



Medellín, 17 de julio de 2019

[M.DE-468]

Señores
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES
E. S. D.

Re: Expediente No. NC2016/0001515
Solicitud de Patente de Invención Titulada: "SISTEMA Y PROCESO DE
PRODUCCION PARA OBTENCION DE BIOACEITE A PARTIR DE BIOMASA"
Solicitante: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**RESPUESTA AL OFICIO No. 2937, NOTIFICADO EL 23 DE ABRIL DE 2019
(PRIMER EXAMEN DE FONDO)**

PATRICIA ARROYAVE FRANCO, identificada como aparece al pie de mi firma, en mi condición de apoderada de la sociedad solicitante, me permito manifestar lo siguiente ante el auto emanado por ese Despacho, dentro del plazo legal previsto en el artículo 45 de la Decisión 486, en los siguientes términos:

1. a- Con el ánimo de brindar mayor claridad a la presente solicitud, me permito presentar un **Capítulo Reivindicatorio Modificado adjunto**, que reemplaza en su totalidad el Capítulo Reivindicatorio inicialmente presentado el 31 de agosto de 2016. Así, el Capítulo Reivindicatorio Modificado adjunto contiene los siguientes cambios:

- se modifica la Reivindicación 1 incluyendo la expresión "*configurada para permitir el paso de los gases obtenidos por pirólisis, y obstaculiza el paso de partículas de biomasa sin reaccionar*", que encuentra soporte en la página 9, líneas 26 y 27 del Capítulo Descriptivo;
- se modifica la Reivindicación 3 reemplazando las expresiones "*primera entrada*", "*segunda entrada*", "*salida*", por "*entrada de gas*", "*entrada de biomasa*", y "*salida de gases obtenidos por pirólisis*", con el fin de hacer coincidir los términos usados en el Capítulo Descriptivo con los términos de esta reivindicación;

- se modifica la Reivindicación 4 reemplazando las expresiones “primera entrada”, “segunda entrada”, “salida”, por “entrada de gas inerte”, “entrada de biomasa”, y “salida de gases obtenidos por pirólisis”, con el fin de hacer coincidir los términos usados en el Capítulo Descriptivo con los términos de esta reivindicación;
- se modifica en la Reivindicación 3 el término “freeboard” por “expansión”, el cual corresponde a su traducción más aproximada al español;
- se reemplaza en las Reivindicaciones 6 y 7 el término “nitrógeno líquido”, por “fluido refrigerante” que encuentra soporte en la página 12, líneas 20 a 23 y página 6, líneas 10 a 19 del Capítulo Descriptivo;
- se modifica en las Reivindicaciones 7 y 8 el preámbulo “El condensador de la...” por “El sistema de la...”;
- se modifica en la Reivindicación 8 la expresión “al interior” por “dentro”;
- se reemplaza en la Reivindicación 10 la expresión “pirolizar la biomasa” por “pirolizar en un pirolizador (2) la biomasa” y se elimina la expresión “en el pirolizador”;
- se modifica la Reivindicación 10 incluyendo la expresión “donde en la etapa de pirolización se retiene la biomasa dentro del pirolizador (2) mediante una malla (2a) configurada para permitir el paso de los gases obtenidos por pirólisis, y obstaculizar el paso de partículas de biomasa sin reaccionar”, que encuentra soporte en la página 9, líneas 26 y 27 del Capítulo Descriptivo;
- se reemplaza en la Reivindicación 10 la expresión “condensar gases obtenidos por pirólisis que sean condensables a una temperatura entre -30°C y 0°C” por la expresión “condensar mediante un condensador (4) unos gases condensables presentes en los gases obtenidos por pirólisis, donde el condensador (4) opera a una temperatura entre -30°C y 0°C”;
- se añaden a las Reivindicaciones 1 a 10 los números de referencia de los elementos que se mencionan.

Valga anotar que las modificaciones efectuadas al Capítulo Reivindicatorio cumplen a cabalidad con lo estipulado en el Artículo 34 de la Decisión 486, ya que éstas de ninguna manera implican una ampliación de la protección correspondiente a la divulgación contenida en la solicitud original. Éstas por el contrario corresponden a una limitación de la materia reclamada.

2. a- El Despacho objeta la claridad de las reivindicaciones de la siguiente manera:

- las Reivindicaciones 1,3 a 6, 8, 9 y 10 presentan términos generales que sugieren de manera imprecisa el alcance la invención tales como “(...) mecanismo de suministro continuo de biomasa”, “(...) pirolizador”, “(...) malla”, “(...) mecanismo de separación de sólidos”, “(...) condensador”, “(...) vehículo de calentamiento”, “(...) medios de calentamiento”, “(...) ciclones”, “(...) separadores electrostáticos”, “(...) precipitado-

res electrostáticos", "(...) separadores electrodinámicos", "(...) filtros", "(...) condensador de contacto directo", "(...) condensador de contacto indirecto" y "(...) dispuestos operacionalmente";

- la Reivindicación 3 incluye una característica funcional que no será tomada en cuenta en el análisis de patentabilidad;
- las Reivindicaciones 10 a 15 tiene por objeto un proceso, pero muestran sus etapas de manera general sin indicar las condiciones que definen la invención;
- la Reivindicación 10 incluye ventajas técnicas que no definen la invención, en la expresión "(...) que sean condensables a una temperatura entre -30°C y 0°C ";
- la expresión "freeboard" de la Reivindicación 3 está en inglés, lo cual no es permitido;
- las Reivindicaciones 7 y 8 tienen aparentemente un error en el preámbulo;
- la expresión "(...) el nitrógeno líquido tiene una temperatura de saturación inferior a -30°C " en la Reivindicación 7 no es clara, ya que el nitrógeno líquido presenta una temperatura de saturación a presión atmosférica de -196°C ;
- se sugiere incluir entre paréntesis los números de referencia de los elementos que aparecen en las Reivindicaciones.

b- En relación con las objeciones de Claridad elevadas por el Despacho, el Solicitante argumenta lo siguiente:

i) En cuanto a los términos que el Despacho considera como términos generales e imprecisos, el Solicitante respetuosamente difiere de la opinión del Despacho, pues términos como "mecanismo de suministro continuo de biomasa", "pirolizador", "malla", "mecanismo de separación de sólidos", "condensador", y en general, los demás términos señalados en las objeciones del examen de fondo, son términos que son completamente claros para una persona medianamente versada en la materia de ingeniería de procesos e ingeniería química.

Ahora bien, me permito resaltar que un inventor está en su derecho de reclamar protección para la totalidad de un concepto inventivo desarrollado, **sin importar la amplitud de éste**, siempre y cuando se conserve el principio de unidad de invención y no haya arte previo que afecte su patentabilidad. Es decir, una reivindicación puede ser tan amplia como se requiera para así poder enmarcar la totalidad del concepto inventivo desarrollado y no solamente las modalidades preferidas o específicamente ejemplificadas en la solicitud. De esta manera, las expresiones objetadas por el Despacho son a todas luces claras y concisas para una persona medianamente versada en la materia.

Asimismo, la posibilidad de obtener la invención en diversas modalidades es una práctica aceptada a nivel mundial en el ámbito de las patentes. Como el Despacho debe de saberlo, una patente de invención no se limita a una única modalidad, sino que cubre un concepto inventivo global que abarca diferentes modalidades (diversas materializaciones de la invención, en este caso, la variación de tipos de mecanismos de suministro de bio-

masa, pirolizadores, mecanismos separadores de sólidos, condensadores, etc.) ligadas por un efecto técnico común que finalmente delimita el alcance de la invención.

Así las cosas, la objeción planteada por el Despacho no resulta procedente debido a que la inclusión de elementos y condiciones específicas **no esenciales** en las reivindicaciones (como dimensiones o características específicas y limitadas de los elementos de la invención) limitaría injustamente el derecho del inventor a reclamar el alcance del concepto inventivo desarrollado. Al incluir elementos no esenciales, el alcance de la protección se ve limitado en tanto que, para que existiera una infracción, dichos elementos no esenciales deberían necesariamente estar presentes en el producto o proceso infractor, lo que fácilmente podría lograrse al tratarse de elementos que pueden ser cambiados o modificados. Por lo tanto, el precisar características adicionales que no son esenciales limitaría injustificadamente la protección de la patente, máxime, cuando la invención que se desea proteger ya está definida mediante todas las características técnicas esenciales a través de la caracterización de la combinación de elementos novedosa e inventiva que aquí se reclaman.

Particularmente, en cuanto que a la expresión “(...) dispuestos operacionalmente” de la Reivindicación 8, es imprecisa, me permito respetuosamente señalar que si se lee en el contexto completo “unos baffles (4e) dispuestos operacionalmente dentro del condensador (4b)” esta expresión es completamente clara para una persona medianamente versada en la materia en ingeniería química, de procesos o mecánica, pues entendería perfectamente que debe poner los baffles dentro del condensador de manera que funcionen para el objetivo que sabe dentro de su conocimiento general en la materia, el cual es limitar el patrón de flujo de la mezcla de gases que incluye gases condensables que se quieren condensar, y aumentar el área de transferencia de calor dentro del condensador. Por ejemplo, la persona medianamente versada en la materia entendería que una forma de disponer los baffles de una forma NO operacional, sería disponiendo todos los baffles pegados entre sí, o tapando la entrada o salida del condensador.

Así las cosas, el Solicitante llama la atención del Despacho nuevamente en cuanto a que la posibilidad de obtener la invención en diversas modalidades es una práctica aceptada a nivel mundial en el ámbito de las patentes, por lo cual, sustituir este término por un rango o término “preciso” implicaría una reducción drástica del alcance de esta reivindicación, lo cual desdibujaría por completo el objetivo del sistema de patentes.

Ahora bien con respecto a los términos imprecisos, me permito señalar respetuosamente al Despacho que la protección de patente se extiende a otras posibles variaciones o modificaciones de la invención en el Capítulo Descriptivo, el cual, de acuerdo al Manual Andino de Patentes (MAP) debe estar escrito en el lenguaje propio del campo técnico de la invención, y que éste debe servir para interpretar las reivindicaciones; solamente en el

caso que un término empleado presente un significado diferente, entonces dicho significado debe ser especificado.^{1,2}

Así, llamo la atención del Despacho sobre los principios fundamentales del sistema de patentes, que deben garantizar la posibilidad al inventor de obtener protección para la invención en diversas modalidades, ya que una patente de invención no debe limitarse a una única modalidad, sino cubrir un concepto inventivo global que abarque diferentes modalidades (diversas materializaciones de la invención), ligadas por un efecto técnico común que finalmente delimita el alcance de la invención. Es más, la Guía para Examen de Solicitudes de Patente y Modelo de Utilidad de la SIC (en adelante, Guía de la SIC) establece que *“las reivindicaciones son usualmente generalizaciones del contenido divulgado en la descripción (...) Una generalización es permitida siempre y cuando cubra todas las variantes, o modos específicos divulgados en la descripción (...)”*³.

Es decir, cada una de las expresiones objetadas por el Despacho tiene una definición estructural en el Capítulo Descriptivo, la cual ilustra de manera específica una modalidad de los términos usados, y donde una persona medianamente versada en la técnica entenderá que existen variaciones lógicas y obvias que puedan cumplir con el requerimiento funcional del elemento sin apartarse del espíritu del invento.

Igualmente, definir los términos anteriores resultaría en una limitación injustificada de la presente invención, en tanto un competidor podría realizar cambios mínimos no esenciales de las reivindicaciones con el fin de tomar provecho de nuestra invención sin incurrir en una infracción, lo cual desdibujaría el propósito del sistema de patentes.

Así las cosas, considero superada la objeción del Despacho alusiva a términos generales e imprecisos.

ii) En cuanto a las características funcionales de la Reivindicación 3, me permito respetuosamente señalar que la Reivindicación 3 incluye una pluralidad de características estructurales que indican claramente cómo se conectan entre sí los elementos allí mencionados. Por ejemplo, la Reivindicación 3 menciona características estructurales como: *“una placa de distribución (2c) que se ubica en la parte inferior del pirolizador (2)”, “una entrada de biomasa (2b) que se localiza encima de...”, “un vehículo de calentamiento (2e) que se ubica en la zona de fluidización (A) del pirolizador y encima de...” y “la malla (2a) que se localiza en la zona de expansión (B)...”*. De acuerdo con lo anterior, es completamente claro para una persona medianamente versada en la materia cuales son las características esenciales de la Reivindicación 3.

¹ Artículo 51, Decisión 486.

² Comunidad Andina de Naciones, Manual Andino de Patentes, 2004, Sección 4.6.2.

³ Guía para Examen de Solicitudes de Patentes de Invención y Modelo de Utilidad. Superintendencia de Industria y Comercio, 2014, Sección 2.6.7

Por otro lado, estas características estructurales pueden estar acompañadas de características funcionales como es aceptado por el Manual Andino de Patentes (MAP). Además, me permito resaltar que tanto el Manual Andino de Patentes (MAP) como la Guía para Examen de Solicitudes de Patentes de Invención y Modelos de Utilidad de la SIC (en adelante, Guía de la SIC), en establecen que un resultado a alcanzar y el lenguaje funcional no es una característica técnica de la invención, **pero puede aparecer en la reivindicación acompañado de las características técnicas que definen la invención**.^{4,5} Por lo tanto, considero superada la anterior objeción.

iii) En relación con las objeciones del Despacho respecto a que las Reivindicaciones 10 a 15 tienen por objeto un proceso, pero muestran sus etapas técnicas de manera general, me permito respetuosamente argumentar que la Reivindicación 10 (reivindicación independiente de método) incluye una secuencia de etapas que inician con verbos en infinitivo que denotan con plena claridad que se efectúa una acción dentro del método reclamado. Por ejemplo, la Reivindicación 10 incluye etapas como “suministrar biomasa de forma continua...”, “pirolizar en el pirolizador (2) la biomasa a una tasa de calentamiento...a una temperatura...con un tiempo de residencia.... donde en la etapa de pirolización se retiene la biomasa...”, “separar el material particulado...” y “condensar mediante un condensador (4) unos...” las cuales indiscutiblemente son claras para la persona medianamente versada en la materia en ingeniería química y de procesos.

Ahora bien, en cuanto a las reivindicaciones dependientes del método aquí reclamado, me permito señalar que al ser las Reivindicaciones 11 a 15 dependientes de la Reivindicación 10, éstas heredan todas las características estructurales de la Reivindicación 10, por lo cual también están definidas de acuerdo como lo estipula MAP. Particularmente, las Reivindicaciones 11 a 15 reclaman características de modalidades específicas de la invención, como el tipo de biomasa, temperaturas de operación preferidas y especificaciones de la etapa de condensación.

v) En cuanto a las objeciones del Despacho respecto a ventajas técnicas presentes en la Reivindicación 10, me permito señalar que la etapa d) de la nueva Reivindicación 10 ahora menciona lo siguiente “condensar mediante un condensador (4) unos gases condensables presentes en los gases obtenidos por pirólisis, donde el condensador (4) opera a una temperatura entre -30°C y 0°C.” De acuerdo con lo anterior, la nueva Reivindicación 10 aclara que el rango de temperaturas mencionado en la objeción del despacho corresponde a una característica técnica que limita el alcance de la etapa de condensación, especificando que la temperatura de operación de esta etapa, la cual se efectúa en

⁴ Comunidad Andina de Naciones, Manual Andino de Patentes, 2004, Sección 4.6.6 (disponible en <http://www.comunidadandina.org/public/patentes.pdf>).

⁵ Superintendencia de Industria y Comercio, Guía para Examen de Solicitudes de Patentes de Invención y Modelo de Utilidad, 2014, Sección 2.6.5.8 (disponible en http://api.sic.gov.co/Documentos/Guia_Examen_Patentes.pdf).

el condensador (4), es entre -30°C y 0°C . En vista de lo anterior, considero que esta objeción ha sido superada.

De acuerdo con lo anterior, considero superadas las objeciones del Despacho en cuanto a las condiciones técnicas esenciales de las Reivindicaciones 10 a 15.

vi) En relación con las objeciones del Despacho respecto al uso del idioma inglés en el término “freeboard”, el Solicitante respetuosamente aclara que el término “freeboard” es ampliamente conocido en la literatura científica relacionada con reactores de lecho fluidizado, y que, de hecho, no existe una traducción literal al español de este término. Sin embargo, con el fin de facilitar el trámite de la patente, me permito señalar que en el Capítulo Reivindicatorio Modificado adjunto a este memorial, el término “freeboard” ha sido reemplazado por la traducción al español más cercana (*expansión*), con lo cual, considero superada esta objeción.

vii) En conexión con la objeción del Despacho respecto al preámbulo de las Reivindicaciones 7 y 8, me permito señalar que en el Capítulo Reivindicatorio Modificado adjunto a este memorial se han modificado los preámbulos de las Reivindicaciones 7 y 8, de modo que ahora se leen como “El sistema de la Reivindicación 6”. De acuerdo con lo anterior, considero superada esta objeción del Despacho.

viii) En relación con la objeción elevada en el examen de fondo respecto a la expresión “(...) el nitrógeno líquido tiene una temperatura de saturación inferior a -30°C ”, me permito respetuosamente señalar que en el Capítulo Reivindicatorio Modificado adjunto a este memorial se han modificado las Reivindicaciones 6 y 7 reemplazando el término “nitrógeno líquido” con “fluido refrigerante”. Esta modificación encuentra soporte en la página 12, líneas 20 a 23 y página 6, líneas 10 a 19 del Capítulo Descriptivo. De acuerdo con lo anterior, con esta modificación se subsana el error señalado por el Despacho, pues la nueva Reivindicación 7 estaría actualmente dirigida a señalar que el fluido refrigerante puede ser cualquier tipo de fluido que tenga una temperatura de saturación menor o igual a -30°C , dentro de los cuales se incluye el nitrógeno líquido que tiene una temperatura de saturación a presión atmosférica de -196°C . En consecuencia, considero superada la objeción del Despacho en relación con este aspecto.

ix) En conexión con la sugerencia del Despacho de incluir los números de referencia de los elementos que aparecen en las Reivindicaciones, me permito señalar que éstos han sido incorporados en el Capítulo Reivindicatorio Modificado.

Así, a la luz de las modificaciones y argumentos planteados anteriormente, considero que el Capítulo Reivindicatorio Modificado adjunto cumple con los requisitos de claridad y concisión establecidos en la Decisión 486, y a la luz del MAP y la Guía de la SIC, permitiéndole a la persona medianamente versada en la materia comprender inequívocamente el alcance de la materia reclamada.

3. a- El Despacho objeta la claridad del Capítulo Descriptivo, pues éste incluye la expresión “freeboard” en idioma inglés, y la unidad “mesh”, la cual no es una unidad del Sistema Internacional de Unidades.

b- En conexión con las objeciones del Despacho del Capítulo Descriptivo, en primer lugar me permito presentar un Capítulo Descriptivo Modificado adjunto al presente memorial, en el cual se ha reemplazado el término “freeboard” por “expansión (freeboard, en inglés)”, de manera que se identifica este término por su traducción más aproximada al español, y se conserva el término en inglés entre paréntesis, pues éste es el término que ampliamente se identifica en el campo técnico.

Asimismo, en las secciones del Capítulo Descriptivo Modificado donde se mencionan mallas, se especifica que éstas tienen un tamaño de abertura expresado en micrómetros, la cual es una unidad derivada del Sistema Internacional de Unidades. Por ejemplo, en la página 13 se reemplaza la expresión “una malla mesh 30” por “una malla de 596 micrómetros de tamaño de abertura (Mesh 30)”. Ahora bien, me permito respetuosamente señalar que se conserva entre paréntesis el equivalente en unidades Mesh, pues esta unidad es ampliamente conocida y utilizada en la industria y tecnología de tamizaje de sólidos.

Así, a la luz de las modificaciones y argumentos planteados anteriormente, considero que el Capítulo Descriptivo Modificado adjunto cumple con los requisitos de claridad y no ampliación establecidos en la Decisión 486, y a la luz del MAP y la Guía de la SIC, permitiéndole a la persona medianamente versada en la materia comprender inequívocamente el alcance de la materia reclamada.

4. a- El Despacho considera que los documentos US 5961786 (D1) afecta el nivel inventivo de la Reivindicación 1, en combinación con el conocimiento general de la persona medianamente versada en la materia que tiene acceso a la información divulgada en el documento “*Design and fabrication of fluidized-bed reactor*”⁶ (D3).

i) El Despacho argumenta que D1 es el arte previo más cercano a la Reivindicación 1, pues divulga todas sus características técnicas con excepción de la malla del pirolizador. Además, el Despacho considera que no hay un efecto técnico asociado a incluir la malla, pues D1 tiene un sistema de recirculación de sólidos que evita la salida indeseable de material particulado. De acuerdo con lo anterior, el problema técnico objetivo que pretende resolver la invención es ¿cómo modificar el aparato de D1 para obtener un equipo alternativo?

Ahora bien, el Despacho argumenta que en D3 se divulga una malla para retener material particulado dentro de un pirolizador, donde la malla puede estar en la base y en la

⁶ Suleiman, Y., Ibrahim, H., Anyakora, N., Mohammed, F., Abubakar, A., Aderemi, B., Okonkwo, P. (2013). *Design and fabrication of fluidized-bed reactor. International Journal of Engineering And Computer Science, Volume 2, (5), pp. 1595-1605*

parte superior de la cama para prevenir el escape de partículas sólidas. Por lo tanto, una persona medianamente versada en la materia estaría motivada a incluir la malla de D3 en el reactor de D1, llegando así a la invención reclamada.

Similarmente, el Despacho afecta el nivel inventivo de las Reivindicaciones dependientes:

- Reivindicación 2 (D1, col. 13, lin. 4-6)
- Reivindicaciones 3 y 4 (D1, col. 14, lin. 8-12; col. 7, lin. 50-60; col. 9, lin. 46-57)
- Reivindicación 5 (D1, col. 11, lin. 62-66)

De acuerdo con lo anterior, el Despacho considera que no hay una característica en las Reivindicaciones 2 a 5 que aporte al nivel inventivo de la Reivindicación 1.

ii) Por otro lado, el Despacho considera que D1 es el arte previo más cercano a la Reivindicación 6. Además, el Despacho argumenta que la diferencia de la Reivindicación 6 con el arte previo es que D1 no divulga que el líquido de enfriamiento es nitrógeno líquido. En vista de lo anterior, el efecto técnico de esta diferencia es enfriar más rápidamente los vapores obtenidos en la pirólisis. En consecuencia, el problema objetivo que pretende resolver la invención de la Reivindicación 6 sería entonces ¿cómo modificar D1 para enfriar más rápidamente los vapores obtenidos en la pirólisis?

Ahora bien, el Despacho indica que el documento US2011/0315537 (D2), divulga el uso de nitrógeno líquido para enfriar vapores de pirólisis, pues este documento menciona que el fluido de enfriamiento y el producto de vapor de la pirólisis son mezclados juntos en una zona de mezclado (Párr. 0051), y que el fluido de enfriamiento es nitrógeno o nitrógeno líquido.

De acuerdo con lo anterior, el Despacho concluye que para la persona medianamente versada en la materia sería obvio derivar la invención de la Reivindicación 6 a partir de la combinación de D1 y D2.

En cuanto a la Reivindicación 8, el Despacho indica que sus características están divulgadas en D1, col. 12, lin. 12-14). Similarmente, el Despacho considera que la materia reclamada en la Reivindicación 7 está divulgada en D2, párr. 0049 y en la Reivindicación 4.

iii) Por otro lado, el Despacho señala que D1 es el arte previo más cercano a la Reivindicación 9, diferenciándose en que D1 no divulga un condensador de contacto indirecto. Con base en lo anterior, el Despacho considera que no hay un efecto técnico asociado a incluir un condensador de contacto indirecto. Por lo tanto, el problema objetivo que pretende resolver la invención de la Reivindicación 9 sería entonces ¿cómo modificar el aparato de D1 para obtener un equipo alternativo?

Por otro lado, el Despacho indica que D2 divulga el uso de un condensador de tiro indirecto usados para recuperar bioaceite (párr. 0013). Por lo tanto, en el examen de fondo se concluye que una persona medianamente versada en la materia estaría motivada a incluir el intercambiador de calor de D2 en el reactor de D1, llegando así a la invención reclamada.

iv) Por otra parte, el Despacho argumenta que las Reivindicaciones 10 a 15 carecen de nivel inventivo a luz de la combinación de los documentos D1 y D2, y teniendo en cuenta el conocimiento general de la persona medianamente versada en la materia que tendría acceso al documento "*Evaluación de la biomasa como recurso energético renovable en Cataluña*"⁷ (D4) de la siguiente manera:

En cuanto a la Reivindicación 10, el Despacho considera que D1 es el arte previo más cercano, e indica que la diferencia de la Reivindicación 10 con el arte previo es que D1 no menciona la temperatura de condensación de los gases obtenidos por pirólisis, la cual es entre -30°C y 0°C.

Ahora bien, el Despacho considera que no hay un efecto técnico asociado a operar en este rango de temperatura, pues la persona medianamente versada en la materia ajustaría la temperatura de condensación de acuerdo con la fracción de vapor que desea recuperar. Por lo tanto, el Despacho considera que el problema objetivo asociado a esta reivindicación sería: ¿cómo modificar el método de D1 para obtener un método alternativo?

Por otro lado, el Despacho indica que D2 divulga el uso de un condensador que opera a una temperatura un poco mayor al punto de congelamiento de los componentes de la corriente de producto, por ejemplo, a -15°C y 1atm (párr. 0057). Por lo tanto, una persona medianamente versada en la materia estaría motivada a emplear la temperatura de condensación de D2 en el proceso de D1, llegando así a la invención reclamada.

Adicionalmente, el Despacho afecta el nivel inventivo de las Reivindicaciones dependientes de la siguiente manera:

- Reivindicación 14: D2, párr. 0057;
- Reivindicación 15: D2, párr. 0051, Reivindicación 4;
- Reivindicaciones 11 y 12: D4, págs. 210, 196-tabla X.2. y pág. 164, FIG. IX.1

b. i) En cuanto al nivel inventivo de la Reivindicación 1, me permito respetuosamente argumentar lo siguiente:

⁷ Lozano, S. (enero, 2019). *Evaluación de la biomasa como recurso energético renovable en Cataluña* [Tesis doctoral. Encontrado en <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/7920/tsm11de1.pdf?sequence=3>]

D1 divulga un aparato para pirólisis rápida que incluye una pluralidad de sólidos particulados inorgánicos, los cuales son precalentados antes de entrar en contacto con la biomasa, y están localizados en una sección de mezclado, en la cual se suministra una materia prima carbonosa para formar una mezcla. Los sólidos son acelerados en la base de la zona de mezclado para lograr turbulencia que favorece el mezclador (summary, col.2, lin. 27-45).

Además, D1 indica que las partículas aceleran la transferencia de calor, y la ablación de partículas carbonosas, lo cual mejora las reacciones de despolimerización y desvolatilización. Asimismo, D1 **fluidiza los sólidos junto con la biomasa**, de manera que los sólidos salen por la parte superior del reactor junto con los productos de la pirólisis, y esta mezcla pasa a un primer ciclón que recupera los sólidos inorgánicos, donde el ciclón tiene en su salida inferior un conducto que lleva de vuelta los sólidos inorgánicos a la zona de mezclado.

Por su parte, D3 divulga un reactor de lecho fluidizado de 1m de longitud y 40mm de diámetro fabricado en vidrio. D3 menciona primera malla de 1,23mm de tamaño de abertura localizada en la parte superior del reactor, y una segunda malla igual localizada en la parte inferior del reactor. Además, D3 indica que el lecho tiene partículas de arena con un tamaño de 1800micras, donde el lecho tiene una altura de 25mm. Además, D3 está dirigido a mostrar los principios básicos de la mecánica de fluidos involucrada en la fluidización de sólidos.

Por otro lado, si bien D3 usa el término “reactor”, en realidad D3 no divulga ningún proceso reactivo que involucre biomasa, medios de calentamiento, temperaturas de calentamientos, tasas de calentamiento o tiempos de residencia. Por el contrario, muestra un proceso inerte de fluidización de sólidos inertes, como arena.

Particularmente, las mallas divulgadas en D3 están dirigidas a garantizar que los sólidos inertes se mantengan dentro del “reactor” y evitar que en prácticas académicas de fluidización se salgan dichos sólidos, por ejemplo, cuando se inyecte un fluido con una velocidad superior a la velocidad límite de fluidización de los sólidos.

Adicionalmente, D3 enseña principios teóricos relacionados con la fluidización de sólidos con gases. Particularmente, D3 muestra un ventilador que inyecta aire al “reactor”, por lo tanto, al inyectar aire se inyecta oxígeno, el cual no debe estar presente en un proceso de pirólisis.

Ahora bien, después de haber definido el alcance de la presente invención y haber descrito el arte previo citado, me permito realizar el análisis de nivel inventivo de acuerdo con la Guía para Examen de Solicitudes de Patente y Modelos de Utilidad de la SIC (en adelante, Guía de la SIC)⁸. La Guía de la SIC señala que “Durante el examen de nivel inventivo

⁸ Superintendencia de Industria y Comercio, *op. cit.*, sección 2.13.5, páginas 131-134

debe hacerse un juicio de valor y un análisis objetivo de las divulgaciones previas del estado de la técnica, no influenciados por el conocimiento que ya se tiene de la Invención que se está evaluando. Por tanto, con el fin de minimizar la subjetividad y evitar que se realice un análisis en retrospectiva (“hindsight” ó “a posteriori”), el examen debe relacionar la invención con la solución de un problema técnico, mediante el Método “problema-solución” (énfasis fuera de texto).

A. Identificar el estado de la técnica más cercano a la invención reivindicada

El estado de la técnica más cercano a la invención de las Reivindicaciones 1 y 10 es D1, en cuanto a que divulga varias de las características reclamadas en la Reivindicación 1, y pertenece al mismo campo técnico. Particularmente, D1 un reactor de lecho fluidizado circulante usado para pirolizar biomasa. Además, D1 divulga pasos como pirolizar biomasa, separar sólidos de gases, y condensar vapores.

B. Determinar la diferencia entre la invención y el estado de la técnica más cercano

i) La Reivindicación 1 se diferencia de D1, en cuanto a que este documento citado por el Despacho no divulga un pirolizador con una malla configurada para permitir el paso de los gases obtenidos por pirólisis, y obstaculiza el paso de partículas de biomasa sin reaccionar.

Por el contrario, D1 divulga un reactor de lecho fluidizado circulante **fluidiza los sólidos junto con la biomasa**, de manera que los sólidos salen por la parte superior del reactor junto con los productos de la pirólisis, y no da ningún indicio de que pueda incluir una malla dispuesta dentro del pirolizador.

ii) Ahora bien, en relación con la Reivindicación 10, esta reivindicación se diferencia de D1, en cuanto a que éste documento citado por el Despacho no divulga las siguientes características de la invención:

- D1 no divulga una etapa de pirolizar en el pirolizador (2) la biomasa... **donde en la etapa de pirolización se retiene la biomasa dentro del pirolizador (2) mediante una malla (2a) configurada para permitir el paso de los gases obtenidos por pirólisis, y obstaculizar el paso de partículas de biomasa sin reaccionar; y**
- D1 no divulga una etapa de condensar mediante un condensador unos gases condensables presentes en los gases obtenidos por pirólisis, donde **el condensador opera a una temperatura entre -30°C y 0°C**. Por el contrario, D2 divulga una etapa de inyectar a los vapores de pirólisis un refrigerante formando una mezcla que ingresa a un precipitador electrostático, en el cual se precipita un vapor determinado los vapores de pirólisis.

C. Definir el efecto técnico causado y atribuible al elemento diferencial

i) De acuerdo con lo anterior, uno de los efectos técnicos asociados a la diferencia entre la Reivindicación 1 y D1 es evitar que salga del pirolizador biomasa sin reaccionar aumentando así su tiempo de residencia. Lo anterior permite un mejor aprovechamiento de la biomasa y un incremento en la obtención de gases de pirólisis por unidad de masa de biomasa que ingresa al pirolizador.

ii) Asimismo, uno de los efectos técnicos asociados a las diferencias entre el arte previo citado por el Despacho y la invención de la Reivindicación 10 es evitar que salga del pirolizador biomasa sin reaccionar, aumentar su tiempo de residencia y lograr una rápida condensación de los vapores condensables presentes en los gases producidos por pirólisis evitando la formación de tares.

D. Deducir el problema técnico a solucionar

En primer lugar, me permito señalar que la Guía de la SIC establece que el problema técnico debe ser formulado de la siguiente manera: *“¿cómo modificar o adaptar el estado de la técnica cercano para obtener el efecto técnico que la invención proporciona?”*. Adicionalmente, me permito aclarar que de acuerdo con el Manual Andino de Patentes (MAP) *“se debe definir el problema sin incluir elementos de la solución, porque entonces la solución sería evidente”* (énfasis fuera del texto).

i) Ahora bien, respecto a la Reivindicación 1, el Despacho se equivoca al afirmar que el problema que resuelve la invención es ¿cómo modificar el aparato de D1 para obtener un equipo alternativo? pues como se dijo anteriormente hay diferencias estructurales entre la invención aquí reclamada y D1 que derivan en un efecto técnico significativo.

Con base en lo anterior, uno de los problemas técnicos que resuelve la invención de la Reivindicación 1 sería ¿cómo modificar D1 para lograr un mayor tiempo de residencia de la biomasa?

ii) Similarmente, el Despacho se equivoca al afirmar que el problema que resuelve la invención es ¿cómo modificar el método de D1 para obtener un método alternativo? pues como se dijo anteriormente diferencias entre la invención aquí reclamada y D1 que proporcionan efectos técnicos importantes desde punto de vista de la reacción de la biomasa y la obtención de productos líquidos en la etapa de condensación.

Por lo tanto, uno de los problemas que resuelve la invención es ¿cómo modificar el proceso divulgado por D1 para aumentar el tiempo de residencia de la biomasa?

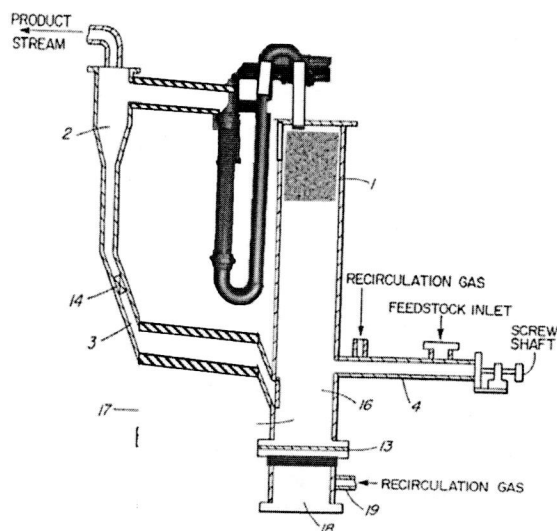
E. Evaluar si la invención reivindicada, partiendo del estado de la técnica cercano y del problema técnico objetivo, habría sido obvia para la persona medianamente versada en la materia

En este punto me permito nuevamente resaltar la Guía de la SIC que establece: “esta etapa consiste en responder a la pregunta de si en el estado de la técnica en su conjunto hay un segundo documento que contiene una enseñanza que indicaría **(no sólo que podría indicar, sino que indicaría)** a la persona medianamente versada en la materia, enfrentada al problema técnico, cómo modificar o adaptar el estado de la técnica más cercano para resolver el problema, de la forma reivindicada” (énfasis fuera del texto).

Así, el análisis de nivel inventivo de solicitudes de patente, no se trata de encontrar en el arte previo una mera invitación a experimentar con uno o más cambios aleatorios, sino de identificar en los documentos citados una enseñanza y guía específica para hacer las modificaciones necesarias y no otras que lo lleven con certeza a la materia reclamada.

Evidentemente, el arte previo citado por el Despacho no brinda las enseñanzas suficientes para que la persona medianamente versada en la materia desarrolle inequívocamente la presente invención.

i) Particularmente, en cuanto a la Reivindicación 1, si la persona medianamente versada en la materia combinara las enseñanzas de D1 y D3, obtendría un reactor de lecho fluidizado circulante que tiene dos mallas, una en la parte inferior del pirolizador y otra en la parte superior. La malla superior tendría un tamaño de abertura inferior al tamaño de las partículas inorgánicas, sin embargo, las partículas inorgánicas tendrían una velocidad límite de fluidización inferior a la velocidad del gas que fluidiza la mezcla de biomasa y partículas inorgánicas. En consecuencia, después de lograr el flujo estacionario, el reactor resultante de la combinación de D1 y D3 **formaría un tapón de partículas inorgánicas** que chocan contra la malla, pero no la pueden traspasar, como se ilustra en la FIG. A



ii) Ahora bien, en cuanto a la Reivindicación 10, la persona medianamente versada en la materia tendría el mismo problema anteriormente mencionado en el método, pues al tener usar la malla de D3 en el proceso que efectúa el reactor de D1, se generaría el tapón de biomasa y partículas inorgánica que impediría que se pudiera efectuar las etapas esenciales del método aquí reclamado, tales como separar el material particulado presente en los gases obtenidos por pirólisis en un mecanismo de separación de sólidos; y condensar mediante un condensador unos gases condensables presentes en los gases obtenidos por pirólisis, donde el condensador (4) opera a una temperatura entre -30°C y 0°C , en un condensador.

iii) Por otro lado, la persona medianamente versada en la materia encontraría motivaciones en D1 para **NO USAR UNA MALLA** en la salida del pirolizador, pues D1 enseña que es necesario fluidizar las partículas inorgánicas para mejorar la transferencia de calor a la biomasa y su ablación. Además, la persona medianamente versada en la materia encontraría motivaciones explícitas para querer separar las partículas inorgánicas de los productos de pirólisis a la salida del pirolizador, y reintroducirlas al reactor específicamente en la zona de mezclado.

Así las cosas, la persona medianamente versada en la materia no encontraría una motivación, enseñanza o sugerencia en el arte previo citado por el Despacho, para eliminar las partículas inorgánicas que entran y salen continuamente del reactor, y poner una única malla en la parte superior del reactor, donde la malla está configurada para **permitir el paso de los gases obtenidos por pirólisis, y obstaculizar el paso de partículas de biomasa sin reaccionar.**

Por lo tanto, me permito señalar que se debe reconocer que las diferencias del presente invento respecto al arte previo citado por el Despacho muestran un efecto técnico inesperado y ventajoso a la luz de la técnica anterior, como se indicó anteriormente y como lo requiere la Guía la SIC.

En consecuencia, y a la luz de las evidentes diferencias encontradas entre la materia reclamada en la solicitud frente al arte previo, vale la pena señalar que, de acuerdo con el MAP, para que pueda negarse la existencia de nivel inventivo, es necesario, no solamente que la combinación de las enseñanzas pueda hacerse, sino también que exista una sugerencia o razón tal, que lleve a la persona medianamente versada en la materia a combinar las enseñanzas de los documentos⁹. De manera similar, la Guía de la SIC establece que, para que una invención no resulte inventiva *“el conjunto de enseñanzas del estado de la técnica lo llevarían (a la persona medianamente versada en la materia) de forma inmediata a la solución propuesta por la solicitud. Si se requiere de pasos adicionales o de corroboración o de superar obstáculos revelados por las propias enseñanzas entonces el estado de la técnica no revela la solución al problema”*¹⁰ (énfasis fuera del texto).

Por lo tanto, la única forma de que una persona medianamente versada en la materia llegue de manera obvia la planta aquí reclamada sería mediante un análisis en retrospectiva una vez conozca la invención aquí reclamada.

Sin embargo, el estudio de solicitudes de patente que conduzca a ese tipo de conclusiones anticipadas corresponde abiertamente a un análisis conocido en el ámbito de patentes como *“análisis hindsight”* o en retrospectiva. Para entender el análisis equivocado que realiza el Despacho, podemos citar nuevamente el MAP, que indica claramente que *“...la búsqueda de anterioridades se efectúa a posteriori, tomando como punto de partida la misma invención, (La SIC) debe realizar el esfuerzo intelectual de colocarse en la situación que ha tenido que afrontar el técnico con conocimientos medios en la materia en un momento en que la invención no era conocida, es decir antes de la invención”*¹¹ (mi subrayado). Por ende, no es apropiado anticiparse a los resultados presentados por la invención, ya que así, siempre resultará *“obvio”* todo objeto de una solicitud de patente, pues inevitablemente está parecerá derivada de la teoría en que se basa su desarrollo, sin dar mayor importancia al trabajo, intelecto y creatividad involucrados en la invención para llegar a la solución del problema planteado en la solicitud.

Aceptar el estándar de nivel inventivo de la SIC, donde supuestamente la planta de secado aquí reclamada, la cual requiere el uso de un sensor en vez de los seis del arte previo citado, es obvia, equivaldría a desdibujar el objetivo principal del sistema de patentes, que es precisamente fomentar la investigación y desarrollo de mejoras incremen-

⁹ Comunidad Andina de Naciones, *op. cit.*, Sección 10.2.1 - Ejemplo 1

¹⁰ Superintendencia de industria y comercio de Colombia, Guía para Examen de solicitudes de Patente de Invención y Modelo de Utilidad, 2014, sección 2.13.2

¹¹ Manual Andino de Patentes, Sección 10.2.1.

tales. **Nada se inventa de la nada.** Necesariamente, la tecnología avanza en pasos discretos constituida por mejoras concretas a lo que se conoce. El sistema de patentes recompensa al inventor que proporciona una solución que no resultaría previsible a partir del estado de la técnica. Lo anterior además quiere decir que el resultado inventivo no podría ser desarrollado sin algún grado de experimentación o que presente resultados inesperados.

En este sentido, resulta evidente que el Despacho rechaza el nivel inventivo de la presente invención mediante la búsqueda sesgada de las características esenciales aquí reclamadas en D1 y D3, sin considerar adecuadamente si el arte previo comprende enseñanzas claras y evidentes que guíen inequívocamente a la persona medianamente versada en la materia a obtener la presente invención de manera obvia. De hecho, el análisis en retrospectiva se hace evidente al considerar que la presente invención no presenta resultados inesperados en comparación al arte previo.

ii) Por otro lado, en relación con el nivel inventivo de las Reivindicaciones 1 y 10 a la luz de la combinación de los documentos D1 y D2, me permito argumentar lo siguiente:

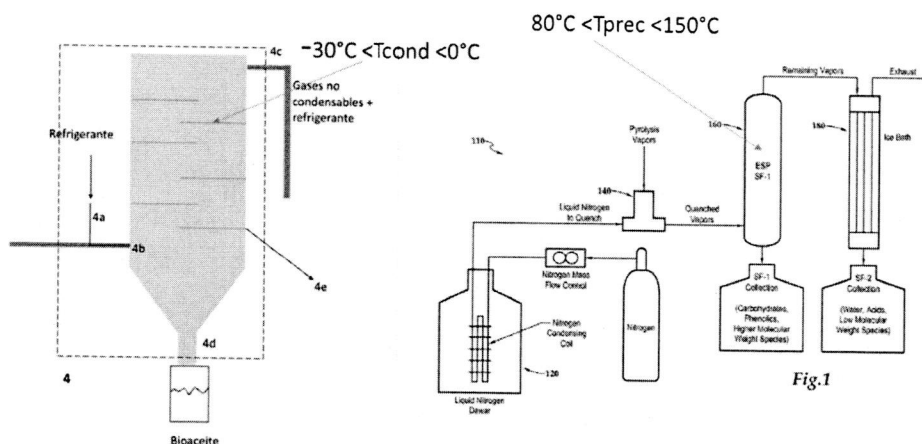
En cuanto a la Reivindicación 1, D2 no divulga ningún detalle del pirolizador de donde provienen los gases de pirólisis, por lo tanto, la persona medianamente versada en la materia tampoco encontraría una motivación, enseñanza o sugerencia en D2 para incluir de manera obvia una malla configurada para permitir el paso de los gases obtenidos por pirólisis, y obstaculiza el paso de partículas de biomasa sin reaccionar.

En consecuencia, la Reivindicación 1 cumple con el requisito de nivel inventivo a la luz de la combinación de D1 y D2.

Por otro lado, en relación con la Reivindicación 10, D2 no divulga las siguientes características de la invención:

- D2 no divulga una etapa de *pirolizar en el pirolizador (2) la biomasa... donde en la etapa de pirólisis se retiene la biomasa dentro del pirolizador (2) mediante una malla (2a) configurada para permitir el paso de los gases obtenidos por pirólisis, y obstaculizar el paso de partículas de biomasa sin reaccionar.* Lo anterior se fundamenta en que D2 no divulga el uso de una ningún tipo de malla:
- D2 no divulga una etapa de condensar mediante un condensador unos gases condensables presentes en los gases obtenidos por pirólisis, donde *el condensador opera a una temperatura entre -30°C y 0°C.* Por el contrario, D2 divulga una etapa de inyectar a los vapores de pirólisis un refrigerante formando una mezcla que ingresa a un precipitador electrostático, en el cual se precipita un vapor determinado los vapores de

pirólisis. Es decir, en D2 hay una condensación selectiva mediante precipitación electrostática, donde las temperaturas de precipitación divulgadas por D2 son superiores a 80°C , como se ilustra en la FIG. B.



Por otro lado, si bien D2 divulga un intercambiador de calor de tubos y coraza con una temperatura de pared de -15°C , D2 divulga explícitamente que dicho intercambiador de calor se conecta a la salida de un separador electrostático.

En conclusión, D2 no divulga una motivación, sugerencia o enseñanza para obtener una etapa de pirolizar en el pirolizador (2) la biomasa... donde en la etapa de pirolización se retiene la biomasa dentro del pirolizador (2) mediante una malla (2a) configurada para permitir el paso de los gases obtenidos por pirólisis, y obstaculizar el paso de partículas de biomasa sin reaccionar, y tampoco una etapa de condensador unos gases condensables presentes en los gases obtenidos por pirólisis, donde el condensador opera a una temperatura entre -30°C y 0°C .

De acuerdo con lo anterior, la nueva Reivindicación 10 cumple con el requisito de nivel inventivo a la luz de la combinación de D1 y D2.

iii) Por otra parte, si bien el Despecho objeta el nivel inventivo de las Reivindicaciones 2 a 9, me permito señalar que éstas son dependientes de la Reivindicación 1 por lo tanto heredan todas sus características novedosas e inventiva. Similarmente, las Reivindicaciones 11 a 15 también heredan las características que aportan novedad y nivel inventivo a la Reivindicación 10.

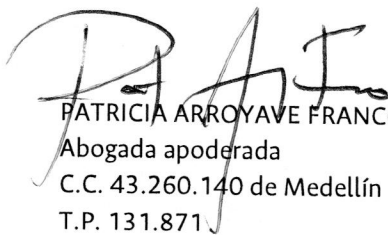
Lo anterior lo argumento con base en que específicamente, la Guía de la SIC establece que "una reivindicación dependiente es la que contiene todas las características de la reivindicación"

ción de la cual depende y además: i) hace referencia a ésta; y ii) adiciona una o más características que limitan el objeto a proteger”¹² (énfasis fuera del texto).

De acuerdo a lo anterior, las Reivindicaciones 2 a 9, y 11 a 15 al incluir las características no obvias de las Reivindicaciones independientes 1 y 10, heredan la misma condición de no obviedad a la luz del arte previo citado.

4. Finalmente, si el Despacho lo considera necesario, solicito amablemente proceda a realizar un tercer examen de fondo, para lo cual adjunto el comprobante de pago de la tasa de examen correspondiente. De otra forma, considero que la presente solicitud cumple con los requisitos de patentabilidad establecidos por la Decisión 486 y por consiguiente solicito respetuosamente que el Despacho proceda con la concesión de la patente.

Atentamente,


PATRICIA ARROYAVE FRANCO
Abogada apoderada
C.C. 43.260.140 de Medellín
T.P. 131.871

Anexo:

- Capítulo Reivindicatorio Modificado
- Capítulo Descriptivo Modificado

¹² Ibidem, Sección 2.6.4.2

CAPÍTULO REIVINDICATORIO MODIFICADO
(Primer Examen de Fondo)

1. Un sistema para producción de bioaceite a partir de biomasa que comprende:
 - a) un mecanismo de suministro continuo de biomasa (1);
 - b) un pirolizador (2) que tiene una entrada de biomasa que se conecta al mecanismo de suministro continuo de biomasa (1), y tiene una malla (2a) configurada para permitir el paso de los gases obtenidos por pirólisis, y obstaculiza el paso de partículas de biomasa sin reaccionar;
 - c) un mecanismo de separación de sólidos (3) que se conecta al pirolizador (2); y
 - d) un condensador (4) que se conecta al mecanismo de separación de sólidos (3).

2. El sistema de la Reivindicación 1, caracterizado porque el mecanismo de suministro continuo de biomasa (1) comprende:
 - a) una tolva (1b); y
 - b) un transportador de tornillo sin fin (1c) que tiene una entrada que se conecta con la tolva (1b), y una salida que se conecta con el pirolizador (2).

3. El sistema de la Reivindicación 1, caracterizado porque el pirolizador (2) es un pirolizador de lecho fluidizado que comprende:
 - a) una placa de distribución (2c) que se ubica en la parte inferior del pirolizador (2);
 - b) una entrada de gas (2d) para un gas de fluidización que se localiza debajo de la placa de distribución (2c);
 - c) una entrada de biomasa (2b) que se localiza encima de la placa de distribución (2c), y que se conecta al mecanismo de suministro continuo de biomasa (1);
 - d) un vehículo de calentamiento (2e) que se ubica en la zona de fluidización (A) del pirolizador y encima de la entrada de biomasa (2b) , donde el vehículo de calentamiento (2e) es un material particulado inerte que tiene una velocidad límite de fluidización inferior a la velocidad límite de fluidización de la biomasa;
 - e) la malla (2a) que se localiza en la zona de expansión (B) y debajo de una salida de gases obtenidos por pirólisis (2f) del pirolizador (2), y;
 - f) unos medios de calentamiento (2g) que transfieren calor a la zona de fluidización (A) y a la zona de expansión (B).

4. El sistema de la Reivindicación 1, caracterizado porque el pirolizador (2) es un pirolizador por caída libre que se conforma de:
 - a) una placa de distribución (2c) que se ubica en la parte inferior del pirolizador (2);
 - b) una entrada de gas inerte (2d) para un gas inerte que se localiza debajo de la placa de distribución (2c);
 - c) unos medios de calentamiento (2g) que transfieren calor a una zona de reacción (C) que se localiza encima la placa de distribución (2c);

- d) la malla (2a) que se localiza encima de la zona de reacción (C) y debajo de una salida de gases obtenidos por pirólisis (2f) del pirolizador (2);
 - e) una entrada de biomasa (2b) que se localiza debajo de la malla (2a), y que se conecta al mecanismo de suministro continuo de biomasa (1).
5. El sistema de la Reivindicación 1, caracterizado porque el mecanismo de separación de sólidos (3) se selecciona del grupo que comprende ciclones, separadores electrostáticos, precipitadores electrostáticos, separadores electrodinámicos, filtros y combinación de los anteriores.
6. El sistema de la Reivindicación 1, caracterizado porque el condensador (4) es un condensador de contacto directo de gases de obtenidos por pirólisis y un fluido refrigerante.
7. El sistema de la Reivindicación 6, caracterizado porque el fluido refrigerante tiene una temperatura de saturación inferior a -30°C .
8. El sistema de la Reivindicación 6, donde el condensador incluye:
- a) una primera salida (4c) para los gases no condensables presentes en los gases obtenidos por pirólisis, que se ubica en la parte superior del condensador (4);
 - b) una segunda salida (4d) para los fluidos condensables presentes en los gases obtenidos por pirólisis, que se ubica en la parte inferior del condensador (4);
 - c) una primera entrada (4a) para un fluido refrigerante, y una segunda entrada (4b) para los gases obtenidos por pirólisis, que se ubican entre la primera salida (4c) y la segunda salida (4d); y,
 - d) unos baffles (4e) dispuestos operacionalmente dentro del condensador (4b).
9. El sistema de la Reivindicación 1, caracterizado porque el condensador es un condensador de contacto indirecto.
10. Un proceso para la producción de bioaceite a partir de biomasa que comprende las etapas:
- a) suministrar biomasa de forma continua a un pirolizador (2);
 - b) pirolizar en el pirolizador (2) la biomasa a una tasa de calentamiento superior a 1000°C/s , a una temperatura entre 300°C y 750°C , y con un tiempo de residencia inferior a 2 segundos, donde en la etapa de pirolización se retiene la biomasa dentro del pirolizador (2) mediante una malla (2a) configurada para permitir el paso de los gases obtenidos por pirólisis, y obstaculizar el paso de partículas de biomasa sin reaccionar;
 - c) separar material particulado presente en los gases obtenidos por pirólisis en la etapa b), en un mecanismo de separación de sólidos; y,

- d) condensar mediante un condensador (4) unos gases condensables presentes en los gases obtenidos por pirólisis, donde el condensador (4) opera a una temperatura entre -30°C y 0°C .
11. El proceso de la Reivindicación 10, caracterizado porque la biomasa tiene un tamaño de partícula entre 0,2mm y 0,4mm, una humedad inferior al 8%, y un contenido de ceniza inferior al 20%.
12. El proceso de la Reivindicación 10, caracterizado porque la biomasa tiene un contenido de ceniza inferior al 5%.
13. El proceso de la Reivindicación 10, caracterizado porque la temperatura de la etapa b) es entre 450°C y 550°C .
14. El proceso de la Reivindicación 10, caracterizado porque la temperatura nominal de la etapa d) es de -20°C .
15. El proceso de la Reivindicación 10, caracterizado porque en la etapa d) los gases obtenidos por pirólisis que son condensables se condensan por contacto directo con nitrógeno líquido.

SISTEMA Y PROCESO DE PRODUCCIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE BIOACEITE A PARTIR DE BIOMASA

Campo de la invención

5

La presente invención se relaciona con procesos termoquímicos de transformación de biomasa en productos químicos y combustibles, particularmente con procesos de pirólisis rápida para producción de bioaceite con bajo contenido de humedad, biocarbón y biogas.

10 Descripción del estado de la técnica

La biomasa es un energético a partir del cual se producen químicos y combustibles. Las características de estos productos, el rendimiento y su contenido energético dependen de la composición de la biomasa, sus características fisicoquímicas y el proceso de transformación
15 realizado. Los procesos térmicos como por ejemplo la combustión, la gasificación, la torrefacción y la pirólisis brindan múltiples productos en cuestión de minutos o segundos.

En el proceso de pirólisis la biomasa se calienta en una atmósfera inerte para producir biocarbón, bioaceite y gases no condensables, cuya proporción depende de las condiciones
20 de operación (temperatura, presión y tasa de calentamiento). La pirólisis rápida se caracteriza por tasas de calentamiento, que algunos casos es superior a 1000°C/s, por procesar biomasa con un tamaño de partícula alrededor de 1mm, y por temperaturas de operación entre 450-550°C. También se caracteriza por tiempos de residencia inferiores a 2s para los gases obtenidos por pirólisis y por un enfriamiento de los gases condensables para producir entre
25 un 60-70 % bioaceite, incluyendo altos contenidos de humedad (entre el 20 y 30%), 10-15 % de biocarbón y entre 15-20 % de gases no condensables.

Los tiempos de residencia de sólidos y gases obtenidos por pirólisis por lo general son diferentes. Es deseable que la biomasa tenga un tiempo de residencia que garantice la
30 desvolatilización. Sin embargo, el tiempo de residencia de los gases obtenidos por pirólisis debe ser corto para minimizar las reacciones secundarias no deseadas. Es importante lograr altas velocidades de enfriamiento que permitan una eficaz recolección del bioaceite, debido a que un enfriamiento lento conduce a condensar preferencialmente los componentes derivados de la lignina, con características de líquido viscoso que pueden obstruir los
35 conductos de los equipos de intercambio de calor.

El documento US8425633 divulga métodos, procesos, aparatos, equipamiento y sistemas integrados para convertir biomasa en distintas fracciones de bioaceite para productos

químicos, materias primas y combustibles. En el documento se indica, que en particular cuando se usan reactores de lecho fluidizado, se utilizan ciclones para separar el biocarbón y las cenizas de los gases obtenidos por pirólisis. El documento indica dos temas principales, la pirólisis de biomasa y el sistema de separación de las fracciones del bioaceite producido.

5 Las etapas de separación y condensación del bioaceite de los gases obtenidos por pirólisis, comprende un separador electroquímico y un intercambiador de calor. El separador electroquímico permite capturar gotas en suspensión de bioaceite presente en los gases obtenidos por pirólisis. El separador electroquímico genera un campo eléctrico que atrae y aglomera las gotas de bioaceite. Los separadores electroquímicos son equipos cuyo control
10 y mantenimiento son robustos y complejos comparados con los de los intercambiadores de calor convencionales. Sin embargo, las divulgaciones mencionadas sugieren que los intercambiadores de calor convencionales no ofrecen una recuperación adecuada del bioaceite.

15 El documento *Hugo, T. J. (2010). Pyrolysis of sugarcane bagasse. University of Stellenbosch* indica que el bagazo de caña se utiliza para producir combustibles mediante pirolisis. Procesos tales como pirolisis lenta, pirolisis al vacío, pirolisis rápida son indicadas en el documento. La temperatura de pirólisis indicada es $500\pm 25^{\circ}\text{C}$, el tamaño de partícula es
20 menor a 2mm y la humedad es menor al 10%. La fracción de bioaceite que se produce es entre 65-75% en peso. En la descripción de la pirolisis por lecho fluidizado, se indica que los gases obtenidos por pirólisis son pasados por ciclones para la remoción de material particulado, y posteriormente se enfrían por contacto directo con bioaceite obtenido en la pirolisis. Menciona el tipo de enfriadores por contacto directo pero no especifica detalles.

25 Las divulgaciones previas comprendidas dentro del estado de la técnica cercano a la presente invención divulgan equipos con procesos de pirolisis rápida de biomasa que presentan baja eficiencia de reacción. Existe entonces la necesidad de proporcionar un proceso completo de producción de bioaceite mediante pirolisis rápida en donde se logren tiempos de residencia
30 adecuados y un sistema de condensación que maximice la cantidad de bioaceite producido.

Breve descripción de las figuras

La FIG. 1 corresponde a un diagrama de flujo de un proceso de producción de bioaceite que
35 comprende un mecanismo de suministro continuo de biomasa, un pirolizador, un mecanismo de separación de sólidos y un condensador.

La FIG. 2 corresponde a un pirolizador de lecho fluidizado que muestra una zona de fluidización, una zona de expansión (freeboard, en inglés), unos medios de calentamiento, dos entradas, una salida y una malla.

- 5 La FIG. 3 corresponde a un pirolizador de caída libre que muestra una zona de reacción, unos medios de calentamiento, dos entradas, una salida y una malla.

La FIG. 4 corresponde a un condensador de contacto directo que se comprende de bafles, dos entradas y dos salidas.

10

La FIG. 5 corresponde a un diagrama de flujo de un proceso de producción de bioaceite que comprende un mecanismo de suministro continuo, un pirolizador, un mecanismo de separación de sólidos y un condensador, donde se recircula fluido desde una salida del condensador hacia una entrada del pirolizador.

15

Breve descripción del invento

La presente invención corresponde a un sistema para la generación de bioaceite a partir de biomasa, y un proceso de producción de bioaceite a partir de biomasa.

20

El sistema para producción de bioaceite a partir de biomasa que comprende:

- un mecanismo de suministro continuo de biomasa;
- un pirolizador que tiene una entrada de biomasa que se conecta al mecanismo de suministro continuo de biomasa, y tiene una malla;
- 25 -un mecanismo de separación de sólidos que se conecta al pirolizador, y;
- un condensador que se conecta al mecanismo de separación de sólidos.

El proceso de producción de bioaceite a partir de biomasa comprende las etapas:

- a) suministrar biomasa de forma continua a un pirolizador;

-b) pirolizar la biomasa a una tasa de calentamiento superior a 1000°C/s, a una temperatura entre 300°C y 750°C, y con un tiempo de residencia inferior a 2 segundos, en el pirolizador;

5 -c) separar material particulado presente en los gases obtenidos por pirólisis en la etapa b), en un mecanismo de separación de sólidos;

-d) condensar los gases obtenidos por pirólisis que sean condensables a una temperatura entre -30°C y 0°C, en un condensador.

Descripción detallada de la invención

10

La presente invención corresponde a un sistema para la generación de bioaceite a partir de biomasa, y un proceso de producción de bioaceite con humedades inferiores al 10% a partir de biomasa.

15 Para el entendimiento de la presente invención, la biomasa es un material orgánico, no derivado de una fuente fósil, el cual se origina en un proceso biológico, espontáneo o provocado, y que es utilizable como fuente de energía. En modalidades de la invención la biomasa se puede seleccionar del grupo que comprende v.g. bagazo de caña, cascarilla de arroz, hojarasca, madera, maíz y conos de maíz, cáscaras de nueces, algas, vainas de
20 leguminosas, entre otras.

En modalidades de la invención la biomasa se somete a tratamientos previos al proceso de producción de bioaceite a partir de biomasa, como por ejemplo v.g. secado, molienda, tamizaje, torrefacción, peletización, y combinación de los anteriores.

25

El proceso de producción de bioaceite a partir de biomasa comprende las etapas:

a) suministrar biomasa de forma continua a un pirolizador (2);

30 b) pirolizar la biomasa a una tasa de calentamiento superior a 1000°C/s, a una temperatura entre 300°C y 750°C, y con un tiempo de residencia inferior a 2 segundos, en el pirolizador (2);

c) separar material particulado presente en los gases obtenidos por pirólisis en la etapa b), en un mecanismo de separación de sólidos (3);

35 d) condensar gases obtenidos por pirólisis que sean condensables a una temperatura entre -30°C y 0°C, en un condensador (4).

La biomasa requerida para el proceso de producción tiene:

- un tamaño de partícula entre 0,2mm y 0,4mm;
- una humedad inferior al 10%; y,
- 5 - un contenido de ceniza inferior al 20%. La biomasa preferiblemente tiene un contenido de ceniza menor al 5%.

El tamaño de partícula entre 0,2mm y 0,4 mm es el equivalente al pasante por una malla de 596 micrómetros de tamaño de abertura (Mesh 30).

10

En la etapa (a), el suministro de biomasa además de ser continuo, debe evitar el ingreso de aire al pirolizador. Adicionalmente, durante la etapa (a) se evita la salida de gases obtenidos por pirólisis a causa del suministro de la biomasa, para ello se suministra una corriente de gas inerte. La corriente de gas inerte se suministra a un flujo tal que arrastra el contraflujo
15 del gas del pirolizador (2) que tiende a salir de este durante el suministro de biomasa.

En la etapa (b), la temperatura es preferiblemente entre 450°C y 550°C. Por ser un proceso de pirólisis, se utiliza un flujo de gas inerte para pirólisis. Adicionalmente, la etapa (b) se realiza a presión atmosférica.

20

En una modalidad de la invención, en la etapa (a) se utiliza un gas inerte diferente al gas inerte utilizado en la etapa (b).

En una modalidad de la invención, el gas inerte utilizado en la etapa (a) es igual al utilizado
25 en la etapa (b).

Para el entendimiento de la presente invención gas inerte y gas inerte para pirólisis, es un gas o una mezcla de gases que no reaccionan con la biomasa durante el proceso de pirólisis.

En la etapa (c), durante la remoción de material particulado presente en los gases obtenidos por pirólisis, no se deben condensar fluidos condensables. Por consiguiente la temperatura de salida de los gases de la etapa (c) debe ser superior a 100°C.

5 En la etapa (d), la temperatura es preferiblemente de -28°C a -15°C. Preferiblemente es una temperatura nominal de -20°C. En esta etapa (d) se condensan los gases condensables presentes en los gases obtenidos por pirólisis. Los gases condensables condensados conforman el bioaceite.

10 En una modalidad de la invención, la etapa (d) se realiza por contacto directo con un fluido refrigerante. En esta modalidad, el fluido refrigerante es nitrógeno líquido. En esta modalidad, los gases no condensables son arrastrados por el fluido refrigerante y la humedad en el bioaceite pasa a la corriente del nitrógeno, logrando un producto con humedad inferior al 10%.

15

En una modalidad de la invención, la etapa (d) se realiza por contacto indirecto con un fluido refrigerante. El fluido refrigerante fluye por ductos que se disponen operacionalmente en el condensador (4), y permiten la transferencia de calor. En esta modalidad se obtiene bioaceite con contenido de humedad superior al 10%.

20

Haciendo referencia a la FIG.5, en la modalidad de la invención que la etapa (d) se realiza por contacto indirecto, el flujo de gas inerte para pirólisis de la etapa (b) comprende el flujo de gases no condensables que salen de la etapa (d).

25 Haciendo referencia a la FIG.1, en la modalidad de la invención que la etapa (d) se realiza por contacto directo, el flujo de gas inerte para pirólisis de la etapa (b) comprende el flujo de gases no condensables, y el flujo de refrigerante de salen de la etapa (d).

El bioaceite que se obtiene es un líquido que tiene las siguientes características:

30

- poder calorífico correspondiente a la mitad de un combustible diésel convencional;
- se conforma por una mezcla de aldehídos, fenoles, cetonas, ácidos, alcoholes, furanos, ésteres, oligómeros derivados de lignina, azúcares y agua;

- tiene una humedad en peso entre 5% y 20%;
- pH entre 2,0 y 3,5; y,
- una viscosidad entre 4 y $7 \frac{Ns}{m^2}$.

5 Haciendo referencia a la FIG. 1, el sistema para producción de bioaceite a partir de biomasa, comprende:

- un mecanismo de suministro continuo de biomasa (1);
- un pirolizador (2) que tiene una entrada de biomasa (2b) que se conecta al mecanismo de suministro continuo de biomasa (1), y una malla (2a);
- 10 - un mecanismo de separación de sólidos (3) que se conecta al pirolizador (2), y;
- un condensador (4) que se conecta al mecanismo de separación de sólidos (3).

15 Haciendo referencia a la FIG. 1, el mecanismo de suministro continuo de biomasa (1) se conforma de:

- una tapa (1a);
- una tolva (1b);
- un transportador tornillo sin fin (1c) que tiene una entrada que se conecta con la tolva (1b), y una salida que se conecta con el pirolizador (2); y,
- 20 -una entrada de gas inerte (1e).

La tapa (1a) se dispone en la entrada de la tolva (1b). La tapa (1a) permite el ingreso de biomasa a la tolva (1b) cuando sea requerido, y permite cerrar la tolva (1b) en los momentos que no se suministra biomasa.

25

En una modalidad de la invención, haciendo referencia a la FIG. 1, la tapa (1a) es una brida con un sello (1d) que se dispone encima de la entrada de la tolva y se fija mediante medios de sujeción. Los medios de sujeción pueden ser v.g. pernos, tornillos, cerraduras a presión, pines, remaches, entre otros.

30

En una modalidad de la invención la tapa (1a) se asegura a la tolva (1b) por medio de un ajuste de giro.

5 En una modalidad de la invención la tapa (1a) es una tapa abatible, la cual se asegura con medios de sujeción a la tolva (1b).

La entrada de gas inerte (1e) se dispone operacionalmente en la tolva (1b) para suministrar el flujo de gas inerte que hace contraflujo a los gases obtenidos por pirólisis que intentan ingresar por la salida (2b) del pirolizador (2) que se conecta con el mecanismo de suministro continuo de biomasa(1).

10

En una modalidad de la invención, haciendo referencia a la FIG.2, el pirolizador (2) es un pirolizador de lecho fluidizado. En el pirolizador (2) se distingue una zona de fluidización (A) y una zona de expansión (B) (freeboard, en inglés) que se ubica encima de la zona de fluidización (A).

15

Haciendo referencia a la FIG.2, la zona de fluidización (A) comprende:

- una entrada de biomasa (2b);
- 20 -una placa de distribución (2c);
- una entrada de gas inerte (2d); y,
- un vehículo de calentamiento (2e).

El gas inerte que ingresa por la entrada de gas (2d) es el flujo de gas inerte para pirólisis.

25

Haciendo referencia a la FIG.2, la entrada de gas inerte (2d) se ubica en la parte inferior de la zona de fluidización (A). La placa de distribución (2c) se dispone encima de la entrada de gas inerte (2d). El vehículo de calentamiento (2e) se dispone encima de la placa de distribución (2c). La entrada de biomasa (2b) se dispone operacionalmente en la zona de

fluidización (A), de tal manera que la biomasa se fluidiza y se calienta con el vehículo de calentamiento (2e).

El vehículo de calentamiento (2e) es un material particulado inerte, que no sufre cambios físicos ni cambios químicos a la temperatura de operación del pirolizador (2). El vehículo de calentamiento (2e) tiene un tamaño de partícula entre 0,2mm y 0,4mm. El vehículo de calentamiento (2e) funciona como cuerpo radiante, que aumenta la tasa de transferencia de calor hacia la biomasa. Durante la operación del pirolizador (2), el vehículo de calentamiento (2e) permanece dentro de la zona de fluidización (A). El vehículo de calentamiento (2e) favorece la fluidización de la biomasa, y permite el paso del gas inerte y de la biomasa hacia la zona de expansión (B) (freeboard, en inglés). La velocidad límite de fluidización del vehículo de calentamiento (2e) es superior a la velocidad límite de fluidización de la biomasa.

En una modalidad de la invención, el vehículo de calentamiento (2e) se selecciona del grupo que comprende v.g. sílice, granalla de acero inoxidable, dolomita, arena de cuarzo, alumina, caliza, partículas de óxidos y combinaciones de los anteriores.

En una modalidad de la invención, el vehículo de calentamiento (2e) es arena de cuarzo (SiO₂).

La placa de distribución (2c) comprende perforaciones que permiten el paso uniforme del gas inerte, e impide el paso de material sólido desde la zona de fluidización (A) hacia la entrada de gas inerte (2d).

En la parte superior de la zona de expansión (B) (freeboard, en inglés) del pirolizador (2) se ubica una salida de gases obtenidos por pirólisis (2f), y se dispone una malla (2a) debajo de la salida de gases obtenidos por pirólisis. La malla (2a) permite el paso de los gases obtenidos por pirólisis, y obstaculiza el paso de partículas de biomasa sin reaccionar.

En la modalidad preferida, la malla (2a) tiene una apertura de malla correspondiente a 596 micrómetros (Mesh 30).

Haciendo referencia a la FIG. 2, el pirolizador (2) comprende unos medios de calentamiento (2g) que transfieren calor a la zona de fluidización (A) y a la zona de expansión (B) (freeboard, en inglés).

5 Los medios de calentamiento (2g) se seleccionan del grupo que comprende de v.g. resistencias eléctricas, calentadores de inducción, quemadores de combustible, calentadores de chaqueta, calentadores de tubos radiantes, intercambiadores de calor indirectos, entre otros.

10 En una modalidad de la invención, haciendo referencia a la FIG.3 el pirolizador (2) es un pirolizador de caída libre. El pirolizador (2) de caída libre comprende:

-una entrada de biomasa (2b);

-una zona de reacción (C);

15 -una salida de gases obtenidos por pirólisis (2f);

-una entrada de gas inerte (2d);

-una placa de distribución (2c);

-unos medios de calentamiento (2g), y;

-una malla (2a).

20

Haciendo referencia a la FIG.3, la salida de gases obtenidos por pirólisis (2f) se ubica en la parte superior del pirolizador (2). La entrada de biomasa (2b) se ubica debajo de la salida de gases obtenidos por pirólisis (2f). La malla (2a) se ubica entre la entrada de biomasa (2b) y la salida de los gases obtenidos por pirólisis (2f).

25

Haciendo referencia a la FIG.3, la entrada de gas inerte (2d) se ubica en la parte inferior del pirolizador (2).

La malla (2a) se dispone operacionalmente para aumentar el tiempo de residencia de la biomasa que ingresa por la entrada de biomasa (2d), en el interior del pirolizador (2).

30

En una modalidad de la invención la malla (2a) tiene una abertura de malla equivalente a una malla de 596 micrómetros de tamaño de abertura (Mesh 30).

- 5 Haciendo referencia a la FIG.3, la placa de distribución (2c) se dispone encima de la entrada de gas inerte (2d). La zona de reacción (C) es la zona del pirolizador (2) donde se piroliza la biomasa. La zona de reacción (C) se encuentra entre la placa de distribución (2c) y la malla (2a).
- 10 Haciendo referencia a la FIG. 2, el pirolizador (2) comprende unos medios de calentamiento (2g) que transfieren calor a la zona de reacción (C).

Los medios de calentamiento (2g) se seleccionan del grupo que comprende de v.g. resistencias eléctricas, calentadores de inducción, quemadores de combustible, calentadores
15 de chaqueta, calentadores de tubos radiantes, intercambiadores de calor indirectos, entre otros.

El mecanismo de separación de sólidos (3) se selecciona del grupo que comprende v.g. ciclones, separadores electrostáticos, precipitadores electrostáticos, separadores
20 electrodinámicos, filtros y combinación de los anteriores.

En una modalidad de la invención, haciendo referencia a la FIG.1, el mecanismo de separación de sólidos (3) es un ciclón. El ciclón tiene una entrada (3a) que se conecta por medio de un ducto (3b) a la salida de los gases obtenidos por pirólisis (2f). El ciclón tiene
25 una salida (3c) que se conecta a un ducto (3d) por el cual salen los sólidos separados de los gases obtenidos por pirólisis. El ciclón tiene una salida (3e) que se conecta por medio de un ducto (3f) al condensador (4).

En una modalidad de la invención, haciendo referencia a la FIG.1, el condensador (4) es un
30 condensador de contacto directo de gases obtenidos por pirólisis y fluido refrigerante. El condensador (4) comprende:

- una primera entrada (4a) para un fluido refrigerante;

-una segunda entrada (4b) para los gases obtenidos por pirólisis que salen del mecanismo de separación de sólidos (3);

5 -una primera salida (4c) para los gases no condensables presentes en los gases obtenidos por pirólisis y para el fluido refrigerante;

-una segunda salida (4d) para los fluidos condensables presentes en los gases obtenidos por pirólisis;

10 -unos baffles (4e) dispuestos operacionalmente en el interior del condensador (4) de tal manera que aumentan el tiempo de residencia de los gases obtenidos por pirólisis, y del fluido refrigerante. Los baffles (4e) también funcionan como múltiples puntos de nucleación donde se inicia la condensación de los fluidos condensables presentes en los gases obtenidos por pirólisis.

15 En una modalidad de la invención, haciendo referencia a la FIG.1, la primera entrada (4a) y la segunda entrada (4b) se disponen de forma que los gases obtenidos por pirólisis arrastran el fluido refrigerante. La primera salida (4c) se ubica en la parte superior del condensador (4). La segunda salida (4d) se ubica en la parte inferior del condensador (4). La primera entrada (4a) y la segunda entrada (4b) se ubican entre la primera salida (4c) y la segunda salida (4d).

20

En una modalidad de la invención, el fluido refrigerante tiene una temperatura de saturación inferior a -30°C. El fluido refrigerante se evapora al entrar en contacto con los gases obtenidos por pirólisis.

25

En una modalidad de la invención, el condensador (4) es un condensador de contacto indirecto semejable a un intercambiador de calor convencional como por ejemplo un intercambiador de calor de coraza y tubos, donde el fluido refrigerante fluye por los tubos.

30 **EJEMPLO DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION.**

En el ejemplo se procesó biomasa mediante pirólisis rápida en un pirolizador (2) de lecho fluidizado que operaba a una temperatura nominal de 500°C.

5 La biomasa se caracterizaba por ser bagazo de caña que antes de la pirólisis pasó por procesos de secado, molienda y tamizado.

Las características de la biomasa eran:

- diámetro de partícula: entre 0.2mm y 0.4mm;
- humedad promedio: 8%;
- 10 -contenido de ceniza promedio: 3%.

Haciendo referencia a la FIG.2, el pirolizador (2) tenía:

- una zona de fluidización (A) con un diámetro interno de 10 cm y una altura de 50 cm;
- una zona de expansión (B) (freeboard, en inglés) con un diámetro de 14 cm y una altura
15 de 100 cm;
- un aislamiento térmico de chaqueta de material cerámico CONCRAX 1500, que recubría la zona de fluidización (A) y la zona de expansión (B) (freeboard, en inglés);
- unos medios de calentamiento (2g) que consistían de un juego de 3 resistencias eléctricas de 1500W cada una, que se ubicaron de forma concéntrica a lo largo del pirolizador (2).
20 Las resistencias se encontraban empotradas en el aislamiento térmico de chaqueta de material cerámico. Se ubicaron dos resistencias eléctricas de 1500W alrededor de la zona de Expansión (B) (freeboard, en inglés) y una resistencia eléctrica de 1500W alrededor de la zona de fluidización (A);
- 25 -un vehículo de calentamiento (2e) que consistía de una columna de partículas de arena sílice con una altura en reposo de 20cm. El diámetro de partícula del material inerte fue entre 0,2mm y 0,4mm, equivalente al pasante por una malla de 596 micrómetros de tamaño de abertura (Mesh 30);
- una malla (2a) de acero inoxidable, que tiene una apertura de malla de 596 micrómetros
30 de tamaño de abertura (Mesh 30);

- una placa de distribución (2c) que se fabricó en acero inoxidable;
- una entrada de biomasa (2b) que se caracterizaba por ser una brida de 2,5plg(0,0635m), que se ubicaba 10cm encima de la placa de distribución (2c);
- una entrada de gas inerte (2d) de diámetro 1/2plg –NPT (0,0127m) que se ubicaba en la base del pirolizador (2);
- una salida de gases obtenidos por pirólisis (2f) de 3cm de ancho y 6cm de alto que se ubicaba a 1,50m encima de la entrada de gas inerte (2d).

Para el entendimiento del presente ejemplo, altura en reposo es la altura del material inerte cuando se carga el material inerte en la zona de fluidización (A) con el pirolizador apagado.

Haciendo referencia a la FIG.1, en el presente ejemplo, se suministró al pirolizador (2), en la zona de fluidización (A):

- un flujo de gas inerte, de 50L/min ($8,33 \times 10^{-6} \text{m}^3/\text{s}$) de nitrógeno grado industrial; y
- un flujo de biomasa de 2kg/h.

Haciendo referencia a la FIG.1, en el presente ejemplo, el flujo de biomasa se garantizó mediante un mecanismo de suministro continuo de biomasa (1) que se conformaba de:

- una tapa (1a) que se fabricó en acero inoxidable;
- una tolva (1b) con capacidad de 2kg, que se fabricó en acero inoxidable, y que tenía una entrada lateral de gas inerte caracterizada porque era un racor de 1/8plg NPT (0.003175m); y,
- un transportador tornillo sin fin (1c) que tenía una entrada que se conectaba con la tolva (1b), y una salida que se conectaba con el pirolizador (2). El transportador de tornillo sin fin (1c) tenía un paso de 2,5plg (0.0635m), y se conectaba por medio de una brida de 2,5plg (0.0635m) con la entrada de biomasa (2b).

El flujo de gas inerte que se suministraba a la tolva (1b) era de 10scfm ($0,00472 \text{m}^3/\text{s}$).

La tapa (1a) era una brida con un sello (1d) que se puso encima de la entrada de la tolva (1b) y se fijó mediante ocho pernos. El sello (1d) se caracterizaba por ser un o-ring de nitrilo.

5 La biomasa se calentó a una tasa de calentamiento nominal de 1000°C/s, y tuvo un tiempo de residencia en el pirolizador (2) de 0,2s.

El mecanismo de separación de sólidos (3) fue un ciclón que se conectaba a un colector de partículas. El ciclón se caracterizaba porque se fabricó en acero inoxidable; y porque tenía:

- 10
- una altura de 50 cm;
 - una entrada de gases soldada (3a) de 3 cm de ancho y 6 cm de alto;
 - una salida de sólidos (3c) roscada de 1plg (0,0254m) ubicada en la base del ciclón, y;
 - una salida de gases (3e) de 2,5plg (0,0635m) de diámetro conectada al condensador (4).

15 El bioaceite se recuperó mediante condensación por contacto directo con nitrógeno líquido. El condensador (4) de contacto directo se caracterizaba porque tenía:

- una altura de 2,5m;
- un diámetro de 0,5m;

20

- 4 secciones con 3 baffles por sección (12 baffles totales). La separación entre baffles fue de 15cm;
- una primera entrada (4a) de fluido refrigerante de 1/4plg NPT (0,00635m) que se ubicaba en la base del condensador (4);
- una segunda entrada (4b) de 1,25plg NPT (0,03175m);

25

- una salida de gases no condensables (4c) con un diámetro de 2plg NTP (0,0508m), y;
- un cono que tenía una sección mayor y una sección menor, donde la sección mayor se ubicaba debajo de la base del condensador (4);
- una salida de bioaceite (4d) de una 1plg (0,0254m) de diámetro, que se ubicaba en la sección menor del cono.

30

En la salida inferior del ciclón (3c) se obtuvo una proporción de biocarbón del 22,4% $\pm$ 2,6 %. En la salida inferior del condensador (4d) se obtuvo una proporción de bioaceite del 74,0% $\pm$ 2,2 %. En la salida superior del condensador (4c) se obtuvo una proporción de gases

35 no condensables derivados de la biomasa del 3,60% $\pm$ 0,34 %.

En el presente ejemplo no se re-circuló el gas que salía por la salida superior del condensador.

Se debe entender que la presente invención no se halla limitada a las modalidades descritas e ilustradas, y la persona versada en la técnica entenderá que pueden efectuarse numerosas variaciones y modificaciones que no se apartan del espíritu de la invención, el cual solo se encuentra definido por las siguientes reivindicaciones.