarrollo de las mismas;

II. Suscribir en el ámbito de su competencia, de conformidad con las disposiciones legales aplicables, los instrumentos nacionales e internacionales que correspondan, de acuerdo al objeto del Instituto;

III. Suscribir el establecimiento de alianzas estratégicas y tecnológicas, que hayan sido aprobadas por el Consejo Directivo;

IV. Designar y remover al demás personal que no sea designado por el Consejo Directivo;

V. Emitir el Manual de Organización del Instituto, los reglamentos que regulen sus actividades, así como aprobar y expedir los demás manuales de procedimientos y de servicios al público, necesarios para el mejor funcionamiento del Instituto, de conformidad con la legislación, reglamentación y normatividad aplicables;

VI. Proponer al Consejo Directivo la integración del Consejo Consultivo de Investigación y Formación de Recursos Humanos a que se refiere el artículo 60. Bis de este Decreto;

VII. Designar a los representantes del Instituto ante las comisiones, congresos, organizaciones, instituciones y foros nacionales e internacionales en los que participe éste;

VIII. Delegar facultades que le correspondan, en servidores públicos del Instituto, sin menoscabo de su ejercicio directo, de conformidad con lo establecido en la ley;

IX. Autorizar la operación del Registro de Personas Acreditadas para realizar trámites ante el organismo;

X. Establecer plazos de respuesta menores dentro de los máximos previstos en leyes o reglamentos;

XI. Designar al servidor público a que se refiere el artículo 69-D de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo;

XII. Aprobar las Manifestaciones de Impacto Regulatorio que se elaboren en el organismo, para su presentación a la Comisión Federal de Mejora Regulatoria, y

XIII. Autorizar la información a inscribirse en el Registro Federal de Trámites y Servicios.

Artículo 50. Bis.- El Director General será designado por el Consejo Directivo, a propuesta del Titular de la Coordinadora de Sector, tomando en cuenta la opinión del Presidente del Consejo Directivo, debiendo recaer el nombramiento en una persona que reúna, además de los requisitos establecidos en el artículo 21 de la Ley Federal de las Entidades Paraestatales, los siguientes: -

I. Reconocida calidad ética y convicción moral;

II. Profesional de alguna disciplina científica, o de ingeniería preferentemente con grado de doctor, y

III. Experiencia en puestos de alto nivel relacionados con la investigación y desarrollo tecnológicos, servicios de ingeniería o servicios técnicos especializados, preferentemente relacionados con la industria petrolera. El Director General del Instituto Mexicano del Petróleo durará en su cargo cuatro años y podrá ser ratificado por otro periodo igual, siguiendo el mismo procedimiento al de su designación.

Artículo 60.- Son facultades del Consejo Directivo, además de las previstas en los artículos 58 de la Ley Federal de las Entidades Paraestatales y 41 de la Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica, las siguientes: -

I. Aprobar la designación del Director General, en los términos del Artículo 50. Bis de este Decreto, así como su renuncia;

II. Nombrar y remover a propuesta del Director General a los Servidores Públicos del Instituto que ocupen cargos en las dos jerarquías administrativas inferiores a la de aquél;

III. Establecer en congruencia con los programas sectoriales, las políticas y lineamientos generales y definir las prioridades a las que se sujetará el Instituto Mexicano del Petróleo relativas a producción, productividad, comercialización, investigación, desarrollo tecnológico y administración general;

IV. Aprobar la estructura básica y las modificaciones que procedan a la misma, así como el Estatuto Orgánico;

V. Analizar, revisar y, en su caso, aprobar:

a) Los informes presentados por el Director General sobre las actividades desarrolladas por el organismo, con la intervención que corresponda al Comisario designado por la Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo;

b) Los estados financieros, previo informe de los Comisarios Públicos y dictamen de los Auditores Externos, y

c) El programa operativo anual y el correspondiente presupuesto de ingresos y egresos de la entidad, así como sus modificaciones, y evaluar los avances y resultados de sus objetivos.

VI. Aprobar la política de fijación de precios de los bienes que produzca y servicios que preste;

VII. Aprobar la concertación de los préstamos para el financiamiento del organismo con créditos internos y externos, así como observar los lineamientos que dicten las autoridades competentes en materia de manejo de disponibilidad financiera;



Recordar los procedimientos necesarios para la recuperación de los créditos que otorgue el Instituto, así como las normas y bases para cancelar adeudos a cargo de terceros y a favor del mismo, cuando fuera notoria la imposibilidad práctica de su cobro;-----

IX. En caso de excedentes económicos, aprobar la constitución de reservas y su aplicación, atendiendo los lineamientos de las autoridades competentes;-----

X. Acordar, con sujeción a las disposiciones legales vigentes, lo referente a donativos y pagos extraordinarios y verificar su cumplimiento, conforme a las directrices señaladas por la coordinadora del sector;-----

XI. Aprobar la celebración de alianzas estratégicas y tecnológicas con instituciones educativas, otros centros de investigación y desarrollo o empresas de ingeniería, consultoría o de servicios tecnológicos;-----

XII. Acordar y aprobar al Director General, realizar la cesión, venta, enajenación o gravamen de los bienes inmuebles que forman parte del Patrimonio del Instituto, excepto cuando se trate de bienes del dominio público de la Federación;-----

XIII. Aprobar los programas de investigación, los de formación de recursos humanos y programas técnicos para las secciones de investigación y escuelas de capacitación, y-----

XIV. Aprobar, a propuesta del Director General, la estructura del Consejo Consultivo de Investigación y Formación de Recursos Humanos, a que se refiere el Artículo 6o. Bis de este Decreto.-----

Para la validez de los acuerdos a que se refieren las fracciones VII y XII de este artículo, se requiere el voto aprobatorio de diez miembros del Consejo, como mínimo...".-----

II.- ESTATUTO ORGÁNICO DEL INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO.- En el mes de octubre de dos mil seis, fue expedido por el Consejo Directivo del "INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO", el Estatuto Orgánico del Instituto Mexicano del Petróleo, el cual fue modificado el día once de marzo de dos mil diez, por acuerdo del mencionado Consejo Directivo.-----

Y de dicho estatuto copio en su parte conducente lo siguiente:-----

"-----ESTATUTO ORGÁNICO DEL INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO-----

-----TÍTULO I-----

-----DEL INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO...-----

-----CAPÍTULO III-----

-----DEL H. CONSEJO DIRECTIVO-----

ARTÍCULO 7. El Director General y los Consejeros, propondrán al Consejo, por conducto de su Presidente, los temas que consideren necesarios y oportunos incluir en el orden del día de cada sesión.-----

ARTÍCULO 8. La convocatoria a sesiones ordinarias o extraordinarias, deberá incluir el orden del día y la documentación e información necesarias, y será entregada a los miembros del Consejo y al Comisario Público, con antelación, para el caso de las ordinarias, no menor a cinco días hábiles y para el caso de las extraordinarias, no menor a cuarenta y ocho horas.-----

ARTÍCULO 9. El Consejo se reunirá en sesión ordinaria de acuerdo con el calendario que será aprobado en la última sesión del ejercicio, pudiendo además celebrar las reuniones extraordinarias que se requieran, conforme a la Ley de Ciencia y Tecnología.-----

ARTÍCULO 10. El Consejo designará un Secretario, a propuesta de su Presidente y un Prosecretario, a propuesta del Director General del Instituto.-----

I.- Corresponde al Secretario:-----

a. Pasar lista de asistencia y verificar que el número de asistentes sea la mitad más uno de sus miembros, para informar al Presidente, si el Consejo puede sesionar válidamente;-----

b. Dar lectura al orden del día;-----

c. Dar lectura al acta de la sesión anterior y tomar nota de las observaciones de los miembros del Consejo, a fin de verificar que las mismas, cuando procedan, modifiquen el acta correspondiente;-----

d. Recoger las votaciones;-----

e. Firmar en los folios autorizados las actas del Consejo y recabar la firma del Presidente;-----

f. Protocolizar ante Notario Público las actas de Consejo que así lo requieran, y-----

g. Las demás que acuerde el Consejo...-----

...Todos los acuerdos tomados en las sesiones serán numerados y asentados en el libro de actas, que deberán firmar el Presidente y el Secretario, quien dará fe.-----

-----CAPÍTULO IV-----

-----DE LA DIRECCIÓN GENERAL-----

ARTÍCULO 11. El Director General será designado por el H. Consejo Directivo, a propuesta del Titular de la Coordinadora de Sector, tomando en consideración la opinión del Presidente del H. Consejo Directivo, debiendo recaer el nombramiento en una persona que reúna, además de los requisitos establecidos en el artículo 58 de la Ley de Ciencia y Tecnología y 21 de la Ley Federal de las Entidades Paraestatales, los siguientes:-----

I. Reconocida calidad ética y solvencia moral;-----

II. Profesional de alguna disciplina científica o de ingeniería, preferentemente con grado de doctor, y-----

III. Experiencia en puestos de alto nivel relacionados con la investigación y desarrollo tecnológicos, servicios de ingeniería o servicios técnicos especializados, preferentemente relacionados con la industria petrolera.-----

El Director General durará en su cargo cuatro años y podrá ser ratificado por otro periodo igual, siguiendo el mismo procedimiento al de su designación.-----

ARTÍCULO 12. Para el cumplimiento de los fines encomendados al Instituto, el Director General tendrá, además de las previstas en los artículos 22 y 59 de la Ley Federal de las Entidades Paraestatales, 15 del Reglamento de la Ley Federal de las Entidades Paraestatales, 5º. del Decreto de Creación del Instituto, y demás disposiciones legales aplicables, las siguientes facultades y obligaciones:-----

I. Diseñar, establecer, dirigir y controlar las políticas específicas del Instituto, de conformidad con la legislación aplicable, los objetivos de la política energética y con las políticas generales y prioridades sobre producción, productividad, comercialización, investigación, desarrollo tecnológico, prestación de servicios y administración general que determine el H. Consejo Directivo, así como emitir las disposiciones de carácter general, en el ejercicio de las atribuciones que conforme a las leyes competan al Instituto, excepto aquellos que por Ley correspondan al H. Consejo Directivo;-----

II. Acordar con el H. Consejo Directivo los asuntos encomendados al Instituto que así lo requieran, desempeñar las comisiones y funciones que le delegue o encomiende y mantenerlo informado sobre el desarrollo de las mismas;-----

III. Informar al H. Consejo Directivo los resultados de las reuniones de los comités de apoyo, así como de las recomendaciones que, en su caso, hubiera formulado;-----

IV. Proponer al H. Consejo Directivo los proyectos de iniciativas de decretos, acuerdos y demás ordenamientos jurídicos necesarios en relación con los asuntos de la competencia del Instituto;-----

V.- Establecer un plan de corto y mediano plazo que permita maximizar los ingresos propios, provenientes de la facturación de ingeniería y servicios técnicos, para canalizar a la investigación y desarrollo científico del Instituto, los remanentes que se generen;-----

VI. Proponer al H. Consejo Directivo las políticas y acciones que requiera el Instituto para el cumplimiento de los Programas Institucionales y, en lo que sea de su responsabilidad dentro del Programa Sectorial correspondiente;-----

VII. Crear o modificar una Unidad Administrativa, informando al H. Consejo Directivo para su ratificación y aprobación, en la sesión inmediata posterior;

VIII. Determinar el lugar y circunscripción territorial de las Direcciones Regionales, de acuerdo a las necesidades de operación y funcionamiento del propio Instituto, sin que implique la modificación de su estructura básica, con el objeto de ofrecer el mejor servicio a la industria petrolera, petroquímica y química de lo cual informará al H. Consejo Directivo en la sesión inmediata posterior;

IX.- Coordinar la ejecución de las líneas de investigación y desarrollo tecnológico del Instituto, en áreas como exploración, explotación, procesos de transformación, medio ambiente y otras. Estas líneas de investigación, una vez aprobadas y validadas de acuerdo con los procedimientos establecidos, los someterá a la autorización del H. Consejo Directivo.

X. Suscribir en el ámbito de su competencia, de conformidad con las disposiciones legales aplicables, los instrumentos nacionales e internacionales, tales como convenios, asociaciones o acuerdos;

XI. Otorgar los diplomas de especialidad y grados de Maestría y Doctorado en Ciencias o Ingeniería, conforme a los programas de posgrado establecidos;

XII. Proponer al H. Consejo Directivo la organización y funcionamiento del Instituto, adscribir orgánicamente sus unidades administrativas y conferir las atribuciones necesarias para el cumplimiento de los asuntos de su competencia; así como solicitar el registro, o en su caso, la autorización de la estructura ante las dependencias competentes;

XIII. Emitir el Manual General de Organización del Instituto y demás instrumentos normativos necesarios para su funcionamiento, de conformidad con la legislación, reglamentación y normatividad aplicables;

XIV. Diseñar y establecer los mecanismos que normen, ordenen y agilicen la relación de las Unidades Administrativas y Servidores Públicos a que se refiere el artículo 6° del presente ordenamiento;

XV. Proponer al H. Consejo Directivo el nombramiento o remoción de los dos primeros niveles de servidores del Instituto y ejecutar el acuerdo correspondiente;

XVI. Designar y remover al resto del personal que no sea designado por el H. Consejo Directivo;

XVII. Designar a los representantes del Instituto ante las comisiones, congresos, organizaciones, instituciones y foros nacionales e internacionales en los que participe éste, y establecer los lineamientos conforme a los cuales dichos representantes deberán actuar;

XVIII. Establecer las medidas necesarias para el eficaz cumplimiento de las disposiciones en materia de planeación, programación, presupuestación, contabilidad, control, evaluación, desconcentración, descentralización, productividad, eficiencia, calidad y servicio;

XIX. Proponer para aprobación del H. Consejo Directivo el proyecto de presupuesto anual así como aquellos que impacten la administración y finanzas del Instituto;

XX. Supervisar y evaluar el cumplimiento de las atribuciones a su cargo, cuando sean objeto de desconcentración o delegación;

XXI. Suscribir en el ámbito de su competencia, de conformidad con las disposiciones legales aplicables, los instrumentos nacionales e internacionales que correspondan, de acuerdo al objeto del Instituto;

XXII. Suscribir el establecimiento de alianzas estratégicas y tecnológicas, que hayan sido aprobadas por el H. Consejo Directivo;

XXIII. Proponer al H. Consejo Directivo la integración del Consejo Consultivo de Investigación y Formación de Recursos.

XXIV. Delegar facultades que le correspondan, en servidores públicos del Instituto, sin menoscabo de su ejercicio directo, de conformidad con lo establecido en las leyes, y

XXV. Las demás que con tal carácter le señalen las disposiciones legales y reglamentarias relativas..."

III.- LEY FEDERAL DE LAS ENTIDADES PARAESTATALES.- Con fecha catorce de mayo de mil novecientos ochenta y seis, fue publicada en el Diario Oficial de la Federación la Ley Federal de las Entidades Paraestatales, de la cual en su parte conducente transcribo lo siguiente:

"- LEY FEDERAL DE LAS ENTIDADES PARAESTATALES...

...CAPITULO II

-----De los Organismos Descentralizados-----

-----SECCION A-----

-----Constitución, Organización y Funcionamiento....

...ARTÍCULO 22.- Los directores generales de los organismos descentralizados, en lo tocante a su representación legal, sin perjuicio de las facultades que se les otorguen en otras leyes, ordenamientos o estatutos, estarán facultados expresamente para:

I. Celebrar y otorgar toda clase de actos y documentos inherentes a su objeto;

II. Ejercer las más amplias facultades de dominio, administración, y pleitos y cobranzas, aún de aquellas que requieran de autorización especial según otras disposiciones legales o reglamentarias con apego a esta Ley, la ley o decreto de creación y el estatuto orgánico;

III. Emitir, avalar y negociar títulos de crédito;

IV. Formular querellas y otorgar perdón;

V. Ejercitar y desistirse de acciones judiciales inclusive del juicio de amparo;

VI. Comprometer asuntos en arbitraje y celebrar transacciones;

VII. Otorgar poderes generales y especiales con las facultades que les competan, entre ellas las que requieran autorización o cláusula especial. Para el otorgamiento y validez de estos poderes, bastará la comunicación oficial que se expida al mandatario por el Director General. Los poderes generales para surtir efectos frente a terceros deberán inscribirse en el Registro Público de Organismos Descentralizados; y

VIII. Sustituir y revocar poderes generales o especiales.

Los directores generales ejercerán las facultades a que se refieren las fracciones II, III, VI y VII bajo su responsabilidad y dentro de las limitaciones que señale el estatuto orgánico que autorice el órgano o Junta de Gobierno...

...CAPITULO V

-----Del Desarrollo y Operación....

...ARTÍCULO 59.- Serán facultades y obligaciones de los directores generales de las entidades, las siguientes:

I. Administrar y representar legalmente a la entidad paraestatal;

II. Formular los programas institucionales de corto, mediano y largo plazo, así como los presupuestos de la entidad y presentarlos para su aprobación al Órgano de Gobierno. Si dentro de los plazos correspondientes el Director General no diere cumplimiento a esta obligación, sin perjuicio de su correspondiente responsabilidad, el Órgano de Gobierno procederá al desarrollo e integración de tales requisitos;

III. Formular los programas de organización;

IV. Establecer los métodos que permitan el óptimo aprovechamiento de los bienes muebles e inmuebles de la entidad paraestatal;

V. Tomar las medidas pertinentes a fin de que las funciones de la entidad se realicen de manera articulada, congruente y eficaz;

VI. Establecer los procedimientos para controlar la calidad de los suministros y programas, de recepción que aseguren la continuidad en la fabricación, distribución o prestación del servicio;--



proponer al Órgano de Gobierno el nombramiento o la remoción de los dos primeros niveles de servidores de la entidad, la fijación de sueldos y demás prestaciones conforme a las asignaciones anuales del presupuesto de gasto corriente aprobado por el propio Órgano;

VIII. Recabar información y elementos estadísticos que reflejen el estado de las funciones de la entidad paraestatal para así poder mejorar la gestión de la misma;

IX. Establecer los sistemas de control necesarios para alcanzar las metas u objetivos propuestos;

X. Presentar periódicamente al Órgano de Gobierno el informe del desempeño de las actividades de la entidad, incluido el ejercicio de los presupuestos de ingresos y egresos y los estados financieros correspondientes. En el informe y en los documentos de apoyo se cotejarán las metas propuestas y los compromisos asumidos por la dirección con las realizaciones alcanzadas;

XI. Establecer los mecanismos de evaluación que destaquen la eficiencia y la eficacia con que se desempeña la entidad y presentar al Órgano de Gobierno por lo menos dos veces al año la evaluación de gestión con el detalle que previamente se acuerde con el Órgano y escuchando al Comisario Público;

XII. Ejecutar los acuerdos que dicte el Órgano de Gobierno;

XIII. Suscribir, en su caso, los contratos colectivos e individuales que regulen las relaciones laborales de la entidad con sus trabajadores; y

XIV. Las que señalen las otras Leyes, Reglamentos, Decretos, Acuerdos y demás disposiciones administrativas aplicables con las únicas salvedades a que se contrae este ordenamiento...

IV.- **REGLAMENTO DE LA LEY FEDERAL DE LAS ENTIDADES PARAESTATALES.** Con fecha veintiséis de enero de mil novecientos noventa, fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el Reglamento de la Ley Federal de las Entidades Paraestatales, del cual transcribo lo siguiente:

-----**REGLAMENTO DE LA LEY FEDERAL DE LAS ENTIDADES PARAESTATALES.**-----

...CAPITULO III

-----De los Titulares de las Entidades-----

ARTICULO 15.- Los titulares de las entidades paraestatales, con el objeto de garantizar que la conducción de éstas se sustente en criterios de eficiencia, eficacia y productividad, y de alcanzar las metas y objetivos de los programas institucionales respectivos, deberán instrumentar y ejecutar en sus términos los acuerdos que dicte el órgano de gobierno; cumplir con las disposiciones aplicables; establecer indicadores de gestión y sistemas adecuados de operación, registro, información, seguimiento, control y evaluación de las operaciones de la entidad; instrumentar y supervisar el cumplimiento de programas de modernización, descentralización, desconcentración, simplificación administrativa y de capacitación actualización y entrenamiento de personal, establecer, con autorización del órgano de gobierno, los sistemas de administración de personal e incentivos, así como vigilar que los distintos niveles de servidores públicos de la entidad, desarrollen sus actividades con sujeción a lo establecido en este artículo...

V.- **ACTA QUE SE PROTOCOLIZA.** - ACTA DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL "INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO" celebrada el día veintiocho de febrero de dos mil once, la cual tengo a la vista, misma que obra en los folios número ciento ocho frente a ciento catorce vuelta de las actas del mencionado Consejo Directivo del "INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO", la cual me pide la compareciente la protocolice parcialmente, siendo dicha acta en su parte conducente del tenor literal siguiente:---

----- Consejo Directivo del -----

----- Instituto Mexicano del Petróleo -----

----- Acta de la Sesión Extraordinaria -----

En la Ciudad de México, Distrito Federal, siendo las diecisiete horas del día veintiocho de febrero del año dos mil once, se reunieron en la sala de Consejo del Instituto Mexicano del Petróleo, para celebrar la Sesión Extraordinaria del Consejo Directivo del Instituto Mexicano del Petróleo, los Consejeros Propietarios: el Doctor Juan José Suárez Coppel, Presidente del Consejo Directivo y Director General de Petróleos Mexicanos; el Ingeniero Miguel Tame Domínguez, Director General de Pemex Refinación; el Licenciado Jordy Hernán Herrera Flores, Director General de Pemex Gas y Petroquímica Básica; el Ingeniero Carlos Rafael Murrieta Cummings, Director Corporativo de Operaciones de Petróleos Mexicanos; el Licenciado Mario Gabriel Budebo, Subsecretario de Hidrocarburos de la Secretaría de Energía y la Doctora Yoloxóchitl Bustamante Díez, Directora General del Instituto Politécnico Nacional.

Asimismo, asistieron como Consejeros Suplentes: el Licenciado Armando Santiago Sánchez, Director General de Consejos y Comités del Sector Hidrocarburos de la Secretaría de Energía; la Licenciada Alba Alicia Mora Castellanos, Directora de Coordinación Sectorial del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y el Doctor Enrique Medellín Cabrera, Director de Enlace con Sectores Productivos de la Coordinación de Vinculación y Desarrollo Institucional de la Universidad Autónoma Metropolitana.

Asistió el Doctor José Enrique Villa Rivera, Director General del Instituto Mexicano del Petróleo y, como invitados: el Doctor José Antonio Meade Kuribreña, Secretario de Energía; el Doctor Flavio César Ruiz Alarcón, Consejero Profesional en el Consejo de Administración de Petróleos Mexicanos; el Contador Público Benjamín Hedding Galeana, Titular del Área de Auditoría para el Desarrollo y Mejora de la Gestión Pública en Petróleos Mexicanos; el Licenciado Jaime Suárez Garza, Coordinador Ejecutivo de la Dirección Corporativa de Administración de Petróleos Mexicanos; el Licenciado David Treviño Peña, Titular del Órgano Interno de Control en el Instituto Mexicano del Petróleo y la Contadora Silvia Mejía Ponce, del Despacho Prieto, Ruiz de Velasco y Compañía, S.C., Auditor Externo designado por la Secretaría de la Función Pública.

Asistieron también el Doctor Sergio Galina Hidalgo, Secretario Técnico del Comité de Desarrollo e Investigación Tecnológica de Petróleos Mexicanos; el Ingeniero Luis Vicente Coloma Margolies, Asesor de la Dirección General de Petróleos Mexicanos; asistieron por el Instituto Mexicano del Petróleo el Doctor Esteban Cedillo Pardo, Director de Investigación y Posgrado; el Doctor Mario Alberto Rodríguez Casas, Director Corporativo de Finanzas y Administración; la Maestra María Dolores Sánchez Soler, Coordinadora de Asesores de la Dirección General; el Licenciado Luis Alberto Cortés Ortiz, Titular de la Unidad de Asuntos Jurídicos; el Licenciado José Reséndiz Martínez, Asesor de la Dirección General y el Ingeniero José Leonardo Ramírez Pomar, Gerente de Comunicación Social y Relaciones Públicas. Finalmente asistieron Iván Aleksei Alemán Loza, Secretario del Consejo Directivo y Secretario Técnico de la Dirección General de Petróleos Mexicanos y el Licenciado Juan Arturo Lim Medrano, Prosecretario del Consejo Directivo y Director Corporativo de Operación del Instituto Mexicano del Petróleo.

----- 1. Aprobación del orden del día -----

Una vez verificado el quórum el Presidente declaró abierta la sesión, dio la bienvenida al Doctor José Antonio Meade Kuribreña y cedió la palabra al Secretario, quien informó que en los lugares de los Consejeros se encontraba un folder con dos dictámenes jurídicos de los asuntos para autorización.

El Secretario solicitó la aprobación del orden del día. Al no haber comentarios, los Consejeros por unanimidad adoptaron el siguiente:

----- Acuerdo -----

14/11 El Consejo Directivo aprobó el orden del día de la Sesión Extraordinaria del 28 de febrero de 2011...

----- 2.3 Renuncia del Doctor José Enrique -----

----- Villa Rivera, como Director -----

----- General del Instituto -----

----- Mexicano del Petróleo -----



su gran patriotismo y empeño por poner la ciencia y la tecnología al servicio de una empresa tan importante como es Petróleos Mexicanos y en un sector fundamental para el desarrollo del país.-----
Dijo, que el hecho de contar con una infraestructura física y humana de primer nivel, que pone en funcionamiento a una capacidad de producción de resultados que son aplicables, prácticamente de manera inmediata en el sector energético, en una historia importante, con la presencia de hombres que han sido fundamentales en el desarrollo de la Institución y del desarrollo científico y tecnológico del país, la forma en que está integrada hacia el interior, a través de las direcciones corporativas, de especialidad y regionales, con una movilización importante de casi cinco mil personas trabajando en el instituto, cerca de un mil en el área científica y tecnológica, le daba la seguridad de que podría sumarse a ese esfuerzo y ofrecer tanto a Petróleos Mexicanos como a la Secretaría de Energía los resultados que se esperan de la comunidad.-----
Agradeció nuevamente la consideración de la Junta de Gobierno. Mencionó que por la mesa del Consejo Directivo habían pasado personalidades importantes, que pusieron siempre lo mejor de su esfuerzo para que el Instituto tuviera la calidad que tiene ahora, en la última etapa, con la muy acertada dirección de (así) Doctor Villa, se tiene una mayor apertura y transparencia, se propició mayor acercamiento tanto con Petróleos Mexicanos como con la Secretaría de Energía, lo que marca un derrotero que habremos de continuar en beneficio del país.-----
Dijo estar seguro de que todos reconocen en el Instituto a una de las grandes fortalezas del país, en materia de desarrollo científico y tecnológico y que por su parte haría todo lo posible por sumarse al esfuerzo de la comunidad, para ofrecer los mejores resultados.-----
Agradeció la confianza al Consejo Directivo y su consideración.-----
El Doctor Enrique Villa felicitó al Doctor Parada, al igual que el Secretario de Energía y el Presidente.-----

Al no haber más comentarios de los Consejeros por unanimidad adoptaron el siguiente:-----

-----Acuerdo-----

18/11 Con fundamento en el artículo 5° Bis del Decreto que crea el Instituto Mexicano del Petróleo como Organismo Descentralizado, EL Consejo Directivo aprobó la designación del Doctor Bonifacio Efrén Parada Arias, como Director General del Instituto Mexicano del Petróleo, a partir del 1 de marzo de 2011.-----

Finalmente, el Presidente indicó que de no existir otro tema adicional agradecía a los Consejeros su presencia y participación y dio por concluida la sesión a las diecisiete horas con cuarenta y cinco minutos del día de su inicio, firmando al calce para constancia legal."-----

EL PRESIDENTE-----EL SECRETARIO-----

Firmado-----Firmado-----
DR. JUAN JOSÉ SUÁREZ COPPEL-----IVAN ALEKSEI ALEMAN LOZA-----

-----EL PROSECRETARIO-----

-----Firmado-----

-----JUAN ARTURO LIM MEDRANO."-----

-----C L Á U S U L A-----

PRIMERA.- Queda protocolizada parcialmente el acta de la Sesión Extraordinaria del "INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO", transcrita en su parte conducente, en el antecedente quinto de este instrumento, para que surta todos sus efectos legales.-----

SEGUNDA.- Queda designado como Director General del "INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO", el Doctor Bonifacio Efrén Parada Arias, quien en el desempeño de su cargo gozará de las facultades contenidas en los artículos veintidós y cincuenta y nueve de la Ley Federal de las Entidades Paraestatales, quince del Reglamento de la Ley Federal de las Entidades Paraestatales, quinto del Decreto de Creación del Instituto Mexicano del Petróleo y doce del Estatuto Orgánico del Instituto Mexicano del Petróleo...".-----

II.- Con primer testimonio del instrumento número cincuenta y ocho mil novecientos sesenta y ocho, de fecha dieciocho de julio de dos mil once, ante mí.-----

Y de dicho instrumento copio en su parte conducente lo que es del tenor literal siguiente:-----

"...hago constar EL PODER que otorga el "INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO", representado por su Director General Doctor Bonifacio Efrén Parada Arias a favor del licenciado JOSÉ RESÉNDIZ MARTÍNEZ, para que lo ejercite, al tenor de las siguientes:-----

-----C L Á U S U L A S-----

PRIMERA.- Poder general para pleitos y cobranzas, con todas las facultades generales y aún con las especiales que de acuerdo con la ley requieran poder o cláusula especial, en los términos del párrafo primero del artículo dos mil quinientos cincuenta y cuatro del Código Civil para el Distrito Federal y su correlativo de los Códigos Civiles de los estados de la República Mexicana y del Código Civil Federal.-----

De manera enunciativa y no limitativa se mencionan entre otras facultades las siguientes:-----

I.- Para intentar y desistirse de toda clase de procedimientos, inclusive amparo.-----

II.- Para transigir.-----

III.- Para comprometer en árbitros.-----

IV.- Para absolver y articular posiciones.-----

V.- Para recusar.-----

VI.- Para hacer cesión de bienes, sin que la presente facultad constituya un acto de dominio en términos de lo señalado por el tercer párrafo del artículo dos mil quinientos cincuenta y cuatro del Código Civil para el Distrito Federal y su correlativo de los Códigos Civiles de los estados de la República Mexicana y del Código Civil Federal.-----

VII.- Para recibir pagos.-----

VIII.- Para presentar denuncias y querellas en materia penal y para desistirse de ellas cuando lo permita la ley, así como constituirse en parte coadyuvante del Ministerio Público, tanto federal como estatal o del Distrito Federal.-----

SEGUNDA.- Poder general para actos de administración, en los términos del párrafo segundo del mismo artículo.-----

TERCERA.- Poder general para actos de administración, en lo relativo a las relaciones obrero-patronales, para comparecer con la representación legal del poderdante ante las autoridades del trabajo, Juntas de Conciliación y Juntas de Conciliación y Arbitraje, tanto federales como locales, ante las autoridades administrativas del trabajo y ante el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, en los juicios de amparo a que se refieran los conflictos laborales, a efecto de que por lo que toca a la etapa de avenencia y conciliación, cuente con las facultades de administración necesarias para comprometer y concurrir representando al poderdante, llegando en su caso a los acuerdos, celebrar convenios con los trabajadores ante cualquier autoridad, interviniendo en las pláticas directas y con los funcionarios respectivos, con facultades para transigir y convenir dentro del proceso o etapa del arbitraje, contestar la demanda, oponiendo las excepciones y defensas, en su caso, reconviniendo, ofreciendo y rindiendo pruebas y como mandatario, en representación legal del poderdante, para articular y absolver posiciones, teniendo las facultades que establecen el primer y segundo párrafos del artículo dos mil quinientos cincuenta y cuatro del Código Civil para el Distrito Federal y su correlativo de los Códigos Civiles de los estados de la República Mexicana y del Código Civil Federal y los artículos once, seiscientos noventa y dos, fracciones primera, segunda y tercera, setecientos ochenta y seis, setecientos ochenta y siete, ochocientos setenta y seis, fracción primera, ochocientos setenta y nueve y demás relativos y aplicables de la Ley Federal del Trabajo.-----

CUARTA.- Poder para otorgar y suscribir títulos de crédito, en los términos del artículo noveno de la Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito.-----

QUINTA.- Poder para que, dentro de las facultades antes conferidas, otorgue toda clase de poderes, sean generales o especiales y revoque unos y otros, así como otorgar la presente facultad y autorizar para que la misma, igualmente, sea sustituida o delegada, así como que el sustituto o delegado sustituya, otorgue o revoque toda clase de poderes y facultades; sin que con el ejercicio de esta facultad pierda el apoderado y representante del poderdante las facultades de representación otorgadas, inclusive en la presente cláusula.

SEXTA.- El presente poder estará vigente durante todo el tiempo en que exista relación laboral entre el poderdante y el apoderado nombrado, extinguiéndose el mismo en el momento en que aquella concluya...

Y PARA DOCUMENTAR LA PERSONALIDAD DEL LICENCIADO JOSÉ RESÉNDIZ MARTÍNEZ, EXPIDO LA PRESENTE CERTIFICACIÓN.-----COTEJADA.-----DOY FE.

RCE*



RESUMEN DE LA INVENCION

La presente invención se relaciona con el proceso de obtención y uso de líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína, como modificadores de la mojabilidad de rocas como caliza, dolomita, arenisca, cuarzo o litologías heterogéneas, en presencia de salmueras con alto contenido de iones divalentes como calcio, magnesio, bario y estroncio, alta temperatura y alta presión en procesos de recuperación mejorada de petróleo para incrementar la producción de petróleo.

Los líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína de la presente invención tienen además la propiedad de actuar como inhibidores/dispersantes de asfaltenos, tanto en operaciones de extracción y producción como de transporte y almacenamiento, permitiendo así incrementar el nivel de producción aceite crudo. Una ventaja adicional que presentan los líquidos zwitteriónicos geminales base hidroxipropil betaína es que pueden ser disueltos en agua destilada, salmueras, hidrocarburos alifáticos o en otros disolventes polares y no polares.



a)

b)



FIGURA 3

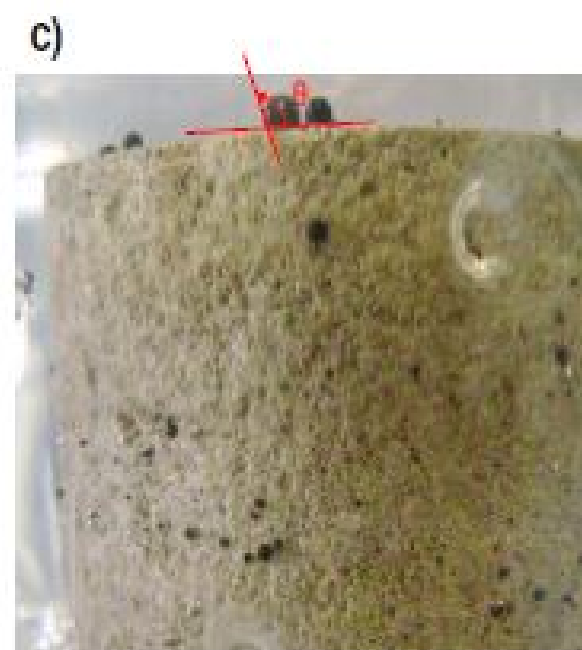
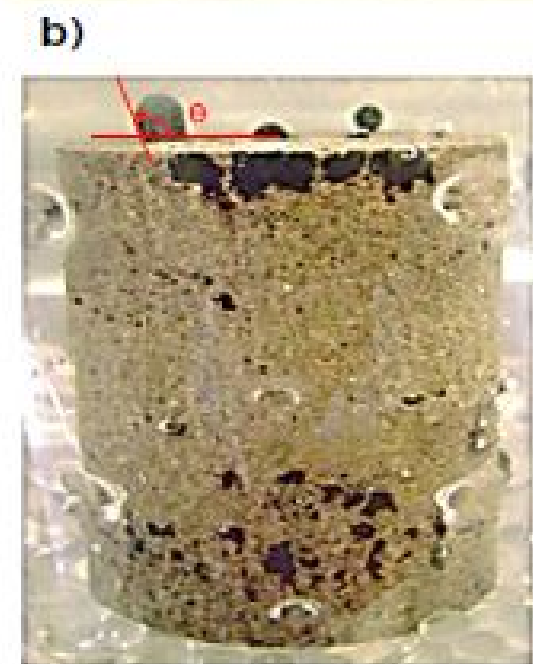


FIGURA 2



a)



b)

FIGURA 1