

METODO PARA LA MEJORA DEL FLUJO DURANTE LAS OPERACIONES DE PRODUCCIÓN Y TRANSPORTE QUE COMPRENDE MODIFICADORES SOLUBLES DE LA REOLOGÍA DE PETRÓLEO PESADO

CAMPO DE LA INVENCIÓN

[0001] La presente invención se refiere en general a métodos para mejorar la producción y el transporte de petróleo crudo, mediante la puesta en contacto del petróleo crudo con una composición soluble en petróleo que reduce la viscosidad del petróleo crudo.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

[0002] Muchos inconvenientes surgen en la producción, transporte y refinado de petróleo crudo pesado y extrapesado en comparación con el petróleo crudo ligero. La alta viscosidad del petróleo crudo pesado y extrapesado da lugar a la necesidad de métodos alternativos de extracción, por ejemplo, inyección de vapor. Además, la viscosidad incrementada hace que sea difícil el flujo a través de tuberías. Además, los asfaltenos y las parafinas dentro del petróleo crudo pesado y extrapesado pueden crear depósitos que pueden plantear numerosos problemas. Como resultado, estos petróleos crudos representan un desafío económico para la producción.

[0003] Comúnmente, se añade un diluyente continuamente o a intervalos regulares durante los procesos de producción y transporte para mantener la fluidez del petróleo pesado y extrapesado. Se pueden utilizar diversos diluyentes para reducir la viscosidad; sin embargo, el tipo de diluyente determina la cantidad necesaria. Por ejemplo, se necesita más petróleo crudo sintético en comparación con el condensado de gas natural para conseguir la misma reducción de la viscosidad. La adición de más diluyente puede ser un reto en el proceso de refinado, y representa un costo operacional significativo.

[0004] La viscosidad del petróleo crudo tiene un impacto sobre varias características operativas incluyendo la presión y la temperatura de la bomba. Un método para reducir la viscosidad del petróleo crudo es aumentar las temperaturas de operación y transporte para mantener el estado líquido del petróleo crudo; sin embargo, esto aumenta el costo de producción.

[0005] Los asfaltenos son muy frecuentes en petróleos crudos pesados y extrapesados, lo cual requiere de este modo una atención especial durante la extracción y procesamiento de estos petróleos crudos. Los depósitos de asfaltenos pueden bloquear los poros del reservorio en formaciones de pozo cercano, tubos de producción y tuberías aguas abajo.

[0006] Por lo tanto, existe la necesidad de desarrollar métodos y productos químicos

alternativos para reducir la viscosidad de petróleos crudos pesados y extrapesados.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

[0007] Un aspecto de la invención se refiere a un método para mejorar la producción o transporte de petróleo crudo, en donde el método comprende poner en contacto el petróleo crudo con una composición soluble en petróleo que se define más adelante, en donde la composición reduce la viscosidad del petróleo crudo. La composición soluble en petróleo puede comprender una resina de t-butil-nonilfenol formaldehído alcoxilada, una resina de t-butilfenol formaldehído alcoxilada, un trimetilolpropano alcoxilado, una resina de nonilfenol formaldehído, una resina de dinonil-nonilfenol formaldehído, una nonilfenil poliéteramina, una diamina de sebo etoxilada, una amina de sebo etoxilada, un diéster de pentaeritritol de anhídrido succínico de poliisobutileno, un producto de reacción de α -olefina, anhídrido maleico y pentaeritritol, policondensado EPON-PPG alcoxilado, ácido dodecilbencenosulfónico o una combinación de los mismos y al menos uno de un solvente de asfalto que contiene xileno, un solvente de asfalto que contiene limoneno, un solvente aromático, un alcohol o una combinación de los mismos. Se establece que cuando la composición soluble en petróleo comprende una resina de t-butil-nonilfenol-formaldehído alcoxilada, una amina de sebo etoxilada y ácido dodecilbencenosulfónico, o cuando la composición soluble en petróleo comprende una resina de t-butil-nonilfenol formaldehído alcoxilada y un poli(éter diglicídico de bisfenol A) alcoxilado, la concentración total de nafta aromática pesada, diésel o nafta aromática pesada y diésel es inferior al 65 % en peso.

[0008] Un aspecto adicional de la invención se refiere a una composición soluble en petróleo que comprende una resina de t-butil-nonilfenol formaldehído alcoxilada, una resina de t-butilfenol formaldehído alcoxilada, un trimetilolpropano alcoxilado, una resina de nonilfenol formaldehído, una resina de dinonil-nonilfenol formaldehído, una nonilfenil poliéteramina, una diamina de sebo etoxilada, una amina de sebo etoxilada, un diéster de pentaeritritol de anhídrido succínico de poliisobutileno, un producto de reacción de α -olefina, anhídrido maleico y pentaeritritol, policondensado alcoxilado de EPON-PPG, ácido dodecilbencenosulfónico, o una combinación de los mismos, y al menos uno de un solvente de asfalto que contiene xileno, un solvente de asfalto que contiene limoneno, un solvente aromático, un alcohol o una combinación de los mismos. Cuando la composición soluble en petróleo comprende una resina de t-butil-nonilfenol formaldehído alcoxilada, una amina de sebo etoxilada y ácido dodecilbencenosulfónico, o cuando la composición soluble en petróleo comprende una resina de t-butil-nonilfenol formaldehído alcoxilada y un poli(éter diglicídico de bisfenol A) alcoxilado, la

concentración total de nafta aromática pesada, diésel o nafta aromática pesada y diésel es inferior al 65 % en peso.

[0009] Otro aspecto de la invención es un método para mejorar la producción y el transporte de petróleo crudo, en donde el método comprende poner en contacto el petróleo crudo con una composición soluble en petróleo, en donde la composición reduce la viscosidad del petróleo crudo, la composición soluble en petróleo comprende de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 50 % en peso de una resina de t-butil-nonilfenol formaldehído alcoxilada, de aproximadamente 2 % en peso a aproximadamente 20 % en peso de una resina de nonilfenol formaldehído, y además comprende una resina de nonilfenol formaldehído, una resina de dinonil-nonilfenol formaldehído, una nonilfenil poliéteramina, una diamina de sebo etoxilada, una amina de sebo etoxilada, un solvente de asfalto que contiene xileno, un solvente de asfalto que contiene limoneno, un diéster de pentaeritritol de anhídrido succínico de poliisobutileno, un producto de reacción de α -olefina, anhídrido maleico y pentaeritritol, ácido dodecibencenosulfónico, un solvente aromático, un alcohol o una combinación de los mismos.

[0010] Otros objetivos y características serán en parte evidentes y se señalarán en parte de aquí en adelante.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0011] La Figura 1 es un gráfico de perfiles de viscosidad extrapolados de las formulaciones de alto rendimiento utilizadas en ensayos de laboratorio.

[0012] La Figura 2 es un gráfico de una comparación de la reducción de la viscosidad para formulaciones seleccionadas a tres temperaturas diferentes.

[0013] La Figura 3A es un gráfico de perfiles de viscosidad extrapolados de formulaciones de alto rendimiento mezcladas con los componentes A y D.

[0014] La Figura 3B es un gráfico de los mismos perfiles de viscosidad de las formulaciones de alto rendimiento mezcladas con los componentes A y D como la Figura 3A con un intervalo de temperatura diferente.

[0015] La Figura 4 es un gráfico de la viscosidad frente a la concentración de la formulación B31 y su correspondiente mezcla B2B31 a 60 °C.

[0016] La Figura 5 es un gráfico de los perfiles de reducción de la viscosidad obtenidos para diversas formulaciones mezcladas con los componentes A y D.

[0017] La Figura 6 es un gráfico de las reducciones de la viscosidad a diversas temperaturas de dos formulaciones agregadas al petróleo del pozo B11.

[0018] La Figura 7 es un gráfico de las reducciones de la viscosidad a tres temperaturas

diferentes para el petróleo de B27 (con 3 % de nafta).

[0019] Los caracteres de referencia correspondientes indican partes correspondientes a lo largo de los dibujos.

DESCRIPCIÓN DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN PREFERIDAS DE LA INVENCION

[0020] La presente invención se refiere a un método para mejorar la producción de petróleo crudo, en donde el método comprende poner en contacto el petróleo crudo con una composición soluble en petróleo, en donde la composición reduce la viscosidad del petróleo crudo. La composición soluble en petróleo puede comprender una resina de t-butil-nonilfenol formaldehído alcoxilada, una resina de t-butilfenol formaldehído alcoxilada, un trimetilolpropano alcoxilado, un poli(éter diglicidílico de bisfenol A) alcoxilado, una resina de nonilfenol formaldehído, una resina de dinonil-nonilfenol formaldehído, una nonilfenil poliéteramina, una diamina de sebo etoxilada, una amina de sebo etoxilada, un diéster de pentaeritritol de anhídrido succínico de poliisobutileno, un producto de reacción de α -olefina, anhídrido maleico y pentaeritritol, ácido dodecibencenosulfónico, o una combinación de los mismos. Se establece que cuando la composición soluble en petróleo comprende una resina de t-butil-nonilfenol-formaldehído alcoxilada, una amina de sebo etoxilada y ácido dodecibencenosulfónico, o cuando la composición soluble en petróleo comprende una resina de t-butil-nonilfenol-formaldehído alcoxilada y un poli(éter diglicidílico de bisfenol A) alcoxilado, la concentración total de nafta aromática pesada, diésel o nafta aromática pesada y diésel es inferior al 65 % en peso.

[0021] Para los métodos descritos en la presente, la composición soluble en petróleo puede comprender una resina de t-butil-nonilfenol formaldehído alcoxilada, una resina de t-butilfenol formaldehído alcoxilada, un trimetilolpropano alcoxilado, una resina de nonilfenol formaldehído, una resina de dinonil-nonilfenol formaldehído, una nonilfenil poliéteramina, una diamina de sebo etoxilada, una amina de sebo etoxilada, un diéster de pentaeritritol de anhídrido succínico de poliisobutileno, un producto de reacción de α -olefina, anhídrido maleico y pentaeritritol, o una combinación de los mismos.

[0022] La composición soluble en petróleo puede comprender además un solvente y el solvente puede ser un solvente de asfalto que contiene xileno, un solvente de asfalto que contiene limoneno, un solvente aromático, un alcohol o una combinación de los mismos.

[0023] El petróleo crudo puede ser pesado o extrapesado y puede tener una gravedad de aproximadamente 1036 kg/m³ a aproximadamente 933 kg/m³ (gravedad API de

aproximadamente 5 a aproximadamente 20) ; de 1036 kg/m³ a aproximadamente 939 kg/m³ (gravedad API de aproximadamente 5 a aproximadamente 19); de 1036 kg/m³ a aproximadamente 945 kg/m³ (gravedad API de aproximadamente 5 a aproximadamente 18); de 1036 kg/m³ a aproximadamente 952 kg/m³ (gravedad API de aproximadamente 5 a aproximadamente 17); de 1036 kg/m³ a aproximadamente 958 kg/m³ (gravedad API de aproximadamente 5 a aproximadamente 16); de 1028 kg/m³ a aproximadamente 933 kg/m³ (gravedad API de aproximadamente 6 a aproximadamente 20); de 1028 kg/m³ a aproximadamente 939 kg/m³ (gravedad API de aproximadamente 6 a aproximadamente 19); de 1028 kg/m³ a aproximadamente 945 kg/m³ (gravedad API de aproximadamente 6 a aproximadamente 18); de 1028 kg/m³ a aproximadamente 952 kg/m³ (gravedad API de aproximadamente 6 a aproximadamente 17); de 1028 kg/m³ a aproximadamente 945 kg/m³ (gravedad API de aproximadamente 6 a aproximadamente 16); de 1028 kg/m³ a aproximadamente 952 kg/m³ (gravedad API de aproximadamente 6 a aproximadamente 17); de modo preferente, el petróleo crudo puede tener una gravedad de 1028 kg/m³ a aproximadamente 958 kg/m³ (gravedad API de API de aproximadamente 6 a aproximadamente 16).

[0024] La composición soluble en petróleo de modo preferente puede reducir el tamaño de los agregados de asfalteno u obstaculizar su formación.

[0025] Los métodos descritos en la presente pueden tener un solvente de un solvente aromático, un alcohol o una combinación de los mismos.

[0026] El solvente aromático puede comprender una nafta aromática pesada, tolueno, xileno, diésel ligero, quinolina, o una combinación de los mismos.

[0027] El alcohol puede comprender éter monobutílico de etilenglicol, un alcohol C₂-C₈ lineal o ramificado, o una combinación de los mismos.

[0028] La composición soluble en petróleo puede reducir la viscosidad del petróleo crudo de aproximadamente 5 % a aproximadamente 65 %, de aproximadamente 10 % a aproximadamente 65 %, de aproximadamente 15 % a aproximadamente 65 %, de aproximadamente 20 % a aproximadamente 65 %, de aproximadamente 25 % a aproximadamente 65 %, de aproximadamente 30 % a aproximadamente 65 %, de aproximadamente 35 % a aproximadamente 65 %, de aproximadamente 40 % a aproximadamente 65 %, o de aproximadamente 45 % a aproximadamente 65 %, en la producción aguas abajo y aguas arriba, en comparación con un petróleo crudo, por lo demás idéntico, no puesto en contacto con la composición soluble en petróleo. La viscosidad se puede medir a una temperatura de aproximadamente 35 °C a aproximadamente 75 °C, de aproximadamente 40 °C a aproximadamente 75 °C, de

aproximadamente 45 °C a aproximadamente 75 °C, de aproximadamente 50 °C a aproximadamente 75 °C, a aproximadamente 54 °C, o a aproximadamente 71 °C.

[0029] La composición soluble en petróleo también puede reducir la viscosidad del petróleo crudo de aproximadamente 5 % a aproximadamente 65 %, de aproximadamente 10 % a aproximadamente 65 %, de aproximadamente 15 % a aproximadamente 65 %, de aproximadamente 20 % a aproximadamente 65 %, de aproximadamente 25 % a aproximadamente 65 %, de aproximadamente 30 % a aproximadamente 65 %, de aproximadamente 35 % a aproximadamente 65 %, de aproximadamente 40 % a aproximadamente 65 %, o de aproximadamente 45 % a aproximadamente 65 %, en tuberías de transporte en comparación con un petróleo crudo, por lo demás idéntico, no puesto en contacto con la composición soluble en petróleo. La viscosidad se puede medir a una temperatura de aproximadamente 35 °C a aproximadamente 75 °C, de aproximadamente 40 °C a aproximadamente 75 °C, de aproximadamente 45 °C a aproximadamente 75 °C, de aproximadamente 50 °C a aproximadamente 75 °C, a aproximadamente 54 °C, o a aproximadamente 71 °C.

[0030] La composición soluble en petróleo puede comprender nonilfenil poliéteramina y al menos una de una resina de t-butil-nonilfenol formaldehído alcoxilada, un poli(éter diglicidílico de bisfenol A) alcoxilado, una resina de t-butilfenol formaldehído alcoxilada, una resina de nonilfenol formaldehído, o una resina de dinonil-nonilfenol formaldehído.

[0031] La composición soluble en petróleo puede comprender nonilfenil poliéteramina y al menos una de una resina de t-butil-nonilfenol formaldehído alcoxilada, una resina de nonilfenol formaldehído o una resina de dinonil-nonilfenol formaldehído.

[0032] La composición soluble en petróleo puede comprender de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 30 % en peso de una nonilfenil poliéteramina, y de 0 % en peso a aproximadamente 25 % en peso de una resina de t-butil-nonilfenol formaldehído alcoxilada, de 0 % en peso a aproximadamente 15 % en peso de un poli(éter diglicidílico de bisfenol A) alcoxilado, de 0 % en peso a aproximadamente 10 % en peso de una resina de t-butilfenol-formaldehído alcoxilada, de 0 % en peso a aproximadamente 35 % en peso de una resina de nonilfenol-formaldehído, o de aproximadamente 0 a aproximadamente 35 % en peso de una resina de dinonil-nonilfenol-formaldehído, en donde al menos una de la resina de t-butil-nonilfenol formaldehído alcoxilada, el poli(éter diglicidílico de bisfenol A) alcoxilado, la resina de t-butilfenol formaldehído alcoxilada, la resina de nonilfenol formaldehído o la resina de dinonil-nonilfenol formaldehído tiene una concentración mayor que cero.

[0033] La composición soluble en petróleo puede comprender de aproximadamente 5

% en peso a aproximadamente 30 % en peso de una nonilfenil poliéteramina, y de 0 % en peso a aproximadamente 25 % en peso de una resina t-butil-nonilfenol formaldehído alcoxilada, de 0 % en peso a aproximadamente 35 % en peso de una resina de nonilfenol formaldehído, o de aproximadamente 0 a aproximadamente 35 % en peso de una resina de dinonil-nonilfenol formaldehído, en donde al menos una de la resina de t-butil-nonilfenol formaldehído alcoxilada, la resina de nonilfenol formaldehído o la resina de dinonil-nonilfenol formaldehído tiene una concentración mayor que cero.

[0034] Además, la composición soluble en petróleo puede comprender una resina de t-butil-nonilfenol formaldehído alcoxilada, una nonilfenil-poliéteramina, un solvente de asfalto que contiene limoneno, un producto de reacción de α -olefina, anhídrido maleico y pentaeritritol y ácido dodecilbencenosulfónico.

[0035] Para los métodos descritos en la presente, la composición soluble en petróleo puede comprender de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 25 % en peso de resina de t-butil-nonilfenol-formaldehído alcoxilada, de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 15 % en peso de nonilfenil poliéteramina, de aproximadamente 50 % en peso a aproximadamente 80 % en peso de solvente de asfalto que contiene limoneno, de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 15 % en peso de producto de reacción de α -olefina, anhídrido maleico y pentaeritritol, y de aproximadamente 0,1 % en peso a aproximadamente 1 % en peso de ácido dodecilbencenosulfónico.

[0036] La composición soluble en petróleo puede comprender una resina de t-butil-nonilfenol-formaldehído alcoxilada, una nonilfenil-poliéteramina, un solvente de asfalto que contiene xileno, diéster de pentaeritritol de anhídrido succínico de poliisobutileno y ácido dodecilbencenosulfónico.

[0037] Además, la composición soluble en petróleo puede comprender de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 25 % en peso de resina de t-butil-nonilfenol formaldehído alcoxilada, de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 15 % en peso de nonilfenil poliéteramina, de aproximadamente 50 % en peso a aproximadamente 80 % en peso de solvente de asfalto que contiene xileno, de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 15 % en peso de diéster de pentaeritritol de anhídrido succínico de poliisobutileno y de aproximadamente 0,1 % en peso a aproximadamente 1 % en peso de ácido dodecilbencenosulfónico.

[0038] Alternativamente, la composición soluble en petróleo puede comprender una resina de t-butil-nonilfenol formaldehído alcoxilada, una amina de sebo etoxilada y ácido dodecilbencenosulfónico.

[0039] Además, la composición soluble en petróleo puede comprender de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 30 % en peso de la resina de t-butil-nonilfenol-formaldehído alcoxilada, de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 15 % en peso de la amina de sebo etoxilada, y de aproximadamente 0,1 % en peso a aproximadamente 1 % en peso de ácido dodecilbencenosulfónico.

[0040] La composición soluble en petróleo puede comprender además un solvente de asfalto que contiene limoneno.

[0041] Particularmente, la composición soluble en petróleo puede comprender de aproximadamente 15 % en peso a aproximadamente 35 % en peso de la resina de t-butil-nonilfenol formaldehído alcoxilada, de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 15 % en peso de amina de sebo etoxilada, de aproximadamente 50 % en peso a aproximadamente 80 % en peso de solvente de asfalto que contiene limoneno y de aproximadamente 0,1 % en peso a aproximadamente 1 % en peso de ácido dodecilbencenosulfónico.

[0042] Además, la composición soluble en petróleo puede comprender una resina de t-butil-nonilfenol formaldehído alcoxilada, una amina de sebo etoxilada, un solvente de asfalto que contiene limoneno, un producto de reacción de α -olefina, anhídrido maleico y pentaeritritol y ácido dodecilbencenosulfónico.

[0043] La composición soluble en petróleo puede comprender de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 25 % en peso de resina de t-butil-nonilfenol formaldehído alcoxilada, de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 15 % en peso de una amina de sebo etoxilada, de aproximadamente 50 % en peso a aproximadamente 80 % en peso de un solvente de asfalto que contiene limoneno, de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 15 % en peso de un producto de reacción de α -olefina, anhídrido maleico y pentaeritritol y de aproximadamente 0,1 % en peso a aproximadamente 1 % en peso de ácido dodecilbencenosulfónico.

[0044] También, la composición soluble en petróleo puede comprender una resina de t-butil-nonilfenol formaldehído alcoxilada, una amina de sebo etoxilada, un solvente de asfalto que contiene xileno, un diéster de pentaeritritol de anhídrido succínico de poliisobutileno y ácido dodecilbencenosulfónico.

[0045] La composición soluble en petróleo puede comprender de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 25 % en peso de una resina de t-butil-nonilfenol-formaldehído alcoxilada, de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 15 % en peso de una amina de sebo etoxilada, de aproximadamente 50 % en peso a aproximadamente 80 % en peso de un solvente de asfalto que contiene xileno, de

aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 15 % en peso de un diéster de pentaeritritol de anhídrido succínico de poliisobutileno y de aproximadamente 0,1 % en peso a aproximadamente 1 % en peso de ácido dodecibencenosulfónico.

[0046] La composición soluble en petróleo puede comprender una resina de dinonil-nonilfenol formaldehído, un producto de reacción de una alfa-olefina, anhídrido maleico y pentaeritritol, y un solvente de asfalto que contiene xileno.

[0047] Además, la composición soluble en petróleo puede comprender de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 20 % en peso de la resina de dinonil-nonilfenol formaldehído, de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 15 % en peso del producto de reacción de una alfa-olefina, anhídrido maleico y pentaeritritol y de aproximadamente 60 % en peso a aproximadamente 85 % en peso del solvente de asfalto que contiene xileno.

[0048] La composición soluble en petróleo puede comprender una resina de nonilfenol formaldehído, una diamina de sebo etoxilada, un solvente aromático (diésel ligero) y éter monobutílico de etilenglicol.

[0049] La composición soluble en petróleo puede comprender de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 35 % en peso de resina de nonilfenol formaldehído, de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 15 % en peso de diamina de sebo etoxilada, de aproximadamente 45 % en peso a aproximadamente 75 % en peso de solvente aromático y de aproximadamente 1 % en peso a aproximadamente 10 % en peso de éter monobutílico de etilenglicol.

[0050] La composición soluble en petróleo comprende una diamina de sebo etoxilada y un solvente. El solvente puede comprender un solvente de asfalto que contiene limoneno, un solvente aromático, un alcohol, o una combinación de los mismos.

[0051] Para las composiciones solubles en petróleo descritas en la presente, el solvente aromático puede comprender un petróleo medio, un petróleo ligero, una nafta aromática pesada, tolueno, xileno, diésel ligero, quinolina o una combinación de los mismos.

[0052] Para las composiciones solubles en petróleo, el alcohol puede comprender un éter glicólico, un alcohol C₂-C₈, o una combinación de los mismos.

[0053] La composición soluble en petróleo puede comprender de aproximadamente 2 % en peso a aproximadamente 30 % en peso de la diamina de sebo etoxilada y de aproximadamente 50 % en peso a aproximadamente 90 % en peso de un solvente.

[0054] La composición soluble en petróleo puede comprender una diamina de sebo etoxilada, un producto de reacción producto de reacción de α -olefina, anhídrido maleico y pentaeritritol, y un solvente aromático.

[0055] Además, la composición soluble en petróleo puede comprender de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 30 % en peso de una diamina de sebo etoxilada, de aproximadamente 15 % en peso a aproximadamente 35 % en peso de un producto de reacción producto de reacción de α -olefina, anhídrido maleico y pentaeritritol, y de aproximadamente 50 % en peso a aproximadamente 80 % en peso de un solvente aromático.

[0056] Además, la composición soluble en petróleo puede comprender una resina de t-butilfenol formaldehído alcoxilada, un trimetilolpropano alcoxilado y una amina de sebo etoxilada.

[0057] La composición soluble en petróleo puede comprender de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 20 % en peso de la resina de t-butilfenol formaldehído alcoxilada, de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 15 % en peso del trimetilolpropano alcoxilado y de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 15 % en peso de la amina de sebo etoxilada.

[0058] La composición soluble en petróleo puede comprender además un solvente.

[0059] Además, el solvente puede comprender un solvente aromático.

[0060] El solvente aromático puede comprender un petróleo medio, un petróleo ligero, una nafta aromática pesada, tolueno, xileno, diésel ligero, quinolina, o una combinación de los mismos.

[0061] Adicionalmente, el método para mejorar la producción y el transporte de petróleo crudo, el método puede comprender poner en contacto el petróleo crudo con una composición soluble en petróleo, en donde la composición reduce la viscosidad del petróleo crudo. La composición soluble en petróleo puede comprender de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 60 % en peso de una resina de t-butil-nonilfenol formaldehído alcoxilada, de aproximadamente 2 % en peso a aproximadamente 20 % en peso de una resina de nonilfenol-formaldehído, y además puede comprender una resina de nonilfenol formaldehído, una resina de dinonil-nonilfenol formaldehído, una nonilfenil poliéteramina, una diamina de sebo etoxilada, una amina de sebo etoxilada, un solvente de asfalto que contiene xileno, un solvente de asfalto que contiene limoneno, un diéster pentaeritritol de anhídrido succínico de poliisobutileno, un producto de reacción de α -olefina, anhídrido maleico y pentaeritritol, ácido dodecibencenosulfónico, un solvente aromático, un alcohol, o una combinación de los mismos.

[0062] La composición soluble en petróleo puede comprender de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 60 % en peso de una resina de t-butil-nonilfenol

formaldehído alcoxilada, de aproximadamente 2 % en peso a aproximadamente 20 % en peso de una resina de nonilfenol formaldehído, de aproximadamente 1 % en peso a aproximadamente 10 % en peso de nonilfenil poliéteramina, de aproximadamente 15 % en peso a aproximadamente 25 % en peso de un solvente de asfalto que contiene xileno, de aproximadamente 1 % en peso a aproximadamente 7 % en peso de un diéster de pentaeritritol de anhídrido succínico de poliisobutileno, y de aproximadamente 0,05 % en peso a aproximadamente 0,15 % en peso de ácido dodecilbencenosulfónico.

[0063] La composición soluble en petróleo puede comprender de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 60 % en peso de una resina de t-butil-nonilfenol formaldehído alcoxilada, de aproximadamente 2 % en peso a aproximadamente 20 % en peso de una resina de nonilfenol formaldehído, de aproximadamente 1 % en peso a aproximadamente 10 % en peso de nonilfenil poliéteramina, de aproximadamente 15 % en peso a aproximadamente 25 % en peso de un solvente de asfalto que contiene limoneno, de aproximadamente 1 % en peso a aproximadamente 7 % en peso de un producto de reacción de α -olefina, anhídrido maleico y pentaeritritol y de aproximadamente 0,05 % en peso a aproximadamente 0,15 % en peso de ácido dodecilbencenosulfónico.

[0064] Además, la composición soluble en petróleo comprende de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 60 % en peso de una resina de t-butil-nonilfenol formaldehído alcoxilada, de aproximadamente 2 % en peso a aproximadamente 20 % en peso de una resina de nonilfenol formaldehído, de aproximadamente 1 % en peso a aproximadamente 7 % en peso de nonilfenil poliéteramina, y de aproximadamente 15 % en peso a aproximadamente 35 % en peso de un solvente de asfalto que contiene limoneno.

[0065] La composición soluble en petróleo puede comprender de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 60 % en peso de una resina de t-butil-nonilfenol formaldehído alcoxilada, de aproximadamente 2 % en peso a aproximadamente 20 % en peso de una resina de nonilfenol formaldehído, y de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 15 % en peso de nonilfenil poliéteramina.

[0066] También, la composición soluble en petróleo puede comprender de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 60 % en peso de una resina de t-butil-nonilfenol formaldehído alcoxilada, de aproximadamente 2 % en peso a aproximadamente 20 % en peso de una resina de nonilfenol formaldehído, de aproximadamente 1 % en peso a aproximadamente 7 % en peso de amina de sebo etoxilada, de aproximadamente 15 % en peso a aproximadamente 35 % en peso de un

solvente de asfaleno que contiene limoneno y de aproximadamente 0,05 % en peso a aproximadamente 0,15 % en peso de ácido dodecibencenosulfónico.

[0067] La composición soluble en petróleo puede comprender de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 60 % en peso de una resina de t-butil-nonilfenol formaldehído alcoxilada, de aproximadamente 2 % en peso a aproximadamente 20 % en peso de una resina de nonilfenol formaldehído, de aproximadamente 1 % en peso a aproximadamente 7 % en peso de amina de sebo etoxilada, de aproximadamente 15 % en peso a aproximadamente 35 % en peso de un solvente de asfaleno que contiene xileno, de aproximadamente 1 % en peso a aproximadamente 7 % en peso de un diéster de pentaeritritol de anhídrido succínico de poliisobutileno, y de aproximadamente 0,05 % en peso a aproximadamente 0,15 % en peso de ácido dodecibencenosulfónico.

[0068] Además, la composición soluble en petróleo puede comprender de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 60 % en peso de una resina de t-butil-nonilfenol formaldehído alcoxilada, de aproximadamente 2 % en peso a aproximadamente 20 % en peso de una resina de nonilfenol formaldehído, de aproximadamente 2 % en peso a aproximadamente 10 % en peso de una resina de dinonil-nonilfenol formaldehído, de aproximadamente 15 % en peso a aproximadamente 35 % en peso de un solvente de asfaleno que contiene xileno y de aproximadamente 1 % en peso a aproximadamente 7 % en peso de un producto de reacción de α -olefina, anhídrido maleico y pentaeritritol.

[0069] La composición soluble en petróleo puede comprender de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 60 % en peso de una resina de t-butil-nonilfenol formaldehído alcoxilada, de aproximadamente 2 % en peso a aproximadamente 20 % en peso de una resina de nonilfenol formaldehído, de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 15 % en peso de una diamina de sebo etoxilada y de aproximadamente 15 % en peso a aproximadamente 35 % en peso de un solvente de asfaleno que contiene limoneno.

[0070] La composición soluble en petróleo tiene una actividad de aproximadamente 10 % a aproximadamente 40 %, de aproximadamente 10 % a aproximadamente 38 %, de aproximadamente 10 % a aproximadamente 35 %, de aproximadamente 10 % a aproximadamente 32 %, de aproximadamente 10 % a aproximadamente 30 %, de aproximadamente 10 % a aproximadamente 28 %, de aproximadamente 10 % a aproximadamente 25 %, de aproximadamente 10 % a aproximadamente 22 %, de aproximadamente 10 % a aproximadamente 20 %, de aproximadamente 15 % a aproximadamente 40 %, de aproximadamente 15 % a aproximadamente 38 %, de

aproximadamente 15 % a aproximadamente 35 %, de aproximadamente 15 % a aproximadamente 32 %, de aproximadamente 15 % a aproximadamente 30 %, de aproximadamente 15 % a aproximadamente 28 %, de aproximadamente 15 % a aproximadamente 25 %, de aproximadamente 15 % a aproximadamente 22 %, de aproximadamente 15 % a aproximadamente 20 %, de aproximadamente 20 % a aproximadamente 40 %, de aproximadamente 20 % a aproximadamente 38 %, de aproximadamente 20 % a aproximadamente 35 %, de aproximadamente 20 % a aproximadamente 32 %, de aproximadamente 20 % a aproximadamente 30 %, de aproximadamente 20 % a aproximadamente 28 %, o de aproximadamente 20 % a aproximadamente 25 %.

[0071] También, la composición soluble en petróleo se puede agregar al petróleo crudo a una concentración de aproximadamente 50 ppm a aproximadamente 15000 ppm, de aproximadamente 50 ppm a aproximadamente 10000 ppm, de aproximadamente 50 ppm a aproximadamente 9000 ppm, de aproximadamente 50 ppm a aproximadamente 8000 ppm, de aproximadamente 50 ppm a aproximadamente 7000 ppm, de aproximadamente 50 ppm a aproximadamente 6000 ppm, de aproximadamente 50 ppm a aproximadamente 5000 ppm, de aproximadamente 50 ppm a aproximadamente 4000 ppm, de aproximadamente 50 ppm a aproximadamente 3000 ppm, de aproximadamente 50 ppm a aproximadamente 2000 ppm, de aproximadamente 50 ppm a aproximadamente 1000 ppm, de aproximadamente 75 ppm a aproximadamente 15000 ppm, de aproximadamente 75 ppm a aproximadamente 10000 ppm, de aproximadamente 75 ppm a aproximadamente 9000 ppm, de aproximadamente 75 ppm a aproximadamente 8000 ppm, de aproximadamente 75 ppm a aproximadamente 7000 ppm, de aproximadamente 75 ppm a aproximadamente 6000 ppm, de aproximadamente 75 ppm a aproximadamente 5000 ppm, de aproximadamente 75 ppm a aproximadamente 4000 ppm, de aproximadamente 75 ppm a aproximadamente 3000 ppm, de aproximadamente 75 ppm a aproximadamente 2000 ppm, de aproximadamente 75 ppm a aproximadamente 1000 ppm, de aproximadamente 100 ppm a aproximadamente 15000 ppm, de aproximadamente 100 ppm a aproximadamente 10000 ppm, de aproximadamente 100 ppm a aproximadamente 9000 ppm, de aproximadamente 100 ppm a aproximadamente 8000 ppm, de aproximadamente 100 ppm a aproximadamente 7000 ppm, de aproximadamente 100 ppm a aproximadamente 6000 ppm, de aproximadamente 100 ppm a aproximadamente 5000 ppm, de aproximadamente 100 ppm a aproximadamente 4000 ppm, de aproximadamente 100 ppm a aproximadamente 3000 ppm, de aproximadamente 100 ppm a aproximadamente

2000 ppm, o de aproximadamente 100 ppm a aproximadamente 1000 ppm.

[0072] De modo preferente, la composición soluble en petróleo se puede agregar al petróleo crudo a una concentración de aproximadamente 100 ppm a aproximadamente 1000 ppm.

[0073] La composición soluble en petróleo puede comprender además uno o más componentes adicionales incluyendo, pero sin limitarse a, un inhibidor de corrosión, un solvente, un inhibidor de asfalteno adicional, un inhibidor de parafina, un inhibidor de incrustaciones, un emulsionante, un dispersante, un rompedor de emulsión, un inhibidor de hidrato de gas, un biocida, un modificador de pH, y un tensioactivo. Una composición de la invención puede comprender de 0 a 10 por ciento en peso de uno o más de estos componentes adicionales, con base en el peso total de la composición.

[0074] Los inhibidores de corrosión adecuados para la inclusión en las composiciones incluyen, pero no se limitan a, sales cuaternarias de alquilo, hidroxialquilo, alquilarilo, arilalquilo o arilamina; sales de aminas aromáticas mono o policíclicas; derivados de imidazolina; ésteres de mono, di o trialquilo o alquilaril fosfato; ésteres de fosfato de hidroxilaminas; ésteres de fosfato de polioles; y ácidos grasos monoméricos u oligoméricos.

[0075] Los inhibidores de asfaltenos adecuados incluyen, pero no se limitan a, ácidos sulfónicos alifáticos; ácidos alquil aril sulfónicos; sulfonatos de arilo; lignosulfonatos; resinas de aldehído/alquilfenol y resinas sulfonadas similares; ésteres de poliolefina; imidas de poliolefina; ésteres de poliolefina con grupos funcionales alquilo, alquilenfenilo o alquilenopiridilo; amidas de poliolefina; amidas de poliolefina con grupos funcionales alquilo, alquilenfenilo o alquilenopiridilo; imidas de poliolefina con grupos funcionales alquilo, alquilenfenilo o alquilenopiridilo; copolímeros de alquenil/vinil pirrolidona; polímeros de injerto de poliolefinas con anhídrido maleico o vinilimidazol; amidas de poliéster hiperramificadas; asfaltenos polialcoxilados, ácidos grasos anfóteros, sales de succinatos de alquilo, monooleato de sorbitán y anhídrido succínico de poliisobutileno.

[0076] Los inhibidores de parafina incluyen, pero no se limitan a, modificadores de cristal de parafina y combinaciones de dispersante/modificador de cristal. Los modificadores de cristal de parafina adecuados incluyen, pero no se limitan a, copolímeros de acrilato de alquilo, copolímeros de alquilacrilato vinilpiridina, copolímeros de etileno acetato de vinilo, copolímeros de éster de anhídrido maleico, polietilenos ramificados, naftaleno, antraceno, cera microcristalina y/o asfaltenos. Los dispersantes adecuados incluyen, pero no se limitan a, dodecilbencenosulfonato, alquilfenoles oxialquilados y resinas alquilfenólicas oxialquiladas.

[0077] Los inhibidores de incrustaciones adecuados incluyen, pero no se limitan a, fosfatos, ésteres de fosfato, ácidos fosfóricos, fosfonatos, ácidos fosfónicos, poliacrilamidas, sales de copolímero de acrilamido-metilpropanosulfonato/ácido acrílico (AMPS/AA), copolímero maleico fosfinado PHOS/MA) y sales de un terpolímero de ácido polimaleico/ácido acrílico/acrilamido-metil propanosulfonato (PMA/AMPS).

[0078] Los emulsionantes adecuados incluyen, pero no se limitan a, sales de ácidos carboxílicos, productos de reacciones de acilación entre ácidos carboxílicos o anhídridos carboxílicos y aminas, y derivados de alquilo, acilo y amida de sacáridos (emulsionantes de alquil-sacáridos).

[0079] Los dispersantes adecuados incluyen, pero no se limitan a, ácidos fosfónicos alifáticos con 2-50 carbonos, tales como ácido hidroxietil difosfónico, y ácidos aminoalquilfosfónicos, por ejemplo, poliaminoetileno fosfonatos con 2-10 átomos de nitrógeno, por ejemplo, en donde cada uno tiene al menos un grupo ácido metilénfosfónico; ejemplos de estos últimos son etilendiamina tetra(metilénfosfonato), dietilentriamina penta(metilénfosfonato) y los fosfonatos de triamina y tetraminapolimetileno con 2-4 grupos metileno entre cada átomo de nitrógeno, al menos 2 de los números de grupos metileno en cada fosfonato es diferente. Otros agentes de dispersión adecuados incluyen lignina o derivados de lignina tales como lignosulfonato y ácido naftalensulfónico y derivados.

[0080] Los rompedores de emulsión adecuados incluyen, pero no se limitan a, la sal sódica de ácido xilenosulfónico (NAXSA), compuestos etoxilados y propoxilados, tensioactivos aniónicos catiónicos y no iónicos, y resinas, tales como resinas alquilfenólicas y epóxido.

[0081] Los eliminadores adecuados de sulfuro de hidrógeno incluyen, pero no se limitan a, oxidantes (por ejemplo, peróxidos inorgánicos tales como peróxido de sodio o dióxido de cloro), aldehídos (por ejemplo, de 1-10 carbonos tales como formaldehído o glutaraldehído o (met)acroleína), triazinas (por ejemplo, monoetanol amina triazina, monometilamina triazina y triazinas de múltiples aminas o mezclas de las mismas) y glioxal.

[0082] Los inhibidores de hidrato de gas adecuados incluyen, pero no se limitan a, inhibidores de hidrato termodinámico (THI), inhibidores de hidrato cinético (KHI) y antiaglomerados (AA).

[0083] Los inhibidores de hidrato termodinámico adecuados incluyen, pero sin limitación, sal de NaCl, sal de KCl, sal de CaCl_2 , sal de MgCl_2 , sal de NaBr_2 , salmueras de formiato (por ejemplo, formiato de potasio), polioles (tales como glucosa, sacarosa,

fructosa, maltosa, lactosa, gluconato, monoetilenglicol, dietilenglicol, trietilenglicol, monopropilenglicol, dipropilenglicol, tripropilenglicoles, tetrapropilenglicol, monobutilenglicol, dibutilenglicol, tributilenglicol, glicerol, diglicerol, triglicerol y alcoholes de azúcar (por ejemplo, sorbitol, manitol)), metanol, propanol, etanol, éteres de glicol (tales como monometiléter de dietilenglicol, éter monobutílico de etilenglicol), y ésteres alquílicos o cíclicos de alcoholes (tales como lactato de etilo, lactato de butilo, benzoato de metiletilo).

[0084] Los inhibidores de hidrato cinético adecuados y antiaglomerados incluyen, pero no se limitan a, polímeros y copolímeros, polisacáridos (tales como hidroxietilcelulosa (HEC), carboximetilcelulosa (CMC), almidón, derivados de almidón y xantano), lactamas (tales como polivinilcaprolactama, polivinil lactama), pirrolidonas (tales como polivinilpirrolidona de diversos pesos moleculares), tensioactivos (tales como sales de ácidos grasos, alcoholes etoxilados, alcoholes propoxilados, ésteres de sorbitán, ésteres de sorbitán etoxilados, ésteres de poliglicerol de ácidos grasos, alquilglucósidos, alquil poliglucósidos, alquil sulfatos, alquil sulfonatos, alquil éster sulfonatos, alquil aromáticos sulfonatos, alquilbetaína, alquilamidobetaínas), dispersantes basados en hidrocarburos (tales como lignosulfonatos, iminodisuccinatos, poliaspartatos), aminoácidos y proteínas.

[0085] Los biocidas adecuados incluyen, pero no se limitan a, biocidas oxidantes y no oxidantes.

[0086] Los biocidas no oxidantes adecuados incluyen, por ejemplo, aldehídos (por ejemplo, formaldehído, glutaraldehído y acroleína), compuestos de tipo amina (por ejemplo, compuestos de amina cuaternaria y cocodiamina), compuestos halogenados (por ejemplo, bronopol y 2-2-dibromo-3-nitrilopropionamida (DBNPA)), compuestos de azufre (por ejemplo, isotiazolona, carbamatos y metronidazol) y sales de fosfonio cuaternario (por ejemplo, sulfato de tetraquis(hidroximetil)fosfonio (THPS)).

[0087] Los biocidas oxidantes adecuados incluyen, por ejemplo, hipoclorito de sodio, ácidos tricloroisocianúricos, ácido dicloroisocianúrico, hipoclorito de calcio, hipoclorito de litio, hidantoínas cloradas, hipobromito de sodio estabilizado, bromuro de sodio activado, hidantoínas bromadas, dióxido de cloro, ozono y peróxidos.

[0088] Los modificadores de pH adecuados incluyen, pero no se limitan a, hidróxidos alcalinos, carbonatos alcalinos, bicarbonatos alcalinos, hidróxidos de metales alcalinotérreos, carbonatos de metales alcalinotérreos, bicarbonatos de metales alcalinotérreos y mezclas o combinaciones de los mismos. Los ejemplos de modificadores de pH incluyen NaOH, KOH, Ca(OH)_2 , CaO, Na_2CO_3 , KHCO_3 , K_2CO_3 ,

NaHCO₃, MgO, y Mg(OH)₂.

[0089] Los tensioactivos adecuados incluyen, pero no se limitan a, tensioactivos aniónicos, tensioactivos catiónicos, tensioactivos zwitteriónicos y tensioactivos no iónicos.

[0090] Los tensioactivos aniónicos adicionales incluyen carboxilatos de alquilo y alquil éter carboxilatos, ésteres de alquilo y de alquil fosfato etoxilados y mono y dialquilo sulfosuccinatos y sulfosuccinamatos.

[0091] Los tensioactivos catiónicos incluyen sales de alquil trimetil amonio cuaternario, sales de alquil dimetil bencil amonio quaternario, sales de dialquil dimetil amonio cuaternario y sales de imidazolinio.

[0092] Los tensioactivos no iónicos incluyen alcóxilatos de alcoholes, alcóxilatos de alquifenoles, copolímeros de bloques de óxidos de etileno, propileno y butileno, óxidos de alquil dimetilamina, óxidos de alquil-bis(2-hidroxietil) amina, óxidos de alquilamidopropildimetilamina, óxidos de alquilamidopropil-bis(2-hidroxietil) amina, alquilpoliglucósidos, glicéridos polialcoxilados, ésteres de sorbitán y ésteres de sorbitán polialcoxilados, ésteres y diésteres de alquilpolietilenglicoles, betaínas y sultanos. También pueden utilizarse tensioactivos anfóteros tales como anfoacetatos y anfodiacetatos de alquilo, anfopropionatos de alquilo y anfodipropionatos y alquiliminodipropionato.

[0093] El tensioactivo puede ser un compuesto de amonio cuaternario, un óxido de amina, un tensioactivo iónico o no iónico, o cualquier combinación de los mismos.

[0094] Los compuestos de amina cuaternaria adecuados incluyen, pero no se limitan a, cloruro de alquilbencilamonio, cloruro de bencil cocoalquil (C₁₂-C₁₈) dimetilamonio, cloruro de dicocoalquilo (C₁₂-C₁₈) dimetilamonio, cloruro de dimetilamonio de disebo, cloruro de di(alquil de sebo hidrogenado) dimetil amonio cuaternario metilo, cloruro de metil bis(2-hidroxietil cocoalquil(C₁₂-C₁₈) amonio cuaternario, dimetil(2-etil) sebo amonio metil sulfato, cloruro de n-dodecibencildimetilamonio, cloruro de n-octadecibencildimetilamonio, sulfato de n-dodeciltrimetilamonio, cloruro de alquiltrimetilamonio de soja, y sulfato de metilo de amonio cuaternario de alquilo de sebo hidrogenado (2-etilhexil)dimetilico.

[0095] Las composiciones solubles en petróleo además pueden incluir agentes funcionales adicionales o aditivos que proporcionan una propiedad beneficiosa, tales como ajustadores de pH u otros agentes neutralizantes, emulsionantes, secuestrantes, solubilizantes, otros lubricantes, tampones, detergentes, agentes de limpieza, coadyuvantes de enjuague, conservantes, aglutinantes, espesantes u otros

modificadores de viscosidad, auxiliares de procesamiento, inhibidores de espuma, antiespumantes o generadores de espuma, sistema o agente de umbral, agente estimulante estético (es decir, colorante, odorante, perfume) y mezclas de los mismos. Los agentes o aditivos adicionales variarán de acuerdo con la composición particular que se fabrica y se apreciará su uso previsto por un experto en la técnica.

[0096] Alternativamente, las composiciones solubles en petróleo no pueden contener ninguno de los agentes o aditivos adicionales.

[0097] Habiendo descrito la invención en detalle, será evidente que son posibles modificaciones y variaciones sin apartarse del alcance de la invención definida en las reivindicaciones adjuntas.

EJEMPLOS

[0098] Los siguientes ejemplos no limitativos se proporcionan para ilustrar adicionalmente la presente invención.

[0099] Se ensayó una variedad de composiciones para determinar su capacidad para reducir la viscosidad en los siguientes ejemplos. Las formulaciones de las composiciones y mezclas solubles en petróleo se enumeran en las Tablas 1 y 2, respectivamente.

Tabla 1. Formulación de composiciones solubles en petróleo.

Código de componente	Formulación															
	B3	B5	B16	B17	B19	B20	B23	B29	B31	B32	B33	B34	B44	M1	M1C	V46V
	Composición (% en peso)															
A	15	10	25	15	5				25	15	15	10				
B														10	15	
C														10	10	
D						25										25
E					15		15	25								
F	10			10		10		10				25				
G		25											10			10
H			10						10	10	10			10	10	
I	64,6		64,6		70		75				64,6	65				
J				64,6		65			64,6	64,6						
K		65														
L	10										10					
M				10	10		10			10			25			
N	0,4		0,4	0,4				0,4	0,4	0,4	0,4					
O								64,6					65	70	65	60
P																5

Tabla 1A. Formulación de composiciones solubles en petróleo.

Código de componente	Formulación			
	MO91	MO05	MO46P3	MO46Q4
	Composición (% en peso)			
A				
B		2,4		
C				1,5
D	5	3	10,7	7,1
E				
F	5	5		
G			4,3	2,9
H				
I				
J				
K				
L				
M				
N				
O	40	70	67,9	72,1
P	50	10	12,1	16,4
Q		9,6		

[00100] La descripción de componentes individuales y los vendedores comerciales son los siguientes: A es una resina de t-butil-nonilfenol formaldehído alcoxilada (que comprende 37,5 % de óxido de propileno y 25 % de óxido de etileno), B es una resina de t-butilfenol formaldehído alcoxilada (que comprende 20 % de óxido mixto (MO); es decir, 6,7 % de óxido de propileno y 13,3 % de óxido de etileno), C es trimetilolpropano alcoxilado (que comprende 52,6 % de óxido de propileno y 45,9 % de óxido de etileno), D es una resina de nonilfenol formaldehído (1850-3500 Da), E es una resina de dinonil-nonilfenol formaldehído (que comprende una relación 50:50 de resina de dinonil-nonilfenol formaldehído: tolueno), F es nonilfenil poliéteramina (comercialmente disponible como JEFF–FLOW A 100 de Huntsman Corporation), G es una diamina de sebo etoxilada que tiene aproximadamente 7 moles de óxido de etileno (disponible comercialmente como Ultramina DTA70 de Oxiteno), H es una amina de sebo etoxilada que tiene aproximadamente 8 moles de óxido de etileno (comercialmente disponible como TOXIMUL® TA-8 de Stepan Co.), I un solvente de asfalto que contiene xileno (disponible comercialmente de SkySpring Oil & Gas Services, Inc. como solvente de asfalto SS622), J es un solvente de asfalto que contiene limoneno (comercialmente disponible a través de Huntsman Corporation como producto SS222), K es un solvente de asfalto que contiene limoneno (comercialmente disponible a través de SkySpring Oil & Gas Services, Inc como solvente de asfalto SS237), L es diéster de pentaeritritol

de anhídrido succínico de poliisobutileno (que comprende 40 % de diéster de pentaeritritol de anhídrido succínico de poliisobutileno y pentaeritritol y 60 % de nafta aromática pesada), M es un copolímero de anhídrido de α -olefina succínico reaccionado con pentaeritritol, N es ácido dodecibencenosulfónico, O es un solvente aromático (es decir, petróleo medio, petróleo ligero, nafta aromática pesada, tolueno, xileno, diésel ligero, o quinolina), P es éter monobutílico de etilenglicol o un alcohol C₂-C₈, y Q es un EPON alcoxilado (35 % de policondensado de EPON-PPG4000 y 65 % de MO; es decir, 42,25 % de óxido de propileno y 22,75 % de óxido de etileno).

[00101] Las formulaciones X1 (de 20 % en peso a 30 % en peso de A, de 5 % en peso a 15 % en peso de H, de 0,1 % en peso a 1 % en peso de N y de 60 % en peso a 70 % en peso de un solvente aromático), X2 (de 5 % en peso a 15 % en peso de A, de 5 % en peso a 15 % en peso de Q, y de 60 % en peso a 80 % en peso de un solvente aromático), X3 (de 1 % en peso a 10 % en peso de B, de 10 % en peso a 20 % en peso de Q, de 1 % en peso a 10 % en peso de D, de 15 % en peso a 35 % en peso de un solvente aromático, y de 40 % en peso a 50 % en peso de un solvente de alcohol) y X4 (composición comercial comparativa) se utilizaron como base para la comparación con las nuevas formulaciones enumeradas en las Tablas 1 y 2.

[00102] Además de las formulaciones de la Tabla 1, se mezclaron varias formulaciones de base con los componentes A y D, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Formulaciones de mezclas de composiciones solubles en petróleo.

	A1B3	A2B17	A2B20	A4B29	A5B34	B1B16	B2B31	B3B32	B4B33	C1B19	C2B23	D1B5	D2B44
	Composición (% en peso)												
30 % en peso de Formulación Base	B3	B17	B20	B29	B34	B16	B31	B32	B33	B19	B23	B5	B44
A	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
D	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Ejemplo 1. Mediciones de viscosidad de Brookfield

[00103] Las mediciones de viscosidad se realizaron en un sitio de campo donde se producen petróleos crudos pesados y extrapesados mediante el uso de bombas sumergibles eléctricas (ESP). Las formulaciones de las composiciones solubles en petróleo y las mezclas ensayadas se enumeran en las Tablas 1 y 2, respectivamente. Las características generales de producción de las estaciones en el sitio de campo se enumeran en la Tabla 3.

Tabla 3. Características generales de producción.

Parámetro/ Estación	Petróleo (BOD)	Agua (BWD)	Tratamiento de Crudo	
			Gravedad API	BS&W
1	3.632	17.837	14,4 (972 Kg/m ³)	0,39
2	62.762	324.453	15,2 (965 Kg/m ³)	0,33
3	50.699	332.432	12,5 (551 Kg/m ³)	0,37
4	63.000	50.000	9,0 (1006 Kg/m ³)	0,60
Total	117.093	674.722		

[00104] Se obtuvo un fluido de producción y se drenó de agua libre. El sedimento básico y el agua (BS&W) se midieron en el intervalo de 10-14 %. El petróleo crudo se precalentó en un baño de agua a 82 °C durante 1-2 horas (generalmente 1 hora). El petróleo se homogeneizó; se vertió una muestra (550 mL) en seis vasos de precipitados de vidrio de forma baja y se dejó durante 15 minutos para eliminar cualquier espuma que pudiera haberse formado en la superficie. Los vasos de precipitados se sumergieron luego en un baño de agua a 71 °C y se mantuvieron a esa temperatura durante aproximadamente 1 hora. Se agregó la composición soluble en petróleo a 500 ppm a la superficie de las muestras y se agitó con una espátula durante al menos cinco minutos. Las muestras se colocaron de nuevo en el baño de agua a 71 °C y se mantuvieron a esa temperatura durante 1-2 horas. Si se observaba espuma en la superficie, se rompió con una espátula.

[00105] Las muestras se retiraron del baño de agua y se colocaron en un viscosímetro DV–III Ultra Brookfield para medir la viscosidad. El husillo y la velocidad de giro se seleccionaron para obtener un valor de par entre 15 % y 85 %, de modo preferente entre 50 % y 85 % y se enumeran en la Tabla 4. Las temperaturas se seleccionaron para imitar las temperaturas de tratamiento utilizadas en las estaciones para obtener el petróleo deshidratado.

Tabla 4. Husillo y velocidades de giro utilizadas para las mediciones de viscosidad.

Temperatura de la muestra (°C)	Husillo	Velocidad de giro (rpm)
71	S63	8
60	S64	12

[00106] Después de las mediciones, se midió la temperatura en el centro de la muestra con un termopar. Después de medir las seis muestras, se bajó la temperatura del baño de agua hasta 60 °C y se midió la viscosidad después de 2 horas, o después de mantener las muestras en el baño de agua durante la noche. Los resultados de

viscosidad para los mejores resultados se enumeran en la Tabla 5.

Tabla 5. Resultados de la viscosidad de las formulaciones de alto rendimiento.

Formulación	60 °C			66 °C		71 °C		
	η (cP)	% de $\Delta\eta$ (X1)	% de $\Delta\eta$ (Blanco)	η (cP)	% de $\Delta\eta$ (Blanco)	η (cP)	% de $\Delta\eta$ (X1)	% de $\Delta\eta$ (Blanco)
BLANCO	42640			19132		9040		
X1	31293		-26,6			7573		-16,2
B5	32495	3,8	-23,8	15761	-17,6	8010	5,8	-11,4
B16	30694	-1,9	-28,0	14565	-23,9	7252	-4,2	-19,8
B17	29794	-4,8	-30,1	15065	-21,3	7960	5,1	-12,0
B19	38420	22,8	-9,9	16901	-11,7	7840	3,5	-13,3
B20	36792	17,6	-13,7	16330	-14,7	7638	0,9	-15,5
B23	36460	16,5	-14,5	15679	-18,1	7120	-6,0	-21,2
X1	31293		-26,6			7573		-16,2
B17	26394	-15,7	-38,1			5909	-22,0	-34,6
B29	26294	-16,0	-38,3			5834	-23,0	-35,5
B31	22045	-29,6	-48,3			6299	-16,8	-30,3
B32	20796	-33,5	-51,2			7093	-6,3	-21,5
B33	19396	-38,0	-54,5			6359	-16,0	-29,7

[00107] Los nombres de columna % de $\Delta\eta$ (X1) y % de $\Delta\eta$ (Blanco) indican la reducción de la viscosidad de una formulación relativa a X1 y sin ningún aditivo, respectivamente.

[00108] Los perfiles de viscosidad extrapolados de las formulaciones de alto rendimiento se muestran en la Figura 1. La comparación de la reducción de la viscosidad del petróleo crudo para formulaciones seleccionadas a tres temperaturas se muestra en la Figura 2. Los perfiles de viscosidad extrapolados para las mezclas de alto rendimiento se muestran en las Figuras 3A y 3B. El efecto de la concentración sobre la viscosidad para la formulación B31 y su correspondiente mezcla B2B31 se muestra en la Figura 4. La comparación de la reducción de la viscosidad del petróleo crudo para mezclas de formulaciones seleccionadas a tres temperaturas se muestra en la Figura 5.

[00109] Los Ejemplos 2 y 3 se obtuvieron a partir de un petróleo pesado que tiene una gravedad API inferior a 16 (958 Kg/m³) procedente de un campo submarino, mediante el uso de bombas sumergibles eléctricas. Las composiciones de mejoradores de flujo ensayadas se enumeran en la Tabla 1. En la Tabla 6 se muestra un análisis de SARA de los petróleos pesados de diferentes pozos (B11, B27).

Tabla 6. Análisis SARA del petróleo producido en el sitio de campo.

	(%)
Saturados	13
Aromáticos	38
Resinas	24
Asfaltenos	25

Ejemplo 2. Ensayos de viscosidad sin diluyente

[00110] Los perfiles de calentamiento y enfriamiento de los blancos, donde no se agregó ninguna de las composiciones solubles en petróleo, se obtuvieron como sigue: se drenó agua libre y se homogeneizó el petróleo con la ayuda de una varilla de vidrio. El petróleo se precalentó hasta 40 °C y se vertieron 400 g en una botella de Schott. La muestra en la botella de Schott se precalentó hasta 40 °C durante 30 minutos y se puso en un agitador mecánico a 140 spm durante 30 minutos. A continuación, el petróleo se transfirió a vasos de precipitados de vidrio. Los vasos de precipitados se colocaron en un baño de agua a 40 °C durante 30 minutos y se cubrieron con papel de aluminio. Si se observaba espuma o burbujas en la superficie, se rompieron con una espátula.

[00111] Se retiró una muestra del baño de agua y se colocó en un viscosímetro DV-II Pro Brookfield para medir la viscosidad. El husillo, S63 o S64, y la velocidad de giro utilizada se seleccionaron para obtener un valor de par entre 15 % y 85 %, de modo preferente entre 50 % y 85 %. Después de la medición, la muestra se colocó en un baño de agua a 50 °C durante 30 minutos y se midió de nuevo la viscosidad. Se repitió el procedimiento en las siguientes series de temperaturas: 40 °C, 50 °C, 60 °C, 70 °C y 80 °C el día 1 y 70 °C, 80 °C, 60 °C, 50 °C, y 40 °C, el día 2. Las temperaturas se eligieron para simular condiciones de campo operativas.

[00112] Para el rastreo químico se llevó a cabo el siguiente procedimiento: la muestra de petróleo se precalentó a 40 °C y se homogeneizó con una varilla de vidrio. Se pesó una muestra (105 mL) de petróleo en una botella. Las botellas se colocaron en un baño de agua a 70 °C. Después de 30 minutos, se agregó la cantidad correspondiente de la composición soluble en petróleo a la superficie del líquido (equivalente a 250 ppm de principios activos en la formulación). Las botellas se colocaron en un agitador mecánico a 140 spm durante 30 minutos. Las botellas se colocaron de nuevo en el baño de agua a 70 °C. Después de 10 minutos, el petróleo se vertió en vasos de precipitados de vidrio. Los vasos de precipitados se pusieron en un baño de agua a 70 °C durante 20 minutos y se cubrieron con papel de aluminio. Si se observaba espuma o burbujas en la superficie, se rompieron con una espátula antes de la medición. La medición de la viscosidad se llevó a cabo como se ha descrito anteriormente. Después de la medición, la muestra se colocó de nuevo en un baño de agua a 50 °C durante 30 minutos y se midió de nuevo la viscosidad. Se repitió el procedimiento en las siguientes series de temperaturas, 70 °C, 60 °C, 50 °C y 40 °C.

[00113] Los perfiles de calentamiento y enfriamiento se generaron en el intervalo de

150-40 °C, mediante el uso de la ecuación (1):

$$\text{Log } \eta = M(\log T) + C \quad (1)$$

donde η es la viscosidad en cP, T es la temperatura en °C, y M, C son constantes. Las temperaturas seleccionadas para el petróleo B11D se muestran en la Figura 6.

Ejemplo 3. Ensayos de viscosidad con diluyente

[00114] Siguiendo los ensayos iniciales del Ejemplo 2, y determinando los mejores mejoradores del flujo, se llevaron a cabo ensayos adicionales con la adición de un 3 % de diluyente (nafta). El procedimiento de ensayo siguió los métodos generales descritos en el Ejemplo 2 pero con las siguientes modificaciones.

[00115] Se agregó la cantidad correspondiente de mejorador de flujo (250 ppm de principios activos) a matraces de centelleo que contenían una cantidad conocida de nafta y se precalentó en un horno a 50 °C. Las botellas que contenían la muestra de petróleo se colocaron en un baño de agua a 40 °C. Después de 30 minutos, la composición soluble en petróleo disuelta en el diluyente se vertió sobre la superficie del petróleo y las botellas se agitaron suavemente a mano. Luego, se colocaron las botellas en un agitador mecánico a 140 spm. Después de 30 minutos, se pusieron de nuevo en el baño de agua a 40 °C. Después de 10 minutos, el petróleo se vertió en vasos de precipitados de vidrio. Los vasos de precipitados se colocaron en un baño de agua a 40 °C durante 20 minutos. Luego se cubrieron con papel de aluminio. Si se observaba espuma o burbujas en la superficie, se rompieron con una espátula antes de la medición. Las mediciones de viscosidad se llevaron a cabo como se ha descrito anteriormente. Después de la medición, la muestra se puso de nuevo en el baño de agua a 60 °C durante 30 minutos y se midió de nuevo la viscosidad. Se repitió el procedimiento en las siguientes series de temperaturas, 40 °C, 60 °C, 80 °C, 60 °C, 50 °C y 40 °C. La reducción de la viscosidad para el petróleo B27D con un 3 % de diluyente a diversas temperaturas se muestra en la Figura 7.

[00116] El Ejemplo 4 se obtuvo a partir de un campo de petróleo pesado mediante el uso de una bomba sumergible eléctrica. Las composiciones de mejoradores de flujo ensayadas se enumeran en la Tabla 1.

Ejemplo 4: Mediciones de la viscosidad

[00117] Se obtuvo un fluido de producción y se drenó de agua libre. Para el rastreo químico se realizó el siguiente procedimiento: se vertieron 150 g de petróleo en recipientes de vidrio y se dejaron durante 30 minutos a la temperatura de laboratorio de

30-33 °C. La cantidad correspondiente de la composición soluble en petróleo se agregó la composición soluble en petróleo a la superficie del líquido (equivalente a 5000-10000 ppm de producto) y se agitó con una espátula durante tres minutos. Las botellas se dejaron entonces a la temperatura del laboratorio durante 1,5 horas para eliminar cualquier espuma o burbujas formadas durante la mezcla. La medición de viscosidad se llevó a cabo como se ha descrito anteriormente mediante el uso de un viscosímetro Brookfield DV II + Pro y cualquiera de los husillos S6, S25 o S64 para obtener un valor de par entre 15 % y 85 %, de modo preferente entre 50 % y 85 %. Después de la medición, la muestra se colocó en un baño de agua a 16 °C durante 60 minutos y se midió de nuevo la viscosidad. Los resultados de la viscosidad se enumeran en la Tabla 7.

Tabla 7. Resultados de la viscosidad de dos formulaciones.

Formulación	Dosificación (ppm)	Δ /blanco (%) 30 °C	Δ /blanco (%) 19 °C	Dosificación (ppm)	Δ /blanco (%) 30 °C	Δ /blanco (%) 19 °C
X4	5.000	-18	-14	10.000	-29	-26
MO91	5.000	-25	-30	10.000	-35	-39

[00118] Cuando se introducen elementos de la presente invención o su o sus formas de realización preferidas, los artículos "un", "una", "el/", "la" y "dicho/a" están destinados a significar que hay uno o más de los elementos. Los términos "que comprende", "que incluye" y "que tiene" significan que puede haber elementos adicionales distintos de los elementos enumerados.

[00119] A la vista de lo anterior, se verá que se alcanzan los diversos objetivos de la invención y se consiguen otros resultados ventajosos.

[00120] Dado que se podrían hacer varios cambios en los métodos y composiciones anteriores sin apartarse del alcance de la invención, se pretende que toda la materia contenida en la descripción anterior y mostrada en las figuras adjuntas se interprete como ilustrativa y no en un sentido limitado.