



No. 13-155548- -00005-0000

Fecha: 2014-11-05 15:07:37
Tra. 11 PATENTEIYII
Act. 523 RESPUESTADep. 2020 DIR.NUEVASCR
Eve: 378 FASENACIONALI
Folios: 87**Clarke, Modet & C^o**

COLOMBIA

P-3846

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

E. S. D.

Re: Expediente No. **13.155.548**
Solicitud de patente a nombre de **IVANHOE ENERGY INC**

Yo, SILVANA MARIA LOPEZ DIAZ identificada como aparece al pie de mi firma, domiciliada en la Carrera 11 No. 86-53, piso 6, obrando como apoderada de la sociedad **IVANHOE ENERGY INC** domiciliada en Canadá, solicitante de la patente de la referencia, en respuesta al oficio No. **9701** notificado por fijación en lista el 12 de agosto de 2014, relacionado con concepto técnico de fondo, me permito manifestar:

1. Con fundamento en la facultad que confiere el artículo 34 de la Decisión 486 al solicitante para modificar la solicitud de patente en cualquier momento del trámite, presento junto con este memorial nuevo capítulo reivindicatorio y nueva memoria descriptiva en los cuales se realizaron las siguientes modificaciones:
 - 1.1 Como primera medida, se colocaron todas las dimensiones que estaban en pulgadas en centímetros. Al igual que se realizó la conversión de las unidades de centistokes a metro cuadrado por segundo dentro de toda la memoria descriptiva.
 - 1.2 De otra parte, se modificó todo el capítulo reivindicatorio con el fin de incluir los números de referencia.
 - 1.3 Se presentan las reivindicaciones de forma clara incluyendo el término "caracterizado porque" en aras de separar la parte caracterizante del preámbulo dentro de cada reivindicación.

En cuanto a estas modificaciones, me permito decir que las mismas no amplían de ninguna manera la materia objeto de la presente solicitud y se realizaron con el ánimo de superar las objeciones de claridad, novedad y nivel inventivo planteadas por el examinador en su concepto técnico.

1/87

Respecto al número de reivindicaciones, atentamente nos permitimos decir que no se paga tasa por reivindicaciones adicionales, toda vez que el nuevo capítulo reivindicatorio corresponde en esencia al mismo anteriormente presentado por el cual se canceló dicha tasa en su debido momento y contiene diez reivindicaciones.

2. Claridad de la solicitud

Respecto a este punto, el solicitante manifiesta que mediante las modificaciones realizadas en el capítulo reivindicatorio y en la descripción, quedan subsanadas la totalidad de las objeciones, de modo tal que las nuevas reivindicaciones y las páginas de la nueva descripción proporcionan claridad y concisión a la invención descrita, siguiendo las recomendaciones realizadas por el examinador en su concepto técnico.

En consecuencia, nos permitimos informar que, las nuevas reivindicaciones 1 a 10 se ajustan a las disposiciones del artículo 30 de la Decisión 486.

3. Novedad

En relación con los argumentos indicados por el señor examinador en su concepto técnico en cuanto a que la antigua reivindicación 1 no cumplía con el requisito de novedad a la luz del documento D1 (US6,455,015), respetuosamente nos permitimos hacer énfasis sobre el hecho que el artículo 16 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina establece que la invención se considera nueva cuando no está comprendida en el estado de la técnica. Si de acuerdo con el espíritu de la norma legal indicada, la invención no se considera como nueva si está "comprendida" en el estado de la técnica, dicha norma se está refiriendo, naturalmente, a la totalidad del invento y no a alguno o a algunos de los componentes. Para que la invención pierda su calidad de novedosa, es claro que ella, TODA ELLA, ha de estar contenida en el "*conjunto de conocimientos existentes que son aplicables al proceso industrial*" como define el estado de la técnica el Tribunal de justicia del Acuerdo de Cartagena (Proceso No. 6-IP-89, sentencia de 31 de octubre de 1989, publicada en Jurisprudencia del Tribunal de Justicia del Acuerdo de Cartagena, Tomo 11, BID-INTAL, Buenos Aires, 1994, página 60).

Esto se conoce como NOVEDAD ABSOLUTA, de conformidad con lo cual para desvirtuar el requisito de novedad de una invención será necesario que lo reivindicado por la invención bajo estudio corresponda de forma total con lo revelado en un documento o anterioridad señalada, conclusión a la que se llega después de un análisis exhaustivo mediante una comparación entre el capítulo reivindicatorio de la invención en estudio y la divulgación de la referencia D1.

Clarke, Modet & C^o

COLOMBIA

Ahora bien, si un determinado elemento, condición o circunstancia de la nueva creación ya hace parte del estado de la técnica no quiere ello decir, desde luego, que la invención deba ser rechazada por carecer del requisito de novedad. No sin razón ha dicho el mencionado Tribunal: *"hay que advertir que toda creación es en cierta forma, producto del estado de la técnica existente, en el sentido de que el inventor ha de tener en cuenta un conjunto de conocimientos técnicos que le permitan crear nuevos procedimientos aplicables a la industria"* (Ibídem, páginas 53 y 54) (el subrayado es nuestro).

Por lo tanto, como mínimo la novedad debe contemplar los siguientes aspectos:

-Que la invención en estudio esté contenida de forma TOTAL y ABSOLUTA en el documento que se menciona como anterioridad o de forma independiente en los documentos que se mencionan como anterioridades.

-Que la invención en estudio puede partir de conocimientos conocidos, caso en el cual habrá que hacer la comparación no de lo conocido sino de lo inédito y novedoso, teniendo que analizarse el valor agregado que aporta la invención con sus nuevas características al campo técnico al cual pertenece la invención en estudio.

Aplicando lo anterior al caso concreto, para que las razones que aduce ese despacho para desvirtuar la novedad fuesen ciertas, sería forzoso que se demostrara que la invención de mi mandante esté comprendida en el estado de la técnica de forma TOTAL, lo cual no sucede con la materia reclamada en las nuevas reivindicaciones.

El señor examinador argumentó que D1 describe y muestra en las Figuras 1 y 3 una boquilla de alimentación (20) que comprende un tubo interior (26) encerrado dentro de un tubo exterior (42) que puede actuar como un escudo térmico. Adicionalmente, se argumentó, que un primer orificio circular (43) que sirve como un orificio de descarga se fabrica en el tubo interior (26) y un orificio circular que permite que el primer conducto (26) pase a través de la placa de extremo (37), está fabricado en el tubo exterior, y el segundo agujero circular tiene un diámetro mayor que el diámetro del orificio (43).

Por otra parte, el examinador argumentó que una punta para extender una vía de flujo en un ángulo de descenso está soldada a una brida (38), la punta soldada que tiene una sección (44, 45) se extiende verticalmente en un ángulo de 90 ° de la tubería interior (26) en el orificio de descarga (43).

Sin embargo, a la luz del nuevo capítulo reivindicatorio, es claro que D1 no describe una punta soldada que está dispuesta conectivamente en el extremo de la tubería interna y el escudo de calor exterior, donde dicha sección soldada en sí

Clarke, Modet & C^o

COLOMBIA

comprende una primera sección que se extiende la trayectoria de flujo en un ángulo declinado y una segunda sección que se extiende en un predeterminado ángulo desde la primera sección hasta el orificio de descarga.

En contraste, la brida soldada (38) de D1 permite que el tubo interior (26) pase a través de ella y, además, el ángulo de la trayectoria de flujo no cambia hacia un decline en el punto de soldadura.

Por lo tanto, existe diferencia entre el nuevo capítulo reivindicatorio y lo reportado en el documento D1. Así las cosas, solicitamos que sea retirada esta objeción.

4. Nivel Inventivo

El examinador establece en su concepto técnico que las antiguas reivindicaciones carecen de nivel inventivo a la luz de los documentos US6,455,015 (D1) y “conocimiento del técnico medio” (D3) y US3,638,932 (D2).

En este sentido, el artículo 18 de la Decisión 486 establece que “*Se considerará que una invención tiene nivel inventivo, si para una persona del oficio normalmente versada en la materia técnica correspondiente, esa invención no hubiese resultado obvia ni se hubiese derivado de manera evidente del estado de la técnica*”.

Así las cosas, es deseo del solicitante manifestar que la presente invención como se encuentra definida en las nuevas reivindicaciones independientes tiene diferencias con el estado del arte, donde estas diferencias se consideran un efecto técnico inesperado y por lo tanto, no hubiesen sido obvias para un experto en la materia, dado que el documento D1 reporta y sugiere que la brida soldada (38) permite que el tubo interior (26) pase a través de ella y, además, enseña que el ángulo de la trayectoria de flujo no cambie hacia un decline en el punto de soldadura.

Por lo tanto, las características técnicas de la boquilla de acuerdo con el nuevo capítulo reivindicatorio no habrían podido ser evidentes para una persona medianamente versada en la materia técnica, toda vez que dicha persona no encontraría motivación alguna a partir de lo indicado en D1 y D2 para modificar las boquillas allí reportadas junto con sus conocimientos y llegar de manera evidente a la presente invención.

En consecuencia, la materia objeto definida en las nuevas reivindicaciones 1 a 10 no se hubiese obtenido de forma obvia a partir de los documentos D1 y D2 en conjunto con los conocimientos de un experto en la materia, con lo que se da cabal cumplimiento a lo establecido en el artículo 18 de la Decisión 486 con relación al nivel inventivo.

Clarke, Modet & Cº

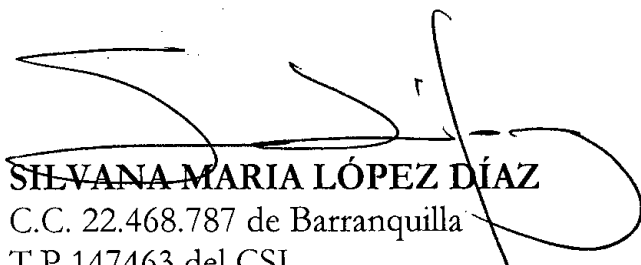
COLOMBIA

5

Habiendo atendido cabalmente las objeciones presentadas por ese despacho, atentamente solicitamos se conceda el privilegio de patente de invención a la solicitud en estudio o si el examinador considera que subsisten razones para objetar la presente invención ruego expedir otro examen de fondo con los debidos motivos y razones que sustenten su objeción con el fin de que mi mandante tenga la posibilidad de exponer sus argumentos con base en la interpretación de los artículos 45 de la Decisión 486 -el cual otorga la facultad al examinador para emitir los exámenes de fondo-, 35 y 59 del Código Contencioso Administrativo que señala que: *“habiéndose dado oportunidad a los interesados para expresar sus opiniones, y con base en las pruebas e informes disponibles, se tomará la decisión que será motivada al menos en forma sumaria si afecta a particulares”* y *“(.) deberá proferirse la decisión definitiva. Esta se motivará en sus aspectos de hecho y de derecho, y en los de conveniencia si es el caso”*, respectivamente (El subrayado es nuestro).

En consecuencia, solicitamos a ese despacho pronunciarse en relación con todos los argumentos presentados en este memorial dando estricta aplicación al principio del debido proceso consagrado en el artículo 29 de la Constitución Nacional

Señor Superintendente,



SILVANA MARIA LÓPEZ DÍAZ

C.C. 22.468.787 de Barranquilla

T.P 147463 del CSJ

notificaciones@clarkemodet.com.co

BOQUILLAS DE ALIMENTACIÓN DE REACTOR MEJORADAS

[0001] La presente solicitud reivindica el beneficio y la prioridad de la Solicitud provisional estadounidense N° de serie 61/428,104, con el título "FEED NOZZLES FOR USE IN THERMAL PROCESSING OF HEAVY HYDROCARBONS
5 FEEDSTOCKS," ["BOQUILLAS DE ALIMENTACIÓN PARA SU USO EN EL PROCESAMIENTO TÉRMICO DE MATERIAS PRIMAS DE HIDROCARBUROS PESADOS,"] presentada el 29 de diciembre de 2011, que se incorpora a la presente en su totalidad mediante esta referencia a todos los efectos.

CAMPO DE LA INVENCION

10 [0002] La presente invención se refiere generalmente al procesamiento térmico rápido de materia prima de petróleo viscoso. Más específicamente, la presente invención se refiere a boquillas de inyección para suministrar materia prima a reactores de pirólisis de corto tiempo de permanencia.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 [0003] Los recursos de bitumen y petróleo pesado contribuyen a la disminución de la producción de petróleo crudo ligero y medio convencional y la producción a partir de estos recursos aumenta a un ritmo constante. Los oleoductos no pueden transportar petróleo crudo a menos que se agreguen diluyentes para reducir su viscosidad y gravedad específica a las especificaciones de los oleoductos. De
20 manera alternativa, se logran propiedades deseables mediante un mejoramiento primario. Sin embargo, los crudos diluidos o crudos sintéticos mejorados son considerablemente diferentes del petróleo crudo convencional. Como resultado, las mezclas de bitumen o crudos sintéticos no se procesan fácilmente en refinerías de craqueo catalítico fluido convencionales. Por lo tanto, en cualquier caso, se
25 debe realizar un procesamiento adicional en refinerías configuradas para manipular materias primas tanto diluidas como mejoradas.

6

[0004] En la técnica se conoce el uso de craqueo catalítico fluido (FCC) u otras unidades para el procesamiento directo de materias primas de bitumen. Sin embargo, muchos compuestos presentes dentro de las materias primas crudas interfieren con estos procesos al depositarse en el propio material de contacto.

- 5 Estos contaminantes de materias primas incluyen metales tales como vanadio y níquel, precursores de coque tales como residuos de carbono (Conradson) y asfaltenos. A menos que los materiales carbonosos se remuevan mediante combustión en un regenerador, los depósitos de estos materiales pueden dar como resultado la intoxicación y la necesidad de remplazar de forma prematura el
- 10 material de contacto. Esto es especialmente cierto para el material de contacto utilizado con procesos de FCC, ya que el craqueo eficiente y el adecuado control de la temperatura del proceso requieren materiales de contacto que comprenden metales o materiales de depósito poco o no combustibles que interfieran con el proceso catalítico.

- 15 [0005] En las boquillas de inyección para materias primas, se puede formar coque en la línea de flujo. Esto con el tiempo puede dar como resultado un menor pasaje de líquido y gas de dispersión que puede incluir, de modo no taxativo, vapor, gas de producto, gas de combustión, nitrógeno, dióxido de carbono en la boquilla de mezcla, lo que da como resultado un aumento de la caída de la presión
- 20 sobre la boquilla de mezcla.

- [0006] Además, es común precalentar una materia prima de petróleo para potenciar la vaporización y el craqueo del petróleo en una unidad de separación. Cuando la materia prima se calienta de esta manera, parte del petróleo se vaporiza antes de introducirse en una boquilla para su dispersión. Por lo tanto, la
- 25 corriente de materia prima puede comprender un flujo de dos fases que consiste en vapor y vapor de petróleo, por un lado, y petróleo líquido cuando se inyecta en la boquilla para su dispersión. La dispersión de fluidos de dos fases aumenta el
- 

desgaste de la boquilla. Además, la dispersión de la boquilla de un fluido de dos fases da como resultado una dispersión menos eficaz que cuando se introduce una sola fase líquida a la boquilla. Además, los tapones de líquido y gas emitidos desde la boquilla pueden interrumpir momentáneamente la relación de portador de calor sólido a petróleo en la unidad, cambiando la distribución del producto. Claramente se deseará proporcionar un aparato y proceso en que la fase líquida de una corriente de materia prima de hidrocarburo de dos fases pueda estar completamente dispersada al introducirse en el reactor para entrar en contacto con el portador de calor sólido.

10

SUMARIO DE LA INVENCION

[0007] Se divulgan boquillas de alimentación de reactor mejoradas. De acuerdo con una realización, una boquilla de alimentación comprende una tubería interior encerrada en una tubería de escudo de calor exterior, un primer agujero circular fabricado en la tubería interior, el primer agujero circular tiene un primer diámetro y sirve como un agujero de descarga, un segundo agujero circular fabricado en la tubería de escudo de calor exterior, el segundo agujero circular tiene un segundo diámetro, donde el segundo diámetro es mayor que el primer diámetro y una punta soldada para extender una vía de flujo en un ángulo decreciente; la punta soldada tiene una sección que se extiende en un ángulo predeterminado desde la tubería interior al agujero de descarga.

[0008] Los sistemas, métodos, rasgos y ventajas de la invención serán o se volverán evidentes para un experto en la técnica tras examinar figuras y descripción detallada que siguen. Se pretende que todos dichos métodos, rasgos y ventajas adicionales se incluyan en esta descripción, estén dentro del alcance de la invención y estén protegidos por las reivindicaciones adjuntas. También se

P-3846

Descripción y Rvs modificadas

Noviembre 5, 2014

pretende que la invención no se limite a requerir los detalles de los ejemplos de realizaciones.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

[0009] Los dibujos adjuntos, que se incluyen como parte de la presente memoria descriptiva, ilustran la realización actualmente preferida y, junto con la descripción general que antecede y la descripción detallada de la realización preferida que
5 sigue, sirven para explicar y enseñar los principios de la presente invención.

[00010] La **Figura 1** ilustra un diseño de reactor de la técnica previa.

[00011] La **Figura 2** ilustra un ejemplo de diseño de reactor para su uso con el presente sistema, de acuerdo con una realización.

[00012] La **Figura 3** ilustra un ejemplo de configuración de reactor para su uso
10 con el presente sistema, de acuerdo con una realización.

[00013] La **Figura 4** ilustra una boquilla de alimentación de la técnica previa.

[00014] La **Figura 5** ilustra una vista detallada de una configuración de boquilla de alimentación de la técnica previa en un reactor.

[00015] La **Figura 6** ilustra una vista desde abajo de una configuración de
15 boquilla de alimentación de la técnica previa en un reactor.

[00016] La **Figura 7A** ilustra una vista lateral de una boquilla de alimentación de la técnica previa.

[00017] La **Figura 7B** ilustra una vista frontal o superior de una boquilla de alimentación de la técnica previa.

20 [00018] La **Figura 7C** ilustra una tubería interior de una boquilla de alimentación de la técnica previa sin un escudo de calor.

[00019] La **Figura 7D** ilustra un escudo de calor de boquilla de alimentación de la técnica previa.

[00020] Las **Figuras 8A y 8B** ilustran un patrón de pulverización producido por
25 un diseño de boquilla de alimentación de la técnica previa ilustrado en las **Figuras 7A-7D**.

[00021] La **Figura 9** ilustra los defectos ocasionados por un patrón de pulverización irregular producido por una boquilla de alimentación de la técnica previa tal como se ilustra en las **Figuras 7A-7D**.

5 [00022] La **Figura 10A** ilustra una vista lateral de un ejemplo de boquilla de alimentación de reactor mejorada, de acuerdo con una realización.

[00023] La **Figura 10B** ilustra una vista frontal o superior de un ejemplo de boquilla de alimentación de reactor mejorada, de acuerdo con una realización.

[00024] La **Figura 11A** ilustra una vista lateral de un ejemplo de tubería interior de boquilla de alimentación de reactor mejorada, de acuerdo con una realización.

10 [00025] La **Figura 11B** ilustra una vista frontal o superior de un ejemplo de tubería interior de boquilla de alimentación de reactor mejorada, de acuerdo con una realización.

[00026] La **Figura 11C** ilustra una vista frontal o superior de un ejemplo de boquilla de alimentación de reactor con escudo de calor mejorada, de acuerdo con
15 una realización.

[00027] Las **Figuras 12A y 12B** ilustran un análisis de un ejemplo de patrón de pulverización producido por un ejemplo de boquilla de alimentación de reactor mejorada de acuerdo con las **Figuras 10A-11C**.

[00028] La **Figura 13A** ilustra una vista lateral de un ejemplo de boquilla de
20 alimentación mejorada, de acuerdo con una realización.

[00029] La **Figura 13B** ilustra una vista frontal o superior de un ejemplo de boquilla de alimentación mejorada, de acuerdo con una realización.

[00030] La **Figura 14** ilustra un patrón de pulverización de un ejemplo de boquilla de alimentación de reactor de acuerdo con las **Figuras 13A y 13B**.

25 [00031] La **Figura 15A** ilustra una vista lateral de otro ejemplo de boquilla de alimentación de reactor mejorada, de acuerdo con una realización.

11

[00032] La **Figura 15B** ilustra una vista frontal o superior de otro ejemplo de boquilla de alimentación de reactor mejorada, de acuerdo con una realización.

[00033] La **Figura 16** ilustra un patrón de pulverización de un ejemplo de boquilla de alimentación de reactor de acuerdo con las Figuras **15A** y **15B**.

5 [00034] La **Figura 17A** ilustra una vista lateral de otro ejemplo de boquilla de alimentación de reactor mejorada, de acuerdo con una realización. La **Figura 17B** ilustra una vista frontal o superior de otro ejemplo de boquilla de alimentación de reactor mejorada, de acuerdo con una realización.

10 [00035] La **Figura 18** ilustra un patrón de pulverización de un ejemplo de boquilla de alimentación de reactor de acuerdo con las Figuras **17A** y **17B**.

[00036] La **Figura 19** ilustra un flujo de dos fases de una boquilla de alimentación de reactor de la técnica previa.

15 [00037] La **Figura 20A** ilustra una vista lateral de otro ejemplo de boquilla de alimentación de reactor mejorada, de acuerdo con una realización. La **Figura 20B** ilustra una vista frontal o superior de otro ejemplo de boquilla de alimentación de reactor mejorada, de acuerdo con una realización.

[00038] La **Figura 21** ilustra un patrón de pulverización de un ejemplo de boquilla de alimentación de reactor de acuerdo con las Figuras **20A** y **20B**.

20 [00039] Cabe destacar que las figuras no están necesariamente dibujadas a escala y que los elementos de estructuras o funciones similares se representan generalmente mediante números de referencia similares a efectos ilustrativos en todas las figuras. Cabe destacar también que las figuras solo pretenden facilitar la descripción de las diversas realizaciones descritas en la presente. Las figuras no necesariamente describen cada aspecto de las enseñanzas divulgadas en la
25 presente y no limitan el alcance de las reivindicaciones.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

[00040] Se divulgan boquillas de alimentación de reactor mejoradas. De acuerdo con una realización, una boquilla de alimentación comprende una tubería interior encerrada en una tubería de escudo de calor exterior, un primer agujero circular
5 fabricado en la tubería interior, el primer agujero circular tiene un primer diámetro y sirve como un agujero de descarga, un segundo agujero circular fabricado en la tubería de escudo de calor exterior, el segundo agujero circular tiene un segundo diámetro, donde el segundo diámetro es mayor que el primer diámetro y una punta soldada para extender una vía de flujo en un ángulo decreciente; la punta soldada
10 tiene una sección que se extiende en un ángulo predeterminado desde la tubería interior al agujero de descarga.

[00041] La presente divulgación proporciona un aparato o montaje de boquilla de inyección que es capaz de producir un flujo excelente, constante y regular de una mezcla de un gas (por ej., un gas que contiene hidrógeno, gas de reciclaje de
15 producto, gas de combustión, nitrógeno, dióxido de carbono y vapor) y un líquido (por ej., un hidrocarburo líquido) en un reactor sin los defectos asociados con los aparatos de la técnica previa y un método para usarlo. El objetivo del reactor es convertir una materia prima de petróleo pesado en un producto final más liviano, mediante una reacción de pirólisis (craqueo térmico) dentro de un sistema de
20 reactor de transporte de portador de calor sólido y lecho circulante.

[00042] La presente divulgación proporciona además una boquilla de inyección mejorada que proporciona una distribución uniforme de líquido de materia prima en el reactor, de forma tal que haya un aumento en el porcentaje del tamaño de
pequeñas gotitas en la distribución del tamaño de gotitas de la materia prima que
25 ingresa en el reactor.

[00043] La presente divulgación proporciona además una boquilla de inyección mejorada que proporciona un flujo dispersado homogéneo de material hacia el

reactor y una boquilla de inyección mejorada que proporciona un mejor contacto de portador de calor sólido con una disminución en la formación de coque libre desde la boquilla de inyección a través de la línea de flujo del reactor.

[00044] La presente invención logra sus objetivos deseados proporcionando una boquilla de inyección para un rápido procesamiento térmico y una mejora de materias primas de hidrocarburo pesado viscoso. La boquilla de inyección incluye un primer miembro tubular que tiene un agujero tubular y una estructura que define al menos una abertura y al menos un segundo miembro tubular que tiene un agujero tubular y que está unido al primer miembro tubular de forma tal que el agujero tubular se comuniquen con dicha al menos una abertura. Dicho al menos un miembro tubular tiene un par de extremos abiertos. El miembro tubular tiene un eje tubular y la abertura tubular que tiene un eje de abertura que es generalmente normal al eje tubular y una abertura que es perpendicular al eje tubular. La presente invención logra además sus objetivos deseados al proporcionar en líneas generales un reactor que comprende un recipiente con una pared cilíndrica interna y el montaje de distribuidor está sujeto a la pared cilíndrica interna del recipiente.

[00045] La boquilla de inyección de la presente invención se utiliza en los procesos para mejorar materias primas de bitumen y petróleo pesado que implican una mejora química parcial o un leve craqueo de las materias primas. Estos procesos también reducen los niveles de contaminantes dentro de las materias primas, mitigando así la contaminación de materiales de contacto catalítico tales como los usados en el craqueo catalítico fluido, hidrotratamiento o hidrocrqueo con componentes presentes en las materias primas de bitumen o petróleo pesado. Tales procesos y/o métodos y los aparatos y productos relacionados se describen en la patente estadounidense N° 7,572,365; patente estadounidense N° 7,572,362; patente estadounidense N° 7,270,743; patente estadounidense N° 5,792,340; patente estadounidense N° 5,961,786; patente

14

estadounidense N° 7,905,990 y solicitudes de patente estadounidense pendientes N° de serie 12/046,363 y 09/958,261, incorporadas a la presente en su totalidad mediante esta referencia.

[00046] Tal como se describe en la patente estadounidense N° 5,792,340
5 (incorporada a la presente en su totalidad mediante esta referencia), para el presente tipo de sistema de reactor de pirólisis, se necesita un sistema de dispersión de alimentación para las materias primas líquidas. Se introduce gas de transporte (gas de elevación) al reactor a través de una cámara de distribución ubicada por debajo de una placa de distribución de gas. El objetivo del sistema de
10 dispersión de alimentación es lograr una condición de transferencia de calor más eficaz para las materias primas líquidas mediante la reducción del tamaño de las gotitas de la alimentación líquida para aumentar la relación de área de superficie a volumen. El objetivo de la placa de distribución de gas de elevación (placa de distribuidor) es proporcionar el régimen de flujo óptimo de gas para elevar el
15 portador de calor sólido a través del reactor y que facilita la mezcla del portador de calor sólido y alimentación.

[00047] "Materia prima" o "materia prima de hidrocarburo pesado" se refiere generalmente a aceite derivado de petróleo de alta densidad y viscosidad denominado generalmente (de modo no taxativo) crudo pesado, petróleo pesado,
20 bitumen (arenas petrolíferas) o residuo de refinería (petróleo o asfalto). Sin embargo, el término "materia prima" también puede incluir las fracciones de fondo de aceites crudos de petróleo, tales como fondos de torre atmosférica o fondos de torre de vacío. Además, la materia prima puede comprender cantidades considerables de BS&W (sedimento de fondo y agua) por ejemplo, de modo no
25 taxativo, un contenido de BS&W de 0,5% en peso. Las materias primas preferidas son bitumen y petróleo pesado. Las realizaciones de la invención también se pueden aplicar a la conversión de otras materias primas incluyendo, de modo no



taxativo, plásticos, polímeros, hidrocarburos, petróleo, carbón, esquisto, materias primas de refinería, bitúmenes, petróleo ligero, placas de alquitrán, carbón pulverizado, biomasa, suspensiones de biomasa y líquidos de biomasa de cualquier mezcla y material orgánico. Preferentemente, las materias primas de biomasa es una materia prima de madera seca, que puede estar en la forma de aserrín, pero los materiales de biomasa de fase de vapor (fase de gas) y líquida se pueden procesar de manera eficaz en el sistema de conversión térmica rápida usando un sistema de alimentación de fase líquida o de vapor alternativo. Los materiales de materias primas de biomasa que se pueden usar incluyen, de modo no taxativo, madera dura, madera blanda, corteza, residuos de agricultura y silvicultura y otras materias primas carbonosas de biomasa.

[00048] La **Figura 1** ilustra un diseño de reactor de la técnica previa. El diseño de reactor 100 incluye un reactor tubular 101 donde el gas de recirculación o elevación 102 ingresa en un punto mínimo 102a. El portador de calor sólido regenerado 103 ingresa en un punto levemente mayor 103a y el líquido de alimentación de reactor 104 se introduce en un punto máximo 104a. El portador de calor sólido de coque/gastado, productos y otros gases y partículas 105 emanados de la parte superior del reactor ingresan en un separador de ciclón 106 donde los gases (vapor de producto y otros gases) y sólidos (portador de calor sólido y partículas) se separan. El vapor de producto y otros gases siguen corriente abajo del proceso para una separación adicional de los productos 107. La corriente de sólidos 108 ingresa en un sistema de recalentamiento 109 (sistema de recalentamiento 109 no ilustrado en la figura pero un experto en la técnica comprenderá la inclusión en el sistema). El portador de calor sólido se regenera y luego pasa a través de una sección lateral para transportar el portador de calor sólido regenerado 103 nuevamente al reactor 101.

16

[00049] La **Figura 2** ilustra un ejemplo de diseño de reactor para su uso con el presente sistema, de acuerdo con una realización. De manera similar al reactor de la técnica previa 100 ilustrado en la **Figura 1**, el diseño del reactor 200 incluye un reactor tubular 201 donde el gas de recirculación o elevación 202 ingresa en un punto mínimo 202a. El portador de calor sólido regenerado 203 ingresa en el reactor 200 en un punto levemente mayor 203a. Se introduce líquido de alimentación de reactor 204 a través de una boquilla de alimentación 204b en un punto máximo 204a en relación con los puntos de entrada del gas de elevación (202a) y portadores de calor sólido (203a). El portador de calor sólido de coque/gastado, productos y otros gases y partículas 205 emanados de la parte superior del reactor ingresan en un separador de ciclón 206 donde los gases (vapor de producto y otros gases) y sólidos (portador de calor sólido y partículas) se separan. El vapor de producto y otros gases siguen corriente abajo del proceso para una separación adicional de los productos 207. Los sólidos vuelven a ingresar en el sistema de reactor 208, el portador de calor sólido se regenera y luego una sección lateral transporta el portador de calor sólido regenerado 203 nuevamente al reactor. Un experto en la técnica comprenderá que los métodos específicos para la regeneración del portador de calor sólido y su transporte nuevamente al reactor pueden tener variaciones entre realizaciones sin apartarse del alcance de la presente divulgación.

[00050] El desempeño del diseño de reactor de la técnica previa 100 ilustrado en la **Figura 1** se puede evaluar mediante propiedades que indican la eficacia de una configuración particular del equipo. Las propiedades ilustran la distribución del material de alimentación en productos tanto deseables como menos deseables, así como propiedades físicas del producto final. Los productos resultantes deseables incluyen cualquier líquido de hidrocarburo que permanece del proceso de craqueo térmico, debido a que el líquido se puede recuperar para mezclarse en

X

el producto final o volver a procesarse. Mientras tanto, el coque y el gas son materiales de menor valor menos deseables que remplazan el gas natural para la generación de vapor o electricidad, dependiendo de la ubicación.

- [00051] Una configuración que usa el diseño de la técnica previa 100 que procesaba materia prima de bitumen de Athabasca incluía la temperatura de reactor fijada a 525 °C (temperatura de funcionamiento típica), contenido de vanadio crudo total de bitumen de Athabasca: 209 ppm y contenido de Vanadio de producto de ejecución: 88 ppm y contenido de níquel de crudo total de bitumen de Athabasca: 86 ppm y contenido de níquel de producto de ejecución: 24 ppm. La
- 10 Tabla 1 ilustra las propiedades obtenidas.

API	Rendimiento líquido (%) en peso)	Viscosidad a 40 °C (cSt)	Remoción de vanadio (% en peso)	Remoción de níquel (% en peso)
12,9	74,4	201 (2.01×10^{-3} m ² /s)	68,7	79,2

Tabla 1: Propiedades de ejecución de bitumen de Athabasca de diseño de reactor de la técnica previa a 525 °C.

- [00052] Las propiedades que se muestran en la **Tabla 1** sirven como una línea de base para comparaciones de diseño en toda la presente divulgación, con
- 15 énfasis en las boquillas de alimentación de reactor. Cabe destacar que la línea de base es para un punto de referencia de la patente estadounidense N° 7,572,365 y no necesariamente para comparaciones directas.

- [00053] La **Figura 3** ilustra un ejemplo de configuración de reactor para su uso con el presente sistema, de acuerdo con una realización. El reactor 301 es un
- 20 recipiente tubular vertical que tiene un extremo superior 301b y un extremo inferior 301a. El gas del producto reciclado (gas de elevación) 302 se diseña para ingresar en el reactor en un punto mínimo 302a desde la parte más inferior 301a. El portador de calor sólido regenerado 303 ingresa en el reactor 301 en una posición levemente mayor 303a y finalmente la alimentación de petróleo pesado 304

46

ingresa en el reactor 301 a través de una boquilla de alimentación 304b en un punto 304a por encima de la entrada del portador de calor sólido 303a.

[00054] El gas de elevación sale primero de la tubería hacia la caja de viento 305, una estructura cilíndrica corta con un cuenco inferior construido directamente por debajo del reactor tubular 301. De acuerdo con una realización, el cilindro de caja de viento 305 abarca un diámetro de 14 pulgadas (35.56 cm) y se conecta mediante bridas 307 y 308 a la parte inferior 301a del reactor tubular 301, que tiene 4 pulgadas (10.16 cm) de diámetro. Una placa de distribuidor 306 está ubicada entre la parte inferior del reactor 301a y la caja de viento 305 y se mantiene unida por las bridas 307 y 308. A medida que el gas de elevación 302 sale de la caja de viento 305, pasa a través de la placa de distribuidor 306 e ingresa en el reactor 301 de 4" de diámetro. La placa de distribuidor 306 modifica las características de flujo del gas de elevación 302 que ingresa en el reactor 301, a través de la configuración de agujeros en la placa de distribuidor 301.

[00055] Las **Figuras 4 y 5** ilustran un diseño de boquilla de alimentación de la técnica previa. La **Figura 6** ilustra una vista desde abajo de una configuración de boquilla de alimentación de la técnica previa en un reactor. Un diseño de boquilla de alimentación de la técnica previa 400 incluye una boquilla de alimentación 401 insertada horizontalmente en un reactor tubular 201. La boquilla de alimentación 401 está posicionada perpendicular (ángulo recto o 90 grados) a una dirección de flujo vertical de gas de elevación y portador de calor sólido 402. La boquilla de alimentación 401 se extiende una distancia de aproximadamente un radio del reactor 201. La alimentación sale de la boquilla de alimentación 401 creando una pulverización de alimentación 403 y una parte 404 de la pulverización de alimentación 403 que no entra en contacto con el portador de calor sólido entra en contacto con una pared de reactor 201 frente a la boquilla de alimentación 401.

19

[00056] La **Figura 7A** ilustra una vista lateral de una boquilla de alimentación de la técnica previa. La **Figura 7B** ilustra una vista frontal o superior de una boquilla de alimentación de la técnica previa. Una boquilla de alimentación de la técnica previa 700 incluye una tubería de extremo cerrado de acero inoxidable 701 de diámetro exterior (OD) de 0,25 (1/4") pulgadas (0.635 cm) y diámetro interior (ID) de 0,15 (0,05" de espesor de pared (0.127 cm)). La tubería de 1/4" (0.635 cm) 701 se encierra en un escudo de calor 702. El escudo de calor 702 es una tubería mayor de extremo cerrado que tiene un OD de 0,5 pulgadas (1.27 cm) y un ID de 0,4 pulgadas (1.016 cm) (0,05" de espesor de pared (0.137 cm)). A 0,375 (3/8") (0.9525 cm) pulgadas del extremo de la tubería exterior, un agujero de 0,1563 (5/32") pulgadas (0.38 cm) de diámetro 703 se fabrica en la tubería interior 701 para servir como el agujero de descarga de boquilla 703 y un agujero de 0,375 (3/8") pulgadas (0.9525 cm) de diámetro 704 se fabrica en el escudo de calor 702, directamente por encima del agujero de descarga de boquilla 703. Las formas de los agujeros tanto interior 703 como exterior 704 son circulares. La **Figura 7C** ilustra una tubería interior de boquilla de alimentación de la técnica previa sin un escudo de calor y la **Figura 7D** ilustra un escudo de calor de boquilla de alimentación de la técnica previa.

[00057] Un método para evaluar el desempeño de una boquilla de alimentación del reactor es evaluar su capacidad de dispersar el material de alimentación en partículas de portador de calor sólido. Una evaluación aproximada del desempeño se logra observando un patrón de pulverización de una corriente de líquido descargada de una boquilla de alimentación.

[00058] Las **Figuras 8A y 8B** ilustran un patrón de pulverización producido por un diseño de boquilla de alimentación de la técnica previa ilustrado en las **Figuras 7A-7D**.

20

[00059] Tal como se observa en las **Figuras 8A y 8B**, la corriente de descarga de líquido de la boquilla de alimentación 700 presenta un patrón de pulverización general que tiene una forma aproximadamente cónica. El patrón de pulverización general indica que la boquilla 700 es capaz de dispersar adecuadamente el líquido en gotitas más finas, dado un volumen suficiente para que el líquido se expanda a medida que se desplaza alejándose de la boquilla 700. Tras una inspección más profunda, se puede observar que la mayoría de la corriente de descarga de líquido se concentra cerca de la mitad frontal del patrón de pulverización general (cono). Las líneas punteadas destacan la corriente de pulverización general 801 y las líneas sólidas destacan la corriente de pulverización líquida a granel 802.

[00060] Mientras que la boquilla 700 es capaz de dispersar la corriente de líquido, la boquilla 700 vaporiza más líquido hacia la pared del reactor en el lado opuesto al puerto de boquilla de alimentación. Probablemente esto se deba al hecho de que el flujo de líquido a través de la boquilla 700 es horizontal hasta que el líquido sale de la boquilla 700 a través del agujero de descarga 704 en el lado del conducto de la boquilla 700, sin pasar por ninguna sección que pueda redirigir el flujo verticalmente.

[00061] La **Figura 9** ilustra los defectos ocasionados por un patrón de pulverización irregular producido por una boquilla de alimentación de la técnica previa tal como se ilustra en las **Figuras 7A-7D**. Las mediciones de acumulaciones de sólidos 901 se toman para ilustrar el patrón de pulverización de la boquilla de alimentación de la técnica previa 700. Se sabe que un recubrimiento de sólidos finos depositados del material de petróleo de alimentación en la pared del reactor provoca la posterior acumulación de sólidos y productos de reacción. Por lo tanto, se desea reducir cualquier contacto directo de superficies de alimentación y pared del reactor. Si bien la boquilla de alimentación de la técnica previa 700 es capaz de dispersar el material de petróleo de alimentación en gotitas

21

más pequeñas, lo que facilita la mezcla y transferencia de calor con las partículas del portador de calor sólido fluidizado, lo hace transmitiendo gotitas líquidas dispersadas a un gran volumen. Dado el volumen limitado disponible dentro del ejemplo de reactor de diámetro interior de 4 pulgadas (10.16 cm), una cantidad importante de petróleo de alimentación con material sólido fino se pulveriza en la pared del reactor.

[00062] Otro método para evaluar el desempeño de una boquilla de alimentación es determinar el tamaño de las gotitas de la descarga de líquidos de la boquilla. A estos efectos, una investigación de los parámetros que describen la dispersión de la alimentación al reactor usando nitrógeno se realizó usando agua y gas N₂ a condiciones ambiente. Cada ejecución de experimento produjo una distribución de tamaño de gotita característica. Se usó la correlación de El-Shanawany y Lefebvre para el flujo de dos fases en boquillas de pulverización (más representativas de la boquilla 700), para calcular los principales parámetros de la respectiva distribución de tamaño de gotitas. Los datos usados y los resultados de distribución de tamaño de gotitas de agua se muestran en la **Tabla 2**.

[00063] Para describir el espectro de gotitas que se ven en las ejecuciones de prueba, la distribución chi cuadrado se usa comúnmente en experimentos de este tipo.

P, psig	T, C	Flujo de agua, lb/h	Flujo de N ₂ , lb/h	Diám. gotita Sauter μm	Diám. Medio de Vol de gotita Dvm, μm	Diám. Máx. de gotita Dmáx, μm
15	25	40,1	2,0	556	741	1852
15	25	65,2	2,0	538	717	1793
15	25	50,2	3,0	233	311	778
15	25	50,2	4,0	127	170	424
15	25	35,1	4,0	129	172	429
30	25	75,2	2,0	622	829	2072
30	25	80,3	2,0	616	821	2053
30	25	70,2	3,0	273	364	910
30	25	100,3	3,0	263	350	876
30	25	70,2	3,0	273	364	910

30	25	100,3	4,0	146	195	488
30	25	70,2	4,0	151	201	502
30	25	95,3	4,0	147	196	490

Tabla 2: Datos y resultados de distribución de tamaño de gotitas de agua de la boquilla 700.

- [00064] Usando los datos de distribución de tamaño de gotitas de agua como
- 5 base la distribución de tamaño de gotitas de aceite de bitumen de Athabasca se extrapola aplicando la viscosidad y tensión de superficie de bitumen de Athabasca en condiciones de reactor. Además, debido a que la alimentación se inyecta a altas velocidades y el volumen total de fluido tiene un área de transferencia de calor pequeña para intercambiar calor con sus alrededores hasta que se pulverice,
- 10 se tomó una temperatura de 250 °C como promedio para evaluar las propiedades del bitumen de Athabasca y nitrógeno. Los datos usados y los resultados de distribución de tamaño de gotitas de aceite de bitumen de Athabasca se muestran en la **Tabla 3**.

P psig	T,C	Flujo de petró leo, lb/h	Flujo de N ₂ , lb/h	Viscosida d de petróleo en condicion es del reactor, cP	Tensión de superfici e de petróleo en condicio nes del reactor, dina/cm	Diám. de gotitas de Sauter D32, µm	Diám. Medio de Vol de gotita Dvm, µm	Diám. Máx de gotita Dmáx, µm
15	250	40,1	2,0	13,5	18,1	754	1005	2513
15	250	65,2	2,0	13,5	18,1	730	973	2433
15	250	50,2	3,0	13,5	18,1	317	422	1056
15	250	50,2	4,0	13,5	18,1	173	230	576
15	250	35,1	4,0	13,5	18,1	175	233	582
30	250	75,2	2,0	13,5	18,1	843	1124	2811
30	250	80,3	2,0	13,5	18,1	836	1114	2785
30	250	70,2	3,0	13,5	18,1	370	494	1234
30	250	100,3	3,0	13,5	18,1	357	475	1189
30	250	70,2	3,0	13,5	18,1	370	494	1234
30	250	100,3	4,0	13,5	18,1	199	265	662
30	250	70,2	4,0	13,5	18,1	204	272	681
30	250	95,3	4,0	13,5	18,1	199	266	665

Tabla 3: Datos y resultados de distribución de tamaño de gotitas de aceite de bitumen de Athabasca de la boquilla 700.

[00065] Se determinó a partir del análisis de tamaño de partículas que el portador de calor sólido (arena de Ottawa F-17) usado en el proceso es de aproximadamente 360 micrones en promedio (diámetro de Sauter). De las condiciones de ejecución comunes (velocidad de flujo de alimentación de entre 30 y 60 lb/hr y flujo de N₂ de 2 a 4 lb/hr) mostradas en la Tabla 3, la boquilla 700 es capaz de producir tamaños de gotitas más pequeños que el tamaño de portador de calor sólido con velocidades de flujo de 50,2 lb/hr (0.37 kg/s) y 35,1 lb/hr (0.26 kg/s), con un flujo de nitrógeno de dispersión de 3 lb/hr (0.022 Kg/s) y 4 lb/hr (0.03 Kg/s). Sin embargo, para las condiciones de ejecución más comunes (flujo de N₂ de 2 lb/hr), la boquilla 700 solo es capaz de producir gotitas con el doble de diámetro del portador de calor sólido.

[00066] En teoría, a efectos de lograr craqueo térmico, un menor tamaño de gotitas en relación con el tamaño del portador de calor sólido da como resultado una transferencia de calor más eficaz. Esto se debe a la mayor relación de área de

24

superficie a volumen de cada gotita, así como la mayor probabilidad de que cada partícula de portador de calor sólido interactúe con múltiples sustratos (gotitas). La **Tabla 4** demuestra esta teoría.

Parámetros	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Tamaño de micrones	500	100	30
Cantidad relativa de gotitas	1	125	4630
Gotitas de aceite por partícula de catalizador	0,001	0,11	4
Tiempo de vaporización, miliseg			
A 50% de vaporización	220	11	4
A 50% de vaporización	400	20	8

5 **Tabla 4:** Efecto de la dispersión de alimentación

[00067] Para maximizar la eficacia del proceso de craqueo térmico, es favorable maximizar la mezcla del petróleo de alimentación del reactor con las partículas del portador de calor sólido fluidizado y al mismo tiempo reducir la pulverización de
10 petróleo de alimentación de reactor con sólidos finos en la pared interior del reactor. Por lo tanto, en la presente se divulgan boquillas de alimentación de forma tal que la dirección general de la descarga de petróleo de alimentación del reactor sea paralela a la dirección de flujo del portador de calor sólido fluidizado (hacia arriba a través del reactor tubular vertical), donde el punto de descarga (entrada
15 de petróleo de alimentación) está ubicado en el centro de una sección transversal del reactor.

[00068] La **Figura 10A** ilustra una vista lateral de un ejemplo de boquilla de alimentación de reactor mejorada, de acuerdo con una realización. La **Figura 10B** ilustra una vista frontal o superior de un ejemplo de boquilla de alimentación de
20 reactor mejorada, de acuerdo con una realización. Una boquilla de alimentación de reactor mejorada 1000 incluye una tubería interior de extremo cerrado de acero inoxidable 1001 que tiene un diámetro exterior (OD) y un diámetro interior (ID). La tubería interior 1001 se encierra en un escudo de calor 1002. El escudo de calor 1002 tiene un diámetro exterior (OD₂) y un diámetro interior (ID₁) y es una tubería

25

de extremo cerrado mayor que la tubería interior 1001. A una longitud predeterminada desde un extremo 1002a de la tubería exterior o escudo de calor 1002, se fabrica un agujero 1003 que tiene un diámetro d_i en la tubería interior 1001 para servir como el agujero de descarga de la boquilla 1000. Se fabrica un
5 agujero 1004 que tiene un diámetro d_o en el escudo de calor 1002 directamente por encima del agujero de descarga de boquilla 1003.

[00069] El agujero de descarga 1003 también consiste en 8 agujeros semicirculares 1005 (o "pétalos") que tienen un diámetro d_h (en este ejemplo de 0,03125 (1/32") pulgadas de diámetro (0.08 cm)), fabricado alrededor de un
10 agujero circular de 0,1563 pulgadas (0.397 cm) de diámetro (por ejemplo) 1006, para formar un agujero de descarga de boquilla final 1003 con una forma similar a un trébol con una distribución uniforme de 8 pétalos (en este ejemplo). El agujero de descarga de boquilla 1003 con forma de trébol se diseña para usar los extremos dentados del trébol para crear dispersión de líquidos.

15 [00070] La **Figura 11A** ilustra una vista lateral de un ejemplo de tubería interior de boquilla de alimentación de reactor mejorada, de acuerdo con una realización. La **Figura 11B** ilustra una vista frontal o superior de un ejemplo de tubería interior de boquilla de alimentación de reactor mejorada, de acuerdo con una realización. La **Figura 11C** ilustra una vista frontal o superior de un ejemplo de boquilla de
20 alimentación de reactor con escudo de calor mejorada, de acuerdo con una realización.

[00071] Las **Figuras 12A y 12B** ilustran un análisis de un ejemplo de patrón de pulverización producido por un ejemplo de boquilla de alimentación de reactor mejorada de acuerdo con las **Figuras 10A-11C**.

25 [00072] La corriente de descarga de líquidos de la boquilla 1000 presenta un patrón de pulverización general 1201 que se asemeja a un cono irregular que se extiende hacia afuera en dirección opuesta a la punta de la boquilla 1000. Existe

26

un volumen de pulverización general más amplio que está cubierto por todo el volumen de descarga de líquidos de la boquilla 1000 y un volumen de pulverización más estrecho que consiste en la mayoría de la corriente de descarga de líquidos. Para la boquilla mejorada 1000, la corriente de pulverización general

5 1202 (líneas punteadas) es solo levemente más amplia que la corriente de pulverización a granel (líneas sólidas) 1203, por lo tanto hay más líquido contenido en o cerca de la corriente de pulverización a granel 1203. Sin embargo, el líquido dentro de la corriente de pulverización a granel 1203 parece dispersarse de manera adecuada y uniforme. Esto se puede atribuir al agujero de descarga de

10 boquilla con forma de trébol, donde el área de agujero aumentada proporciona menos dispersión de líquidos extendida debido al efecto de la boquilla de orificio, mientras que los bordes dentados del trébol rompen la corriente de líquidos a granel. La dispersión uniforme contribuye a la dispersión de un mayor porcentaje de líquido alimentado en un tamaño de gotitas menor, que se prefiere en una

15 configuración de craqueo térmico debido a una transferencia de calor más eficaz.

[00073] Con menos líquido en la periferia 1202 de la corriente de pulverización a granel, la boquilla de alimentación mejorada 1000 posiblemente pulveriza menos sólidos finos de materias primas líquidas al lado de la pared interior del reactor. Sin embargo, esto es compensado por el hecho de que la boquilla 1000 también

20 pulveriza la mayoría del líquido de descarga hacia la pared del reactor en el lado opuesto al puerto de boquilla de alimentación, debido al patrón de pulverización de cono irregular. Pulverizar materias primas de petróleo pesado en la pared interior del reactor no es deseable en el sistema de reactor debido a que los sólidos finos de las materias primas son atrapados por estrías microscópicas en la pared y se

25 inmovilizan y acumulan, y aumentan con sólidos de tamaño creciente que eventualmente incluyen algunos productos de reacción.

27X

[00074] La **Figura 13A** ilustra una vista lateral de un ejemplo de boquilla de alimentación mejorada, de acuerdo con una realización. La **Figura 13B** ilustra una vista frontal o superior de un ejemplo de boquilla de alimentación mejorada, de acuerdo con una realización. Un ejemplo de boquilla de alimentación 1300 incluye una tubería interior de acero inoxidable 1301 (en este ejemplo tiene un OD de 0,25 pulgadas (0.635 cm) y un ID de 0,15 pulgadas (0.381)) encerrado en un escudo de calor de acero inoxidable 1302 (en este ejemplo tiene un OD de 0,5 pulgadas (1.27 cm) y un ID de 0,4 pulgadas (1.016 cm)). A una longitud predeterminada (en este ejemplo, 3/8 de pulgadas (0.952 cm)) desde un extremo 1305 de la tubería exterior o escudo de calor 1302, se fabrica un agujero circular 1303 (en este ejemplo con un diámetro de 0,0938 pulgadas (0.238 cm)) en la tubería interior 1301 para servir como el agujero de descarga de boquilla. Se fabrica un agujero 1304 (en este ejemplo con un diámetro de 0,375 pulgadas (0.952 cm) en el escudo de calor 1302, directamente por encima del agujero de descarga de boquilla 1303.

[00075] La **Figura 14** ilustra un patrón de pulverización de un ejemplo de boquilla de alimentación de reactor de acuerdo con las Figuras **13A** y **13B**. La **Figura 14** ilustra que la corriente de descarga de líquidos 1403 de la boquilla 1300 presenta un patrón de pulverización general 1401 con una corriente de líquido a granel estrecha que muestra poca dispersión, donde una corriente de pulverización general más amplia consiste en residuos de líquido sin mucha dispersión fina. La vía de flujo 1401 de descarga de líquidos de la boquilla 1300 no es completamente vertical (perpendicular al suelo), pero está inclinada para fluir en dirección opuesta a la punta de la boquilla. Una línea vertical 1402 perpendicular al suelo se muestra a efectos de referencia.

[00076] La boquilla 1300 proporciona poca dispersión de líquido, pero hay una posibilidad de baja velocidad de flujo. Una baja velocidad de flujo reduce la

turbulencia de líquido a través de la descarga de la boquilla y permite que el líquido ingrese en el ambiente del reactor sin mucha ruptura. La corriente de flujo 1403 también es estrecha, probablemente debido al agujero de descarga más pequeño, lo que crea una velocidad superficial mayor de líquido a través del agujero de descarga. Como la mayoría de la corriente de líquido es capaz de mantener el impulso hacia arriba durante más tiempo, debido a una mayor velocidad, la corriente de líquido a granel permanece intacta a una mayor altura antes de que ocurra mucha dispersión. La boquilla 1300 también pulveriza más líquido hacia la pared del reactor en el lado opuesto al puerto de boquilla de alimentación. Probablemente esto se deba al hecho de que el flujo de líquido a través de la boquilla 1300 es horizontal hasta que el líquido sale de la boquilla a través del agujero de descarga en el lado del conducto de la boquilla, sin pasar por ninguna sección que pueda redirigir el flujo.

[00077] La **Figura 15A** ilustra una vista lateral de otro ejemplo de boquilla de alimentación de reactor mejorada, de acuerdo con una realización. La **Figura 15B** ilustra una vista frontal o superior de otro ejemplo de boquilla de alimentación de reactor mejorada, de acuerdo con una realización. Un ejemplo de boquilla 1500 incluye una tubería interior de acero inoxidable 1501 (en este ejemplo con un OD de 0,25 pulgadas (0.635 cm) y un ID de 0,179 pulgadas (0.45 cm)), la tubería interior de acero inoxidable 1501 está encerrada en un escudo de calor de acero inoxidable 1502. La boquilla 1500 tiene una punta soldada 1503 que extiende una vía de flujo horizontal de la boquilla 1501 en un leve descenso 1504 (inclinado en α 1506) a una longitud de la punta soldada 1503 (en este ejemplo la longitud es 0,258 pulgadas (0.655 cm)). La vía de flujo luego da una vuelta a un ángulo θ 1505 (en este ejemplo $\theta=90^\circ$) hacia una sección vertical corta 1508 antes de salir de un agujero de descarga de boquilla 1507. La sección vertical 1508 dirige la corriente de descarga de líquidos hacia el centro del tubo de reactor, mientras que

29

el descenso leve 1504 de la vía de flujo horizontal crea distancia para maximizar la longitud de la sección vertical 1508.

[00078] La sección vertical 1508, hasta el agujero de descarga 1507, tiene un diámetro (en este ejemplo 0,1563 (0.397 cm)). El agujero de descarga 1507 tiene
5 forma de patrón de estrella de 8 puntas 1509. El agujero de descarga 1507 con forma de estrella 1509 provoca que la dispersión a la corriente de líquido compense la corriente en chorro más condensada creada por la sección vertical 1508.

[00079] La **Figura 16** ilustra un patrón de pulverización de un ejemplo de boquilla
10 de alimentación de reactor de acuerdo con las Figuras **15A** y **15B**. La **Figura 16** ilustra que, debido a la sección vertical 1508 en la punta de la boquilla 1500, la dirección de pulverización 1601 producida por la boquilla 1500 es casi completamente perpendicular al piso. Sin embargo, también debido a la sección vertical 1500, que actúa como un enderezador de flujo, el patrón de pulverización
15 1602 producido por la boquilla 1500 es estrecho, sin mucha señal de dispersión de líquidos en la periferia del chorro de líquido a granel.

[00080] La **Figura 16** ilustra que el pulverizado de material de petróleo de alimentación en las paredes interiores del reactor sería mínimo al usar la boquilla 1500. La combinación de una corriente de flujo más vertical y más estrecha da
20 más tiempo para que más material de petróleo de alimentación permanezca lejos de las paredes del reactor, aumentando así la probabilidad de mezcla entre el material de petróleo de alimentación y el portador de calor sólido fluidizado. Sin embargo, el chorro estrecho y condensado de líquido que sale de la boquilla 1500 puede no craquearse térmicamente de la forma más eficaz debido a la aparente
25 falta de dispersión líquida para producir tamaños de gotitas pequeñas.

[00081] La **Figura 17A** ilustra una vista lateral de otro ejemplo de boquilla de alimentación de reactor mejorada, de acuerdo con una realización. La **Figura 17B**

30

ilustra una vista frontal o superior de otro ejemplo de boquilla de alimentación de reactor mejorada, de acuerdo con una realización. Un ejemplo de boquilla 1700 incluye una tubería interior de acero inoxidable 1701 (en este ejemplo con un OD de 0,25 pulgadas (0.397 cm) (0.397 cm) y un ID de 0,150 pulgadas (0.381 cm))

5 encerrada en un escudo de calor de acero inoxidable 1702. La boquilla 1700 incluye una punta soldada 1703 que extiende la vía de flujo horizontal de la boquilla 1700 por un leve descenso 1704 (inclinado en α 1706). La vía de flujo luego da una vuelta a un ángulo θ 1705 (en este ejemplo $\theta=45^\circ$) antes de salir de un agujero de descarga de boquilla 1707. La sección diagonal 1708, hasta el

10 agujero de descarga 1707, tiene un diámetro (en este ejemplo con un diámetro de 0,1563 pulgadas (0.397 cm)). Debido a que la sección diagonal 1708 termina en un ángulo de 45° (θ 1705), el agujero de descarga 1707 tiene forma ovalada 1709. La sección diagonal 1708 dirige la corriente de descarga de líquidos hacia la pared interior del reactor frente a la boquilla 1700, mientras que el descenso leve 1704

15 de la vía de flujo horizontal crea distancia para maximizar la longitud de la sección diagonal 1708.

[00082] Debido a la vía de pulverización creada por la boquilla 1700, puede haber una mayor distancia entre la pared del reactor y el agujero de descarga de boquilla 1707, para minimizar la pulverización de materias primas líquidas en la pared. Por

20 lo tanto, solo la parte más frontal de la boquilla 1700, donde se ubica el agujero de descarga 1707, sobresale hacia el reactor.

[00083] La **Figura 18** ilustra un patrón de pulverización de un ejemplo de boquilla de alimentación de reactor de acuerdo con las Figuras **17A** y **17B**. La Figura 18 ilustra que la boquilla 1700 crea un patrón de pulverización estrecho global 1803 y

25 una dirección de pulverización general 1802 que tiene un ángulo de aproximadamente 45° al horizonte. Esto se puede atribuir al efecto de enderezamiento de flujo de la sección diagonal 1708, así como el agujero de

3

descarga circular 1707. Hay señales de dispersión del líquido descargado 1801 de la boquilla 1700, a medida que el líquido está más lejos del punto de descarga. En combinación con colocar el agujero de descarga de boquilla 1707 lo más lejos posible de la pared opuesta, que maximiza la distancia de desplazamiento horizontal de la corriente de líquido, la configuración de boquilla 1700 posiblemente crea un alto grado de mezcla para la alimentación y el portador de calor sólido.

[00084] La **Figura 19** ilustra un flujo de dos fases de una boquilla de alimentación de reactor de la técnica previa. Un ejemplo de boquilla 2000 ilustrada en las **Figuras 20A y 20B** elimina el flujo de múltiples fases. En los casos de boquillas de alimentación de la técnica previa, un flujo simultáneo de líquido (material de petróleo de alimentación) y gas (gas N_2) dentro de la boquilla de alimentación provoca un flujo de dos fases al menos tal como se ilustra en la **Figura 19**. El gas N_2 se inyecta 1901 en la corriente de flujo de petróleo de alimentación 1902 mucho antes que en el agujero de descarga 1903.

[00085] La **Figura 20A** ilustra una vista lateral de otro ejemplo de boquilla de alimentación de reactor mejorada, de acuerdo con una realización. La **Figura 20B** ilustra una vista frontal o superior de otro ejemplo de boquilla de alimentación de reactor mejorada, de acuerdo con una realización. La boquilla 2000 elimina la mezcla temprana de petróleo de alimentación y gas N_2 manteniendo la corriente de líquidos 2005 y la corriente de gas 2004 separadas hasta el agujero de descarga de boquilla 2001. La boquilla 2000 incluye un agujero de descarga de boquilla circular 2001 de 5/32" (0.39 cm) y también una punta de dispersión soldada 2002 con una sección vertical 2003. La punta de dispersión 2002 contiene dos vías de flujo separadas, una para la alimentación de líquidos 2005 y una para el gas 2004 y ambas vías de flujo salen a la sección vertical 2003, que sale al agujero de descarga de boquilla 2001. La boquilla 2000 tiene una tubería interior de acero

32

inoxidable 2006 (en este ejemplo tiene un OD de 0,25 pulgadas (0.635 cm) y un ID de 0,179 pulgadas (0.454 cm)) para alojar la vía de alimentación de líquidos 2005 y se une a la punta de dispersión 2002 (donde el flujo continúa a través de una vía de flujo de líquidos de 0,179" (0.454 cm) en este ejemplo). La tubería interior 2006
5 también aloja la vía de flujo de gas 2004 y la vía de flujo de gas 2004 es más pequeña (en este ejemplo tiene un ID de 0,069 pulgadas (0.175 cm)). El área transversal más pequeña de la vía de flujo de gas 2004 está diseñada para aumentar la velocidad de descarga de gas N_2 en la sección vertical 2003, donde el gas se encuentra con el líquido. El choque de mayor velocidad de gas N_2 con el
10 líquido tiene como objetivo inducir una mayor dispersión de líquido en gotitas más finas tras la salida a través del agujero de descarga de la boquilla 2001. La sección vertical 2003 se incluye para dirigir el flujo hacia el centro del tubo de reactor, en dirección opuesta a las paredes. La tubería interior 2006 se encierra en un escudo de calor de acero inoxidable 2007.

1.5 [00086] La **Figura 21** ilustra un patrón de pulverización de un ejemplo de boquilla de alimentación de reactor de acuerdo con las **Figuras 20A y 20B**. Con el agujero de descarga de boquilla circular, el patrón de pulverización general 2101 de la boquilla 2000 se asemeja aproximadamente a un cono. Con la sección vertical en la punta de dispersión, la dirección de pulverización general de la boquilla 2000 es
20 perpendicular al suelo. También hay un alto grado de dispersión de líquidos producida por la boquilla 2000, pese a la sección vertical que actúa como un enderezador de flujo. Esta dispersión de líquidos se puede atribuir a la ruptura de la fase líquida mediante choque con la fase de gas en la punta de dispersión. Hay una región de corriente de líquidos a granel (línea sólida) 2103 y líquido
25 dispersado al exterior de la corriente de líquidos a granel (línea punteada) 2102. Sin embargo, la distinción es mínima, ya que la corriente de líquidos a granel 2103

37

también muestra una dispersión de líquidos importante, incluso cerca del punto de descarga donde la densidad es la mayor.

[00087] Se sometieron a prueba diferentes boquillas de alimentación de reactor para determinar su influencia sobre las propiedades de una ejecución de reactor y

5 los resultados de las pruebas se describen en la presente. Los datos de línea de base se proporcionan como un punto de referencia y no necesariamente para comparación directa. El bitumen de Athabasca es un petróleo muy pesado producido de las arenas petrolíferas cerca de Fort McMurray, Alberta, Canadá.

Belridge es un petróleo pesado producido cerca de Bakersfield, California. EHOS
10 (muestra de petróleo pesado exploratorio) es una muestra de un pozo exploratorio que se proporcionó para demostración de tecnología. La muestra EHOS era de una producción de campo inicial y única a esa actividad y fue de una campaña de muestreo. La muestra EHOS es solamente representativa de la propia muestra.

UHOS (muestra de petróleo pesado no identificada) es una muestra de un sitio de
15 procesamiento de petróleo pesado que se recibió sin designación de fuente u origen. La UHOS se trató como una muestra ciega para demostración de tecnología. Las gravedades API se midieron de acuerdo con el estándar ASTM

D70. Las viscosidades se midieron de acuerdo con el estándar ASTM D445. "C7A" representa asfaltenos C7 en las tablas que siguen. Los asfaltenos C7 se midieron
20 de acuerdo con el estándar ASTM D3279. El contenido de vanadio y níquel se midió por espectroscopía de masas por plasma de acoplamiento inductivo (ICP-

MS) de acuerdo con el estándar ASTM D5185. Los intervalos de ebullición se calcularon según una destilación simulada a alta temperatura (HTSD) de acuerdo con el estándar ASTM D6532. Los intervalos de ebullición en las tablas que siguen

25 para alimentación y producto de línea de base se calcularon a partir de puntos de corte de destilación presentados en la patente estadounidense N° 7,572,365. En las tablas que siguen, "nr" representa una medición que no fue informada.

34

- [00088] La **Tabla 5** enumera boquillas de alimentación que se emparejaron con el mismo tipo de placa de distribuidor de gas de elevación para ejecuciones de bitumen de Athabasca. Una ejecución representativa se asignó a cada configuración, según la gravedad API nominal y rendimiento de peso líquido de una configuración particular.

Ejecución representativa	Boquilla de alimentación	Placa de distribuidor
A022.A	Boquilla 700	Distribuidor I
A024.B	Boquilla 1500	Distribuidor I
A032.A	Boquilla 1700	Distribuidor I
A034.B	Boquilla 2000	Distribuidor I

Tabla 5: Boquillas de alimentación usadas en ejecuciones de bitumen de Athabasca

- [00089] En las comparaciones mostradas en la presente, la referencia a una ejecución de línea de base incluye datos ilustrados en la **Tabla 1** que antecede.
- 10 También en las comparaciones que se presentan en la presente, el Distribuidor I es representativo de una placa de distribuidor de gas de elevación estándar de la técnica previa. A efectos de referencia, el Distribuidor I es una placa de acero inoxidable circular que tiene un espesor de 1/4 de pulgada (0.635 cm) y un diámetro de 18 pulgadas (45.72 cm). Una sección central del Distribuidor I tiene un
- 15 conteo de 185 agujeros con un diámetro uniforme de 1/17 pulgadas (0.149 cm). Cada agujero se perfora perpendicular (ángulo de 90°) a la superficie de placa y se extiende en un patrón de red que se asemeja a un octágono regular. Los 185 agujeros, que tienen un área A de agujero total de 0,502 in² (1.27 cms) están concentrados dentro de un círculo de unidad con un diámetro de 2,58 pulgadas
- 20 (6.55 cm).
- [00090] Siendo el objetivo del sistema de reactor convertir materias primas de petróleo pesado en producto final ligero, el grado de éxito de una configuración particular se determina por las propiedades mensurables de la ejecución así como del producto.

135

[00091] La principal propiedad de ejecución de interés es el rendimiento de peso líquido, que se define como el porcentaje de materias primas que permanece en fase líquida. En una unidad de craqueo térmico, puede haber productos en las fases líquida, gaseosa y sólida (de coque). Cuanto mayor sea el rendimiento de peso líquido, mejor. El rendimiento líquido es el resultado más valioso del craqueo térmico.

[00092] Luego del rendimiento líquido, una propiedad del producto de interés es la gravedad API que se relaciona con la densidad del producto y da una indicación de la "ligereza" del producto. Cuanto mayor sea el valor API, más ligero es el producto y por lo tanto más éxito ha alcanzado el proceso de craqueo térmico.

[00093] Las otras propiedades del producto de interés son la viscosidad, remoción de vanadio y remoción de níquel. La viscosidad mide el "espesor" del producto y es una indicación práctica de la capacidad de transporte del producto. En muchos casos, la reducción de viscosidad es más importante que API. Vanadio y níquel son dos metales destacados que forman complejos químicos que son perjudiciales en procesos de refinería y cuanto menor sea la cantidad contenida en el producto, mejor.

[00094] La **Tabla 6** muestra las propiedades del crudo total usado en la ejecución de línea de base así como las diferentes ejecuciones de bitumen de Athabasca. La **Tabla 7** muestra las propiedades del producto (petróleo crudo sintético o SCO) usado en la ejecución de línea de base así como las diferentes ejecuciones de bitumen de Athabasca. La **Tabla 8** resume las propiedades de la ejecución de línea de base con propiedades de diferentes ejecuciones de bitumen de Athabasca.

25

Propiedad del crudo total	Línea de base	Boquilla 700	Boquilla 1500	Boquilla 1700	Boquilla 2000
Gravedad API	8,6	8,1	8,2	7,7	7,7

36

Viscosidad a 40 °C, cSt	40000 (0.04m ² /s)	nr	18199 (1.82x10 ⁻² m ² /s)	17854 (1.78x10 ⁻² m ² /s)	17854 (1.78x10 ⁻² m ² /s)
Viscosidad a 100 °C, cSt	nr	161 (1.61x10 ⁻⁴ m ² /s)	201 (2.01x10 ⁻⁴ m ² /s)	211 (2.11x10 ⁻⁴ m ² /s)	211 (2.11x10 ⁻⁴ m ² /s)
Asfaltenos C7, % en peso	nr	10,7	11,9	11,9	11,9
Contenido de vanadio, ppm	209	211	223	224	224
Contenido de níquel, ppm	86,0	80,6	82,3	82,3	82,3
Intervalos de ebullición					
Contenido <200 °F (93.3 °C), % en peso	0	0	0	0	0
Contenido 200–350°F (93.3-176.6°C), % en peso	0,0396	0,181	0,0249	0,237	0,237
Contenido 350–500°F (176.6-260°C), % en peso	3,60	4,88	5,91	3,51	3,51
Contenido 500–650°F (260-343.3°C), % en peso	5,09	12,6	13,6	9,43	9,43
Contenido 650+°F (373.3°C), % en peso	91,3	82,3	80,5	86,8	86,8
Contenido 650–850°F (343.3-454.4°C), % en peso	20,4	24,2	24,9	17,9	17,9
Contenido 850–1000°F (454.4°C-573.7 °C), % en peso	15,7	17,4	17,1	12,9	12,9
Contenido 1000+°F (537.7°C), % en peso	55,2	40,7	38,5	56,0	56,0
Contenido 1000–1200°F (537°C-648.8°C), % en peso	20,6	19,1	20,3	16,0	16,0
Contenido 1200+°F (648.8°C), % en peso	34,6	21,6	18,2	40,0	40,0

Tabla 6: Propiedades del crudo total de ejecuciones de bitumen de Athabasca

37

Propiedad del petróleo crudo sintético	Línea de base	Boquilla 700	Boquilla 1500	Boquilla 1700	Boquilla 2000
Gravedad API	12,9	13,3	17,5	12,6	12,0
Viscosidad a 40°C, cSt	201 (2.01x10 ⁻⁴ m ² /s)	nr	34,7 (3.47x10 ⁻⁵ m ² /s)	119 (1.19x10 ⁻⁴ m ² /s)	150 (1.5x10 ⁻⁴ m ² /s)
Viscosidad a 100°C, cSt	Nr	nr	4,86 (4.86x10 ⁻⁶ m ² /s)	11,0 (1.1x10 ⁻⁵ m ² /s)	11,2 (1.12x10 ⁻⁵ m ² /s)
Asfaltenos C7, % en peso	Nr	6,16	1,37	5,73	5,57
Contenido de vanadio, ppm	88,0	97,9	16,5	52,6	48,6
Contenido de níquel, ppm	24,0	34,5	5,78	22,6	19,0
Intervalo de ebullición					
Contenido <200 °F (93.3 °C), % en peso	0,177	0	0	0	0
Contenido 200–350°F (93.3-176.6°C), % en peso	1,92	2,84	2,07	1,33	1,82
Contenido 350–500°F (176.6-260°C), % en peso	7,33	14,1	9,09	7,18	6,75
Contenido 500–650°F (260-343.3°C), % en peso	8,25	23,6	25,9	19,7	18,4
Contenido 650+°F (373.3°C), % en peso	82,3	59,5	62,9	71,8	73,0
Contenido 650–850°F (343.3-454.4°C), % en peso	25,7	33,1	41,0	35,7	37,3
Contenido 850–1000°F (454.4°C-573.7 °C), % en peso	19,4	13,4	16,7	20,3	21,7
Contenido 1000+°F (537.7°C), % en peso	37,2	13,0	5,24	15,8	14,0
Contenido 1000–1200°F (537°C-648.8°C), % en peso	21,3	8,34	1,22	6,62	9,96
Contenido 1200+°F (648.8°C), % en peso	15,9	4,62	4,02	9,17	4,07

Tabla 7: Propiedades del producto de ejecuciones de bitumen de Athabasca

Boquilla	ID de ejecución	API	Rendim. líquido, % en peso	Rendim. líquido, % en vol	Remoc. 1000+, % en peso	Remoc. de C7A, % en peso	Reduc. de viscosidad, %	Remoc. de V, % en peso	Remoc. de Ni, % en peso
Línea de base	Nr	12,9	74,4	nr	49,9	nr	99,5	68,7	79,2
700	A022A	13,3	73,3	76,6	76,6	57,8	nr	66,0	68,6
1500	A024B	17,5	78,6	83,9	89,3	91,0	99,8	94,2	94,5
1700	A032A	12,6	85,7	89,1	75,8	58,7	99,3	79,9	76,5
2000	A034B	12,0	80,9	84,0	79,8	62,1	99,2	82,4	81,3

Tabla 8: Comparación de ejecuciones de bitumen de Athabasca

[00095] La **Tabla 8** ilustra que las 4 ejecuciones muestran al menos un área de mejora sobre la línea de base y la boquilla 700. Por lo tanto, las boquillas 1500, 1700 y 2000 son todas boquillas de alimentación mejoradas.

36

[00096] Para el presente diseño de reactor, la boquilla 700 es la configuración genérica más básica. Todas las otras boquillas se fabrican para mejorar la boquilla 700. Por lo tanto, las boquillas 1500, 1700 y 2000 se evalúan en comparación con la boquilla 700.

Propiedad de ejecución	Línea de base	Boquilla 700	Boquilla 1500	Boquilla 1700	Boquilla 2000
Rendimiento de volumen líquido, % en volumen	nr	76,6	83,9	89,1	84,0
Rendimiento de peso líquido, % en peso	74,4	73,3	78,6	85,7	80,9

5 **Tabla 9:** Comparación de propiedades de ejecución de bitumen de Athabasca

Propiedad del petróleo crudo sintético	Línea de base	Boquilla 700	Boquilla 1500	Boquilla 1700	Boquilla 2000
Gravedad API	12,9	13,3	17,5	12,6	12,0
Reducción de viscosidad, %	99,5 ($9.9 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$)	nr	99,8 ($9.9 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$)	99,3 ($9.9 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$)	99,2 ($9.9 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$)
Remoción de asfaltenos C7, % en peso	nr	57,8	91,0	58,7	62,1
Remoción de vanadio, % en peso	68,7	66,0	94,2	79,9	82,4
Remoción de níquel, % en peso	79,2	68,6	94,5	76,5	81,3
Remoción de material 1000+°F (537.7°C), % en peso	49,9	76,6	89,3	75,8	79,8

Tabla 10: Comparación de propiedades del producto de ejecución de bitumen de Athabasca

[00097] Según las propiedades de ejecución producidas por cada boquilla de alimentación mostrada en la **Tabla 9**, la boquilla 1700 demuestra un mayor éxito en la retención de líquidos, mientras que la boquilla 1500 y la boquilla 2000 tienen los siguientes mayores rendimientos líquidos y están una cerca de la otra. Por lo tanto, según los desempeños de rendimiento líquido, la boquilla 1500 y la boquilla 1700 son las configuraciones más preferidas.

[00098] Según las propiedades del producto producidas por cada boquilla de alimentación mostrada en la **Tabla 10**, la boquilla 1500 demuestra propiedades del producto superiores de forma general, en comparación con las boquillas 700, 1700

34

y 2000. Por lo tanto, la boquilla 1500 es la boquilla de alimentación más mejorada según las propiedades del producto.

[00099] Debido al alto valor de mayor producto de líquidos, la boquilla 1700 es la boquilla de alimentación más preferida para ejecuciones de bitumen de Athabasca usando el Distribuidor I.

[000100] La **Tabla 11** enumera boquillas de alimentación que se emparejaron con el mismo tipo de placa de distribuidor de gas de elevación para ejecuciones de muestra de petróleo pesado de Belridge (BHOS). Se asignó una ejecución representativa para cada configuración, en función de la gravedad API nominal y del rendimiento de peso líquido de una configuración particular.

Ejecución representativa	Boquilla de alimentación	Placa de distribuidor
B031.B	Boquilla 700	Distribuidor I
B031.A	Boquilla 1300	Distribuidor I

Tabla 11: Boquillas de alimentación de ejecuciones de BHOS

[000101] Siendo el objetivo del sistema de reactor convertir materias primas de petróleo pesado en productos finales ligeros, el grado de éxito de una configuración particular se determina por las propiedades mensurables de la ejecución así como del producto. La **Tabla 12** muestra las propiedades del crudo total usado en la ejecución de línea de base así como las diferentes ejecuciones de muestra de petróleo pesado de Belridge (BHOS). La **Tabla 13** muestra las propiedades del producto (petróleo crudo sintético o SCO) usado en la ejecución de línea de base así como las diferentes ejecuciones de muestra de petróleo pesado de Belridge (BHOS). La **Tabla 14** resume las propiedades de la ejecución de línea de base con propiedades de diferentes ejecuciones de muestra de petróleo pesado de Belridge (BHOS).

Propiedad del crudo total	Línea de base	Boquilla 700	Boquilla 1300
Gravedad API	8,6	13,2	13,2
Viscosidad a 40 °C, cSt	40000	1155	1155

40

	(0.04 m ² /s)	(1.15x10 ⁻³ m ² /s)	(1.15x10 ⁻³ m ² /s)
Viscosidad a 100 °C, cSt	Nr	31,7 (3.17x10 ⁻⁵ m ² /s)	31,7 (3.17x10 ⁻⁵ m ² /s)
Asfaltenos C7, % en peso	Nr	2,83	2,83
Contenido de vanadio, ppm	209	64,0	64,0
Contenido de níquel, ppm	86,0	51,5	51,5
Intervalos de ebullición			
Contenido <200 °F (93.3 °C), % en peso	0	0,240	0,240
Contenido 200–350°F (93.3-176.6°C), % en peso	0,0396	0,180	0,180
Contenido 350–500°F (176.6-260°C), % en peso	3,60	7,87	7,87
Contenido 500–650°F (260-343.3°C), % en peso	5,09	14,7	14,7
Contenido 650+°F (373.3°C), % en peso	91,3	77,0	77,0
Contenido 650–850°F (343.3-454.4°C), % en peso	20,4	25,6	25,6
Contenido 850–1000°F (454.4°C-573.7 °C), % en peso	15,7	19,2	19,2
Contenido 1000+°F (537.7°C), % en peso	55,2	32,2	32,2
Contenido 1000–1200°F (537°C-648.8°C), % en peso	20,6	12,8	12,8
Contenido 1200+°F (648.8°C), % en peso	34,6	19,4	19,4

Tabla 12: Propiedades del crudo total de ejecuciones de BHOS

Propiedad del petróleo crudo sintético	Línea de base	Boquilla 700	Boquilla 1300
Gravedad API	12,9	15,5	14,5
Viscosidad a 40°C, cSt	201 (2.01x10 ⁻⁴ m ² /s)	62,8 (6.28x10 ⁻⁵ m ² /s)	143 (1.4x10 ⁻⁴ m ² /s)
Viscosidad a 100°C, cSt	nr	9,11 (9.1x10 ⁻⁶ m ² /s)	12,7 (1.27x10 ⁻⁵ m ² /s)
Asfaltenos C7, % en peso	nr	4,10	3,94
Contenido de vanadio, ppm	88,0	25,6	45,3
Contenido de níquel, ppm	24,0	22,1	40,4
Intervalos de ebullición			
Contenido <200 °F (93.3 °C), % en	0,177	0	0

21

peso			
Contenido 200–350°F (93.3-176.6°C), % en peso	1,92	1,64	0
Contenido 350–500°F (176.6-260°C), % en peso	7,33	10,9	9,66
Contenido 500–650°F (260-343.3°C), % en peso	8,25	23,2	21,2
Contenido 650+°F (373.3°C), % en peso	82,3	64,3	69,1
Contenido 650–850°F (343.3-454.4°C), % en peso	25,7	34,2	35,7
Contenido 850–1000°F (454.4°C-573.7 °C), % en peso	19,4	15,4	17,6
Contenido 1000+°F (537.7°C), % en peso	37,2	14,7	15,8
Contenido 1000–1200°F (537°C-648.8°C), % en peso	21,3	4,01	7,43
Contenido 1200+°F (648.8°C), % en peso	15,9	10,7	8,41

Tabla 13: Propiedades del producto de ejecuciones de BHOS

Boquilla	Id de ejecución	API	Rendimiento líquido, % en peso	Rendimiento líquido, % en vol	Remoción 1000+ , % en peso	Remoc. de C7A, % en peso	Reduc. de viscosidad, %	Remoc. de V, % en peso	Remoc de Ni % er peso
Línea de base	Nr	12,9	74,4	nr	49,9	nr	99,5	68,7	79,2
700	B031B	15,5	77,5	80,3	64,6	nr	94,6	69,0	66,7
1300	B031A	14,5	81,1	83,6	60,2	nr	87,6	42,6	36,4

Tabla 14: Comparación de ejecuciones de BHOS

5 [000102] La **Tabla 14** ilustra que ambas ejecuciones muestran al menos un área de mejora en comparación con la línea de base. Por lo tanto, las boquillas 700 y 1300 son ambas boquillas de alimentación mejoradas.

[000103] Para el presente diseño de reactor, la boquilla 700 representa un diseño previo estándar. El resto de las boquillas están hechas para mejorar la boquilla

10 700. Por lo tanto, la boquilla 1300 se evalúa en comparación con la boquilla 700.

Propiedad de ejecución	Línea de base	Boquilla 700	Boquilla 1300
Rendimiento del volumen líquido, % en volumen	nr	80,3	83,6

22

Rendimiento del peso líquido, % en peso	74,4	77,5	81,1
---	------	------	------

Tabla 15: Comparación de las propiedades de la ejecución de BHOS

Propiedad del petróleo crudo sintético	Línea de base	Boquilla 700	Boquilla 1300
Gravedad API	12,9	15,5	14,5
Reducción de viscosidad, %	99,5	94,6	87,6
Remoción de asfaltenos C7, % en peso	nr	nr	nr
Remoción de vanadio, % en peso	68,7	69,0	42,6
Remoción de níquel, % en peso	79,2	66,7	36,4
1000°F+ remoción de material, % en peso	49,9	64,6	60,2

Tabla 16: Comparación de las propiedades del producto de BHOS

[000104] En función de las propiedades de ejecución producidas por cada boquilla de alimentación que se muestra en la **Tabla 15**, la boquilla 1300 tiene un mayor rendimiento líquido. Por lo tanto, en función de las propiedades de ejecución, la boquilla 1300 es la configuración más preferida en comparación con la boquilla 700.

[000105] La **Tabla 17** enumera boquillas de alimentación que se emparejaron con el mismo tipo de placa de distribuidor de gas de elevación para ejecuciones de la Muestra de Petróleo pesado No identificada (UHOS). Se asignó una ejecución representativa para cada configuración en función de la gravedad API nominal y del rendimiento del peso líquido de una configuración particular.

Ejecución representativa	Boquilla de alimentación	Placa de distribuidor
U036.B	Boquilla 700	Distribuidor I
U037.A	Boquilla 2000	Distribuidor I

Tabla 17: Combinaciones de boquilla-distribuidor de ejecuciones de UHOS

[000106] Siendo el objetivo del sistema reactor convertir materias primas de petróleo pesado en productos finales ligeros, el grado de éxito de una configuración particular se determina por las propiedades mensurables de la ejecución así como del producto. La **Tabla 18** muestra las propiedades del crudo total usado en la línea de base así como las diferentes ejecuciones de la Muestra de Petróleo pesado No identificada (UHOS). La **Tabla 19** muestra las propiedades

del producto (petróleo crudo sintético o SCO) usado en la ejecución de la línea de base así como las diferentes ejecuciones de la Muestra de Petróleo pesado No identificada (UHOS). La **Tabla 20** resume las propiedades de la ejecución de la línea de base con las propiedades de las diferentes ejecuciones de la Muestra de

5 Petróleo pesado No identificada (UHOS).

Propiedad del crudo total	Línea de base	Boquilla 700	Boquilla 2000
Gravedad API	8,6	10,8	10,8
Viscosidad a 40°C, cSt	40000 (0.04 m ² /s)	4725 (4.7x10 ⁻³ m ² /s)	4725 (4.7x10 ⁻³ m ² /s)
Viscosidad a 100°C, cSt	nr	147 (1.4x10 ⁻⁴ m ² /s)	147 (1.4x10 ⁻⁴ m ² /s)
Asfaltenos C7, % en peso	nr	17,3	17,3
Contenido de vanadio, ppm	209	450	450
Contenido de níquel, ppm	86,0	83,3	83,3
Intervalos de ebullición			
Contenido <200 °F (93.3 °C), % en peso	0	0,302	0,302
Contenido 200–350°F (93.3-176.6°C), % en peso	0,0396	3,39	3,39
Contenido 350–500°F (176.6-260°C), % en peso	3,60	5,70	5,70
Contenido 500–650°F (260-343.3°C), % en peso	5,09	9,29	9,29
Contenido 650+°F (373.3°C), % en peso	91,3	81,3	81,3
Contenido 650–850°F (343.3-454.4°C), % en peso	20,4	13,4	13,4
Contenido 850–1000°F (454.4°C-573.7 °C), % en peso	15,7	13,7	13,7
Contenido 1000+°F (537.7°C), % en peso	55,2	54,2	54,2
Contenido 1000–1200°F (537°C-648.8°C), % en peso	20,6	17,7	17,7
Contenido 1200+°F (648.8°C), % en peso	34,6	36,5	36,5

Tabla 18: Propiedades del crudo total de ejecuciones de UHOS

84

Propiedad del petróleo crudo sintético	Línea de base	Boquilla 700	Boquilla 2000
Gravedad API	12,9	17,9	16,7
Viscosidad a 40°C, cSt	201 ($2.01 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$)	39,1 ($3.9 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$)	68,4 ($6.8 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$)
Viscosidad a 100°C, cSt	nr	12,3 ($1.2 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$)	7,27 ($7.2 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$)
Asfaltenos C7, % en peso	nr	4,82	6,87
Contenido de vanadio, ppm	88,0	105	170
Contenido de níquel, ppm	24,0	19,2	29,6
Intervalos de ebullición			
Contenido <200 °F (93.3 °C), % en peso	0,177	0	0
Contenido 200–350°F (93.3-176.6°C), % en peso	1,92	5,77	5,16
Contenido 350–500°F (176.6-260°C), % en peso	7,33	11,2	10,4
Contenido 500–650°F (260-343.3°C), % en peso	8,25	18,5	17,4
Contenido 650+°F (373.3°C), % en peso	82,3	64,5	67,0
Contenido 650–850°F (343.3-454.4°C), % en peso	25,7	27,9	25,1
Contenido 850–1000°F (454.4°C-573.7 °C), % en peso	19,4	17,2	15,7
Contenido 1000+°F (537.7°C), % en peso	37,2	19,4	26,2
Contenido 1000–1200°F (537°C-648.8°C), % en peso	21,3	7,27	9,70
Contenido 1200+°F (648.8°C), % en peso	15,9	12,2	16,5

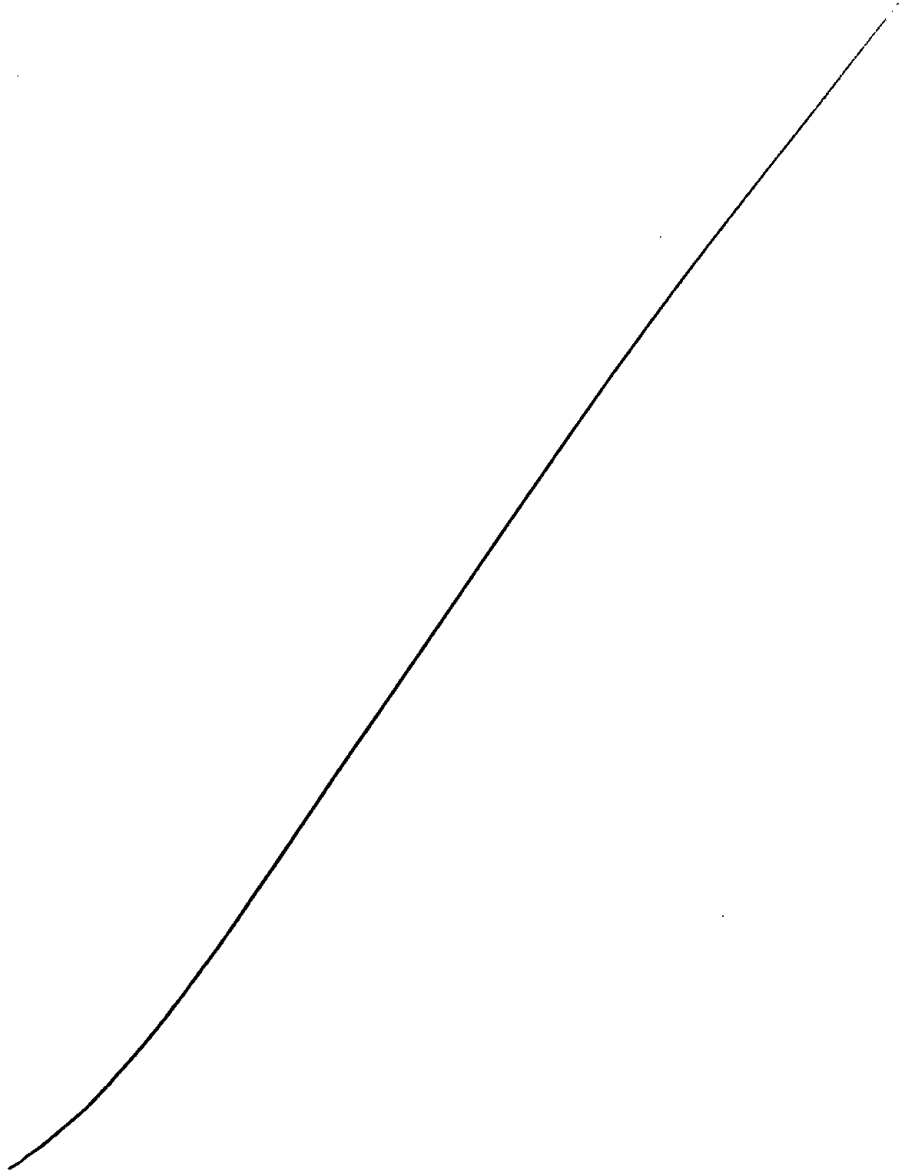
Tabla 19: Propiedades del producto de ejecuciones de UHOS

Boquilla	Id de ejecución	API	Rendimiento líquido, % en peso	Rendimiento líquido, % en volumen	Remoc. 1000+, % en peso	Remoc. de C7A, % en peso	Reducción de viscosidad, %	Remoc. de V, % en peso	Remoc. de Ni, % en peso
Línea de base	Nr	12,9	74,4	nr	49,9	nr	99,5	68,7	79,2
700	U036B	17,9	80,2	83,5	71,3	77,7	99,2	81,3	81,5
2000	U037A	16,7	82,0	84,6	60,4	67,4	98,6	69,0	70,9

Tabla 20: Comparación de la ejecución de UHOS

[000107] La **Tabla 20** ilustra que ambas ejecuciones muestran al menos un área de mejora en comparación con la línea de base de diseño estándar. Por lo tanto, las boquillas 700 y 2000 son ambas boquillas de alimentación preferidas.

[000108] Para el presente diseño de reactor, la boquilla 700 representa un diseño previo estándar. El resto de las boquillas están hechas para mejorar la boquilla 700. Por lo tanto, la boquilla 2000 se evalúa en comparación con la boquilla 700.



41

Propiedad de ejecución	Línea de base	Boquilla 700	Boquilla 2000
Rendimiento del volumen líquido, % en volumen	nr	83,5	84,6
Rendimiento del peso líquido, % en peso	74,4	80,2	82,0

Tabla 21: Comparación de las propiedades de ejecución de UHOS

Propiedad del petróleo crudo sintético	Línea de base	Boquilla 700	Boquilla 2000
Gravedad API	12,9	17,9	16,7
Reducción de viscosidad, %	99,5	99,2	98,6
Remoción de asfaltenos C7, % en peso	nr	77,7	67,4
Remoción de vanadio, % en peso	68,7	81,3	69,0
Remoción de níquel, % en peso	79,2	81,5	70,9
1000°F+ Remoción de material, % en peso	49,9	71,3	60,4

Tabla 22: Comparación de las propiedades del producto de UHOS

[000109] En función de las propiedades de ejecución producidas por cada boquilla de alimentación que se muestra en la **Tabla 21**, la boquilla 2000 demuestra un mayor éxito en la retención de líquidos. Por lo tanto, en función del rendimiento líquido, la boquilla 2000 es la boquilla de alimentación más preferida en comparación con la boquilla 700.

[000110] Se sometieron a prueba las diferentes configuraciones de la boquilla de alimentación de reactor y placas de distribuidor de gas de elevación. Una descripción completa de cada placa de distribuidor de gas de elevación a la que se hace referencia en la presente se puede encontrar en la solicitud de patente estadounidense N° de serie XX/XXX,XXX, que se incorpora a la presente en su totalidad mediante esta referencia a todos los efectos. La **Tabla 23** resume una selección numerada de las combinaciones de boquilla de alimentación y placa de distribuidor usadas en Ejecuciones de bitumen de Athabasca. Se asignó una ejecución representativa para cada configuración en función de la gravedad API nominal y del rendimiento del peso líquido de una configuración particular.

N° de configuración	Ejecución representativa	Boquilla de alimentación	Placa de distribuidor
---------------------	--------------------------	--------------------------	-----------------------

27

1	A022.A	Boquilla 700	Distribuidor 400
2	A013.A	Boquilla 1300	Distribuidor 800
3	A024.B	Boquilla 1500	Distribuidor 400
4	A032.A	Boquilla 1700	Distribuidor 400
5	A034.B	Boquilla 2000	Distribuidor 400

Tabla 23: Combinaciones de boquilla-distribuidor de ejecución de bitumen de Athabasca

[000111] La **Tabla 24** muestra las propiedades del crudo total usado en la línea de base así como las diferentes configuraciones de ejecución de bitumen de Athabasca. La **Tabla 25** muestra las propiedades del producto (SCO o petróleo crudo sintético) usado en las diferentes configuraciones de ejecución de bitumen de Athabasca. La **Tabla 26** resume las propiedades de las diferentes configuraciones de ejecución de bitumen de Athabasca.

Propiedad del crudo total	Línea de base	1	2	3	4	5
Gravedad API	8,6	8,1	8,9	8,2	7,7	7,7
Viscosidad a 40°C, cSt	40000 (0.04 m ² /s)	Nr	nr	18199 (0.018 m ² /s)	17854 (0.017 m ² /s)	17854 (0.017 m ² /s)
Viscosidad a 100°C, cSt	nr	161 (1.6x10 ⁻⁴ m ² /s)	179 (1.7x10 ⁻⁴ m ² /s)	201 (2.01x10 ⁻⁴ m ² /s)	211 (2.11x10 ⁻⁴ m ² /s)	211 (2.11x10 ⁻⁴ m ² /s)
Asfaltenos C7, % en peso	nr	10,7	15,7	11,9	11,9	11,9
Contenido de vanadio, ppm	209	211	214	223	224	224
Contenido de níquel, ppm	86,0	80,6	83,4	82,3	82,3	82,3
Intervalos de ebullición						
Contenido <200 °F (93.3 °C), % en peso	0	0	0	0	0	0
Contenido 200–350°F (93.3-176.6°C), % en peso	0,0396	0,181	0	0,0249	0,237	0,237
Contenido 350–500°F (176.6-260°C), % en peso	3,60	4,88	4,97	5,91	3,51	3,51
Contenido 500–650°F (260-343.3°C), % en peso	5,09	12,6	11,6	13,6	9,43	9,43
Contenido 650+°F (373.3°C), % en peso	91,3	82,3	83,4	80,5	86,8	86,8
Contenido 650–850°F (343.3-454.4°C), % en	20,4	24,2	21,3	24,9	17,9	17,9

48

~~48~~

peso						
Contenido 850–1000°F (454.4°C-573.7 °C), % en peso	15,7	17,4	14,8	17,1	12,9	12,9
Contenido 1000+°F (537.7°C), % en peso	55,2	40,7	47,4	38,5	56,0	56,0

Tabla 24: Propiedades del crudo total de ejecuciones de bitumen de Athabasca

Propiedad de SCO	Línea de base	1	2	3	4	5
Gravedad API	12,9	13,3	18,1	17,5	12,6	12
Viscosidad a 40°C, cSt	201 (2.01×10^{-4} m ² /s)	nr	Nr	34,7 (3.4×10^{-5} m ² /s)	119 (1.19×10^{-4} m ² /s)	150 (1.5×10^{-4} m ² /s)
Viscosidad a 100°C, cSt	Nr	nr	4,86 (4.8×10^{-6} m ² /s)	4,86 (4.8×10^{-6} m ² /s)	11,0 (1.1×10^{-5} m ² /s)	11,2 (1.1×10^{-6} m ² /s)
Asfaltenos C7, % en peso	Nr	6,16	6,19	1,37	5,73	5,57
Contenido de vanadio, ppm	88,0	97,9	20,1	16,5	52,6	48,6
Contenido de níquel, ppm	24,0	34,5	10,9	5,78	22,6	19,0
Intervalos de ebullición						
Contenido <200 °F (93.3 °C), % en peso	0,177	0	0	0	0	0
Contenido 200–350°F (93.3-176.6°C), % en peso	1,92	2,84	1,16	2,07	1,33	1,82
Contenido 350–500°F (176.6-260°C), % en peso	7,33	14,1	6,92	9,09	7,18	6,75
Contenido 500–650°F (260-343.3°C), % en peso	8,25	23,6	21,1	25,9	19,7	18,4
Contenido 650+°F (373.3°C), % en peso	82,3	59,5	70,8	62,9	71,8	73,0
Contenido 650–850°F (343.3-454.4°C), % en peso	25,7	33,1	50,7	41,0	35,7	37,3
Contenido 850–1000°F (454.4°C-573.7 °C), % en peso	19,4	13,4	13,3	16,7	20,3	21,7
Contenido 1000+°F (537.7°C), % en peso	37,2	13,0	6,82	5,24	15,8	14,0

Tabla 25: Propiedades del producto de ejecuciones de bitumen de Athabasca

Configuración	Id de ejecución	API	Rendimiento líquido, % en peso	Rend. líquido, % en vol	Remoc. 1000+, % en peso	Remoc. de C7A, % en peso	Reducción de viscosidad, %	Remoc. de V, % en peso	Remoc. de Ni, % en peso
Línea de base	Nr	12,9	74,4	nr	49,9	nr	99,5	68,7	79,2
1	A022A	13,3	73,3	76,6	76,6	57,8	nr	66,0	68,6
2	A013A	18,1	95,5	104	86,2	62,3	97,3	91,0	87,5
3	A024B	17,5	78,6	83,9	89,3	91,0	99,8	94,2	94,5
4	A032A	12,6	85,7	89,1	75,8	58,7	99,3	79,9	76,5
5	A034B	12,0	80,9	84,0	79,8	62,1	99,2	82,4	81,3

Tabla 26: Comparación de ejecución de bitumen de Athabasca

[000112] Tal como se muestra en la **Tabla 26**, todas las 5 configuraciones

- 5 muestran al menos un área de mejora en comparación con la línea de base. Por lo tanto, las configuraciones 1, 2, 3, 4 y 5 son todas configuraciones preferidas.

10

Propiedad de ejecución	Línea de base	1	2	3	4	5
Rendimiento del volumen líquido, % en volumen	Nr	76,6	104	83,9	89,1	84,0
Rendimiento del peso líquido, % en peso	74,4	73,3	95,5	78,6	85,7	80,9

Tabla 27: Comparación de las propiedades de ejecución de base de crudo total

Propiedad de SCO	Línea de base	1	2	3	4	5
Gravedad API	12,9	13,3	18,1	17,5	12,6	12,0
Reducción de viscosidad, %	99,5	nr	97,3	99,8	99,3	99,2
Remoción de asfaltenos C7, % en peso	nr	57,8	62,3	91,0	58,7	62,1
Remoción de vanadio, % en peso	68,7	66,0	91,0	94,2	79,9	82,4
Remoción de níquel, % en peso	79,2	68,6	87,5	94,5	76,5	81,3
Remoción de material 1000+ °F, % en peso	49,9	76,6	86,2	89,3	75,8	79,8

Tabla 28: Comparación de propiedades del producto

[000113] En función de las propiedades de ejecución de cada configuración que se muestra en la **Tabla 27**, la configuración 2 demuestra un mayor éxito en la retención de líquidos. Las cifras del rendimiento sugieren que las configuraciones 2, 3, 4 y 5 tienen todas un rendimiento líquido superior. La configuración 2 es claramente superior a las otras configuraciones debido a un rendimiento líquido mayor.

[000114] En función de las propiedades del producto de cada configuración que se muestra en la **Tabla 28**, las configuraciones 2 y 3 demuestran mejores propiedades del producto de forma general en comparación con todas las 5 configuraciones. En cuanto a API, reducción de viscosidad, remoción de fracción pesada, remoción de asfaltenos, y remoción de metales, las configuraciones 2 y 3 muestran la mejora más considerable en la mayoría o todas las áreas.

[000115] A través de la combinación de la evaluación tanto de las propiedades del producto como del rendimiento líquido, solo la configuración 2 demuestra un rendimiento superior en ambas áreas. Por lo tanto, la configuración 2

(combinación de Boquilla 1300 + Distribuidor 800) es la configuración más preferida para ejecuciones de Athabasca.

[000116] La **Tabla 29** resume combinaciones numeradas de boquilla de alimentación y placa de distribuidor usadas en las ejecuciones de la muestra de petróleo pesado de Belridge (BHOS). Se asignó una ejecución representativa para cada configuración en función de la gravedad API nominal y del rendimiento del peso líquido de una configuración particular.

Configuración	Ejecución representativa	Boquilla de alimentación	Placa de distribuidor
6	B031.B	Boquilla 700	Distribuidor 400
7	B011.A	Boquilla 700	Distribuidor 800
8	B031.A	Boquilla 1300	Distribuidor 400

Tabla 29: Combinaciones de boquilla-distribuidor de ejecuciones de BHOS

[000117] La **Tabla 30** muestra las propiedades del crudo total usado en la línea de base así como las diferentes configuraciones de ejecución de BHOS. La **Tabla 31** muestra las propiedades del producto (SCO o petróleo crudo sintético) usado en las diferentes configuraciones de ejecución de BHOS. La **Tabla 32** resume las propiedades de las diferentes configuraciones de ejecución de BHOS.

Propiedad del crudo total	Línea de base	6	7	8
Gravedad API	8,6	13,2	13,2	13,2
Viscosidad a 40°C, cSt	40000 (0.04 m ² /s)	1155 (1.15x10 ⁻³ m ² /s)	1155 (1.15x10 ⁻³ m ² /s)	1155 (1.15x10 ⁻³ m ² /s)
Viscosidad a 100°C, cSt	nr	31,7 (3.17x10 ⁻⁵ m ² /s)	31,7 (3.17x10 ⁻⁵ m ² /s),	31,7 (3.17x10 ⁻⁵ m ² /s)
Asfaltenos C7, % en peso	nr	2,83	2,83	2,83
Contenido de vanadio, ppm	209	64,0	64,0	64,0
Contenido de níquel, ppm	86,0	51,5	51,5	51,5
Intervalos de ebullición				
Contenido <200 °F (93.3 °C), % en peso	0	0,240	0,240	0,240
Contenido 200–350°F (93.3–176.6°C), % en peso	0,0396	0,180	0,180	0,180
Contenido 350–500°F (176.6–260°C), % en peso	3,60	7,87	7,87	7,87

52

Contenido 500–650°F (260–343.3°C), % en peso	5,09	14,7	14,7	14,7
Contenido 650+°F (373.3°C), % en peso	91,3	77,0	77,0	77,0
Contenido 650–850°F (343.3–454.4°C), % en peso	20,4	25,6	25,6	25,6
Contenido 850–1000°F (454.4°C–573.7 °C), % en peso	15,7	19,2	19,2	19,2
Contenido 1000+°F (537.7°C), % en peso	55,2	32,2	32,2	32,2
Contenido <200 °F (93.3 °C), % en peso	20,6	12,8	12,8	12,8
Contenido 200–350°F (93.3–176.6°C), % en peso	34,6	19,4	19,4	19,4

Tabla 30: Propiedades del crudo total de ejecuciones de BHOS

Propiedad de SCO	Línea de base	6	7	8
Gravedad API	12,9	15,5	16,9	14,5
Viscosidad a 40°C, cSt	201 (2.01×10^{-4} m ² /s)	62,8 (6.2×10^{-5} m ² /s)	63,6 (6.3×10^{-5} m ² /s)	143 (1.4×10^{-4} m ² /s)
Viscosidad a 100°C, cSt	nr	9,11 (9.11×10^{-6} m ² /s)	6,45 (6.45×10^{-6} m ² /s)	12,7 (1.27×10^{-5} m ² /s)
Asfaltenos C7, % en peso	nr	nr	1,27	nr
Contenido de vanadio, ppm	88,0	25,6	27,7	45,3
Contenido de níquel, ppm	24,0	22,1	26,1	40,4
Intervalos de ebullición				
Contenido <200 °F (93.3 °C), % en peso	0,177	0	0	0
Contenido 200–350°F (93.3–176.6°C), % en peso	1,92	1,64	2,85	0
Contenido 350–500°F (176.6–260°C), % en peso	7,33	10,9	9,74	9,66
Contenido 500–650°F (260–343.3°C), % en peso	8,25	23,2	21,2	21,2
Contenido 650+°F (373.3°C), % en peso	82,3	64,3	66,2	69,1
Contenido 650–850°F (343.3–454.4°C), % en peso	25,7	34,2	42,6	35,7
Contenido 850–1000°F (454.4°C–573.7 °C), % en peso	19,4	15,4	16,7	17,6
Contenido 1000+°F (537.7°C), % en peso	37,2	14,7	6,91	15,8
Contenido <200 °F (93.3 °C), % en peso	21,3	4,01	6,28	7,43
Contenido 200–350°F (93.3–	15,9	10,7	0,630	8,41

176.6°C), % en peso				
---------------------	--	--	--	--

Tabla 31: Propiedades del producto de ejecuciones de BHOS

Config.	Id de ejecución	API	Rendimiento líquido, % en peso	Rendimiento líquido, % en vol	Remoc. 1000+, % en peso	Remoc. de C7A, % en peso	Reduc. de viscosidad, %	Remoc. de V, % en peso	Remoc. de Ni, % en peso
Línea de base	Nr	12,9	74,4	nr	49,9	nr	99,5	68,7	79,2
6	B031B	15,5	77,5	80,3	64,6	nr	94,6	69,0	66,7
7	B011A	16,9	82,5	84,9	82,3	63,0	94,5	64,3	58,2
8	B031A	14,5	81,1	83,6	60,2	nr	87,6	42,6	36,4

Tabla 32: Comparación de ejecución de BHOS

[000118] La **Tabla 33** compara las propiedades de ejecución de las configuraciones de ejecución de BHOS. La **Tabla 34** compara las propiedades del

5 producto de las configuraciones de ejecución de BHOS.

Propiedad de ejecución	Línea de base	6	7	8
Rendimiento del volumen líquido, % en volumen	nr	80,3	84,9	83,6
Rendimiento del peso líquido, % en peso	74,4	77,5	82,5	81,1

Tabla 33: Comparación de las propiedades de ejecución de base de crudo total de BHOS

10

Propiedad del petróleo crudo sintético	Línea de base	6	7	8
Gravedad API	12,9	15,5	16,9	14,5
Reducción de viscosidad, %	99,5	94,6	94,5	87,6
Remoción de asfaltenos C7, % en peso	nr	nr	63,0	nr
Remoción de vanadio, % en peso	68,7	69,0	64,3	42,6
Remoción de níquel, % en peso	79,2	66,7	58,2	36,4
1000°F+ remoción de material, % en peso	49,9	64,6	82,3	60,2

Tabla 34: Comparación de las propiedades del producto de BHOS

[000119] En función de las propiedades de ejecución de cada configuración que se muestra en la **Tabla 33**, la configuración 7 demuestra el mayor éxito en la retención de líquidos. Las cifras del rendimiento sugieren que la configuración 7

54

tiene mayor rendimiento líquido que las configuraciones 6 y 8. Por lo tanto, en función de las propiedades de ejecución, la configuración 8 es la configuración más preferida, seguido de la configuración 7.

[000120] En función de las propiedades del producto de cada configuración que se muestra en la **Tabla 34**, la configuración 7 demuestra propiedades del producto superiores en áreas de remoción de asfaltenos y API. Por otro lado, la configuración 6 es superior en reducción de viscosidad, remoción de metales y remoción de fracción pesada.

[000121] A través de la combinación de la evaluación tanto de las propiedades del producto como de ejecución, solo la configuración 7 demuestra un buen desempeño en ambas áreas. Por lo tanto, la configuración 7 (combinación de Boquilla 700 + Distribuidor 800) es la configuración más preferida para ejecuciones de BHOS.

[000122] La **Tabla 35** enumera y lista las combinaciones de boquilla de alimentación y placa de distribuidor usadas en las ejecuciones de la muestra de petróleo pesado exploratorio (EHOS). Se asignó una ejecución representativa para cada configuración en función de la gravedad API nominal y del rendimiento del peso líquido de una configuración particular.

Configuración	Ejecución representativa	Boquilla de alimentación	Placa de distribuidor
9	E045.B	Boquilla 700	Distribuidor 700
10	E044.A	Boquilla 700	Distribuidor 1100
11	E043.B	Boquilla 2000	Distribuidor 1100

Tabla 35: Combinaciones de boquilla-distribuidor de ejecuciones de EHOS

[000123] La **Tabla 36** muestra las propiedades del crudo total usado en la línea de base así como las diferentes configuraciones de ejecución EHOS. La **Tabla 37** muestra las propiedades del producto (SCO o petróleo crudo sintético) usado en las diferentes configuraciones de ejecución de EHOS. La **Tabla 38** resume las propiedades de las diferentes configuraciones de ejecución de EHOS.

TS

Propiedad del crudo total	Línea de base	9	10	11
Gravedad API	8,6	7,7	8,4	8,4
Viscosidad a 40°C, cSt	40000 (0.04 m ² /s)	nr	Nr	nr
Viscosidad a 100°C, cSt	nr	657 (6.57x10 ⁻⁴ m ² /s)	591 (5.91x10 ⁻⁴ m ² /s)	587 (5.87x10 ⁻⁴ m ² /s)
Asfaltenos C7, % en peso	nr	13,8	14,3	13,6
Contenido de vanadio, ppm	209	458	452	473
Contenido de níquel, ppm	86,0	151	141	147
Intervalos de ebullición				
Contenido <200 °F (93.3 °C), % en peso	0	0	0	0
Contenido 200–350°F (93.3–176.6°C), % en peso	0,0396	0	0	0
Contenido 350–500°F (176.6–260°C), % en peso	3,60	1,88	2,00	2,44
Contenido 500–650°F (260–343.3°C), % en peso	5,09	9,22	9,23	8,88
Contenido 650+°F (373.3°C), % en peso	91,3	88,9	88,8	88,7
Contenido 650–850°F (343.3–454.4°C), % en peso	20,4	17,6	17,3	15,5
Contenido 850–1000°F (454.4°C–573.7 °C), % en peso	15,7	13,6	13,3	12,4
Contenido 1000+°F (537.7°C), % en peso	55,2	57,7	58,2	60,8
Contenido <200 °F (93.3 °C), % en peso	20,6	18,3	18,1	17,9
Contenido 200–350°F (93.3–176.6°C), % en peso	34,6	39,4	40,0	42,9

Tabla 36: Propiedades del crudo total de ejecuciones de EHOS

Propiedad del petróleo crudo sintético	Línea de base	9	10	11
Gravedad API	12,9	14,8	16,4	16,1
Viscosidad a 40°C, cSt	201 (2.01x10 ⁻⁴ m ² /s)	33,5 (3.3x10 ⁻⁵ m ² /s)	39,6 (3.9x10 ⁻⁵ m ² /s)	36,0 (3.6x10 ⁻⁵ m ² /s)
Viscosidad a 100°C, cSt	nr	6,80 (6.8x10 ⁻⁶ m ² /s)	5,25 (5.25x10 ⁻⁶ m ² /s)	6,45 (6.4x10 ⁻⁶ m ² /s)
Asfaltenos C7, % en peso	nr	5,23	4,12	4,19
Contenido de vanadio, ppm	88,0	79,2	119	121
Contenido de níquel, ppm	24,0	25,1	38,1	37,7
Intervalos de ebullición				
Contenido <200 °F (93.3 °C), % en peso	0,177	0	0	0
Contenido 200–350°F (93.3–176.6°C), % en peso	1,92	4,18	3,06	3,83

SP

Contenido 350–500°F (176.6-260°C), % en peso	7,33	12,9	12,8	11,5
Contenido 500–650°F (260-343.3°C), % en peso	8,25	23,7	19,5	16,9
Contenido 650+°F (373.3°C), % en peso	82,3	59,2	64,6	67,8
Contenido 650–850°F (343.3-454.4°C), % en peso	25,7	36,6	35,0	31,2
Contenido 850–1000°F (454.4°C-573.7 °C), % en peso	19,4	15,0	13,5	15,5
Contenido 1000+°F (537.7°C), % en peso	37,2	7,62	16,1	21,1
Contenido <200 °F (93.3 °C), % en peso	21,3	4,11	6,12	7,98
Contenido 200–350°F (93.3-176.6°C), % en peso	15,9	3,51	10,0	13,1

Tabla 37: Propiedades del producto de ejecuciones de EHOS

Configuración	Id de ejecución	API	Rendimiento líquido, % en peso	Rendimiento líquido, % en vol	Remoc. 1000+, % en peso	Remoc. de C7A, % en peso	Reduc. de viscosidad, %	Remoc. de V, % en peso	Remoc. de Ni, % en peso
Línea de base	nr	12,9	74,4	nr	49,9	nr	99,5	68,7	79,2
9	E045B	14,8	62,7	67,5	91,7	76,2	99,0	89,2	89,6
10	E044A	16,4	90,1	96,1	75,1	74,0	99,1	76,3	75,7
11	E043B	16,1	78,3	83,6	72,8	75,9	98,9	80,0	79,9

Tabla 38: Comparación de ejecución de EHOS

[000124] La **Tabla 39** compara las propiedades de ejecución de las configuraciones de ejecución de EHOS. La Tabla compara las propiedades del

5 producto de las configuraciones de ejecución de EHOS.

Propiedad de ejecución	Línea de base	9	10	11
Rendimiento del volumen líquido, % en volumen	Nr	67,5	96,1	83,6
Rendimiento del peso líquido, % en peso	74,4	62,7	90,1	78,3

Tabla 39: Comparación de las propiedades de ejecución de base de crudo total de EHOS

Propiedad del petróleo crudo sintético	Línea de base	9	10	11
Gravedad API	12,9	14,8	16,4	16,1
Reducción de viscosidad, %	99,5	nr	Nr	nr
Remoción de asfaltenos C7, % en peso	nr	76,2	74,0	75,9

57

Remoción de vanadio, % en peso	68,7	89,2	76,3	80,0
Remoción de níquel, % en peso	79,2	89,6	75,7	79,9
1000°F+ remoción de material, % en peso	49,9	91,7	75,1	72,8

Tabla 40: Comparación de propiedades del producto de EHOS

[000125] En función de las propiedades de ejecución de cada configuración que se muestra en la **Tabla 39**, la configuración 10 demuestra el mayor éxito en la retención de líquidos. Las cifras de rendimiento sugieren que la configuración 10 tiene mejor rendimiento líquido que las configuraciones 9 y 11. Por lo tanto, la configuración 10 es la configuración más preferida.

[000126] En función de las propiedades del producto de cada configuración que se muestra en la **Tabla 40**, ambas configuraciones 9 y 10 demuestran propiedades del producto superiores de forma general. Mientras que la configuración 9 tiene la mejor reducción de viscosidad, remoción de material pesado y remoción de metales, la configuración 10 tiene la mejor remoción de asfaltenos y API. Para las áreas donde la configuración 10 no es la mejor, de todas maneras es comparativamente similar a las otras 2 configuraciones.

[000127] A través de la combinación de la evaluación tanto de las propiedades del producto como de ejecución, solo la configuración 10 demuestra un buen desempeño en ambas áreas. Por lo tanto, la configuración 10 (combinación de Boquilla 700 + Distribuidor 1100) es la configuración más preferida, para ejecuciones de EHOS.

[000128] La **Tabla 41** enumera y lista las combinaciones de boquilla de alimentación y placa de distribuidor usadas en las ejecuciones de la muestra de petróleo pesado no identificada (UHOS). Se asignó una ejecución representativa para cada configuración en función de la gravedad API nominal y del rendimiento del peso líquido de una configuración particular.

Nº de configuración	Ejecución representativa	Boquilla de alimentación	Placa de distribuidor
---------------------	--------------------------	--------------------------	-----------------------

56

13	U038.A	Boquilla 700	Distribuidor 1100
14	U037.B	Boquilla 700	Distribuidor 1200
15	U037.A	Boquilla 2000	Distribuidor 400

Tabla 41: Combinaciones de boquilla-distribuidor de UHOS

[000129] La **Tabla 42** muestra las propiedades del crudo total usado en la línea de base así como las diferentes ejecución de configuraciones de UHOS. La **Tabla 43** muestra las propiedades del producto (SCO o petróleo crudo sintético) usado en las diferentes configuraciones de ejecución de UHOS. La **Tabla 44** resume las propiedades de las diferentes configuraciones de ejecución de UHOS.

Propiedad del crudo total	Línea de base	13	14	15
Gravedad API	8,6	11,3	10,8	10,8
Viscosidad a 40°C, cSt	40000 (0.04 m ² /s)	5717 (5.7x10 ⁻³ m ² /s)	4725 (4.7x10 ⁻³ m ² /s)	4725 (4.7x10 ⁻³ m ² /s)
Viscosidad a 100°C, cSt	nr	143 (1.4x10 ⁻⁴ m ² /s)	147 (1.4x10 ⁻⁴ m ² /s)	147 (1.4x10 ⁻⁴ m ² /s)
Asfaltenos C7, % en peso	nr	16,9	17,3	17,3
Contenido de vanadio, ppm	209	435	450	450
Contenido de níquel, ppm	86,0	81,1	83,3	83,3
Intervalos de ebullición				
Contenido <200 °F (93.3 °C), % en peso	0	0,237	0,302	0,302
Contenido 200–350°F (93.3-176.6°C), % en peso	0,0396	4,27	3,39	3,39
Contenido 350–500°F (176.6-260°C), % en peso	3,60	6,19	5,70	5,70
Contenido 500–650°F (260-343.3°C), % en peso	5,09	8,40	9,29	9,29
Contenido 650+°F (373.3°C), % en peso	91,3	80,9	81,3	81,3
Contenido 650–850°F (343.3-454.4°C), % en peso	20,4	13,0	13,4	13,4
Contenido 850–1000°F (454.4°C-573.7 °C), % en peso	15,7	10,2	13,7	13,7
Contenido 1000+°F (537.7°C), % en peso	55,2	57,7	54,2	54,2
Contenido <200 °F (93.3 °C), % en peso	20,6	17,4	17,7	17,7
Contenido 200–350°F (93.3-176.6°C), % en peso	34,6	40,3	36,5	36,5

Tabla 42: Propiedades del crudo total de ejecuciones de UHOS

Propiedad de SCO	Línea de base	13	14	15
------------------	---------------	----	----	----

59

Gravedad API	12,9	13,7	19,2	16,7
Viscosidad a 40°C, cSt	201 (2.01x10 ⁻⁴ m ² /s)	118 (1.18x10 ⁻⁴ m ² /s)	24,6 (2.46x10 ⁻⁵ m ² /s)	68,4 (6.84x10 ⁻⁵ m ² /s)
Viscosidad a 100°C, cSt	Nr	20,7 (2.07x10 ⁻⁵ m ² /s)	4,59 (4.59x10 ⁻⁶ m ² /s)	7,27 (7.27x10 ⁻⁶ m ² /s)
Asfaltenos C7, % en peso	Nr	8,84	2,52	6,87
Contenido de vanadio, ppm	88,0	197	72,2	170
Contenido de níquel, ppm	24,0	33,0	10,2	29,6
Intervalos de ebullición				
Contenido <200 °F (93.3 °C), % en peso	0,177	0	0	0
Contenido 200–350°F (93.3-176.6°C), % en peso	1,92	4,52	6,41	5,16
Contenido 350–500°F (176.6-260°C), % en peso	7,33	9,64	12,6	10,4
Contenido 500–650°F (260-343.3°C), % en peso	8,25	15,4	20,7	17,4
Contenido 650+°F (373.3°C), % en peso	82,3	70,4	60,3	67,0
Contenido 650–850°F (343.3-454.4°C), % en peso	25,7	23,9	29,5	25,1
Contenido 850–1000°F (454.4°C-573.7 °C), % en peso	19,4	15,1	16,7	15,7
Contenido 1000+°F (537.7°C), % en peso	37,2	31,4	14,1	26,2
Contenido <200 °F (93.3 °C), % en peso	21,3	11,6	5,16	9,70
Contenido 200–350°F (93.3-176.6°C), % en peso	15,9	19,8	8,93	16,5

Tabla 43: Propiedades del producto de ejecuciones de UHOS

Configuración	Id de ejecución	API	Rendimiento líquido, % en peso	Rendimiento líquido, % en vol	Remo c. 1000+, % en peso	Remo c. de C7A, % en peso	Reducción de viscosidad, %	Remo c. de V, % en peso	Remo c. de Ni, % en peso
Línea de base	nr	12,9	74,4	nr	49,9	nr	99,5	68,7	79,2
13	U038A	13,7	73,6	75,7	59,9	61,5	97,9	66,7	70,1
14	U037B	19,2	66,8	70,4	82,6	90,3	99,5	89,3	91,8
15	U037A	16,7	82,0	84,6	60,4	67,4	98,6	69,0	70,1

60

Tabla 44: Comparación de la ejecución de UHOS

[000130] La **Tabla 45** compara las propiedades de ejecución de base de crudo total de las configuraciones de ejecución de UHOS. La **Tabla 46** compara las propiedades del producto de las configuraciones de ejecución de UHOS.

Propiedad de ejecución	Línea de base	13	14	15
Rendimiento del volumen líquido, % en volumen	nr	75,7	70,4	84,6
Rendimiento del peso líquido, % en peso	74,4	73,6	66,8	82,0

5 **Tabla 45:** Comparación de las propiedades de ejecución de base de crudo total de UHOS

Propiedad de SCO	Línea de base	13	14	15
Gravedad API	12,9	13,7	19,2	16,7
Reducción de viscosidad, %	99,5	97,9	99,5	98,6
Remoción de asfaltenos C7, % en peso	nr	61,5	90,3	67,4
Remoción de vanadio, % en peso	68,7	66,7	89,3	69,0
Remoción de níquel, % en peso	79,2	70,1	91,8	70,9
1000°F+ remoción de material, % en peso	49,9	59,9	82,6	60,4

Tabla 46: Comparación de las propiedades del producto de ejecución de UHOS

[000131] En función de las propiedades de ejecución de cada configuración que se muestra en la **Tabla 45**, la configuración 15 demuestra un mayor éxito en la retención de líquidos. Por lo tanto, la configuración 15 es la más preferida.

[000132] En función de las propiedades del producto de cada configuración que se muestra en la **Tabla 46**, la configuración 14 demuestra propiedades del producto superiores de forma general, seguido de la configuración 15.

15 [000133] A través de la combinación de la evaluación de las propiedades del producto y rendimiento líquido, la configuración 15 se prefiere ampliamente debido al mayor rendimiento del volumen líquido. Por lo tanto, la configuración 15 (combinación de Boquilla 2000 + Distribuidor 400) es la configuración más preferida, para ejecuciones de UHOS.

61

[000134] En la descripción anterior, solamente con fines explicativos, se establece una nomenclatura específica para proporcionar un entendimiento minucioso de la presente divulgación. Sin embargo, resultará evidente para un experto en la técnica que estos detalles específicos no son necesarios para la puesta en
5 práctica de las enseñanzas de la presente divulgación.

[000135] Además, los distintos rasgos de los ejemplos representativos y las reivindicaciones dependientes se pueden combinar de formas que no fueron enumeradas específica ni explícitamente para proporcionar realizaciones útiles adicionales de las presentes enseñanzas. También se observa expresamente que
10 todas los intervalos de valor o indicaciones de grupos de entidades divulgan cualquier entidad intermedia o valor intermedio posible con el fin de la divulgación original, así como con el fin de limitar la materia reivindicada. También se observa expresamente que las dimensiones y las formas de los componentes que se muestran en las figuras se diseñan para ayudar a entender cómo se ponen en
15 práctica las presentes enseñanzas, pero no pretenden limitar las dimensiones ni las formas que se muestran en los ejemplos.

[000136] Se han divulgado boquillas de alimentación de reactor mejoradas. Se entiende que las realizaciones descritas en la presente tienen el fin de aclarar y no se deberá considerar que limitan la materia de la divulgación. Distintas
20 modificaciones, usos, sustituciones, combinaciones, mejoras, métodos de producción sin apartarse del alcance o espíritu de la presente invención, resultarán evidentes para un experto en la técnica.

REIVINDICACIONES

Se reivindica lo siguiente:

1. Una boquilla de alimentación (1500; 1700), caracterizada porque comprende:

una tubería interior (1501; 1701) encerrada en una tubería de escudo de calor

5 exterior (1502; 1702) que define una vía de flujo horizontal, y una punta soldada (1503; 1703) dispuesta conectivamente en el extremo de la tubería interna (1501, 1701) y el escudo de calor exterior (1503; 1702) y la punta soldada comprende un agujero de descarga (1507; 1707) fabricado en la punta soldada (1503; 1703);

10 una primera sección (1504; 1704) que extiende la vía de flujo en un ángulo declinado, y una segunda sección (1508; 1708) que se extiende en un ángulo predeterminado desde la primera sección hasta el agujero de descarga (1507; 1707).

2. La boquilla de alimentación (1500) de la Reivindicación 1, caracterizada porque

15 la tubería interna (1501; 1701) es de acero inoxidable.

3. La boquilla de alimentación (1500) de la Reivindicación 1, caracterizada porque

la tubería de escudo de calor exterior (1502; 1702) es de acero inoxidable.

4. La boquilla de alimentación (1500) de la Reivindicación 1, caracterizada porque

el ángulo predeterminado es 90°.

20 5. La boquilla de alimentación (1500) de la Reivindicación 1, caracterizada porque

el agujero de descarga (1507; 1707) está formado de acuerdo con un patrón de estrella de 8 puntas.

6. La boquilla de alimentación (1500) de la Reivindicación 1, caracterizada porque

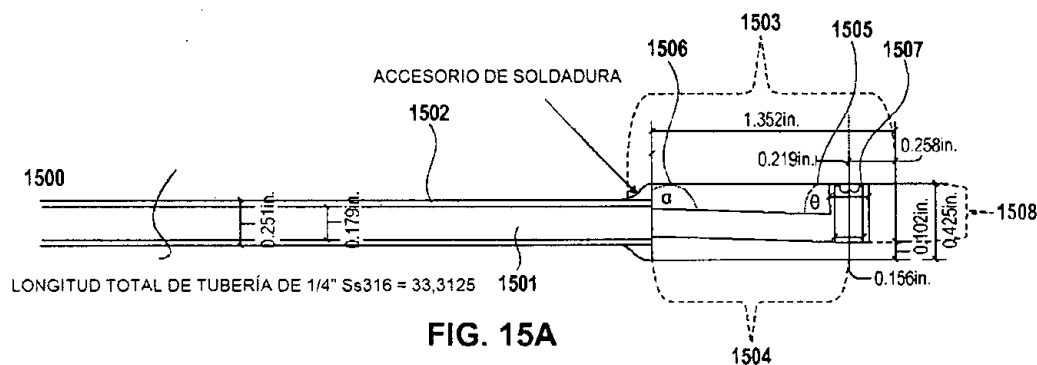
el ángulo predeterminado es 45°.

03

7. La boquilla de alimentación (1500) de la Reivindicación 1, caracterizada porque el agujero de descarga es ovalado.
8. La boquilla de alimentación (1500) de la Reivindicación 1, caracterizada la sección es vertical.
- 5 9. La boquilla de alimentación (1500) de la Reivindicación 1, caracterizada la sección es diagonal.
10. La boquilla de alimentación (1500) de la Reivindicación 1, caracterizada porque la tubería interior (1501; 1701) tiene una vía de alimentación de líquidos y una vía de alimentación de gas.

RESUMEN DE LA INVENCION

[000137] Se divulgan boquillas de alimentación de reactor mejoradas. De acuerdo con una realización, una boquilla de alimentación comprende una tubería interior encerrada en una tubería de escudo de calor exterior, un primer agujero circular fabricado en la tubería interior, el primer agujero circular tiene un primer diámetro y sirve como un agujero de descarga, un segundo agujero circular fabricado en la tubería de escudo de calor exterior, el segundo agujero circular tiene un segundo diámetro, donde el segundo diámetro es mayor que el primer diámetro; y una punta soldada para extender una vía de flujo en un ángulo decreciente, la punta soldada tiene una sección que se extiende en un ángulo predeterminado desde la tubería interior al agujero de descarga.



45

WO 2012/092520

PCT/US2011/067973

HOJA DE REEMPLAZO
1/22

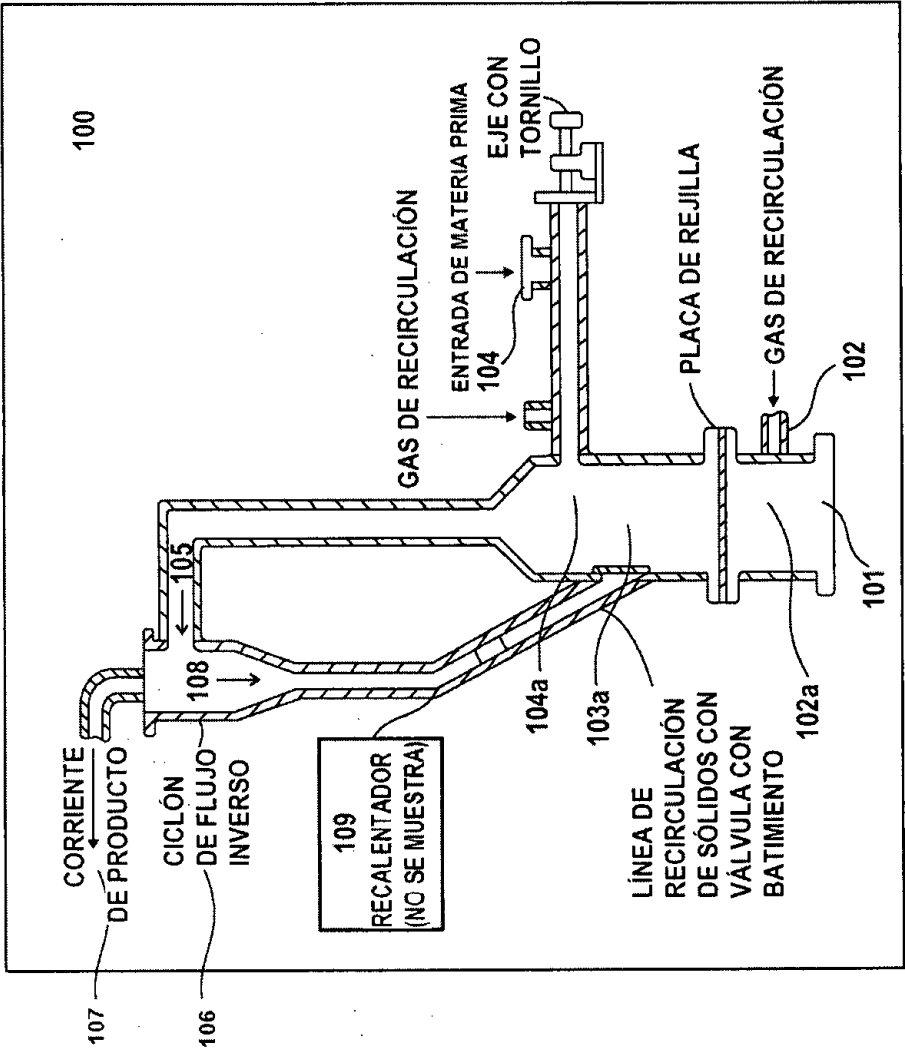


FIG. 1 TÉCNICA PREVIA

66

WO 2012/092520

PCT/US2011/067973

HOJA DE REEMPLAZO
2/22

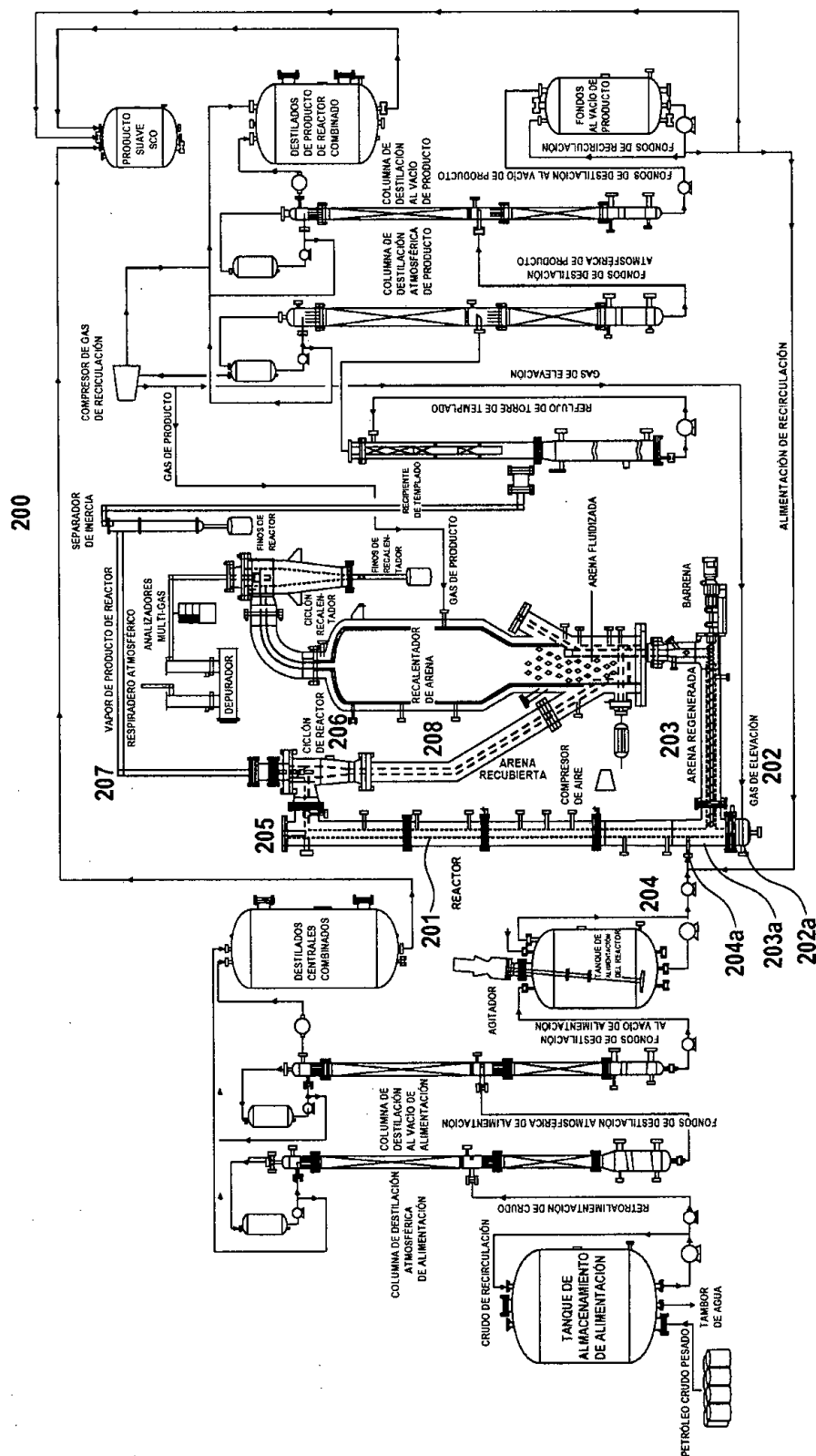


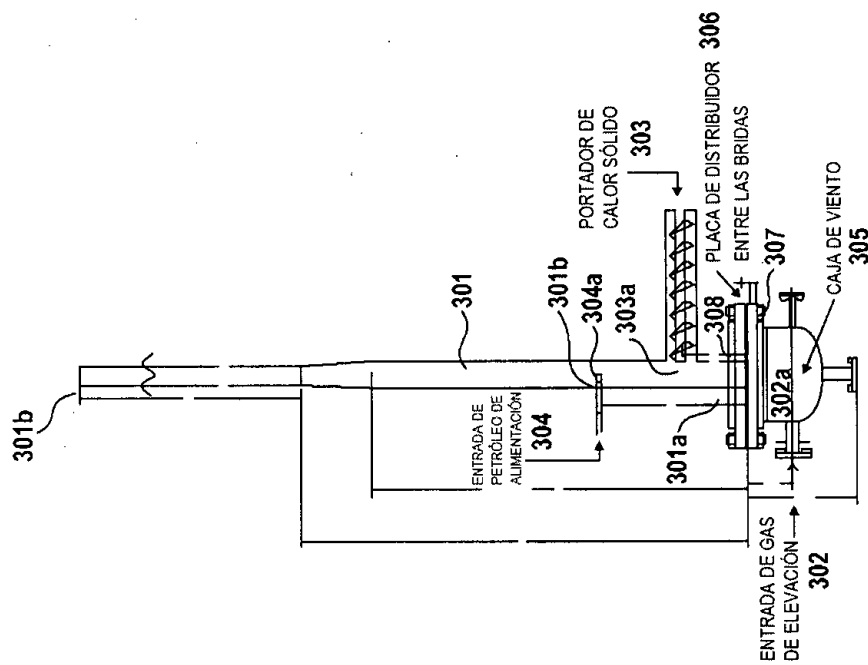
FIG. 2

HOJA DE SUSTITUCIÓN (NORMA 26)

67

WO 2012/092520

PCT/US2011/067973

HOJA DE REEMPLAZO
3/22**FIG. 3**

HOJA DE SUSTITUCIÓN (NORMA 26)

68

WO 2012/092520

PCT/US2011/067973

HOJA DE REEMPLAZO
4/22

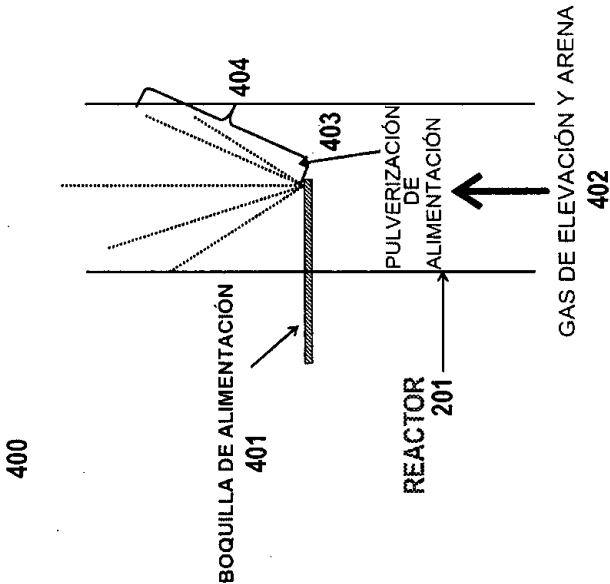


FIG. 4 TÉCNICA PREVIA

HOJA DE SUSTITUCIÓN (NORMA 26)

89

HOJA DE REEMPLAZO
5/22

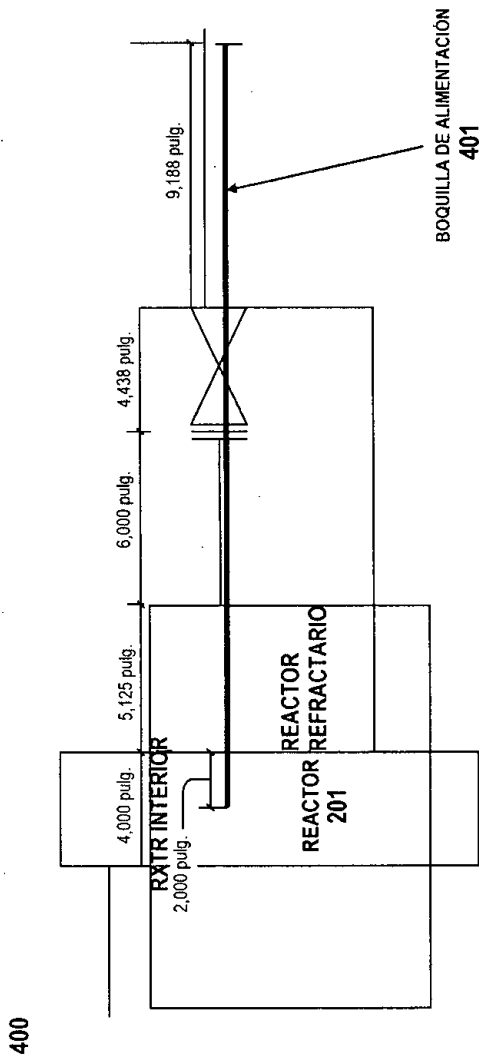


FIG. 5 TÉCNICA PREVIA

20

WO 2012/092520

PCT/US2011/067973

HOJA DE REEMPLAZO
6/22

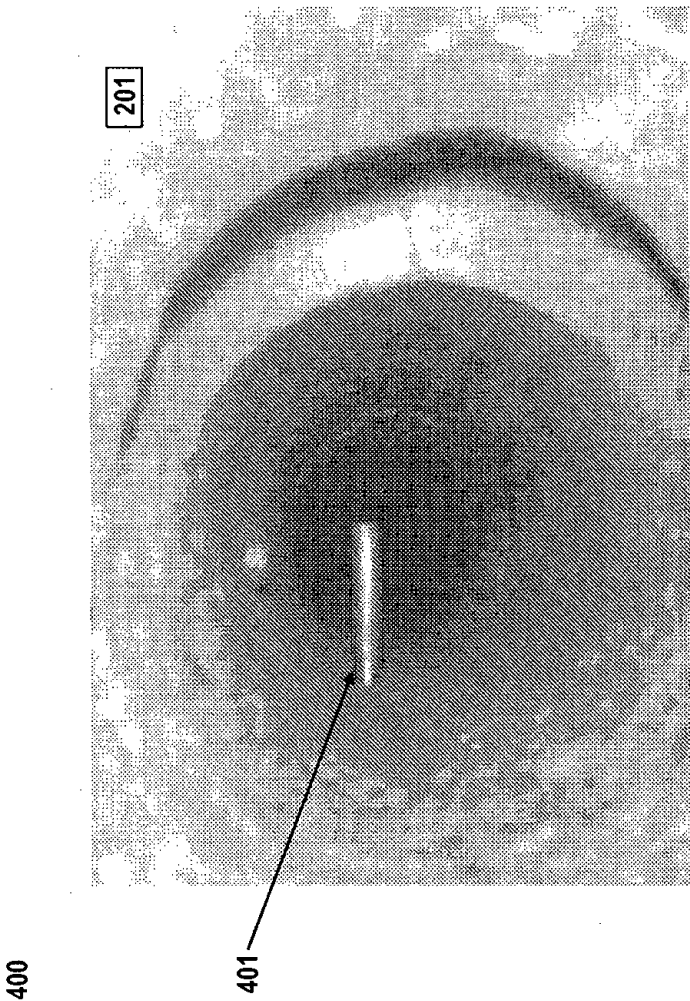


FIG. 6 TÉCNICA PREVIA

HOJA DE SUSTITUCIÓN (NORMA 26)

21

WO 2012/092520

PCT/US2011/067973

HOJA DE REEMPLAZO
7/22

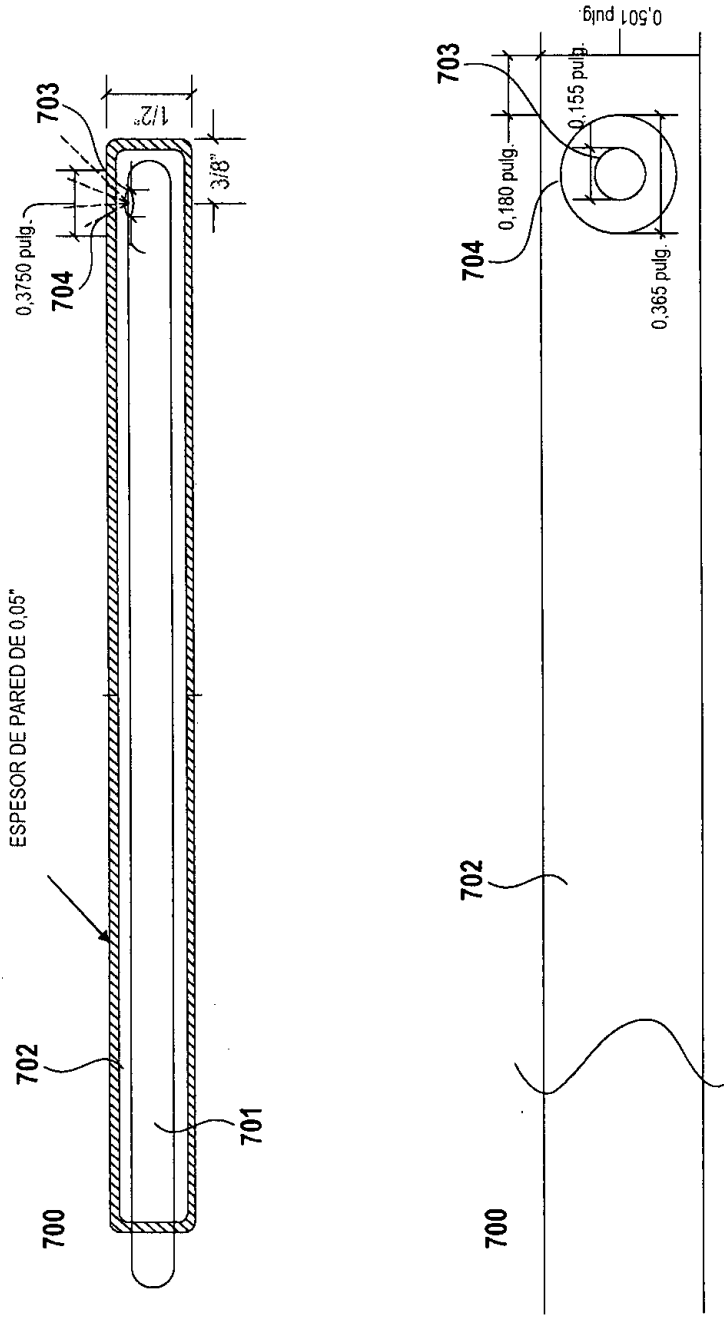


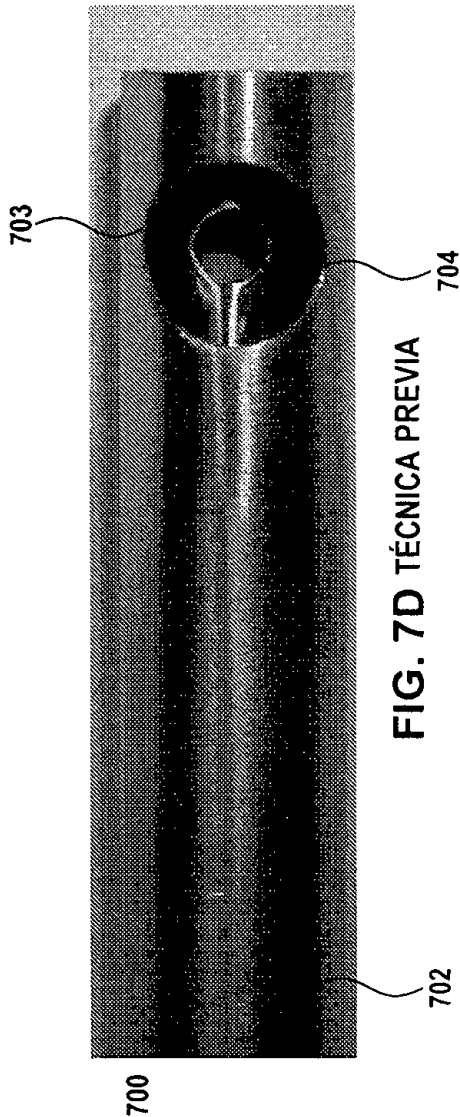
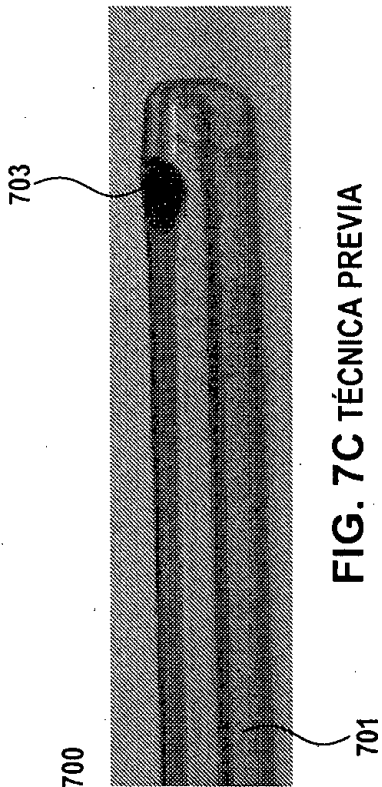
FIG. 7B TÉCNICA PREVIA

72

WO 2012/092520

PCT/US2011/067973

HOJA DE REEMPLAZO
8/22



73

WO 2012/092520

PCT/US2011/067973

HOJA DE REEMPLAZO
9/22

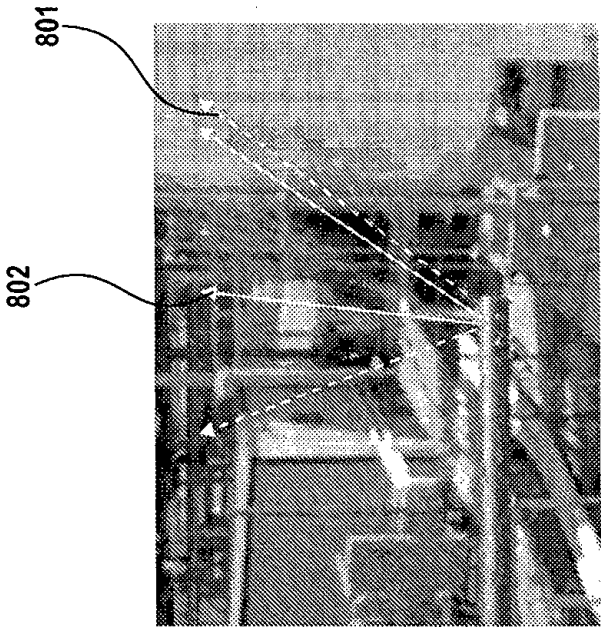


FIG. 8B TÉCNICA PREVIA

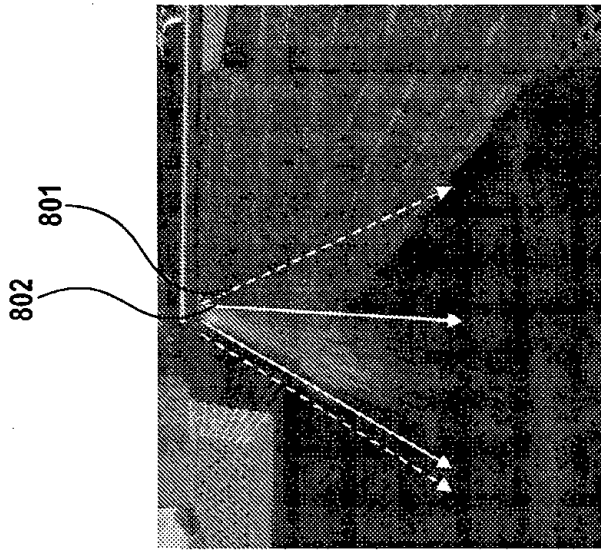


FIG. 8A TÉCNICA PREVIA

74

HOJA DE REEMPLAZO
10/22

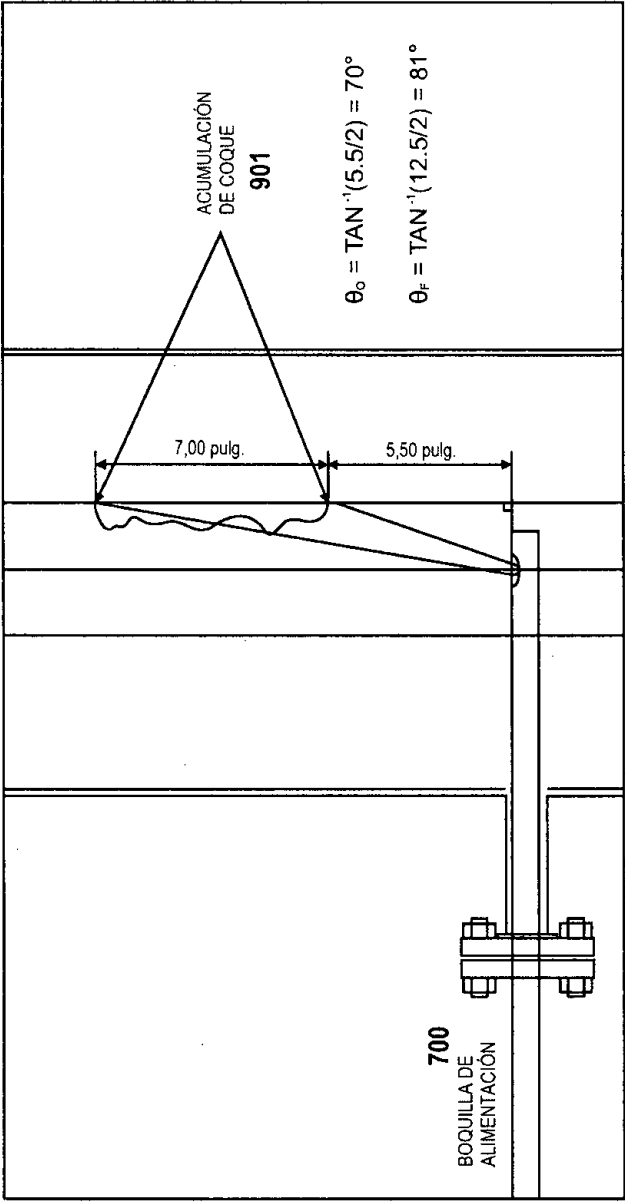


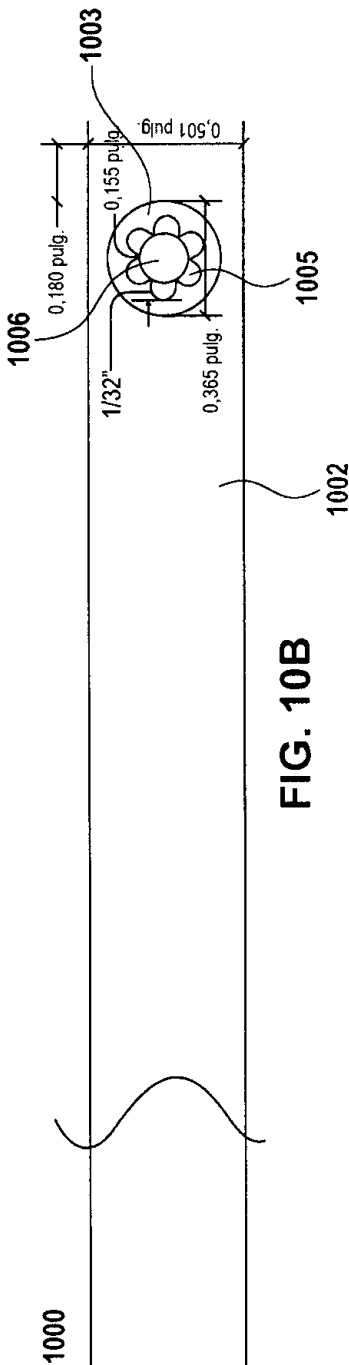
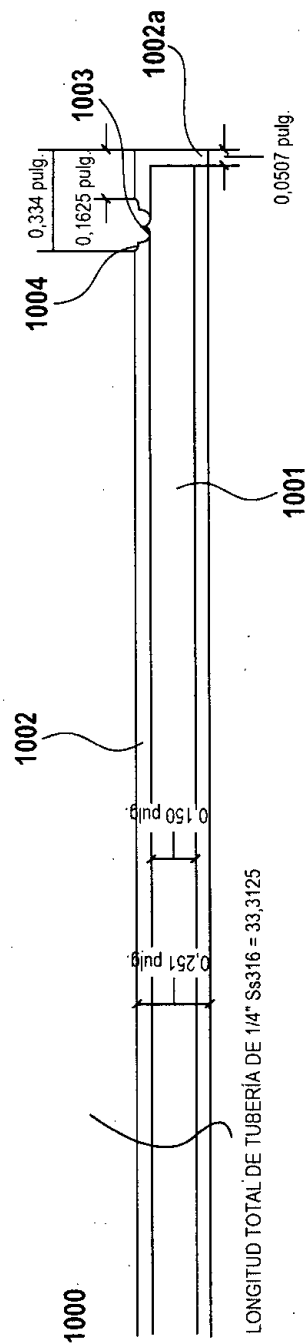
FIG. 9

25

WO 2012/092520

PCT/US2011/067973

HOJA DE REEMPLAZO
11/22

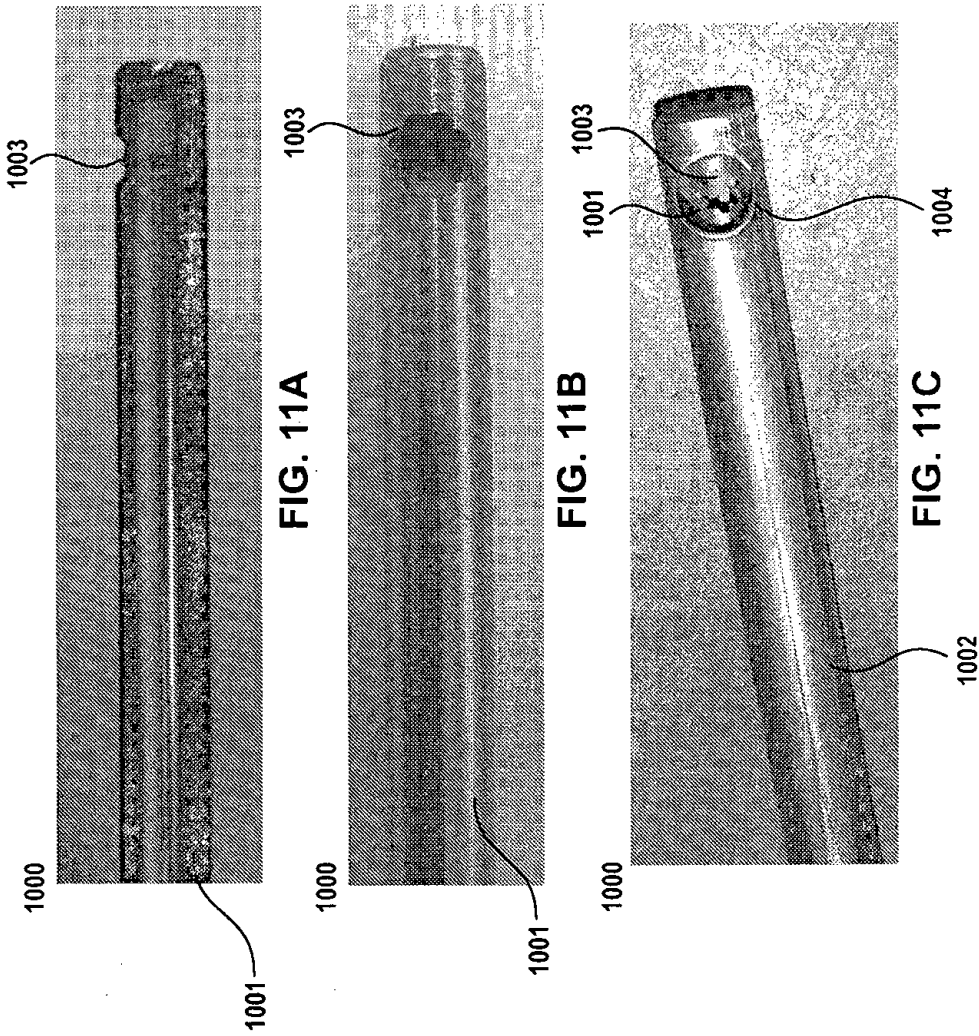


28

WO 2012/092520

PCT/US2011/067973

HOJA DE REEMPLAZO
12/22



HOJA DE SUSTITUCIÓN (NORMA 26)

27

WO 2012/092520

PCT/US2011/067973

HOJA DE REEMPLAZO
13/22

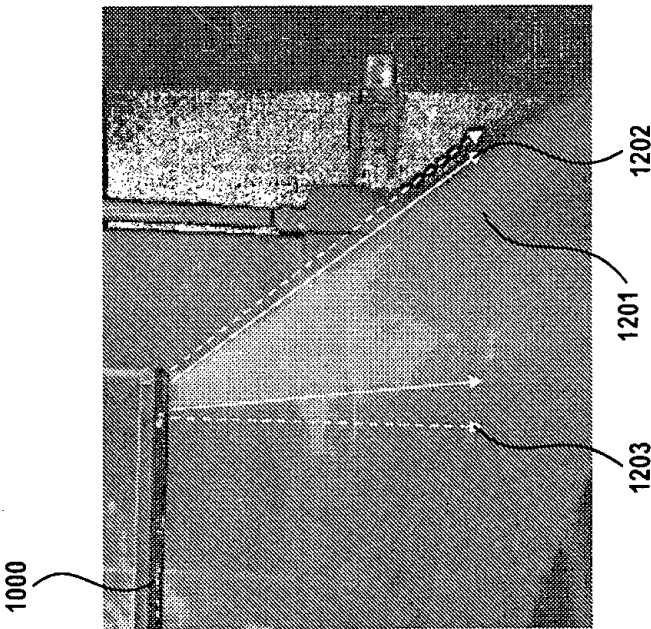


FIG. 12B

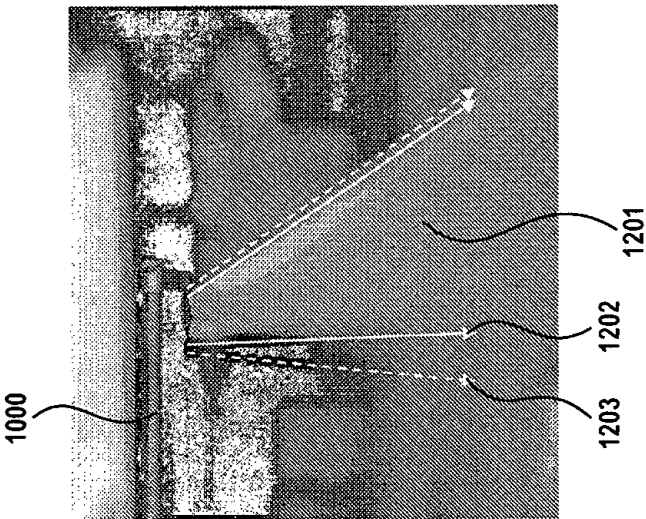


FIG. 12A

28

WO 2012/092520

PCT/US2011/067973

HOJA DE REEMPLAZO
14/22

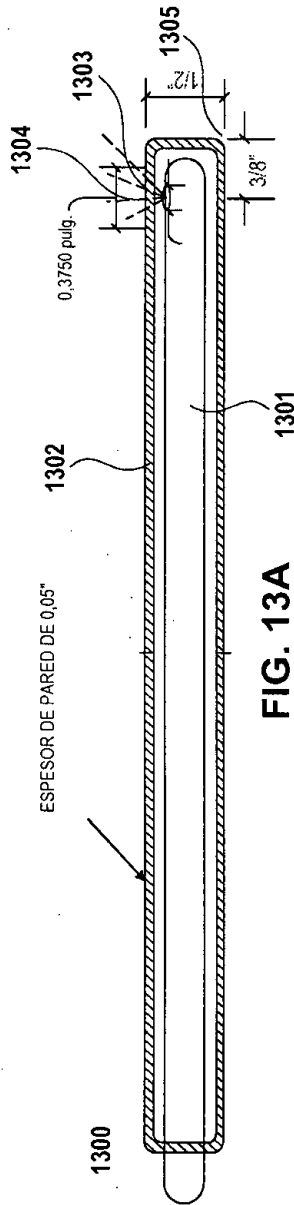


FIG. 13A

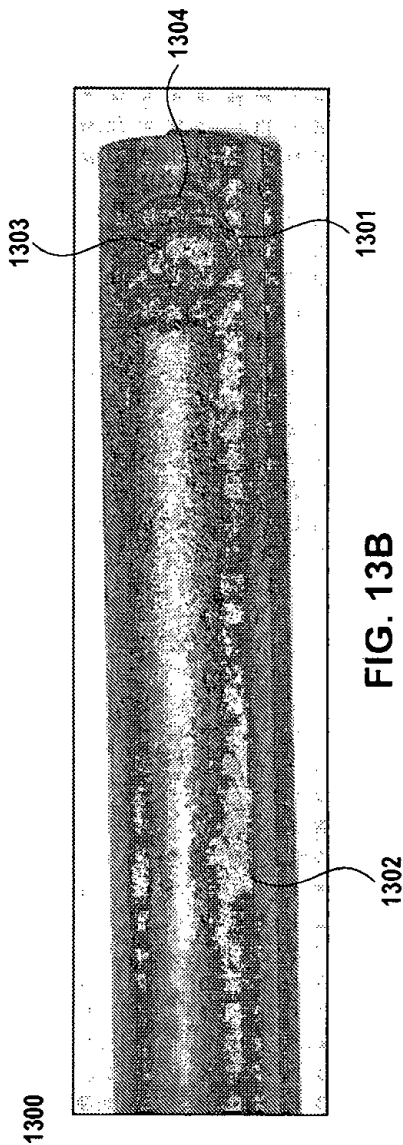


FIG. 13B

75

HOJA DE REEMPLAZO
15/22

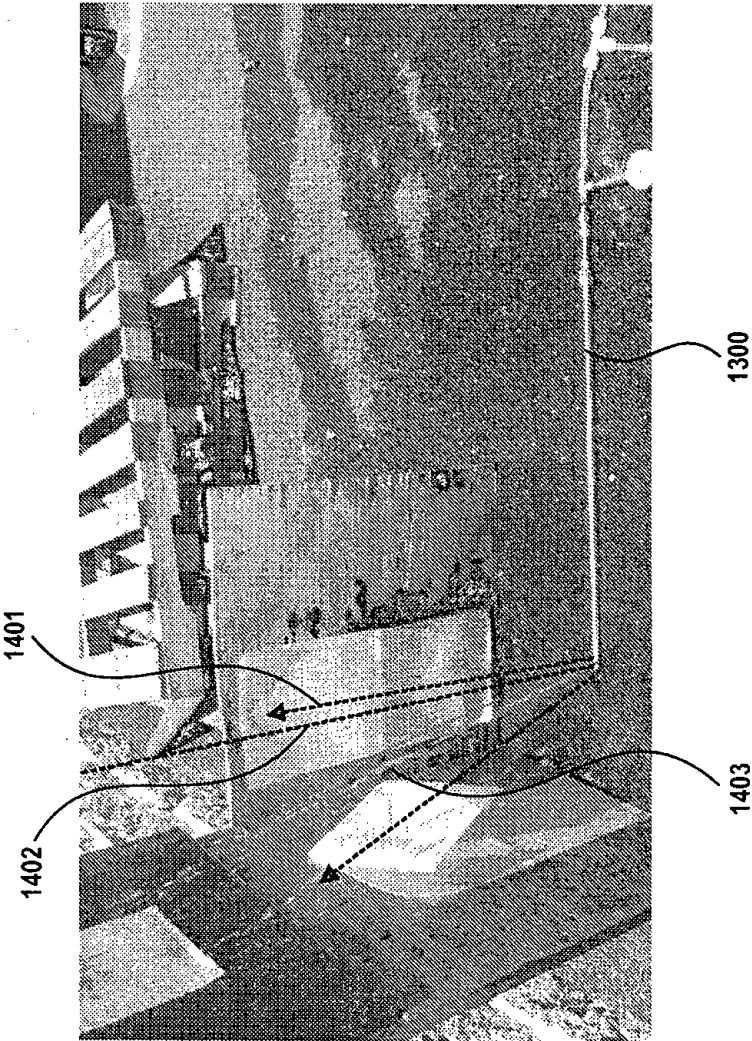


FIG. 14

80

WO 2012/092520

PCT/US2011/067973

HOJA DE REEMPLAZO
16/22

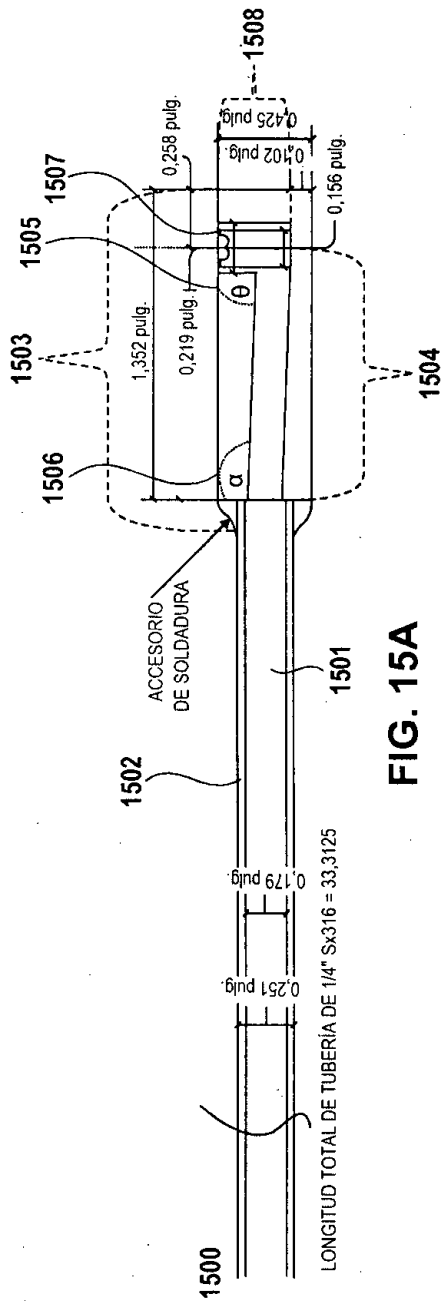


FIG. 15A

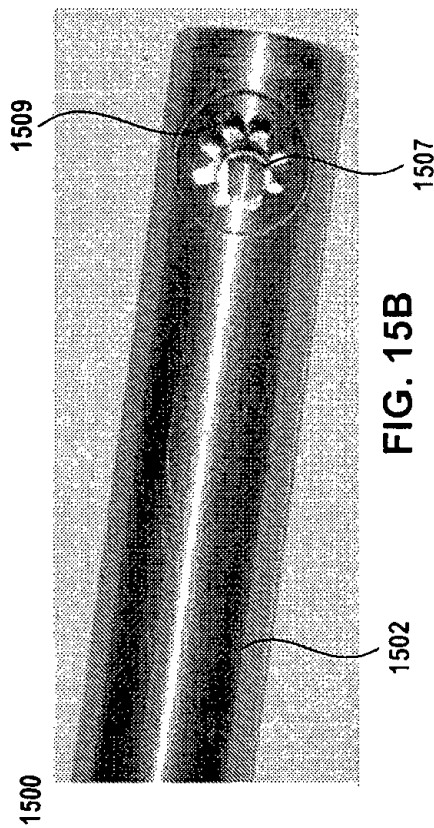
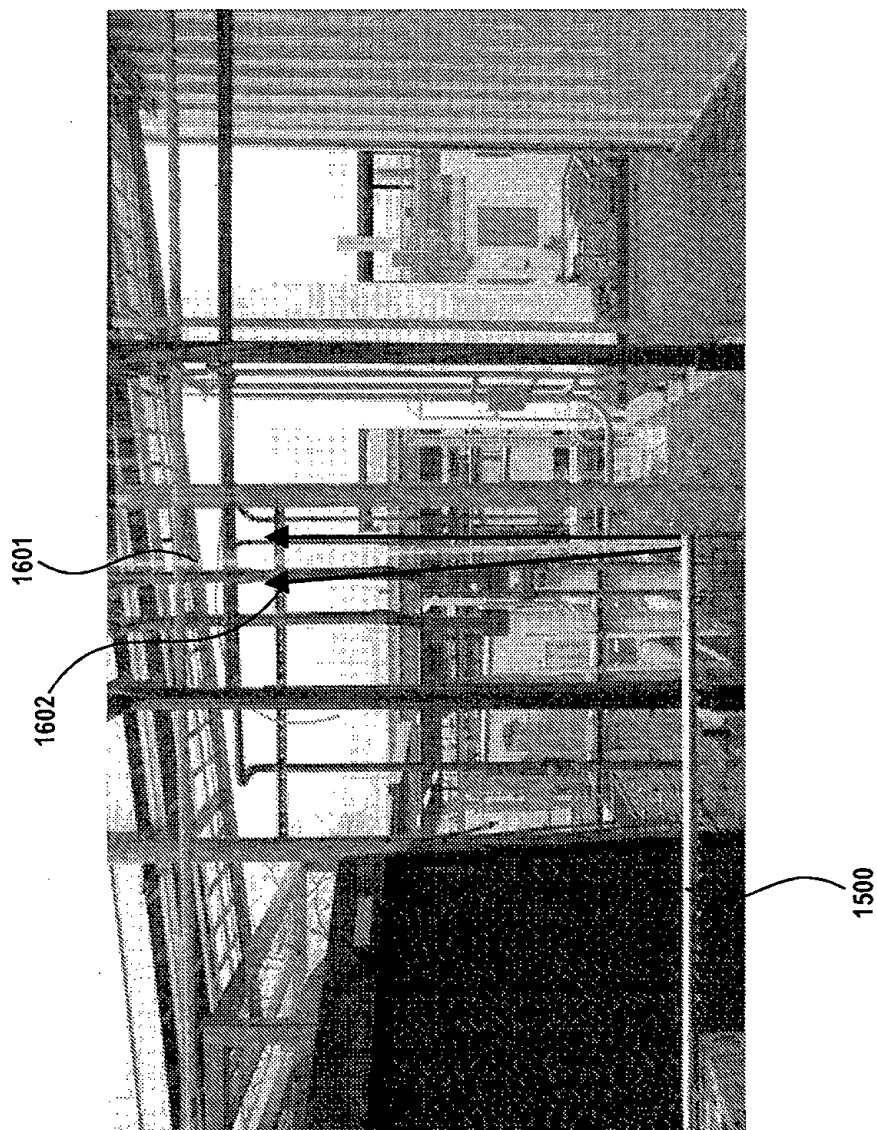


FIG. 15B

WO 2012/092520

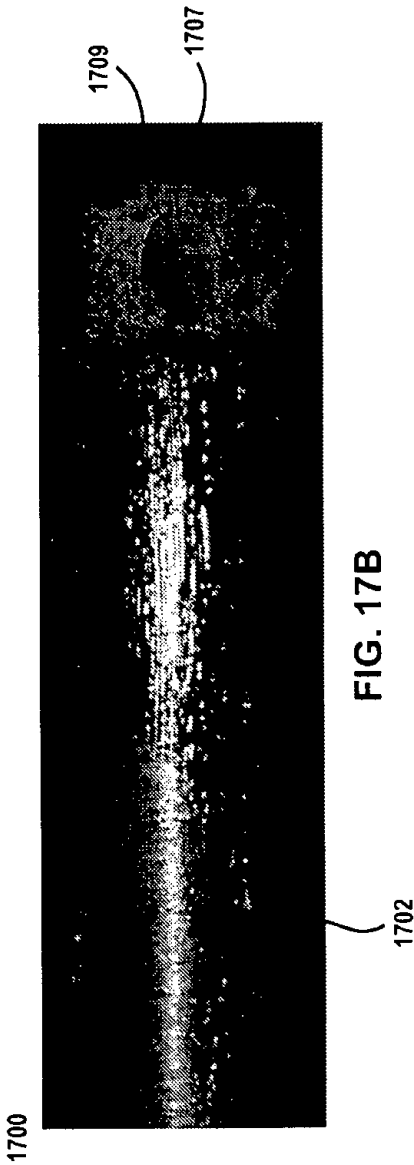
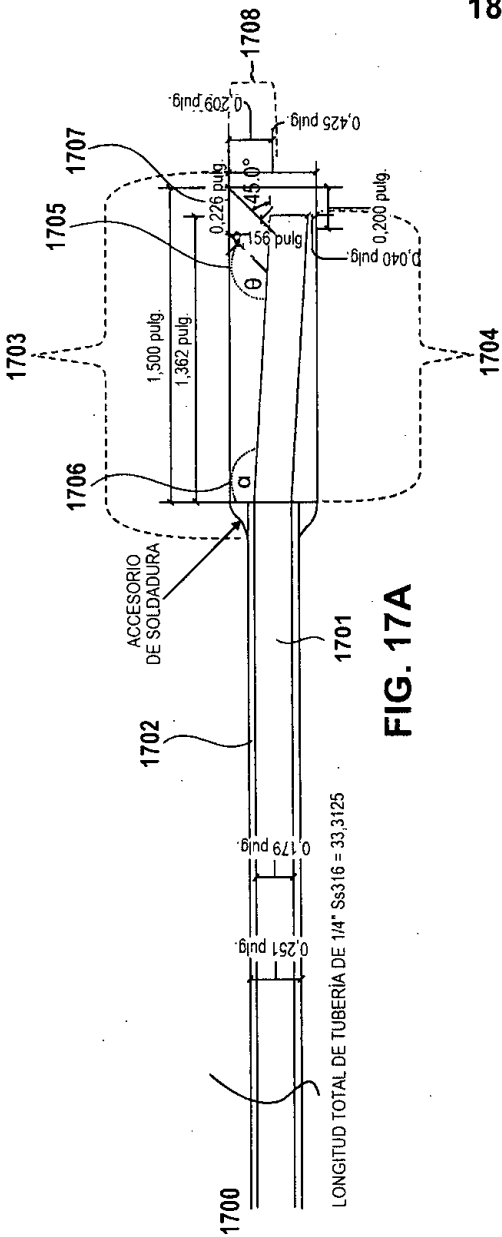
PCT/US2011/067973

**HOJA DE REEMPLAZO
17/22****HOJA DE SUSTITUCIÓN (NORMA 26)**

WO 2012/092520

PCT/US2011/067973

HOJA DE REEMPLAZO
18/22



HOJA DE REEMPLAZO
19/22

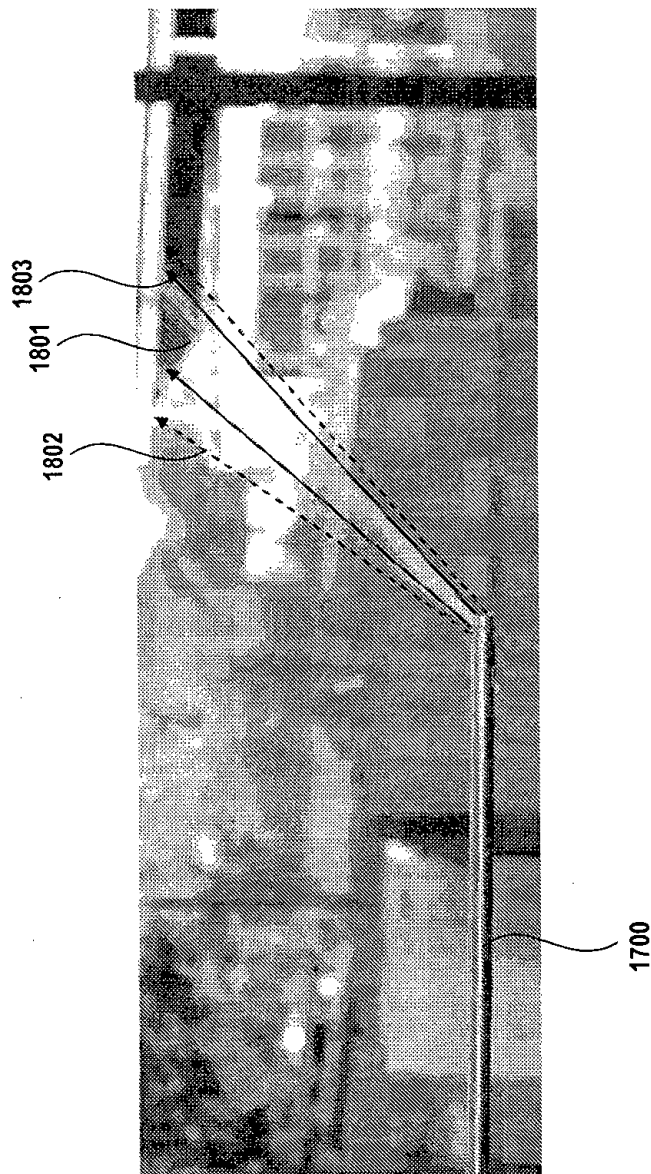
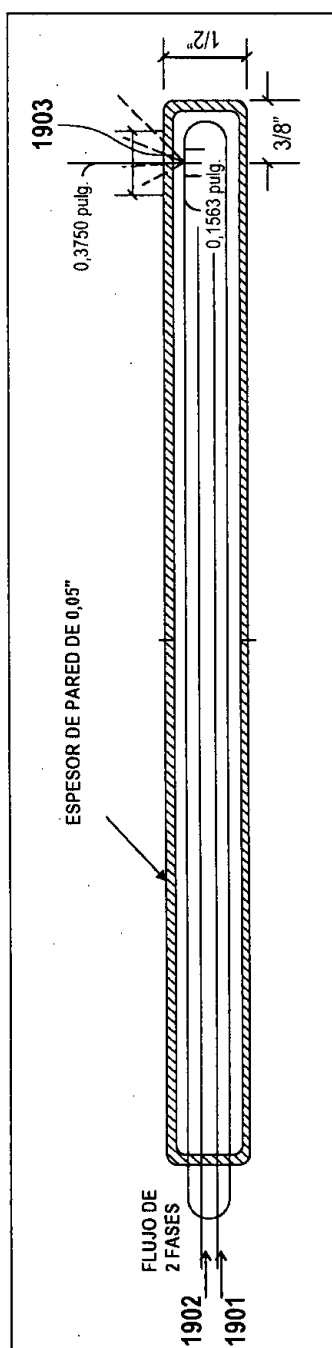


FIG. 18

WO 2012/092520

PCT/US2011/067973

HOJA DE REEMPLAZO
20/22

**HOJA DE SUSTITUCIÓN (NORMA 26)**

85

WO 2012/092520

PCT/US2011/067973

HOJA DE REEMPLAZO
21/22

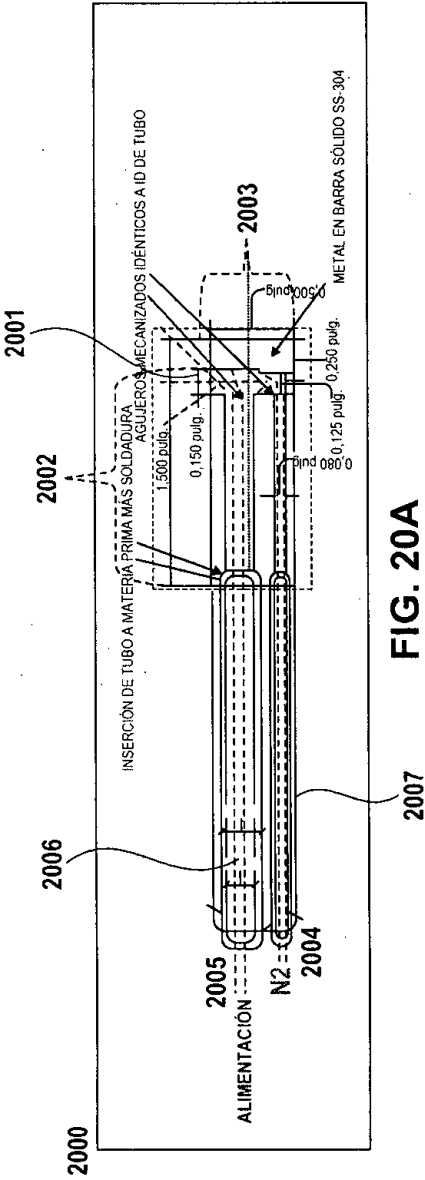


FIG. 20A

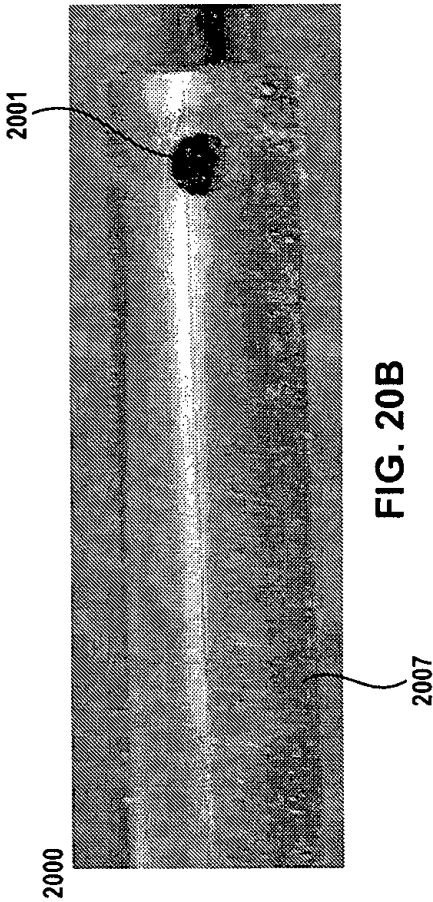


FIG. 20B

88

HOJA DE REEMPLAZO
22/22

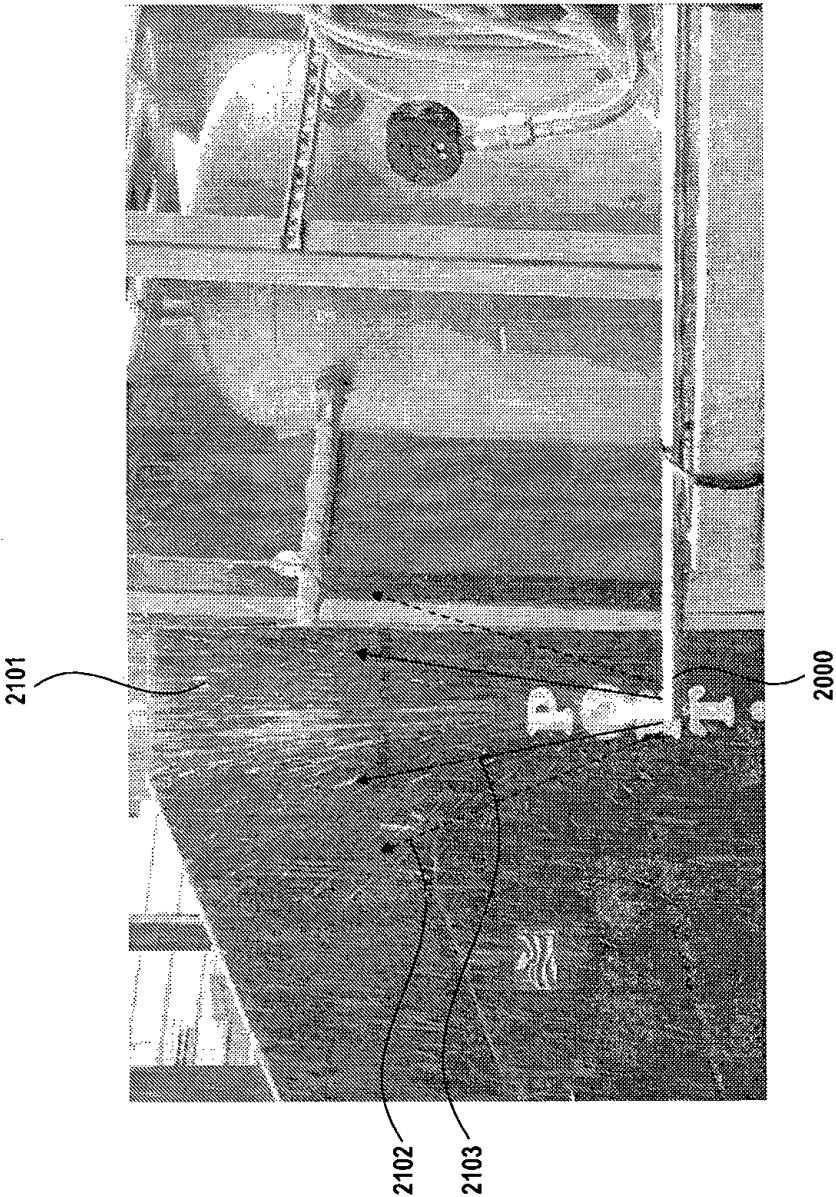


FIG. 21

67