

JOSE LLORED A CAMACHO & CO.

ABOGADOS

Calle 72 No. 5-83 Piso 5, Bogotá, D.C. Tel: 6069700 Fax 6069701

1

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-058055- -00007-0000

Fecha: 2013-10-18 16:36:05 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 523 RESPUESTA Folios: 42

Señor

SUPERINTENDENTE DE INDUSTRIA Y COMERCIO

DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

E. S. D.

Re: PI.-ARCHON TECHNOLOGIES LTD.-Solicitud de Patente de Invención en Fase Nacional PCT para "SEGMENTOS DE REVESTIMIENTO DE POZO PARA LA REFINACIÓN Y LA RECUPERACIÓN DE PETRÓLEO IN SITU, Y MÉTODO DE REFINACIÓN Y RECUPERACIÓN IN SITU".-Clase E21B 43/08.-Expediente número 11-058.055.-

1. Me refiero al auto dictado por ese Despacho notificado por fijación en lista de 30 de Julio de 2013.

2. Con el fin de responder a las objeciones expuestas por el Señor Examinador bajo los acápites de claridad de la descripción, claridad del capítulo reivindicatorio y nivel inventivo, me permito presentar los siguientes argumentos técnicos y las siguientes modificaciones en la descripción, las figuras y el capítulo reivindicatorio de la solicitud de patente en cuestión, por medio de lo cual se superan completamente dichas objeciones.

3. **Claridad de la descripción y figuras**

Inicialmente me permito señalar que como parte de la respuesta a las objeciones realizadas por ese Despacho, el solicitante ha decidido realizar las siguientes modificaciones en la descripción y en las figuras de la invención:

En la descripción:

- En la página 16 (líneas 6 y 7) se reemplazó la frase 'espacio intersticial 24' por la nueva frase 'brecha cilíndrica 24';

- En diferentes apartes de la descripción se corrigieron los numerales de referencia para el miembro de revestimiento exterior (20) y el miembro de revestimiento interior (22), toda vez que debido a errores tipográficos hubo confusión entre ambos numerales;

- En la página 20 (línea 2) se incluyó el término '*respectivamente*' con la simple intención de hacer claridad frente al sitio de fijación del miembro de anillo cónico 68 con respecto a los miembros exterior e interior 20, 22;

En las figuras:

Las figuras 1, 3 y 5 han sido reemplazadas para incluir las siguientes modificaciones:

- En la figura 1 se adicionó el elemento 101, el cual tiene pleno sustento en, por ejemplo, la página 23 (línea 14) de la descripción. Así mismo, en dicha nueva figura 1 se identificó correctamente uno de los segmentos de revestimiento de pozo (10) y también la brecha cilíndrica (24);

- En la figura 3 se adicionó la referencia al elemento 25; y,

- En la figura 5 se adicionó la referencia al elemento 25.

Dichas modificaciones permiten superar completamente las objeciones realizadas por el señor Examinador a éste respecto. Sin embargo, con respecto a la sugerencia de ese Despacho para modificar la descripción de las figuras 3 a 13 debido a que supuestamente se hace referencia errónea a la "*sección transversal*", "*plano A'-A'*", atentamente me permito aclarar que dichas figuras 3 a 13 se encuentran descritas de manera apropiada debido a que en efecto corresponden a vistas del plano A-A de la Figura 2. Así, por ejemplo, la descripción de la figura 3, la cual se lee como sigue:

*"La **FIG. 3** es una vista de la sección transversal tomada a lo largo del plano 'A'-A' de la FIG. 2, que muestra una primera realización del revestimiento de pozo de la presente invención, a saber un segmento de revestimiento de pozo de la llamada configuración de "flujo radial";",*

es correcta porque hace referencia al plano 'A'-A' de la FIG. 2, y cualquier otra descripción resulta inadecuada porque ninguna de las figuras 3 a 13 presenta un plano A-A.

En vista de lo anterior me permito manifestar que las modificaciones realizadas en la descripción y las figuras de la solicitud de patente en cuestión cumplen a cabalidad con las disposiciones establecidas en el artículo 34 de la Decisión 486 de 2000, mientras que dicha nueva descripción y figuras cumplen a cabalidad con las disposiciones establecidas en el artículo 28 de la Decisión 486 de 2000.

4. **Claridad del capítulo reivindicatorio**

Ahora bien, el señor Examinador ha objetado la claridad del capítulo reivindicatorio aduciendo básicamente que éste incluye una serie de términos y expresiones que no permiten limitar el objeto de la invención, así como tampoco permiten distinguir la invención del estado de la técnica. Así mismo, el señor Examinador ha sugerido incluir los numerales de referencia de los diferentes elementos mencionados de acuerdo con las figuras de la invención, y revisar específicamente la redacción de las reivindicaciones 5 y 6.

En respuesta a lo anterior, atentamente me permito señalar lo siguiente:

- El capítulo reivindicatorio ha sido modificado con la inclusión de los numerales de referencia para cada uno de los elementos que conforman el producto y el método revelados, lo anterior de conformidad con la descripción y figuras de la solicitud;
- El capítulo reivindicatorio ha sido modificado mediante la eliminación de las expresiones y frases objetadas por el señor Examinador. Sin embargo, resulta importante destacar que en la nueva reivindicación 1 se ha mantenido la frase '*adaptado a*' para definir que los extremos del revestimiento de pozo revelado no necesariamente están acoplados, pero sí están adaptados para que puedan acoplarse de manera horizontal con otro segmento de revestimiento de pozo alargado (10) y de esta manera formar un revestimiento de pozo alargado;
- Las reivindicaciones 12 a 16 actualmente presentadas han sido reenumeradas y ahora preceden a las reivindicaciones 10 y 11 (correspondientes a las nuevas reivindicaciones 15 y 16) que se encuentran dirigidas a proteger un proceso *in situ* para la refinación de hidrocarburos; y,
- En el capítulo reivindicatorio se han subsanado errores menores de forma que le brindan mayor claridad a la materia que se pretende proteger.

Finalmente y en vista de lo arriba mencionado me permito manifestar ante ese Despacho que el nuevo capítulo reivindicatorio de la solicitud de patente en cuestión

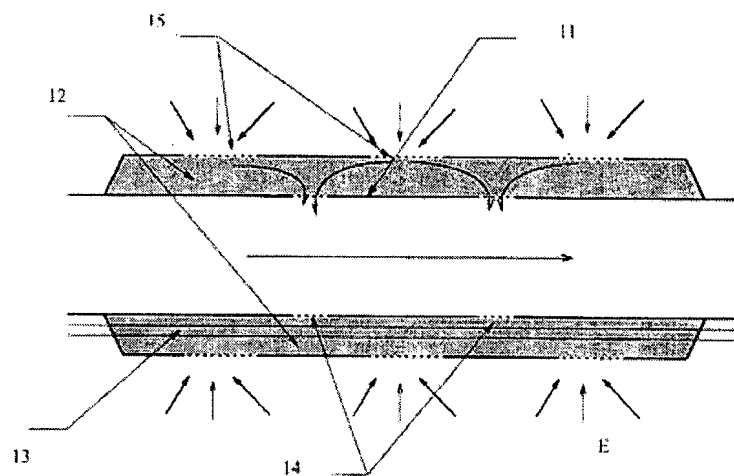
(el cual está compuesto por 16 reivindicaciones) cumple a cabalidad con las disposiciones de patentabilidad establecidas en el Artículo 30 de la Decisión 486 de 2000, toda vez que es claro, conciso y encuentra pleno sustento en la descripción de la invención.

5. **Objeciones frente al nivel inventivo**

Finalmente, el señor Examinador objetó el nivel inventivo de la invención con base en las enseñanzas de los siguientes documentos: FR 2906561 (**D1**) y US 4658916 (**D2**), aduciendo básicamente que la persona medianamente versada en la materia incluiría los medios de acople del documento D2 dentro del segmento de revestimiento divulgado en D1 para llegar de manera evidente al objeto de la reivindicación 1 y dependientes, mientras que dicha persona medianamente versada en la materia incluiría la etapa de acoplar conjuntamente una pluralidad de segmentos de revestimiento de pozo alargados del documento D2 dentro del proceso divulgado en el documento D1 para llegar de manera evidente al objeto de las reivindicaciones 10 y 11.

Visto lo anterior y con el ánimo de demostrar que el nuevo capítulo reivindicatorio presenta un inequívoco carácter inventivo frente a la combinación de las enseñanzas de los documentos D1 y D2, me permito presentar ante ese Despacho las siguientes consideraciones técnicas:

- En primer lugar resulta de gran importancia resaltar que la persona medianamente versada en la materia no puede considerar obvia la combinación de las enseñanzas de dos aparatos que no guardan algún tipo de relación técnica y que son utilizados para propósitos completamente diferentes, toda vez que, en efecto, el documento D1 divulga un aparato de segmento de pozo para mejorar las condiciones del petróleo utilizando segmentos de pozo interiores y exteriores fijos, tal y como se muestra en la gráfica siguiente:



JOSE LLOREDA CAMACHO & CO.

Calle 72 No. 5-83 Piso 5, Bogotá, D.C. Tel: 6069700 Fax 6069701

mientras que el documento D2 divulga un aparato utilizado para perforación radial al interior de formaciones seleccionadas dentro de pozos subterráneos.

- Adicional a lo anterior, de ninguna manera puede considerarse obvio por parte de la persona medianamente versada en la materia combinar tan sólo ciertas características del aparato de perforación radial enseñado en D2 (dejando de lado otras características esenciales de dicho aparato) con el segmento de revestimiento de pozo divulgado en el documento D1 con el objetivo de describir un segmento de revestimiento de pozo que cuenta con medios de acoplamiento entre revestimientos interiores y exteriores para permitir el movimiento relativo entre ellos, toda vez que el paso de seleccionar determinadas características técnicas y rechazar otras tantas enseñadas explícitamente en el documento D2 constituye una clara prueba del nivel inventivo requerido para llegar al desarrollo tecnológico revelado por el solicitante de la presente invención.

- Sin embargo, aparte de lo anteriormente planteado me permito señalar ante ese Despacho que las características técnicas del aparato y método revelados en las nuevas reivindicaciones 1 y 15 de la solicitud de patente en cuestión de ninguna manera pueden considerarse obvias a partir de la combinación de las enseñanzas de los documentos D1 y D2.

En efecto, dichas nuevas reivindicaciones han sido modificadas para referirse explícitamente a que los medios de acoplamiento permiten el crecimiento térmico longitudinal del miembro de revestimiento interior (22) con respecto al miembro de revestimiento exterior (20), y adicionalmente permite mantener el catalizador (40) en el espacio intersticial.

De manera específica, dichas reivindicaciones 1 a 15 han sido modificadas para que ahora se lean como sigue:

"1. Un segmento de revestimiento de pozo ... en donde dichos medio de acople que acoplan dicho miembro de revestimiento interior (22) a dicho miembro de revestimiento exterior (20) incluyen medios para permitir el crecimiento térmico longitudinal de dicho miembro de revestimiento interior (22) con respecto a dicho miembro de revestimiento exterior (20) para acomodar la expansión térmica diferencial entre dicho miembro de revestimiento interior (22) y dicho miembro de revestimiento exterior (20), y adicionalmente mantener dicho catalizador (40) en dicho espacio intersticial (12)."

"15. Un proceso in situ para la refinación de hidrocarburos ... en donde dichos medios de acople que acoplan dicho miembro de revestimiento interior (22) a dicho miembro de revestimiento exterior (20) incluyen medios para permitir

el crecimiento térmico longitudinal de dicho miembro de revestimiento interior (22) con respecto a dicho miembro de revestimiento exterior (20) para acomodar la expansión térmica diferencial y mantener adicionalmente dicho catalizador (40) en dicho espacio intersticial (12)."

- Ahora, si bien el documento D1 enseña un segmento de pozo que utiliza un catalizador para refinar el petróleo que fluye a través de éste, dicha anterioridad de ninguna manera enseña o sugiere la implementación de medios de acoplamiento entre los miembros de revestimiento interior y de revestimiento exterior, los cuales, sin embargo, permiten tener en cuenta el crecimiento térmico de dicho miembro de revestimiento interior con respecto a dicho miembro de revestimiento exterior.

- Por su parte, el documento D2 se refiere explícitamente a un aparato de perforación radial y por lo tanto de ninguna manera enseña o sugiere la implementación de medios de acoplamiento entre los miembros de revestimiento interior y de revestimiento exterior de un segmento de revestimiento de pozo que permitan tener en cuenta el crecimiento térmico de dicho miembro de revestimiento interior con respecto a dicho miembro de revestimiento exterior.

- Pese a lo anterior, el señor Examinador afirma en su Concepto Técnico lo siguiente con respecto a las enseñanzas del documento D2:

"...donde el segmento de revestimiento (262, 230 y 192, 238) tiene medios de acople (232, 276) que acoplan dicho miembro de revestimiento de revestimiento interior (238) con dicho miembro de revestimiento exterior (230) (Fig. 10) y, en donde dichos medios de acople (276) que acoplan dicho miembro de revestimiento interior (192) a dicho miembro de revestimiento exterior (262) incluyen medios (276) para permitir el movimiento deslizable longitudinal de dicho miembro de revestimiento interior con respecto a dicho miembro de revestimiento exterior (262) (Fig. 10 y Col. 8, líneas 55 a 59).

Lo anterior sin embargo, de ninguna manera encuentra soporte en las enseñanzas de dicho documento D2, tal y como me permito demostrar a continuación:

a) En primer lugar y con respecto a la Figura 10 del documento D2, me permito aclarar que el elemento 232 (resaltado en color rojo en la Figura que se muestra a continuación) no permite movimiento alguno entre el miembro de revestimiento interior y el -denominado por ese Despacho- miembro de revestimiento exterior 230 (mostrado en verde):

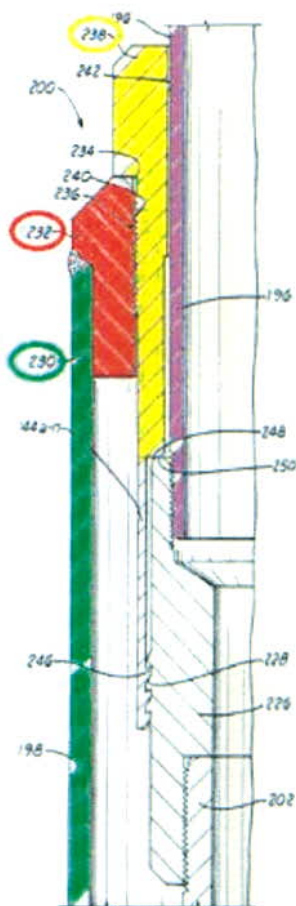


Figura 10 del documento D2

En efecto, de acuerdo con lo divulgado en la figura 10 del documento D2, el supuesto medio de acoplamiento 232 (mostrado en rojo) se encuentra claramente soldado al supuesto miembro de revestimiento exterior 230 (mostrado en verde). Adicionalmente, dicho supuesto medio de acoplamiento 232 está acoplado mediante roscado al elemento 238 (mostrado en amarillo), razón por la cual no puede existir movimiento relativo entre el supuesto miembro de revestimiento exterior 230 y el miembro interior (independientemente de que éste último miembro sea el elemento 238 –mostrado en amarillo- o el elemento 196 –mostrado en morado), así como tampoco es posible que la disposición de los elementos que conforman el aparato enseñado en el documento D2 permitan tener en cuenta el crecimiento térmico longitudinal entre cada uno de los dos revestimientos interior y exterior, característica técnica que sí se encuentra definida específicamente en las nuevas reivindicaciones 1 y 15 de la solicitud de patente en cuestión.

b) Así mismo, la afirmación del señor Examinador de acuerdo con la cual la Figura 11 del documento D2 enseña supuestamente medios de acoplamiento 276 que permiten el movimiento relativo (crecimiento térmico longitudinal) entre un miembro de revestimiento interior y un miembro de revestimiento exterior es equivocada debido a que se basa en una asignación de funciones errónea para

los diferentes elementos que hacen parte del aparato divulgado en dicha anterioridad.

De manera específica me permito señalar que el señor Examinador sostiene la existencia de un miembro de revestimiento interior en el aparato del documento D2 pero no señala el numeral de referencia para dicho elemento de conformidad con las enseñanzas de dicha anterioridad. En este caso, al parecer, el señor Examinador supone que el collar rotatorio 192 que hace parte del aparato del documento D2 corresponde a un miembro de revestimiento interior, lo cual a todas luces resulta equivocado.

Ahora bien, haciendo referencia específica a la Figura 11 de D2 que se muestra a continuación, es claro que inclusive sin tener en cuenta si el elemento 262 (mostrado en verde) corresponde en efecto a un miembro de revestimiento exterior (*en D2 no se divulgan perforaciones y por lo tanto no habría lugar a pensar que allí se enseñan o se sugieren revestimientos de pozos*) y que la matriz de separadores 276 (mostrados en amarillo) corresponden a medios de acoplamiento, en dicho documento D2 únicamente se enseña un collar rotatorio 192 (mostrado en naranja) que se desliza sobre la parte inferior del elemento 268 y se inserta en el elemento 284 (mostrado en azul):

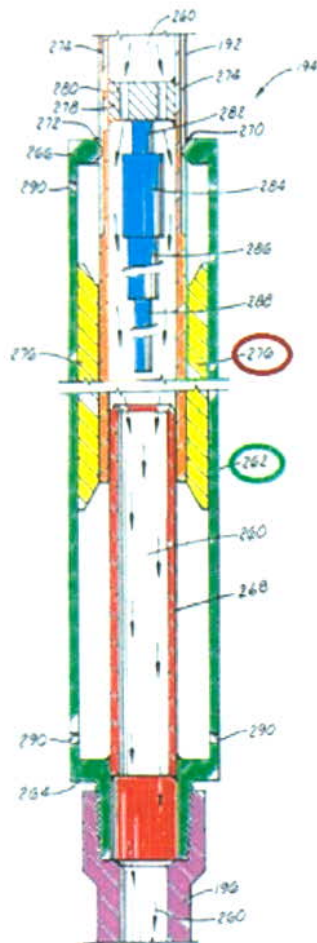


Figura 11 del documento D2

En consecuencia, es claro que no existe un único elemento que pueda corresponder a un miembro de revestimiento interior dentro del aparato revelado en el documento D2.

Ahora bien, pese a lo planteado previamente, incluso si los distanciadores 276 (mostrados en amarillo) correspondieran a medios de acoplamiento, el aparato divulgado en D2 tampoco enseña o sugiere medios de crecimiento térmico longitudinal para dichos distanciadores 276 ubicados entre un miembro de revestimiento exterior y un miembro de revestimiento interior, toda vez que el movimiento del collar rotatorio 192 está determinado únicamente por el desplazamiento de dicho collar rotatorio, pero de ninguna forma por el crecimiento térmico entre los elementos 262 y 192.

c) Por último, me permito señalar ante ese Despacho que los supuestos medios de acoplamiento enseñados en el documento D2, esto es, los distanciadores 276 de dicha anterioridad, de ninguna manera se encuentran adaptados para mantener un catalizador en los espacios intersticiales, toda vez que dichos distanciadores 276 del documento D2 no son anulares sino que corresponden a cuatro (4) miembros separados cuya configuración permitiría el escape de un catalizador ubicado en cada uno de los elementos distanciadores 276.

Visto lo anterior, me permito manifestar ante ese Despacho que el aparato y el método revelados en el nuevo capítulo reivindicatorio de la presente invención de ninguna manera resultan evidentes para la persona medianamente versada en la materia a partir de la combinación de las enseñanzas de los documentos D1 y D2, cumpliendo por lo tanto a cabalidad con las disposiciones de patentabilidad establecidas en el artículo 18 de la Decisión 486 de 2000.

6. **Conclusión**

Teniendo en cuenta las modificaciones realizadas en la descripción, las figuras y el capítulo reivindicatorio de la solicitud de patente en cuestión, y de conformidad con los argumentos presentados para demostrar la claridad y el nivel inventivo de dicho nuevo capítulo reivindicatorio frente a las enseñanzas de los documentos D1 y D2, resulta completamente claro que se han superado las objeciones expuestas por el señor Examinador en su Concepto Técnico, y por lo tanto, dicha invención es merecedora del privilegio de patente solicitado.

JOSE LLOREDA CAMACHO & CO.

Calle 72 No. 5-83 Piso 5, Bogotá, D.C. Tel: 6069700 Fax 6069701

7. Anexo al presente memorial me permito presentar:

- (i) Copia de las páginas **27** a **34** que corresponden al nuevo capítulo reivindicatorio, el cual está compuesto por **16** reivindicaciones y reemplaza al documento presentado originalmente;
- (ii) Copia de las páginas **1** a **26** que corresponde a la descripción de la solicitud, la cual reemplaza al documento actualmente presentado e incluye las modificaciones señaladas en el presente memorial; y,
- (iii) Copia de las nuevas Figuras 1, 3 y 5 de la invención.

8. En vista de lo anterior, ruego a usted proceder a estudiar nuevamente la solicitud a la luz de las modificaciones y los argumentos presentados y conceder el privilegio de patente solicitado.

Señor Superintendente,



ALICIA LLOREDA RICAURTE

T. P. 53.215

Dirección para Notificaciones: notificacionespatentes@lloredacamacho.com

Reivindicaciones

1. Un segmento de revestimiento de pozo alargado (10) para la refinación de hidrocarburos durante la recolección de los mismos a partir de una reserva subterránea de hidrocarburos, teniendo dicho segmento de revestimiento (10) un primer extremo (60a) y un segundo extremo (60b) mutuamente opuestos y estando adaptado para acoplarse de manera horizontal en ambos dichos extremos mutuamente opuestos con otro segmento de revestimiento de pozo alargado (10) para formar un revestimiento de pozo alargado, comprendiendo cada segmento de revestimiento de pozo (10):

un miembro de revestimiento exterior alargado hueco (20), que tiene un eje longitudinal y posee una pluralidad de aberturas (31) en por lo menos una porción de una periferia del mismo, cada uno de un tamaño suficiente para permitir a su través el flujo de un hidrocarburo fluido;

un miembro de revestimiento interior alargado hueco (22), dispuesto de manera concéntrica dentro de un interior de dicho miembro exterior (20) a lo largo de dicho eje longitudinal del mismo para formar un espacio intersticial (12) entre dicho miembro interior (22) y dicho miembro exterior (20), teniendo de igual manera una pluralidad de aberturas (41) dispuestas alrededor de la periferia del mismo para permitir el ingreso de hidrocarburo parcialmente refinado desde dicho espacio intersticial (12) hacia dentro de dicho miembro interior (22);

estando dicho espacio intersticial (12) adaptado para ser llenado con un catalizador (40);

teniendo dicho segmento de revestimiento (10) medios de acople que acoplan dicho miembro de revestimiento interior con dicho miembro de revestimiento exterior; y

en donde dichos medios de acople que acoplan dicho miembro de revestimiento interior (22) a dicho miembro de revestimiento exterior (20)

incluyen medios para permitir el crecimiento térmico longitudinal de dicho miembro de revestimiento interior (22) con respecto a dicho miembro de revestimiento exterior (20) para acomodar la expansión térmica diferencial entre dicho miembro de revestimiento interior (22) y dicho miembro de revestimiento exterior (20), y adicionalmente para mantener dicho catalizador (40) en dicho espacio intersticial (12).

2. El segmento de revestimiento de pozo (10) como se reivindica en la reivindicación 1, en donde dichos medios de acoplamiento comprenden, en parte:

(i) al menos un anillo de sello (50) soldado a al menos uno de dichos miembros de revestimiento interior (22) y exterior (20).

3. El segmento de revestimiento de pozo (10) como se reivindica en la reivindicación 1, en donde dichos medios de acoplamiento comprenden adicionalmente:

(i) un anillo de sello (54) soldado a dicho miembro de revestimiento interior (22), y un anillo de sello (50) soldado a dicho miembro de revestimiento exterior (20), cada uno de dichos anillos de sello (50,54) estando situados próximos a un primer extremo (60a) de dicho segmento de revestimiento de pozo (10);

(ii) un miembro anular (68) entre dichos miembros de revestimiento interior (22) y exterior (20) en un extremo (60b) de dicho segmento de revestimiento de pozo (10) opuesto a dichos anillos de sello (54, 50) sobre dichos miembros de revestimiento interior (22) y exterior (20), el cual es fijado a cada uno de dichos revestimientos interior (22) y exterior (20) para encapsular de esta manera dicho catalizador (40) dentro de dicho espacio intersticial (12) entre dichos miembros de revestimiento interior (22) y exterior (20), dichos anillos de sello (54, 50) y dicho miembro anular (68).

4. El segmento de revestimiento de pozo (10) como se reivindica en la reivindicación 1, en donde dicho medios que acoplan dicho miembro de

revestimiento interior (22) con dicho miembro de revestimiento exterior (20) comprenden un primer miembro de anillo (50) unido de manera fija a dicho miembro de revestimiento exterior (20), y ponen en contacto dicho miembro de revestimiento interior (22) en un ajuste deslizable.

5

5. El segmento de revestimiento de pozo de acuerdo con la reivindicación 1, donde dichos medios que acoplan dicho miembro de revestimiento interior (22) con dicho miembro de revestimiento exterior (20) comprenden un primer miembro de anillo (54) unido de manera fija a dicho miembro de revestimiento interior (22), y
10 ponen en contacto dicho miembro de revestimiento exterior (20) en un ajuste deslizable y permitiendo el movimiento relativo entre ellos.

10

6. El segmento de revestimiento de pozo de acuerdo con la reivindicación 1, donde dichos medios que acoplan dicho miembro de revestimiento interior (22) con
15 dicho miembro de revestimiento exterior (20) comprenden un primer miembro de anillo (54) y un segundo miembro de anillo (50) situados próximos a un extremo de dicho segmento de revestimiento de pozo (10), dicho primer miembro de anillo (54) unido de manera fija a dicho miembro de revestimiento interior (22), dicho segundo
20 miembro de anillo (50) unido de manera fija a dicho miembro de revestimiento exterior (20), y en donde cada uno de dichos primero y segundo miembros de anillo (54, 50) co-operan en una relación de ajuste deslizable que permite el crecimiento térmico longitudinal de los miembros interior (22) y exterior (20) uno con respecto al
otro, y dichos miembros de anillo (50, 54) mantienen dicho catalizador (40) en dicho espacio intersticial (12).

20

25

7. El segmento alargado de revestimiento de pozo (10) como se reivindica en la reivindicación 1, en donde dicho catalizador (40) es un catalizador seleccionado del grupo de catalizadores que consiste de:

30

- (i) catalizadores peletizados, y / o
- (ii) catalizadores granulados

en donde tal catalizador es de un tamaño suficiente para evitar sustancialmente que se escape a través de cualquiera de dichas aberturas en dichos miembros exterior
35 (20) o interior (22) a fin de evitar la pérdida de dicho catalizador (40), una vez dicho

35

catalizador se ubica en dicho espacio intersticial (12).

8. El segmento alargado de revestimiento de pozo (10) como se reivindica en la reivindicación 7, en donde dicho segmento de revestimiento de pozo contiene un catalizador, y dicho catalizador comprende un catalizador de refinación de hidrocarburo.

9. El segmento alargado de revestimiento de pozo (10) como se reivindica en la reivindicación 8, en donde dicho catalizador de refinación de hidrocarburo es un catalizador de hidrodesulfuración.

10. El segmento alargado de revestimiento de pozo (10) como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde:

dichas aberturas (31) en dicho miembro exterior (20) se encuentran ubicadas próximas a dicho primer extremo (60a) de dichos extremos mutuamente opuestos (60a, 60b);

dichas aberturas en dicho miembro interior (22) se encuentran ubicadas de manera próxima a dicho segundo extremo opuesto (60b), y

en donde dicho revestimiento alargado de pozo se adapta mediante dichas aberturas en dicho miembro exterior cercano a dicho primer extremo para permitir que dicho hidrocarburo entre en dicho espacio intersticial (12) y viaje en adelante de manera longitudinal a través de dicho segmento de revestimiento de pozo y dentro de dicho espacio intersticial (12) hacia dicho segundo extremo (60b) entrando en contacto de manera simultánea con dicho catalizador (40) para ser refinado y posteriormente pasar dentro de dicho miembro interior (22) mediante las aberturas (41) en dicho miembro interior (22) cercano a dicho segundo extremo (60b), para ser recolectado en dicho miembro interior de dicho segmento de revestimiento de pozo (10).

11. El segmento alargado de revestimiento de pozo (10) como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde dicho segmento alargado de revestimiento de pozo (10) se adapta a través de dichas aberturas (31) en dicho

miembro exterior (20) para permitir que dicho hidrocarburo entre en dicho espacio intersticial (12) y posteriormente viaje radialmente hacia el interior dentro de dicho espacio intersticial (12) hacia dicho miembro interior (22) entrando en contacto al mismo tiempo con dicho catalizador (40) allí para ser refinado, y pase posteriormente dentro de dicho miembro interior (22) a través de aberturas (41) en dicho miembro interior (22) para ser recolectado en dicho miembro interior (22) de dicho segmento de revestimiento de pozo (10).

12. El segmento alargado de revestimiento de pozo (10) como se reivindica en la reivindicación 1, teniendo cada uno de dichos miembros exteriores un primer extremo y un segundo extremo mutuamente opuestos, en donde dicho primer extremo de dicho miembro exterior se acopla a dicho segundo extremo de otro miembro exterior de otro segmento de revestimiento de pozo.

13. El segmento alargado de revestimiento de pozo (10) como se reivindica en la reivindicación 1 teniendo cada uno de dichos miembros interiores un primer extremo y un segundo extremo mutuamente opuestos, en donde dicho primer extremo de dicho miembro interior se acopla a dicho segundo extremo de otro miembro interior de otro segmento de revestimiento de pozo.

14. El segmento de revestimiento de pozo (10) como se reivindica en la reivindicación 1 en donde por lo menos un extremo mutuamente opuesto de dicho miembro interior se acopla con un extremo de un miembro interior de otro segmento de revestimiento de pozo, y al menos un extremo mutuamente opuesto de dicho miembro exterior se acopla con un extremo del miembro exterior de otro segmento de revestimiento de pozo.

15. Un proceso *in situ* para la refinación de hidrocarburos al recolectar dichos hidrocarburos de una reserva subterránea de hidrocarburos (1), que comprende los pasos de:

- (i) perforar al menos un pozo de producción (100) que tiene una extremidad horizontal (101) y un pozo de producción vertical (102) conectado a este, en donde la extremidad horizontal (101) tiene una porción de talón (103) en la vecindad de su conexión con el pozo de

producción vertical (102) y una porción punta (104) en el extremo opuesto de la extremidad horizontal (101), estando dicha extremidad horizontal (101) de dicho pozo de producción (100) ubicada en una parte inferior de dicha reserva de hidrocarburos (1);

(ii) acoplar conjuntamente una pluralidad de segmentos de revestimiento de pozo alargados (10), cada uno acoplado entre sí de manera fluida para formar un revestimiento de pozo horizontal, comprendiendo cada uno de dichos miembros de revestimiento de pozo (10):

a) un miembro exterior alargado sustancialmente hueco (20), que tiene un eje longitudinal y que posee una pluralidad de aberturas (31) en por lo menos una porción de una periferia del mismo, cada uno de un tamaño suficiente para permitir a su través el flujo de un hidrocarburo fluido;

b) un miembro interior alargado sustancialmente hueco (22), dispuesto de manera concéntrica dentro del interior de dicho miembro exterior (20) a lo largo de dicho eje longitudinal del mismo para formar un espacio intersticial (12) entre dicho miembro interior (22) y dicho miembro exterior (20), teniendo del mismo modo una pluralidad de aberturas (41) en por lo menos una porción de una periferia del mismo para permitir el ingreso de hidrocarburo parcialmente refinado desde dicho espacio intersticial (12) hacia adentro de dicho miembro interior (22);

c) estando dicho espacio intersticial lleno con un catalizador (40) para refinar y mejorar la fluidez de dicho hidrocarburo cuando dicho hidrocarburo fluye a través de dicho pasaje intersticial (12) y, posteriormente, en dicho miembro interior (22) a través de dichas aberturas (41) allí;

d) teniendo dicho segmento de revestimiento (10) medios de acople que acoplan dicho miembro de revestimiento interior (22) a dicho miembro de revestimiento exterior (20); y

e) en donde dichos medios de acople que acoplan dicho miembro de revestimiento interior (22) a dicho miembro de revestimiento exterior (20) incluyen medios para permitir el crecimiento térmico longitudinal de dicho miembro de revestimiento interior con respecto a dicho miembro de revestimiento exterior para acomodar la expansión térmica diferencial y mantener adicionalmente dicho catalizador en dicho espacio intersticial;

(iii) insertar dichos segmentos de revestimiento de pozo acoplados conjuntamente (10) dentro de dicho pozo de perforación horizontal (3);

(iv) calentar dicha formación de hidrocarburos (1); y

(v) recuperar hidrocarburos refinados que fluyen hacia adentro de dicho miembro de revestimiento interior (22) dentro de dicho revestimiento de pozo horizontal.

16. El proceso como se reivindica en la reivindicación 15, que comprende además los pasos de:

(i) perforar por lo menos un pozo de inyección para inyectar un gas oxidante dentro de dicha reserva de hidrocarburos (1) próximo a una región superior de la misma;

(ii) inyectar un gas oxidante a través del pozo de inyección; y

(iii) dicho paso (iv) de la reivindicación 15 de calentar dicha formación que contiene hidrocarburos comprende iniciar la combustión *in situ* en dicha formación que contiene hidrocarburos de tal manera que los gases de combustión avancen progresivamente como un frente a través de la formación, de manera sustancialmente perpendicular

a la extremidad horizontal, y los fluidos de hidrocarburo licuados sean drenados en el revestimiento de pozo horizontal dentro de dicha extremidad horizontal (101) y dentro de dicho espacio intersticial (12) lleno con un catalizador (40) y entrando en contacto con dicho catalizador, refinándose de esta manera.

**SEGMENTOS DE REVESTIMIENTO DE POZO PARA LA REFINACIÓN Y LA
RECUPERACIÓN DE PETRÓLEO IN SITU, Y MÉTODO DE REFINACIÓN Y
RECUPERACIÓN IN SITU**

5

RESUMEN – OBJETO Y FINALIDAD DE LA INVENCION

10

15

20

Un segmento de revestimiento de pozo para uso en procesos de recuperación de hidrocarburos. Se provee un miembro de revestimiento exterior típicamente cilíndrico, alargado y un miembro de revestimiento interior alargado ubicado concéntricamente dentro de este. Se provee un catalizador de refinación de hidrocarburos en el espacio intersticial entre los dos miembros. Los miembros de revestimiento exterior se pueden acoplar de manera enroscable. Se provee un sello deslizable entre el revestimiento exterior y el revestimiento interior para el crecimiento térmico diferencial acomodado entre los dos revestimientos. También se provee un proceso para el uso de segmentos de revestimiento de pozo que tienen un catalizador refinador de hidrocarburos pre-instalado allí, igual que un método para la fabricación de un segmento de revestimiento de pozos.

SECTOR: Métodos y aparatos para la recuperación de petróleo in situ.

SEGMENTOS DE REVESTIMIENTO DE POZOS PARA LA REFINACIÓN Y LA RECUPERACIÓN DE PETRÓLEO IN SITU, Y MÉTODO DE REFINACIÓN Y RECUPERACIÓN IN SITU

5

CAMPO DE LA INVENCION

Esta invención se relaciona con revestimientos de pozo horizontal, y más particularmente con segmentos de revestimiento de pozo que permiten la refinación de hidrocarburos *in situ* durante la recuperación de una reserva subterránea, un método de fabricación de los mismos, y un proceso de refinación y recuperación *in situ* utilizando dichos segmentos de pozos horizontales.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION Y DESCRIPCION DEL ARTE PREVIO

El catalizador refinador de petróleo, tal como un catalizador estándar de hidrotratamiento/HDS fabricado por Akzo Chemie Nederland de Amsterdam, e identificado como Ketjenefine¹™ 742-1, 3AQ, se ha utilizado en el arte previo en procesos de refinación de hidrocarburos *in situ* en el yacimiento petrolífero, del tipo descrito en la Patente U.S 6,412,557.

15

Específicamente, la Patente U.S 6,412,557 describe un proceso para la refinación de hidrocarburos dentro de una reserva de petróleo ubicando tal catalizador de hidrotratamiento conocido alrededor de una periferia exterior de una tubería perforada ubicada centralmente, situada en la extremidad horizontal de un pozo de perforación horizontal para refinar y producir petróleo a partir de una formación de petróleo pesado (bitumen).

20

25

Específicamente, como puede entenderse a partir del proceso de refinación *in situ* de U.S 6,412,557 y la metodología del arte previo en relación con la refinación de petróleo *in situ*, se perfora un agujero desde la superficie hacia abajo hasta la zona objetivo de petróleo de la reserva de la formación petrolera. El agujero es curvo de modo que se vuelve horizontal cuando llega a la zona objetivo de petróleo de la reserva. La sección horizontal se crea de manera típica cerca de la porción base más baja de la zona objetivo de la reserva, y se extiende lateralmente a lo largo de

30

¹ Marca registrada de Akzo Chemie Nederland bv Amsterdam para el catalizador de hidrotratamiento.

la porción base más baja para crear un pozo horizontal, que se extiende de manera típica cientos de metros a la punta pretendida del pozo horizontal. La sección vertical de dicho pozo está entubada. Si la roca de la reserva se consolida, la sección horizontal se puede dejar abierta y sin entubar, pero a veces se emplaza un revestimiento perforado en la sección horizontal para mitigar contra la producción de finos de arena. Si la roca no está consolidada es imperativo emplazar un revestimiento perforado para prevenir el colapso completo del agujero. Una vez la perforación del agujero se completa, se inserta una tubería metálica dentro del agujero, típicamente hasta la punta pretendida del pozo horizontal. En la sección horizontal, se hace referencia a esta tubería como el 'revestimiento'. El revestimiento tendrá aberturas que tienen el tamaño para permitir que los fluidos de la reserva entren al interior del revestimiento para fluir hacia la superficie, pero excluyen la entrada de arena que pudiera taponar el revestimiento o causar dificultades operacionales con las instalaciones de tratamiento de petróleo en la superficie. Las aberturas en el revestimiento pueden ser rendijas angostas, en cuyo caso la tubería se denomina 'revestimiento con ranuras', o pueden ser aberturas angostas entre filas de cable que está envuelto alrededor de una tubería que tiene orificios relativamente amplios, que se llaman 'pantallas envueltas en cable'. Tanto los revestimientos con ranuras como las pantallas envueltas en cable son comunes en el diseño de pozos horizontales. La separación del revestimiento de la reserva sin perturbar es pequeña, típicamente en el rango de 1 – 2 pulgadas (2,54 – 5,08 cm) con base en un revestimiento centralizado. Aunque el orificio del pozo se puede perforar más grande mediante operaciones de escariado para dar más espacio entre el revestimiento y la reserva, esto es un gasto adicional.

Como se enseñó en el arte previo y por ejemplo la Patente U.S. 6,412,557, el espacio intersticial anular de 1 – 2 pulgadas (2,54 – 5,08 cm) que existe entre un orificio no escariado (típicamente aproximadamente 12,25 pulgadas (31,12 cm) de diámetro) y el diámetro externo del revestimiento centralizado (típicamente de en el rango de aproximadamente 9,6 pulgadas (24,38 cm)) se llena con catalizador del tipo descrito anteriormente o un catalizador similar, bombeando dicho catalizador hacia el fondo del pozo dentro de dicho espacio intersticial. El catalizador permite la refinación del petróleo inmediatamente antes de entrar al revestimiento de pozo perforado para incrementar la fluidez del petróleo producido dentro del pozo horizontal para producir más fácilmente dicho petróleo a la superficie.

De manera desventajosa, sin embargo, con este método del arte previo, ya que la vía resultante vertical de drenado de fluidos (petróleo) dentro del revestimiento perforado es muy corta, el tiempo de residencia del petróleo en el espacio intersticial que contiene dicho catalizador es muy corto, y la velocidad espacial líquido y gas horario ("LHSV", por las siglas en inglés de "Gas and Liquid Hourly Space Velocity") será muy alta. A manera de ejemplo, para un pozo de las dimensiones anteriores que produce 100 m³/día de petróleo producido teniendo una zona anular de catalizador de 1 pulgada (2,54cm) de pozo, la LHSV es aproximadamente 2670 hr⁻¹ y el tiempo de residencia es de sólo aproximadamente 11 segundos. Aunque este corto tiempo de residencia puede proveer alguna refinación, sería mucho más deseable tener un diseño de ubicación del catalizador que provea tiempos de residencia mucho mayores para el petróleo que se está exponiendo a dicho catalizador de refinación.

De manera acorde, existe una necesidad real de un diseño de revestimiento y un proceso de refinación de hidrocarburos *in situ* en el yacimiento petrolífero que permita un tiempo de exposición incrementado del petróleo producido al catalizador de refinación, para mejorar de esta manera la fluidez y aumentar la recuperación eficiente de las formaciones subterráneas de petróleo, particularmente del bitumen y las formaciones de arenas bituminosas.

RESUMEN DE LA INVENCION

La presente invención se relaciona con diseños de revestimiento de pozo horizontal que permiten tiempo incrementado o extensión de la exposición en la que el petróleo producido se expone al catalizador de refinación durante la producción de hidrocarburos *in situ*, así como métodos mejorados para producir hidrocarburos utilizando métodos de producción de hidrocarburos *in situ*, contemplando el uso de segmentos de revestimiento de pozo que contienen catalizador para refinar petróleo durante la producción.

Específicamente, se provee en una amplia realización de la presente invención, un segmento de revestimiento de pozo para refinar hidrocarburos durante la recolección, para permitir una mejor recolección de hidrocarburos a partir de una reserva subterránea de hidrocarburos. Dicho segmento de revestimiento posee un

primer y segundo extremos mutuamente opuestos y se adapta para estar acoplado de manera horizontal en ambos extremos mutuamente opuestos a otros segmentos de revestimiento de pozo alargados para formar un revestimiento de pozo alargado.

5 De manera significativa, cada segmento de revestimiento de pozo comprende:

10 (i) un miembro de revestimiento exterior alargado sustancialmente hueco, que tiene un eje longitudinal y posee una pluralidad de aberturas en al menos una porción superior o inferior de una periferia del mismo, cada una con tamaño suficiente para permitir flujo a través de un hidrocarburo fluido;

15 (ii) un miembro de revestimiento interior alargado sustancialmente hueco, dispuesto de manera concéntrica dentro de un interior de dicho miembro exterior a lo largo de dicho eje longitudinal del mismo para formar un espacio intersticial entre dicho miembro interior y dicho miembro exterior, asimismo teniendo una pluralidad de aberturas en una porción superior y/o inferior de una periferia del mismo para permitir el ingreso de hidrocarburo parcialmente refinado desde dicho espacio intersticial hacia adentro de
20 dicho miembro interior;

25 en donde el espacio intersticial está adaptado para llenarse con un catalizador para permitir la refinación y mejorar la fluidez de dicho hidrocarburo cuando el hidrocarburo fluye a través de dicho pasaje intersticial y posteriormente hacia el miembro de revestimiento interior por medio de dichas aperturas allí.

30 En una primera realización, el segmento de revestimiento de pozo de la presente invención se adapta para permitir flujo radial del petróleo producido hacia adentro. Específicamente, las aberturas en los miembros exterior e interior se localizan de modo que permiten que el petróleo viaje radialmente hacia adentro a través de las aberturas en el miembro de revestimiento exterior hacia el espacio intersticial en donde dicho petróleo entra en contacto con el catalizador, y continúa directamente radialmente hacia adentro o alternativamente circunferencialmente alrededor del revestimiento interior y posteriormente radialmente hacia adentro a través de
35 aberturas alineadas radialmente en el revestimiento interior y ser recolectadas en el

revestimiento interior, en donde dicho petróleo refinado se puede bombear o transferir después de manera apropiada hacia la superficie (de aquí en adelante la llamada configuración de "flujo radial").

5 El aumento en el tiempo de exposición al catalizador que resulta de dicho diseño de revestimiento pozo horizontal se puede ver matemáticamente. Por ejemplo, en el arte previo, como se mencionó anteriormente, el diámetro de un pozo de perforación horizontal no escariado fuera del diámetro es de típicamente 12.25 pulgadas (31,12 cm) y el diámetro de la tubería del revestimiento de pozo del arte
10 previo (tubo sencillo) está en el rango de 9,6 pulgadas (24,38 cm), teniendo en cuenta un espesor del revestimiento de pozo de $\frac{1}{4}$ de pulgada (0,635cm), la longitud efectiva del viaje del petróleo a través del catalizador en el espacio exterior entre el pozo de perforación horizontal y el revestimiento de pozo es sólo de 1,075 pulgadas (2,73cm) (es decir $[12.25 - 2 \times (0.25) - 9.6]/2$) y el área de la sección transversal resultante de dicho espacio $[\pi \times (11.75^2 - 9.6^2)/4] = 36$ pulgadas
15 cuadradas (232,2 cm²), asumiendo que el revestimiento de pozo está localizado concéntricamente en el pozo de perforación.

A manera de contraste, para un segmento de revestimiento de pozo exterior circular de diámetro de 9,6 pulgadas (24,38 cm) de la presente invención (es decir, el diámetro del miembro de revestimiento exterior es igual a 9,6 pulgadas (24,38 cm)) y un diámetro externo del miembro interior de 5,0 pulgadas (12,7 cm), asumiendo un espesor del tubo de $\frac{1}{4}$ de pulgada (0,635 cm), la longitud radial efectiva de viaje de petróleo a través del catalizador en el espacio intersticial
20 resultante entre el miembro exterior y el miembro interior localizado centralmente dentro de dicho miembro exterior, cuando se tiene en cuenta el espesor del acero, aumenta a 2,0 pulgadas (5,1cm) (es decir, $[9.6 - 2 \times (0.25) - 5.0]/2 = 2.0$) y el área de la sección transversal resultante del espacio intersticial en el que se ubica el catalizador aumenta de acuerdo con: $[\pi (9.6 - 0.25 \times 2)^2 - 5.0^2]/4 = 45.4$ pulgadas
25 cuadradas (292,9 cm²). Si el catalizador también se ubica en el espacio intersticial entre el pozo de perforación horizontal y el miembro de revestimiento externo, la longitud radial efectiva de viaje del petróleo aumenta a 3,075 pulgadas (7,810cm) (es decir 1,075 + 2,0 pulgadas), por consiguiente casi triplicando la distancia radial que viaja el petróleo a través del catalizador y por consiguiente asimismo
30 incrementando de manera similar el tiempo durante el que el petróleo está expuesto al catalizador.

En una segunda realización alternativa del revestimiento de pozo de la presente invención que asimismo sirve para incrementar la cantidad y tiempo o extensión de exposición al catalizador, se sitúan aberturas en el revestimiento exterior en relación con el revestimiento interior para permitir que el petróleo fluya en un extremo del revestimiento de pozo exterior hacia el espacio intersticial y posteriormente causar que dicho petróleo fluya lateralmente a lo largo de dicho espacio intersticial a las aberturas en el miembro de revestimiento interior localizado próximo al extremo opuesto del segmento de revestimiento de pozo, antes de permitir que el petróleo drene o fluya hacia el miembro de revestimiento interior, incrementando de ese modo el tiempo y la cantidad de la exposición de dicho petróleo al catalizador que está empacado en dicho espacio intersticial (de aquí en adelante la llamada configuración de "flujo lateral"). El efecto del flujo lateral es incrementar en gran medida el tiempo de residencia de los fluidos drenados sobre el catalizador. Por ejemplo, si la longitud de viaje lateral del petróleo en el pasaje intersticial entre aberturas no alineadas de los revestimientos exterior e interior es 15 pulgadas (38,1 cm), el tiempo de residencia utilizando un diseño de flujo lateral de la presente invención será más de diez veces que en el caso del flujo radial en el arte previo para tasas de flujo de fluido volumétrico idénticas que tienen sólo una longitud efectiva de viaje de petróleo a través del catalizador de sólo 1,075 pulgadas (2,730 cm). Aunque puede parecer deseable hacer más cortos los segmentos con ranuras, para tiempos de residencia más largos, esto se debe balancear con la reducción esperada en las tasas de producción del fluido volumétrico ya que hay menos ranuras abiertas a la reserva en el revestimiento exterior.

De manera acorde, en dicha segunda realización alternativa del revestimiento de pozo de la presente invención, las aberturas en dicho miembro exterior están situadas próximas a un primer extremo de extremos mutuamente opuestos del segmento de revestimiento de pozo, y las aberturas en el miembro interior están situadas próximas a un segundo extremo opuesto del segmento de revestimiento de pozo. La disposición particular de dichas aberturas respectivamente en los miembros de revestimiento interior y exterior, a saber, ubicando las aberturas en el miembro exterior próximo a dicho primer extremo del mismo, permite que dicho hidrocarburo entre al espacio intersticial y luego viaje longitudinalmente a lo largo del segmento de revestimiento de pozo y dentro de dicho espacio intersticial hacia dicho segundo extremo mientras que entra en contacto simultáneamente con dicho

catalizador allí para ser refinado, y para posteriormente pasar dentro de dicho miembro interior mediante aberturas en dicho miembro interior próximo a dicho segundo extremo para ser recolectado en dicho miembro interior de dicho segmento de revestimiento de pozo.

5

De manera alternativa, puede utilizarse una configuración de aberturas que combina tanto una configuración de "flujo lateral" como una configuración de "flujo radial".

10

En una realización preferida, en un extremo del segmento de revestimiento de pozo el revestimiento exterior se fija al revestimiento interior, y en otro extremo el revestimiento exterior se encuentra en una relación deslizable con el revestimiento interior (como se describe más completamente más adelante en diversas configuraciones contempladas) para permitir algún movimiento longitudinal del miembro de revestimiento interior con respecto al miembro de revestimiento exterior con el fin de prevenir la deformación o la tensión excesiva del miembro de revestimiento exterior o interior, debido a la expansión térmica diferencial del revestimiento interior con respecto al revestimiento exterior, que de otro modo puede resultar en métodos de producción *in situ* en donde se usan segmentos de revestimiento de pozo de la presente invención.

15

20

25

30

Por consiguiente, en una realización preferida el revestimiento interior del pozo está ubicado centralmente en el revestimiento exterior de pozo mediante un anillo anular en un extremo, soldado al exterior del revestimiento interior de pozo y al interior del revestimiento exterior del pozo. En un extremo opuesto el revestimiento interior está ubicado concéntricamente dentro del revestimiento exterior mediante dos anillos concéntricos, un primer anillo soldado al interior del revestimiento exterior, y un segundo anillo montado al exterior del revestimiento interior, cuyo arreglo de anillos concéntricos permite la expansión del crecimiento térmico del revestimiento interior con respecto al revestimiento exterior, pues puede haber calentamiento irregular de los miembros de revestimiento interior y exterior durante el uso. El anillo anular, y los anillos concéntricos también sirven para mantener el catalizador dentro del área intersticial entre los revestimientos interior y exterior.

En una configuración alternativa, se proveen medios para acoplar de manera deslizable el miembro de revestimiento interior al miembro de revestimiento exterior en un extremo correspondiente tanto del miembro de revestimiento interior como del miembro de revestimiento exterior, para prevenir que el miembro de revestimiento interior se desplace desde adentro del miembro de revestimiento exterior, pero permitiendo simultáneamente algún movimiento longitudinal deslizable en un extremo del revestimiento interior con respecto al revestimiento exterior. Más particularmente, se proveen medios para acoplar de manera deslizable dicho miembro de revestimiento interior a dicho miembro de revestimiento exterior en un extremo, que comprende un primer miembro de anillo sujeto de manera fija a dicho miembro de revestimiento exterior, que contacta posteriormente dicho miembro de revestimiento interior en disposición deslizable con éste para permitir el movimiento longitudinal deslizable de dicho miembro de revestimiento interior con respecto al miembro de revestimiento exterior. De manera alternativa, los medios que acoplan dicho miembro de revestimiento interior a dicho miembro de revestimiento exterior comprenden un primer miembro de anillo sujeto de manera fija a dicho miembro de revestimiento interior, que contacta dicho miembro de revestimiento exterior en disposición deslizable con éste para permitir movimiento longitudinal deslizable de dicho miembro de revestimiento interior con respecto al miembro de revestimiento exterior.

Incluso otra alternativa es que, en una realización preferida, los medios que acoplan dicho miembro de revestimiento interior a dicho miembro de revestimiento exterior comprenden un primer y segundo par de miembros de anillo situados próximos a un extremo de dicho segmento de revestimiento de pozo, estando dicho primer miembro de anillo acoplado de manera fija a dicho miembro de revestimiento interior, dicho segundo miembro de anillo acoplado de manera fija a dicho miembro de revestimiento exterior, en donde cada uno de dichos primer y segundo miembros del anillo cooperan en una relación de acople deslizable mutuo para permitir el movimiento longitudinal de los miembros de revestimiento interior y exterior asociados del uno con respecto al otro.

En un aspecto adicional de la presente invención, la invención comprende un proceso *in situ* mejorado para la refinación de hidrocarburos cuando se recolectan dichos hidrocarburos de una reserva subterránea de hidrocarburos.

Dicho proceso *in situ* mejorado de la presente invención comprende los pasos de:

5 (i) proveer al menos un pozo de producción que tiene una extremidad sustancialmente horizontal y un pozo de producción sustancialmente vertical conectado a éste, en donde la extremidad sustancialmente horizontal tiene una porción de talón en la vecindad de su conexión al pozo de producción vertical y una porción de punta en el extremo opuesto de la extremidad horizontal, estando dicha extremidad horizontal de dicho pozo de producción situada en una parte inferior de dicha reserva de hidrocarburos;

10 (ii) proveer al menos un pozo de inyección para inyectar un gas oxidante dentro de dicha reserva de hidrocarburos;

15 (iii) Acoplar una pluralidad de segmentos de revestimiento de pozo alargados, cada uno acoplado de manera fluida para formar un revestimiento de pozo horizontal dentro de dicha extremidad horizontal, comprendiendo cada uno de los miembros de dicho revestimiento de pozo:

20 (a) un miembro exterior alargado sustancialmente hueco, que tiene un eje longitudinal y posee una pluralidad de aberturas en una porción superior de una periferia del mismo, cada uno de tamaño suficiente para a su través permitir el flujo de un hidrocarburo fluido;

25 (b) un miembro interior alargado sustancialmente hueco, dispuesto de manera concéntrica dentro de un interior de dicho miembro exterior a lo largo de dicho eje longitudinal del mismo para formar un espacio intersticial entre dicho miembro interior y dicho miembro exterior, teniendo de igual manera una pluralidad de aberturas en una porción superior de una periferia del mismo para permitir ingreso de hidrocarburos parcialmente refinados desde dicho espacio intersticial hacia
30 adentro de dicho miembro interior;

(c) estando dicho espacio intersticial lleno con un catalizador para refinar y mejorar la fluidez de dicho hidrocarburo cuando dicho hidrocarburo fluye a través de dicho pasaje intersticial y

posteriormente hacia dentro de dicho miembro interior mediante dichas aberturas allí;

5 (iv) inyectar un gas oxidante a través del pozo de inyección para llevar a cabo la combustión in situ, de modo que los gases de combustión sean producidos para causar que los gases de combustión avancen progresivamente como un frente, sustancialmente perpendicular a la extremidad horizontal, en dirección desde la porción de la punta hacia la porción del talón de la extremidad horizontal, y los fluidos se drenan hacia el revestimiento de pozo horizontal dentro de dicha extremidad horizontal y hacia dicho espacio intersticial lleno con catalizador y para entrar en contacto con dicho catalizador y por lo tanto volverse refinado; y

10 (v) recuperar dicho hidrocarburo parcialmente refinado que fluye hacia adentro de dicho miembro de revestimiento interior de cada uno de dichos segmentos de revestimiento de pozo dentro de dicho revestimiento de pozo horizontal.

15 Se contempla que el catalizador que se provee en el espacio intersticial comprende un catalizador de refinación de hidrocarburos seleccionado del grupo de catalizadores de refinación de hidrocarburos que comprende:

(i) catalizadores peletizados; y/o

(ii) catalizadores granulados.

20 en donde dicho catalizador es de un tamaño suficiente para prevenir sustancialmente su escape a través de cualquiera de dichas aberturas en dichos miembros exteriores o interiores para prevenir sustancialmente la pérdida de dicho catalizador una vez que dicho catalizador está situado en dicho espacio intersticial.

25 En una realización preferida, el catalizador de refinación de petróleo es un catalizador de hidrodesulfuración, y en una realización preferida adicional es un

catalizador de hidrotratamiento/HDS fabricado por Akzo Chemie Nederland bv Amsterdam, e identificado como Ketjenefine²™ 742-1, 3AQ.

En un aspecto adicional de la presente invención, se provee un método de fabricación de un segmento de revestimiento de pozo que tiene un revestimiento exterior y un revestimiento interior localizado dentro de dicho revestimiento exterior, que comprende los pasos de:

(i) soldar al menos un anillo de sello a al menos uno de dichos miembros de revestimiento interior y exterior, cerca a un extremo del mismo;

(ii) insertar dicho revestimiento interior dentro de dicho revestimiento exterior; y

(iii) insertar pelets de catalizador en un espacio intersticial creado entre dicho revestimiento interior y dicho revestimiento exterior.

En una realización preferida, dicho método comprende además el paso adicional de:

(iv) insertar un miembro anular entre dichos revestimientos interior y exterior en un extremo de cada uno de dichos anillo de sello opuestos, para encapsular de esta manera dichos pelets de catalizador dentro de dicho espacio intersticial entre dicho anillo de sello y dicho miembro anular.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las ventajas y permutaciones posteriores aparecerán a partir de la siguiente descripción detallada de varias realizaciones no limitantes de la invención, tomadas en conjunto con los dibujos acompañantes, en donde:

² Marca registrada de Akzo Chemie Nederland bv Amsterdam para el catalizador de hidrotratamiento

La **FIG. 1** es una vista esquemática de un sistema catalítico de refinación de petróleo que utiliza los segmentos de revestimiento de pozo de la presente invención empleado en una aplicación de extracción de petróleo *in situ*;

5 La **FIG. 2** es una vista en perspectiva del exterior de un segmento de revestimiento de pozo de la presente invención;

10 La **FIG. 3** es una vista de la sección transversal tomada a lo largo del plano 'A'-'A' de la FIG. 2, que muestra una primera realización del revestimiento de pozo de la presente invención, a saber un segmento de revestimiento de pozo de la llamada configuración de "flujo radial";

15 La **FIG. 4a** es una vista de sección transversal del segmento de revestimiento de pozo mostrado en la Fig. 2, tomado a lo largo del plano 'A'-'A' de la Fig. 2;

20 La **FIG. 4b** es una vista de sección transversal de un segmento de revestimiento de pozo de la presente invención similar a aquella mostrada en la Fig. 4a, que muestra una modificación a la alineación de las aberturas en cada uno de revestimiento exterior de pozo y revestimiento interior de pozo, para proveer más flujo radial y exposición al catalizador en el área intersticial entre los revestimientos exterior e interior del pozo;

25 La **FIG. 5** es una vista de la sección transversal de un par de segmentos de revestimiento de pozo acoplados de manera fluida de los mostrados en la Fig. 3, mostrando la manera de interconexión de dicho par de segmentos de revestimiento de pozo juntos y mostrando la manera en la que el petróleo se dirige a través del catalizador contenido en un espacio intersticial para la llamada configuración de flujo radial;

30 La **FIG. 6** es una vista de sección transversal de una realización alternativa del revestimiento de pozo de la presente invención, a saber, un segmento de revestimiento de pozo de la llamada configuración de "flujo lateral";

La **FIG. 7** es una vista de sección transversal de un par de segmentos de revestimiento de pozo acoplados de manera fluida de los mostrados en la Fig. 6, mostrando la manera de interconexión de dicho par de segmentos de revestimiento de pozo juntos y mostrando la forma en la que el petróleo está dirigido a través del catalizador contenido en un espacio intersticial para la llamada configuración de flujo lateral;

La **FIG. 8** es una vista de sección transversal de un segmento de revestimiento de pozo de la llamada configuración de "flujo radial", en donde en la realización mostrada se provee un medio particular en extremos opuestos del revestimiento de pozo interior para permitir el acoplamiento directo fluido de un revestimiento de pozo interior al otro;

La **FIG. 9** es una vista de sección transversal de un par de segmentos de revestimiento de pozo acoplados de manera fluida de los mostrados en la Fig. 8, mostrando la manera de interconexión de dicho par de segmentos de revestimiento de pozo y mostrando la forma en la que el petróleo es dirigido a través del catalizador contenido en un espacio intersticial para la llamada configuración de flujo radial;

La **FIG. 10** es una vista de sección transversal de un segmento de revestimiento de pozo de la llamada configuración de "flujo lateral", en donde en la realización mostrada se provee otro medio en extremos opuestos del revestimiento de pozo interior para permitir el acoplamiento directo del fluido de un revestimiento de pozo interior a otro;

La **FIG. 11** es una vista de sección transversal de un par de segmentos de revestimiento de pozo acoplados de manera fluida de los mostrados en la FIG. 10, que muestra la manera de interconexión de dicho par de segmentos de revestimiento de pozo juntos y que muestra la forma en la que el petróleo es dirigido a través del catalizador contenido en un espacio intersticial para la llamada configuración de flujo lateral;

La **FIG. 12** es una vista de sección transversal del llamado revestimiento de pozo de "flujo lateral", pero en comparación con la realización mostrada en la Fig. 10, muestra una variación en la manera en la que el revestimiento interior de pozo

puede ubicarse de manera concéntrica dentro del miembro de revestimiento exterior mediante el uso de un anillo de sello, y

La **FIG. 13** es una vista de sección transversal del llamado revestimiento de pozo de "flujo lateral", pero en comparación con la realización mostrada en las Figuras 10 y 12, muestra otra variación en la manera en la que el revestimiento de pozo interior se puede ubicar de manera concéntrica dentro del miembro de revestimiento exterior mediante el uso de un anillo de sello.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

La **Fig. 1** muestra un diagrama esquemático de un sistema de recuperación de hidrocarburos *in situ* **2**, para la recuperación mejorada de hidrocarburos a partir de una formación portadora de hidrocarburos **1**, utilizando una pluralidad de segmentos de revestimiento de pozo alargados **10** de la presente invención dentro del pozo de perforación horizontal **3** del mismo.

Dicho sistema de recuperación de hidrocarburos **2** está adaptado para dirigir hidrocarburos, particularmente petróleo viscoso **15** que, durante el método de dicho sistema de recuperación de hidrocarburos **2**, drena hacia afuera de la formación de hidrocarburos **1**, a través de un espacio intersticial empacado con catalizador **12** dentro de cada segmento de revestimiento de pozo **10**, para la posterior recuperación a la superficie **13**.

Se muestra una pluralidad de segmentos de revestimiento de pozo **10** de la presente invención, cada uno acoplado de manera enroscable a otros segmentos de revestimiento de pozo **10** contiguos para formar un revestimiento de pozo **6** como se muestra en la **Fig. 1** para su uso en métodos de recuperación de hidrocarburos *in situ*.

En operación, el petróleo **15** que se calienta mediante métodos de combustión *in situ* o alternativamente drenaje por gravedad asistido por vapor (SAGD, por las siglas en inglés de "steam assisted gravity drainage") y que fluye desde dicha formación portadora de hidrocarburos **1** es refinado durante el pasaje hacia dentro

de los segmentos de revestimiento de pozo **10** de la presente invención, y posteriormente fluye más fácilmente dentro del revestimiento de pozo **6** y es posteriormente producido a la superficie **13** del pozo.

5 Con referencia a las **Figuras 1-13** aquí, los segmentos de revestimiento de pozo **10** comprenden cada uno un miembro de revestimiento exterior en ranuras o envuelto con cable **20**, típicamente de aproximadamente 9,6 pulgadas (24,38 cm) de diámetro externo. Dicho miembro de revestimiento exterior **20** está en contacto (particularmente a lo largo de la porción inferior de la periferia exterior del mismo) con el diámetro interior de un pozo de perforación horizontal no escariado **3** como se muestra en la **Fig. 1**, siendo este último típicamente de aproximadamente 12,2 pulgadas (31,12 cm) de diámetro, de modo se puede formar una brecha cilíndrica **24** entre el revestimiento exterior del pozo **20** y el pozo de perforación horizontal **3**.

15 Se provee un miembro de revestimiento interior en ranuras o envuelto con cable **22**, ubicado de manera concéntrica dentro del miembro de revestimiento exterior **20** para formar el espacio intersticial **12**, teniendo dicho miembro de revestimiento interior **22** un volumen/área interno **80** para recolectar los hidrocarburos refinados y permitir que se transfieran a la superficie **13** mediante bombeo u otro método de transferencia.

20 En una realización preferida, cada uno de los miembros de revestimiento exterior **20** y miembros de revestimiento interior **22** del segmento de revestimiento de pozo **10** son miembros cilíndricos alargados, adaptados para insertarse en un pozo de perforación horizontal cilíndrico **3** como se muestra en la **Fig. 1**. El espacio intersticial **12** formado entre el diámetro interno del revestimiento exterior **20** y el diámetro externo del miembro de revestimiento interior del pozo **22** es de manera acorde un espacio intersticial anular **12**, como se muestra mejor en las **Figuras 4a** y **4b**.

30 La **Fig. 2** muestra una vista en perspectiva de una realización preferida de un segmento de revestimiento de pozo **10** de la presente invención, que tiene en un primer extremo **60a** del mismo una porción macho enroscada **61** sobre el mismo (preferiblemente una tubería NPT estándar (NPT, por las siglas en inglés de national pipe thread, en español: rosca americana cónica para tubos)) para

acoplamiento enroscado a un extremo opuesto **60b** de un segmento contiguo de revestimiento de pozo **10**, teniendo dicho extremo opuesto **60b** una porción interna hembra enroscada **61** sobre el mismo como se muestra en las **Figuras 5, 7, & 9** aquí.

5

10

15

20

En una realización preferida, como se muestra mejor en la **Fig. 2**, el miembro exterior **20** es acero enrollado de aproximadamente $\frac{1}{4}$ de pulgada (0,635cm) de espesor, y aproximadamente 10 pulgadas (25,4cm) de diámetro externo. Las aberturas **31** en el miembro interior **20** comprenden una pluralidad de ranuras, cada una con un ancho menor al ancho de los gránulos de catalizador **40** para prevenir la salida de dicho catalizador **40** del espacio intersticial **12**, y suficientemente angostas para prevenir de manera sustancial el ingreso de arena y otros restos tales como relaves de perforación hacia dentro del miembro exterior **20** pero de suficiente amplitud para permitir el ingreso de hidrocarburos fluidos. De manera acorde, el ancho de dichas aberturas/ranuras **31** está en el rango de 0,005 a 0,025 pulgadas (0,128 a 0,625 mm), y la longitud es de manera típica 6 a 8 pulgadas (15,24 a 20,32cm) con aproximadamente 50 de dichas aberturas/ranuras **31** espaciadas de manera uniforme alrededor de una periferia del miembro exterior **20**. Por supuesto se pueden utilizar otros espaciamientos y longitudes de ranura, todo con la idea de maximizar el ingreso de hidrocarburos y prevenir, dentro de límites razonables, el ingreso de arena y otros restos dentro del miembro exterior **20**.

25

30

En una primera realización y como se muestra en las **Figuras 2 & 4a**, las aberturas/ranuras **31** están espaciadas de manera uniforme alrededor de una periferia del miembro exterior **20**. De manera similar, las aberturas/ranuras **41** en el miembro interior **22** están de igual manera espaciadas alrededor de toda la periferia del mismo. Las aberturas/ranuras **41** son típicamente más anchas que las aberturas **31**, pues no hay necesidad remanente de intentar "tamizar" la arena del petróleo viscoso **15** que entra al miembro interior **22**. El petróleo viscoso **15** fluye en consecuencia de manera directa radialmente hacia adentro a través del catalizador **40** en el espacio intersticial **12** hacia el área interior **80** en el miembro interior **22**, como se ve en la Fig. 4a.

35

De manera alternativa, como se ve en la **Fig. 4b**, las aberturas/ranuras **31** en el miembro exterior **20** pueden situarse sólo en una porción superior del miembro exterior **20**, y las aberturas/ranuras **41** en el miembro interior **22** situarse en una

porción inferior del mismo. También se contempla un arreglo viceversa. Bajo cualquiera de las dos configuraciones alternativas, necesariamente se requerirá que el petróleo viscoso **15**, como se muestra en la **Fig. 4b**, viaje una distancia circunferencial dentro del espacio intersticial **12**, con lo que se provee un mayor tiempo de exposición al catalizador **40** dentro del espacio intersticial **12**, mejorando de ese modo la refinación de dicho petróleo viscoso **15**.

La **Fig. 3** muestra una sección transversal a través del segmento de revestimiento de pozo **10** de la presente invención, tomado a lo largo del plano A-A de la **Fig. 2**, mostrando una primera realización del segmento de revestimiento de pozo **10**, a saber, la tan llamada configuración de "flujo radial". La **Fig. 5** muestra una pluralidad de dichos segmentos de revestimiento de pozo **10** de la configuración de "flujo radial", en donde los miembros exteriores **20** están cada uno acoplado de manera enroscable en los extremos opuestos **60a**, **60b** para formar el revestimiento de pozo horizontal **6**. Como se ve mejor de las **Figs. 4a, 4b, and Fig. 5**, en la configuración de "flujo radial", el petróleo viscoso **15** dentro de una formación de hidrocarburos **1** fluye radialmente hacia adentro a través de las aberturas/ranuras **31** en el miembro interior **20**, radialmente hacia adentro a través del catalizador **40** empacado en el espacio intersticial **12** en donde dicho petróleo viscoso **15** es al menos parcialmente refinado, y posteriormente progresa radialmente hacia adentro a través de las aberturas **41** en el miembro interior **22** hacia el área interior **80**, de donde dicho petróleo refinado se transfiere a la superficie **13**.

El segmento de revestimiento de pozo **10** de la configuración de "flujo radial" que se muestra en las **Figuras 3 & 5** se adapta para permitir el flujo de petróleo **15** en una dirección radial perpendicular a un eje longitudinal **30** de dicho revestimiento de pozo **10**, como se muestra a partir de la dirección de las flechas en la **Fig. 3**. Como se ve en las **Figuras 3, 4a, & 5**, se proveen aberturas **31** en una porción superior **25** del miembro de revestimiento exterior **20**, para permitir que el petróleo **15** fluya hacia el espacio intersticial **12**.

El espacio intersticial **12** se empaca de manera típica durante la fabricación de dicho segmento de revestimiento de pozo **10** con un catalizador de refinación de hidrocarburos **40**. Dicho catalizador de refinación de hidrocarburos **40** que es adecuado para el uso en la presente invención es el catalizador estándar de

hidrotratamiento/HDS fabricado por Akzo Chemie Nederaland bv Amsterdam, e identificado como Ketjenefine³™ 742-1, 3AQ.

Preferiblemente, el catalizador de refinación de hidrocarburos **40** cuando se ubica en tal espacio intersticial **12** durante la fabricación de dicho segmento de revestimiento de pozo **10** es de una forma peletizada o granulada, de un tamaño nominalmente mayor que el tamaño de las aberturas **31**, para evitar la pérdida de catalizador desde el espacio intersticial **12** a través de las aberturas **31**.

La **Figura 6** muestra una configuración alternativa del segmento de revestimiento de pozo **10** de la presente invención, adaptado para permitir el flujo lateral del petróleo **15** en el espacio intersticial **12** para aumentar la extensión y duración en la que el petróleo **15** contacta al catalizador de refinación **40**. En adelante, se hace referencia a tal configuración alternativa del segmento de revestimiento de pozo como la configuración de "flujo lateral". La **Figura 7** muestra una pluralidad de segmentos de revestimiento de pozo **10** de la configuración de "flujo lateral" acoplados juntos de manera enroscable en los extremos opuestos de **60a**, **60b**, para formar un revestimiento de pozo **6**. Como puede apreciarse mejor por flechas mostradas en las **Figuras 1 y 7**, el aceite viscoso **15** de la formación **1**, durante un método de recuperación de hidrocarburos tal como el proceso de combustión *in situ* que se describe en US 6,412,557 o en la publicación US No. 20080066907 publicada el 20 de marzo de 2008 y asignada de manera similar a un dueño común, se drena de la formación **1** fluye dentro de las aberturas/ranuras **31** en el extremo próximo **60a** de los miembros exteriores **20** del mismo, y dentro del espacio intersticial **12**. A partir de entonces el petróleo **15** fluye lateralmente dentro de tal espacio intersticial **12** en la dirección de las flechas que se muestra, hasta que, en un extremo opuesto **60b** del segmento de revestimiento de pozo **10**, se alcanzan las aberturas **41** en el revestimiento de pozo interior **22**, en donde el petróleo **15** fluye en el interior **80** del miembro interior **22**, y posteriormente se transfiere, generalmente por medio de bombeo, a la superficie **13**. Este proceso es adaptado para repetirse para cada segmento de revestimiento de pozo de la presente invención cuando se inserta una pluralidad de segmentos de revestimiento de pozo **10** en un pozo de perforación horizontal **3**.

Tanto en la realización de "flujo radial" como en la de "flujo lateral" del revestimiento de pozo **10** de la presente invención, y como se muestra de mejor

³ Marca registrada de Akzo Chemie Nederaland bv Amsterdam para el catalizador de hidrotratamiento

manera en las **Figuras 3 y 5**, y las **Figuras 6 y 7** respectivamente, los miembros interiores **22** pueden ubicarse de manera concéntrica dentro de, y fijarse a, los miembros exteriores **20** en un extremo **60b** del mismo a través de un miembro de anillo cónico **68**, el cual se fija a cada uno de los miembros exterior e interior **20, 22** respectivamente a través de las soldaduras circunferenciales **72**. Como se explica más adelante, el miembro de anillo cónico **68** sirve no solamente para ubicar de manera concéntrica y fijar el miembro interior **22** al miembro exterior **20** en un extremo del mismo, sino además dicho miembro de anillo cónico **68** sirve para retener el catalizador **40** dentro del espacio intersticial **12**.

Del mismo modo, en un extremo opuesto **60a** del segmento de revestimiento de pozo **10** de la presente invención, tanto en la realización de "flujo radial" como en la de "flujo lateral" del mismo, y como se ve mejor por ejemplo en las **Figuras 3 y 5**, y las **Figuras 6 y 7**, respectivamente, preferiblemente se provee un sello deslizante **52** a tal extremo opuesto **60a**. El propósito del sello de deslizamiento **52** es permitir el crecimiento térmico diferencial entre el miembro interior **22** y el miembro exterior **20**. Este sello deslizante **52** puede ser de diversas formas y configuraciones, como ahora será necesariamente evidente para una persona versada en la materia.

En una primera realización, como se muestra en las Figuras 3 y 5 – 11, dicho sello deslizante **52** comprende un primer (exterior) miembro de anillo **50** asegurado de manera fija a través de las soldaduras circunferenciales **72** al miembro exterior **20**, y un segundo (interior) miembro de anillo **54** asegurado de igual manera a través de las soldaduras circunferenciales al miembro interior **22**, cuyos miembros de anillo **50, 54**, actúan juntos para ubicar de manera concéntrica el miembro de revestimiento interior **22** dentro del miembro exterior **20**.

En una segunda realización, una primera versión de lo que se muestra en la **Figura 12**, el sello deslizante **52** comprende simplemente un único (exterior), miembro del anillo **50** asegurado de manera fija a dicho miembro exterior **20**, como se muestra en la **Figura 12**, para permitir no sólo la expansión longitudinal de dicho miembro de revestimiento interior **22** a dicho miembro de revestimiento exterior **20**, sino que además provee cierto espacio libre **55** para permitir un cierto crecimiento radial debido a la expansión térmica en una dirección radial. En una segunda versión, que se muestra en la **Figura 13**, el sello deslizante **52** comprende simplemente un único (interior) miembro de anillo **54** asegurado de manera fija al miembro de

revestimiento interior **22** a través de las soldaduras circunferenciales **72**, para permitir no sólo la contracción/expansión longitudinal de dicho miembro de revestimiento interior **22** con respecto a dicho miembro de revestimiento exterior **20**, sino que además proveen cierto espacio radial libre **55** para permitir un cierto crecimiento radial. Es importante destacar que en todas las configuraciones el sello deslizante **52** no sólo localiza de manera concéntrica el miembro de revestimiento interior **22** dentro del miembro de revestimiento exterior **20**, sino también al mismo tiempo permite el movimiento longitudinal deslizante del revestimiento interior **22** con respecto a los miembros de revestimiento exterior **20** para dar cabida a la expansión térmica diferencial del revestimiento exterior **20** al miembro de revestimiento interior **22**, lo que ocurre durante los métodos que emplean calor en la recolección del petróleo de yacimientos de hidrocarburos del tipo contemplado aquí, incluyendo el uso de métodos de recuperación de extracción de hidrocarburos *in situ*.

En las realizaciones que se muestran en las **Figuras 3 y 5 – 7**, y como se señaló anteriormente, un miembro de anillo cónico **68** puede fijarse a cada uno de los miembros exterior e interior **20, 22** respectivamente, mediante soldaduras circunferenciales **72** para ubicar de manera concéntrica y fijar el miembro interior **22** al miembro exterior **20** y retener además el catalizador **40** dentro del espacio intersticial **12**. De manera alternativa, y como se aprecia mejor en las **Figuras 8 – 11**, puede proveerse un miembro retenedor anular **59** en el miembro de revestimiento interior **22**, adaptado para empalmar un hombro anular **92** en el miembro de revestimiento exterior **20**. Puede además proveerse un anillo de bloqueo **57** a fin de asegurar y retener el miembro de retención **59** y el revestimiento interior asociado **22** dentro del miembro de revestimiento exterior **20**. El anillo de bloqueo **57** posee roscas externas **69** que le permiten ser recibido de manera enroscable (enroscable internamente) en el extremo **60b** del miembro exterior **20**, como se ve mejor en la **Figura 8**. De manera alternativa, el anillo de bloqueo **57** puede ser suministrado con, y el miembro de revestimiento interior **22** asegurado dentro del miembro de revestimiento exterior **20** por uno de los extremos **60b** del mismo cuando otro segmento de revestimiento de pozo **10** se asegura de manera enroscable, como se muestra en la **Figura 11**. Sin embargo, en esta realización, se prefiere el uso de tal anillo de bloqueo **57** enroscado externamente, pues como tal es útil para evitar la remoción inadvertida de dicho miembro de revestimiento interior **22** de dicho miembro de revestimiento exterior **20**.

durante el envío o el transporte de los segmentos de revestimiento de pozo individuales **10**.

5 Preferiblemente en todas las realizaciones del revestimiento de pozo **10** de la presente invención, cada uno de los extremos mutuamente opuestos **60a**, **60b** del revestimiento de pozo exterior **20** posee un extremo enroscado macho exterior **61** y un extremo enroscado hembra (interior) **62** respectivamente, para permitir la conexión enroscada de los extremos respectivos **60a** y **60b** de los segmentos de revestimiento de pozo **10**, como se muestra en las **Figuras 3, 5, 7, 9, y 11**, para
10 formar de esta manera un revestimiento de pozo continuo **6** en el cual producir petróleo **15** a la superficie **13**.

En otra realización de la invención, puede contemplarse que los miembros de revestimiento interior **22** estén acoplados juntos, como se muestra en las **Figuras 8**
15 – **11**. En una primera versión de esta realización alternativa, como se muestra en las **Figuras 8 y 9**, cada uno de los extremos mutuamente opuestos **70a**, **70b** de cada uno de los miembros de revestimiento interior **22** puede poseer extremos no enroscados macho y hembra **71a**, **71b** respectivamente, que pueden ser insertables uno dentro de otro como se muestra en la **Figura 9**, para permitir el
20 acoplamiento fluido de los miembros de revestimiento interior al mismo tiempo del acoplamiento enroscado de los extremos mutuamente opuestos **60a** y **60b** de cada miembro exterior **20**.

En un refinado adicional, y como se muestra en las **Figuras 10 y 11**, cada uno de
25 los extremos mutuamente opuestos **70a**, **70b** en cada miembro de revestimiento interior **22** puede poseer extremos enroscados macho **71a** y hembra **71b** respectivamente, que permiten la conexión enroscada de extremos mutuamente opuestos **70a**, **70b** cuando los extremos mutuamente opuestos **60a**, **60b** en cada revestimiento exterior **20** están conectados de manera enroscada. Tales extremos
30 opuestos enroscados **60a**, **60b** y **70a**, **70b** son cada uno de manera típica una configuración de rosca americana cónica para tubos (NPT, por las siglas en inglés de national pipe thread) del tipo comúnmente usado para tuberías enroscadas en la industria petrolera.

Otros medios para acoplar de manera fluida miembros de revestimiento de pozo **10** serán ahora claramente aparentes para aquellos versados en la materia, y se contemplan además dentro del alcance de esta invención como otros medios alternativos igualmente viables para acoplar de manera fluida segmentos de revestimiento de pozo **10**.

Para un revestimiento de pozo horizontal **10** de 414 metros, se requieren 69 segmentos de revestimiento de pozo conectados **10** cada uno de 6 metros de longitud. Para un espacio anular intersticial de 3,81 cm (1,5 in), cada segmento de revestimiento de pozo **10** contendrá aproximadamente 136,08 kg (300 libras) de catalizador **40**.

La siguiente es una descripción de cómo el petróleo **15** puede ser recolectado y refinado y posteriormente bombeado a la superficie **13**, usando los segmentos de revestimiento de pozo **10** de la presente invención en un sistema de recuperación de hidrocarburos *in-situ* **2**.

Específicamente, en un proceso de recuperación de hidrocarburos *in situ* **2** como puede verse en la **Figura 1**, se perfora por lo menos un pozo de producción **100**, teniendo una extremidad sustancialmente horizontal **101** y un pozo de producción sustancialmente vertical **102** conectado a este, usando técnicas de perforación horizontales y/o direccionales que son ampliamente conocidas y empleadas en el arte de la perforación horizontal. La extremidad sustancialmente horizontal **101** tiene una porción de talón **103** en las proximidades de su conexión al pozo de producción vertical **102** y una porción punta **104** en el extremo opuesto de la extremidad horizontal **101**, estando dicha extremidad horizontal **101** de dicho pozo de producción **100** situada en una parte inferior **105** de una reserva de hidrocarburos **1**. Se provee un pozo de inyección **107**, para inyectar un gas oxidante en una parte superior de la reserva **1**.

Una pluralidad de segmentos de revestimiento de pozo alargados **10** se acoplan entre sí a través de medios de acoplamiento que comprenden porciones enroscadas macho exteriores **61** y porciones enroscadas hembra en los respectivos extremos **60a**, **60b** de los revestimientos de pozo exterior **20**, e insertados a través del pozo de perforación horizontal **3** para formar un revestimiento de pozo horizontal **6** dentro de dicha extremidad horizontal, como se

muestra en las **Figuras 3, 5, 7 y 9**. Cada uno de dichos segmentos de revestimiento de pozo **10** comprende:

5 (a) un miembro exterior alargado substancialmente hueco **20**, que tiene un eje longitudinal **30** y que posee una pluralidad de aberturas **31** en al menos una porción superior de una periferia del mismo, cada uno de un tamaño suficiente para permitir el flujo a través del mismo de un hidrocarburo que fluye en un interior de dicho miembro exterior;

10 (b) un miembro interior alargado sustancialmente hueco **22**, dispuesto de manera concéntrica dentro de un interior de dicho miembro exterior **20** a lo largo de dicho eje **30** del mismo para formar un espacio intersticial **12** entre dicho miembro interior **22** y dicho miembro exterior **20**, teniendo de igual manera una pluralidad de aberturas **41**
15 en una porción de una periferia del mismo para permitir el ingreso de hidrocarburo parcialmente refinado **2** de dicho espacio intersticial **12** dentro de dicho miembro interior **22**;

20 (c) dicho espacio intersticial **12** lleno con un catalizador **40** para refinar y mejorar la fluidez de dicho hidrocarburo cuando dicho hidrocarburo fluye a través de dicho pasaje intersticial **12** y posteriormente dentro de dicho miembro interior **22** a través de las aberturas **41** allí.

25 En el proceso de extracción *in situ* que se muestra en la **Figura 1** que utiliza los segmentos de revestimiento de pozo de la presente invención, se inyecta gas oxidante, tal como aire u oxígeno, a través del pozo de inyección **107** y entra en la formación a través de perforaciones **108** en el pozo **107**. Se provee una fuente de ignición (que no se muestra) para causar la combustión *in situ*. De manera
30 alternativa, la ignición puede ser espontánea tras el calentamiento del petróleo cerca del pozo inyector **107**. Tras la ignición del petróleo, se producen gases de combustión los cuales avanzan progresivamente como un frente de combustión **109**, sustancialmente perpendicular a la extremidad horizontal **101**, en la dirección de la porción punta **104** a la porción talón **105** de la extremidad horizontal **101**, y se drenan los fluidos en el revestimiento de pozo horizontal **6** dentro de dicha
35 extremidad horizontal **101** y dentro de dicho espacio intersticial **12** lleno con el

catalizador **40** y para entrar en contacto con dicho catalizador **40** y de esta manera refinarse. El petróleo refinado y calentado se drena por gravedad y el diferencial de presión en la extremidad horizontal **101**, a saber, el espacio intersticial **12**, donde dicho petróleo **15** es refinado al entrar en contacto con el catalizador **40**, y posteriormente entra en el miembro de revestimiento interior **22**, y en particular el área de volumen interior del mismo **80**, donde tal petróleo es posteriormente bombeado a la superficie **13**.

Un método para la fabricación de segmentos de revestimiento de pozo **10** de la presente invención se expone a continuación.

Para las realizaciones de los segmentos de revestimiento de pozo **10** que se muestra en las **Figuras 3, 5, y 6 – 7**, se sueldan anillos de sello **50** y **54** primero circunferencialmente a los miembros de revestimiento de pozo interior y exterior **20, 22**, respectivamente. El revestimiento de pozo interior **22** se inserta dentro del revestimiento de pozo exterior **20**, estando de manera típica cada uno alineado en una posición vertical, de modo que los anillos de sello **50, 54**, se ubiquen como se muestra en las **Figuras 3, 5, y 6 – 7**. Pueden ubicarse de manera temporal medios espaciadores temporales (no se muestran) alrededor de una periferia del miembro interior **22** al extremo **70b** del mismo para ubicar de manera concéntrica el miembro interior **22** dentro del miembro exterior **20**. Posteriormente se arrojan pelets del catalizador **40** en el espacio intersticial **12**, para llenar tal espacio **12** con el catalizador **40**. A partir de entonces, se remueven los espaciadores temporales, y el miembro de anillo cónico **68** se inserta y se suelda de manera circunferencial en las ubicaciones **72** para retener el miembro interior **22** de manera concéntrica dentro del miembro exterior **20** y retener el catalizador **40** dentro del espacio intersticial **12**.

Para la fabricación de los miembros de revestimiento de pozo **10** de la configuración que se muestra en las **Figuras 12 y 13**, el procedimiento es similar, salvo que sólo un anillo de sello **50** y **54** se suelda respectivamente al revestimiento interior **22** o exterior **20**, según sea el caso.

Para la realizaciones de los segmentos de revestimiento de pozo **10** que se muestran en las **Figuras 8 – 11**, los anillos de sello **50** y **54** se sueldan primero de manera circunferencial a los miembros de revestimiento de pozo interior y exterior

20, 22, respectivamente. El revestimiento de pozo interior 22 se inserta posteriormente dentro del revestimiento de pozo exterior 20, estando de manera típica cada uno alineado en una posición vertical, de modo que los anillos de sello 50, 54, se ubican como se muestra en las Figuras 8 – 11. El anillo de bloqueo 57 se inserta posteriormente como se muestra en las Figuras 8 – 11 para asegurar el miembro interior 22 al miembro exterior 20 en dicho lugar. Posteriormente se arrojan pelets de catalizador 40 en el espacio intersticial 12 a través de la abertura 99 en el anillo de retención anular 59, para llenar ese espacio 12 con el catalizador 40. La abertura 99 puede a partir de entonces, si se desea, sellarse mediante la inserción de un conector (que no se muestra) allí.

Aunque la revelación describe e ilustra las realizaciones preferidas de la invención, debe entenderse que la invención no se limita a estas realizaciones particulares. Muchas variaciones y modificaciones se le ocurrirán ahora a aquellos versados en la materia. Para una definición completa de la invención y el alcance que se pretende, se hace referencia al resumen de la invención y las reivindicaciones adjuntas leídas en junto con y consideradas con la divulgación y los dibujos de este documento.

Fig. 1

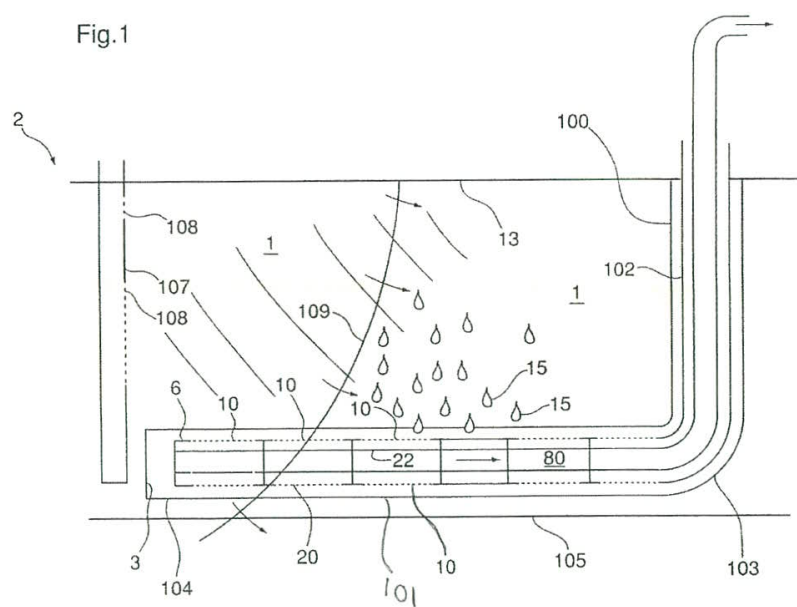


Fig.3

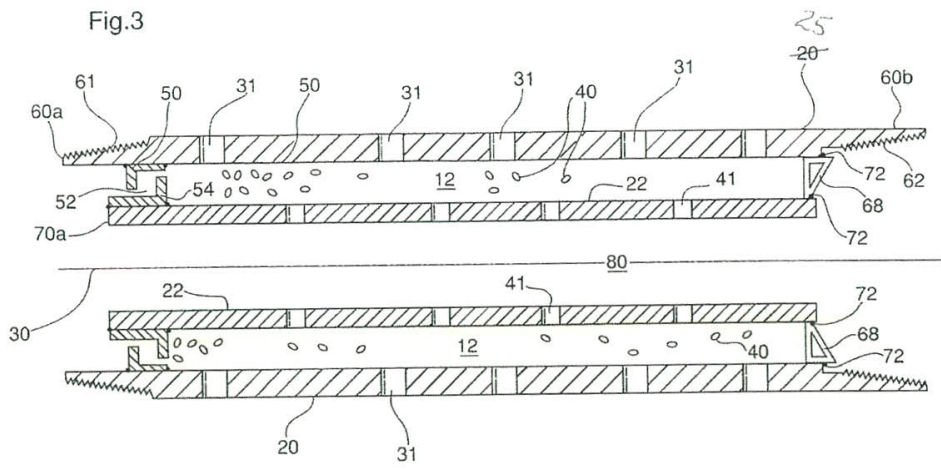


Fig.5

