

MÉTODO PARA EL TRATAMIENTO Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BORRAS O LODOS ACEITOSOS DE PETRÓLEO MEDIANTE PELLETIZACIÓN CON BIOMASA

5

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a un método para el tratamiento y aprovechamiento energético de borras o lodos aceitosos principalmente generados como subproducto en la industria del petróleo.

10

ANTECEDENTES Y PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA TÉCNICO

La presente invención hace referencia a un método para convertir en su totalidad un residuo peligroso en un biocombustible apto para sistemas de combustión industrial como calderas y hornos. No se generan corrientes o subproductos peligrosos ya que el residuo se gestiona y transforma en su totalidad en un producto valorizable reduciendo impactos ambientales.

Se sabe que los procesos térmicos son más eficaces para el manejo, tratamiento y disposición final de una gran variedad de residuos, en comparación con los procesos físicos, químicos y biológicos. Sin embargo, es claro que una gran demanda de energía puede limitar su aplicación dentro de las ofertas de mercado para el tratamiento de borras o lodos aceitosos de petróleo, dado que la fuente de energía para combustión o calentamiento de estos sistemas procede de combustibles fósiles de alto costo. Por tanto y como propósito de la invención, se presenta un proceso/método de tratamiento y valorización para este tipo de residuos, cuya fuente de energía es la biomasa residual de cascarilla de arroz, cascarilla de café y el mismo residuo, que una vez procesado en el tren de tratamiento propuesto, es valorizado. Esta característica del proceso/método de la invención, lo clasifica dentro del modelo económico denominado **“Waste to energy”**, que consiste en transformar los residuos en energía en forma de electricidad o calor.

Como es conocido en la industria del petróleo, las borras o lodos aceitosos son subproductos inherentes a la actividad del sector, tanto en las áreas de perforación como de producción. La composición fisicoquímica de estos residuos o subproductos se caracteriza por la presencia de estados complejos de agregación de sus componentes principales (agua, aceite y sólidos finos) tales como dispersiones, emulsiones, adsorciones y absorciones de un componente en otro. Esta característica se debe principalmente a la aplicación de diversos productos químicos usados durante el tratamiento del petróleo crudo, la preparación de lodos y el tratamiento de aguas de producción que genera lodos aceitosos. La naturaleza química de estos subproductos los sitúa como residuos peligrosos de alta toxicidad, siendo necesario dar un tratamiento especial y disposición adecuada, para minimizar el impacto que pueden generar sobre los recursos naturales.

Los procesos que se han desarrollado para el tratamiento de estos residuos se han enfocado en el uso de métodos químicos, físicos, térmicos y/o biológicos. Sin embargo, la mayoría de las configuraciones propuestas no se pueden utilizar para todo el espectro de residuos que se generan en la industria del petróleo, debido a que su composición fisicoquímica varía de acuerdo con el origen, tipos de productos químicos asociados, estabilidad de las emulsiones presentes, la tensión superficial entre fases y los diámetros de partícula de los sólidos finos característicos de estos residuos.

El esfuerzo para desarrollar procesos de tratamiento de residuos aceitosos busca reducir el volumen del material residual y la cantidad de constituyentes potencialmente peligrosos, pero en muy pocos casos, se busca valorizar o aprovechar el residuo. Los procesos más empleados incluyen:

Procesos Físicos: Principalmente decantación, sedimentación y centrifugación; estos métodos buscan realizar la separación de las tres fases características de los residuos aceitosos (agua, aceite y sólidos finos) en virtud de su densidad, polaridad y tamaños de partícula. El alcance de aplicación de estos métodos se ve limitado por la complejidad de

las emulsiones presentes, que resulta en interfaces difíciles de separar naturalmente o con fuerza centrífuga. La suspensión de partículas

sólidas con tamaños del orden de micras y el aumento de la tensión superficial debido a compuestos propios del crudo tales como asfáltenos y parafinas, generan tiempos prologados de tratamiento y generalmente la separación de fases es nula o deficiente.

Procesos Químicos: Los procesos químicos utilizan agentes tenso activos o surfactantes, diluyentes, rompedores inversos y/o directos, con el propósito de separar las fases características (agua, aceite y solidos finos). Adicional a la separación, se busca recuperar parcialmente en algunos casos, la fase aceitosa para valorizarla. El espectro de aplicación de estos métodos se ve limitado por incompatibilidades con los agentes químicos presentes en el residuo propios del tratamiento de crudos, y en ocasiones, se requieren altas dosis junto con la aplicación de calor que puede resultar en un aumento significativo de los costos de tratamiento. Al igual que con los procesos físicos, la eficiencia de separación puede ser limitada, teniendo como resultado subproductos tipo borra o lodo aceitoso, con mayor complejidad química que el original.

Procesos Biológicos: Los procesos biológicos de mayor uso a nivel industrial para el tratamiento de residuos peligrosos, incluyen el landfarming, la biorremediación por biopilas y la fitorremediación. En estos métodos, se utilizan microorganismos o plántulas para oxidar o degradar los hidrocarburos petroquímicos, en fracciones menos complejas que puedan ser acumuladas y transformadas por ellos mismos, convirtiéndolos en sustancias menos nocivas para el medio ambiente. Su alcance de aplicación se ve limitado a concentraciones bajas de hidrocarburos normalmente entre 5% y 10% y a residuos con hidrocarburos de cadenas cortas tales como naftas, solventes y aceites livianos. Debido al uso de organismos vivos, estos métodos presentan alta sensibilidad a variaciones de las condiciones ambientales (temperatura, humedad, pH etc), y requieren cepas específicas de acuerdo al tipo de hidrocarburo o contaminantes asociado al residuo, interfiriendo en la práctica con la efectividad y evolución del tratamiento, llegando en casos a ser inviable su aplicación.

Por último, se resalta que estos procesos son de bajo costo, sin embargo, los tiempos de tratamiento en aquellos casos donde puede resultar aplicable, son prolongados y requieren áreas extensas de proceso.

5

Procesos Térmicos: Los procesos térmicos tienen como finalidad, destruir, oxidar y/o separar los hidrocarburos presentes en el residuo y en algunos casos específicos, permiten recuperar parcialmente aceites residuales. Se consideran los métodos más efectivos en el tratamiento de un amplio espectro de residuos aceitosos, ya que no se limitan al tipo y concentración de hidrocarburos asociados. Dentro de los más usados, destacan la desorción térmica, la incineración y la pirolisis.

10

La desorción térmica permite separar el agua y el hidrocarburo de la matriz sólida, mediante el calentamiento de los residuos aceitosos a temperaturas que pueden variar entre los 400 °C y 600°C. Los vapores de agua e hidrocarburo generados durante la desorción, se condensan por separado, obteniendo hidrocarburos en estado líquido que puede ser valorizados y agua que puede ser aprovechada en el mismo proceso. Este método es eficaz para eliminar los hidrocarburos de la matriz sólida, dando como resultados concentraciones de TPHs inferiores al 1% en la mayoría de los casos.

15

20

Las limitaciones principales en la aplicación de este método de tratamiento de residuos aceitosos, se presenta cuando la concentración de agua en el residuo supera un 50% aumentando de manera significativa la demanda de energía térmica y los costos de tratamiento, así como la necesidad de un acondicionamiento previo del residuo.

25

Por otra parte, la incineración consiste en llevar a cabo una oxidación completa de los contaminantes orgánicos presentes en el residuo, a través de procesos de combustión directa en presencia de un exceso de oxígeno hasta obtener dióxido de carbono (CO₂) y agua (H₂O). Es considerado el método más efectivo para la eliminación de contaminantes asociados a los residuos, pero se requiere de sistemas sofisticados para el tratamiento de las emisiones atmosféricas, donde compuestos como las dioxinas y los

30

furanos, toman especial relevancia ya que los valores son altamente restrictivos en las regulaciones ambientales por ser tóxicos y peligrosos para el medio ambiente. En lo que refiere a su implementación para el tratamiento de residuos aceitosos tipo borras o lodos aceitosos de petróleo, es necesario realizar previamente una deshidratación o acondicionamiento que lleve los niveles de humedad por debajo del 10% para que la combustión tenga lugar. Es conocido que la demanda energética de estos procesos aumenta significativamente el costo de tratamiento de los residuos.

En la pirolisis, se realiza el procesamiento térmico de los residuos en ausencia de oxígeno. Estos son endotérmicos y por lo tanto requieren aporte de energía térmica para que la pirolisis continúe, incrementando significativamente los costos de tratamiento. Así, muchos de los constituyentes orgánicos que se encuentran en los residuos, se transforman en fracciones gaseosas, líquidas y sólidas, usando una combinación de reacciones de termo fraccionamiento y condensación. Sin embargo, su uso en el tratamiento de residuos aceitosos tipo borras o lodos aceitosos de petróleo, no resulta satisfactorio, debido a que los sistemas de pirolisis requieren una materia prima consistente, que es difícil de obtener a partir de estos residuos que en su mayoría son líquidos o fluidizados.

En el estado del arte, se han desarrollado diferentes métodos que buscan una solución al problema planteado anteriormente como, por ejemplo, la patente NC2019/0014274 enseña un método para el tratamiento de lodos base aceite mediante desorción térmica, caracterizado porque comprende una etapa de acondicionamiento de los lodos base aceite en la cual se adiciona cascarilla de arroz para formar una mezcla homogénea antes de ingresar al horno rotario de la Unidad de Desorción Térmica (UDT). El método se aleja del propuesto en la presente invención ya que no se describen pasos detallados previos para acondicionar la biomasa antes de realizar la mezcla con el lodo, las proporciones de mezcla se realizan en rangos diferentes y no permite transformar los lodos en combustibles en forma de pellets para valorizarlos y ser aprovechados a nivel industrial o en el mismo sistema, limitándose únicamente a su tratamiento y disposición final.

5 Por otro lado, la solicitud WO2019224839 describe la producción de gránulos de biocombustible que incluye lodos oleosos y biomasa. La proporción de biomasa puede variar del 50 % al 80 % dependiendo del contenido de agua del lodo de petróleo, el tipo de biomasa utilizada y la aplicación de los gránulos, más preferiblemente comprende del 65 % al 70 % de la masa total de los gránulos de combustible. Sin embargo, no describe
10 ningún paso anterior a la trituración de la biomasa que permita eliminar impurezas u objetos extraños comúnmente presentes como resultados de los descartes o subproductos de los procesos agroindustriales. Así mismo no enseña ningún paso para la homogenización y caracterización del lodo de petróleo, ni la aplicación de un agente aglutinante a la mezcla. Por último, no describe una etapa de secado para ajustar
15 la humedad y lograr un proceso de pelletización eficiente y no enseña ningún equipo ni su configuración para la aplicación industria del método.

Adicional, la solicitud CN113149493 proporciona un método para preparar agregados livianos artificiales mediante la utilización de residuos de pirólisis de lodos de petróleo, y
20 se refiere a un método de tratamiento inocente y un proceso de utilización de recursos de los residuos de pirólisis de lodos de petróleo. Este no comprende paso de secado que emplee un secador de paletas de tal forma que se ajuste la humedad de la mezcla biomasa y lodo de petróleo.

25 Similar a lo anterior, algunas tecnologías que actualmente se encuentran en la industria presentan métodos de realización de pellets o tratamientos de lodos aceitosos. Sin embargo, estos procesos no solucionan el problema planteado ni lo resuelven con enfoque en el aprovechamiento energético de los residuos. De tal manera que se crea la necesidad de un método o procesos para el tratamiento y aprovechamiento energético
30 de borras o lodos aceitosos de petróleo mediante pelletización con biomasa.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INVENCION

Se sabe que los procesos térmicos son más eficaces para el manejo, tratamiento y
5 disposición final de una gran variedad de residuos, en comparación con los procesos
físicos, químicos y biológicos. Sin embargo, es claro que una gran demanda de energía
puede limitar su aplicación dentro de las ofertas de mercado para el tratamiento de borras
o lodos aceitosos de petróleo, dado que la fuente de energía para combustión o
calentamiento de estos sistemas procede de combustibles fósiles de alto costo. Por tanto
10 y como propósito de la invención, se presenta un proceso/método de tratamiento y
valorización para este tipo de residuos, cuya fuente de energía es la biomasa residual de
cascarilla de arroz, cascarilla de café y el mismo residuo, que una vez procesado en el
tren de tratamiento propuesto, es valorizado. Esta característica del proceso/método de
la invención, lo clasifica dentro del modelo económico denominado **“Waste to energy”**,
15 que consiste en transformar los residuos en energía en forma de electricidad o calor.

Esta fuente de energía no convencional presenta grandes ventajas respecto a las fuentes
de energía fósil:

- Contribuye a la gestión integral de residuos petroleros y agrícolas, que no estén
20 recibiendo un proceso de tratamiento y disposición apropiado.
- Transforma modelos de producción lineales en modelos de **economía circular**
(convierte residuos en materias primas)
- Disminuye la huella de carbono al utilizar **recursos renovables** (Biomásas
agrícolas residuales).
- 25 • Aprovecha el poder calorífico de biomásas agrícolas residuales con amplia
disponibilidad en las zonas de influencia petrolera en Colombia.
- Aprovecha el poder calorífico del petróleo crudo contenido en los residuos, en
sistemas de **combustión** y/o co-combustión **“Co-firing”**

La demanda energética en los procesos térmicos de tratamiento de residuos tipo borras
30 o lodos aceitosos de petróleo, está asociada principalmente con la eliminación del agua,
dada su alta concentración y su elevada capacidad calorífica. Un residuo tipo borra o

lodo aceitoso de petróleo, tiene típicamente concentraciones de agua que pueden variar entre un 50% y 80%v/v, que puede estar contenida como agua libre, y como agua emulsionada.

- 5 El proceso/método de la presente invención comprende las etapas que se enuncian a continuación:

I) Primera etapa:

10 Remoción de las impurezas y objetos extraños asociados a la cascarilla de arroz y/o cascarilla de café (en adelante la biomasa) por cribado mediante paso por una zaranda rotativa con malla de tamaño de orificio entre 1 cm a 2,5 cm. Ajuste de la humedad de la biomasa en un rango del 10% al 30% con aplicación de agua por aspersión y reducción de tamaño de partículas entre 1
15 a 5 mm empleando un molino de martillos.

II) Segunda etapa:

20 Homogenización del lodo aceitoso de petróleo mediante recirculación con bomba y/o aireación con aire comprimido a una presión entre 10 a 20 psi. Caracterización inicial del lodo aceitoso de petróleo empleando un equipo de retorta con capacidad para muestras entre 10 mL a 50 mL para determinar el porcentaje volumen/volumen de aceite y agua que contiene el lodo, sometiendo la muestra a una temperatura en el rango de 500°C a 550°C
25 durante 35 minutos.

III) Tercera etapa:

30 Mezcla de la biomasa acondicionada, con un agente aglutinante y lodo aceitoso de petróleo en proporciones tales que el porcentaje másico de aceite respecto a la biomasa, este comprendido en el rango del 5% al 25%, según la

caracterización inicial del lodo aceitoso de petróleo. La mezcla resultante se almacena a temperatura ambiente, preferiblemente de 5 a 24 horas para lograr mejorar la absorción del lodo y agente aglutinante en las partículas de biomasa.

5

IV) Cuarta etapa:

Secado de la mezcla obtenida en la tercera etapa en un secador de paletas para reducir el contenido de humedad en un rango que se encuentre entre el 15% al 25%, según el contenido de agua en la caracterización inicial del lodo aceitoso de petróleo y la biomasa. Los gases de combustión usados para el calentamiento de las paletas del secador se obtienen de un quemador de biomasa que puede usar como combustible los gránulos producidos en la etapa 5.

10

15

V) Quinta etapa:

Pelletización de la mezcla para producir gránulos con espesores entre 4 a 10 mm empleando un equipo granulador de matriz plana o anular. Los gránulos se secan finalmente usando los gases de combustión que salen del secador de paletas para obtener una humedad inferior al 10% y un poder calorífico en un rango de 16 a 25 MJ/kg. Estos gránulos podrán usarse quemadores industriales o en el quemador de biomasa del mismo sistema para aumentar la eficiencia energética del proceso y recircular el poder calorífico de los lodos de petróleo.

20

25

LISTA DE FIGURAS

La invención en sí, junto con otras características y ventajas derivadas, resultará evidente a partir de la consideración de la siguiente descripción detallada, tomada junto con los dibujos adjuntos. Ahora se describen una o más realizaciones de la presente invención,

30

solo a modo de ejemplo, en las que los mismos números de referencia representan elementos similares y en los que:

5 Con el fin de soportar la invención y facilitar la interpretación de sus características técnicas y conceptuales, se presentan las siguientes figuras:

Figura 1, muestra el diagrama de flujo del proceso/método de la presente invención.

10 **Figura 2**, muestra un diagrama con la configuración de los aparatos usados en el proceso/método para el tratamiento y aprovechamiento energético de borras o lodos aceitosos de petróleo de la presente invención.

Figura 3, muestra la preparación de mezclas de biomasa, aglutinante y lodos aceitosos de petróleo en diferentes proporciones.

15 **Figura 4**, muestra el piloto experimental del proceso o método para el tratamiento y aprovechamiento energético de borras o lodos aceitosos de petróleo de la presente invención.

Figura 5, muestra los pellets o comprimidos obtenidos, aplicando el proceso/método de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

20 Aunque la invención es susceptible de diversas modificaciones y formas alternativas, una realización de esta se ha mostrado a modo de ejemplo en los dibujos y se describirá aquí a continuación. Debe entenderse, sin embargo, que no se pretende limitar la invención a las formas particulares descritas, sino que, por el contrario, la invención debe cubrir todas
25 las modificaciones, equivalentes y alternativas que caigan dentro del espíritu y alcance de la invención.

Los términos "comprende", "que comprende", o cualquier otra variación de los mismos, están destinados a cubrir una inclusión no exclusiva, de modo que una configuración,
30 estructura o método que comprende una lista de componentes o pasos no incluye solo esos componentes o pasos, pero puede incluir otros componentes o pasos no

enumerados expresamente o inherentes a dicha configuración, estructura o método. En otras palabras, uno o más elementos en un sistema o aparato precedidos por "comprende ... a" no excluye, sin más limitaciones, la existencia de otros elementos o elementos adicionales en el sistema o aparato.

5

El proceso inicia en la **etapa I** con el acondicionamiento de la cascarilla de arroz y/o cascarilla de café mediante el cribado en una zaranda rotativa (A) con tamaño de orificio de la malla en un rango de 1cm a 2,5 cm para eliminar impurezas que puedan causar daño a los equipos y mejorar la eficiencia del proceso.

10

Luego se aplica agua por aspersión para ajustar el contenido de humedad de la biomasa en un rango del 10% al 30% a través de boquillas nebulizadoras para aumentar el rendimiento y reducir el desgaste del equipo de trituración. Finalmente se reduce el tamaño de partícula de la biomasa en un rango de 1mm a 4 mm en un molino de martillos (B).

15

En la **etapa II**, el lodo aceitoso de petróleo se homogeniza en el tanque (C) mediante recirculación con bomba y/o por aireación, usando aire comprimido a una presión entre 10 a 20 psi y una flauta distribuidora que se introduce en el interior del tanque. El tiempo de homogenización estará comprendido en un rango de 15 a 30 minutos.

20

Culminada la homogenización se caracteriza el lodo aceitoso de petróleo usando un equipo de retorta con capacidad para muestras de 10 mL a 50 mL para determinar el porcentaje volumen/volumen de aceite y agua que contiene el lodo, sometiendo la muestra a una temperatura en el rango de 500°C a 550°C durante 35 minutos.

25

En la **etapa III**, la cascarilla de arroz y/o cascarilla de café triturada, se mezcla con la borra o lodos aceitosos de petróleo, en una mezcladora horizontal de cintas (D), en proporciones P tales que la concentración peso/peso de aceite en la biomasa, resulte entre el 5 al 25%, de acuerdo a la siguiente ecuación:

30

$$P \frac{\text{mL de lodo}}{\text{kg de biomasa}} = \frac{\% \frac{p}{p} \text{ aceite en la biomasa} * 1000}{\rho_{\text{aceite}} \left(\frac{\text{g}}{\text{mL}} \right) * \% \frac{v}{v} \text{ aceite en el lodo}} \quad (\text{ecuación 1})$$

Donde,

P : corresponde al volumen en mL de borra o lodo aceitoso de petróleo, que debe mezclarse por cada kg de biomasa empleado.

5

$\% \frac{p}{p} \text{ aceite en la biomasa}$: corresponde a la concentración peso/peso de aceite deseado en la biomasa.

Esta concentración debe estar en el rango de 5 a 25%.

10

ρ_{aceite} : Corresponde a la densidad del aceite contenido en la borra o lodo aceitoso de petróleo, expresado en gramos por mL de aceite, que generalmente varía entre 0,8 a 0,98.

15 $\% \frac{v}{v} \text{ aceite en el lodo}$: Corresponde a la concentración volumen/volumen de aceite en la borra o lodo aceitoso de petróleo, determinado por el método de retorta.

Para mejorar la compactación y dureza de los gránulos de la etapa V, se adiciona un agente aglutinante en una concentración en el rango del 0,5% al 1%. El tiempo de mezcla
20 estará comprendido en un rango de 10 a 20 minutos.

La mezcla resultante, se almacenará a temperatura ambiente, preferiblemente por un tiempo de 5 a 24 horas para permitir que el lodo aceitoso de petróleo y el agente aglutinante se absorban convenientemente en las partículas de biomasa.

25

Si la humedad de la mezcla resultante de la etapa III, es inferior al 15%, se deberá ajustar con la adición de agua hasta obtener una humedad entre el 15 al 25%.

Si la humedad de la mezcla resultante de la etapa III está entre el 15 al 25%, el material pasa a la etapa V, donde ingresa a una maquina pelletizadora de matriz plana o anular (F) con tamaños de orificio entre 4 a 10 mm para producir pellets o comprimidos.

- 5 Si la humedad de la mezcla resultante de la etapa III supera el 25%, el material pasa a la **etapa IV** donde es sometido a un proceso de secado en un secador de paletas (G) a temperaturas que pueden variar en un rango de 150°C a 350°C. Los gases generados en el quemador (H) como resultado de la combustión directa de pellets de biomasa o de mezcla de biomasa con lodo, son dirigidos a las paletas y cuerpo del secador, donde
10 transfieren el calor a la mezcla, que se alimenta por la tolva (E).

El tiempo de residencia de la mezcla en el secador de paletas, debe ser tal que el porcentaje de humedad del material de descarga se encuentre en un rango entre el 15 al 25%. Para ello, se ajusta la velocidad de giro (RPM) de las paletas del secador, hasta
15 lograr el objetivo, con un variador de frecuencia.

El material de descarga a la salida del secador pasa a la **etapa V** para obtener los pellet o comprimidos descritos. Finalmente, los gránulos pasan por un túnel de secado entrando en contacto con los gases de combustión que salen del secador de paletas.
20 Bajo estas condiciones se obtienen pellets o comprimidos con humedad menor al 10% y un poder calorífico que varía en el rango de 16 a 25 MJ/kg, para ser usados en sistemas de combustión como combustible alternativo o en el mismo proceso en el quemador (H) recirculando el poder calorífico de los lodos de petróleo y optimizando el consumo energético del proceso.

25 La ceniza resultante, como subproducto de la combustión de biomasa en el quemador para la obtención de energía térmica, es evacuada del equipo (H) por medio de un tornillo sin fin y puede ser utilizada en otras industrias o ser llevada para su disposición final.

30 Como tal se presenta un método para el tratamiento y aprovechamiento energético de borras o lodos aceitosos de petróleo mediante pelletización con biomasa, en donde se

realiza el acondicionamiento de la cascarilla de arroz y/o cascarilla de café mediante cribado, humectación y reducción de tamaño de partícula mediante una zaranda rotativa con tamaño de orificio de malla en el rango de 1 cm a 2,5 cm y con un molino de martillos que permite reducir el tamaño de partículas en el rango de 1 a 4 mm permitiendo la
5 eliminación de impurezas u objetos, a la vez que se ajusta la humedad entre 10% al 30% mediante aplicación de agua con boquillas nebulizadoras para evitar el desgaste de las piezas del equipo de molienda, además de homogenizar el lodo aceitoso de petróleo mediante recirculación con bomba y/o aireación con aire comprimido y caracterización inicial, mediante la agitación en un tanque por recirculación con bomba o usando aire
10 comprimido a una presión entre 10 psi a 15 psi con una flauta distribuidora ubicada dentro del tanque y por un tiempo de 15 a 30 minutos, además se debe caracterizarse el lodo de petróleo usando un equipo de retorta con capacidad de 10 mL a 50 mL sometiendo la muestra de 500 a 550 °C con un tiempo de 35 minutos.

15 Se realiza la mezcla de la cascarilla de arroz y/o cascarilla de café con el lodo aceitoso de petróleo y agente aglutinante, en una mezcladora horizontal de cintas durante un tiempo comprendido en un rango de 10 a 20 minutos y en una concentración en el rango del 0,5% al 1% permitiendo un tiempo de almacenamiento de la mezcla de entre 5 a 24 horas preferiblemente.

20 La etapa de secado de la mezcla de lodo aceitoso de petróleo, aglutinante y biomasa, que se realiza en un secador de paletas para reducir el contenido de humedad en un rango que se encuentre entre el 15% al 25%, si la mezcla, presenta una humedad mayor al 25% y en unas temperaturas de secado en el secador de paletas que se encuentran
25 en el rango de [150°C a 350°C]. Si la mezcla, presenta una humedad menor al 15% se añade agua a la mezcla para ajustarla en un rango entre el 15 al 25%.

La mezcla se pelletiza en un equipo granulador de matriz palana o anular con orificios entre 4 mm a 10 mm.

30

Por otro lado, los gases de combustión provenientes del secador de paletas a una temperatura entre 150°C a 350°C se aprovechan para secar los gránulos o pellets en un túnel de secado terminando de producir gránulos con espesores entre 4 a 10 mm, humedad inferior al 10% y poder calorífico en un rango de 16 a 25 MJ/kg convirtiéndolo en un recurso energético valorizable.

VENTAJAS DE LA INVENCION

El proceso/método de la invención, presenta numerosas ventajas ya que por su naturaleza se clasifica dentro del modelo económico denominado “Waste to energy”, que consiste en transformar los residuos en energía en forma de electricidad o calor.

Esta fuente de energía no convencional presenta grandes ventajas respecto a las fuentes de energía fósil:

- Contribuye a la gestión integral de residuos petroleros y agrícolas, que no estén recibiendo un proceso de tratamiento y disposición apropiado.

- Transforma modelos de producción lineales en modelos de economía circular (convierte residuos en materias primas).

- Disminuye la huella de carbono al utilizar recursos renovables (Biomásas agrícolas residuales).

- Aprovecha el poder calorífico de biomásas agrícolas residuales con amplia disponibilidad en las zonas de influencia petrolera en Colombia.

- Aprovecha el poder calorífico del petróleo crudo contenido en los residuos, en sistemas de combustión y/o co-combustión “Co-firing”

La funcionalidad y escalabilidad de la propuesta del método para el tratamiento y aprovechamiento energético de borras o lodos aceitosos de petróleo mediante pelletización con biomasa, puede adaptarse para satisfacer necesidades en los
10 siguientes ámbitos:

1. Empresas de la industria agroempresarial, en donde se benefician en cuanto la necesidad de la disposición de desechos como cascarilla de arroz y o cascarilla de café u otros subproductos derivados de este tipo de industria.
15
2. Empresas del área petrolera, lo cual es beneficioso ya que encuentran una solución amigable con el medio ambiente ya que pueden realizar una disposición ecológica de los lodos aceitosos, producto de la extracción de petróleo.
- 20 3. Terceras personas que pueden beneficiarse al obtener alternativas energéticas, al contar con biocombustible altamente eficiente.
4. también se beneficia en general el cuidado del medio ambiente, dado que se ofrece una solución al tratamiento de desperdicios como lodos aceitosos y desechos
25 agroindustriales, reutilizando estos para ser aprovechados nuevamente.

A pesar que se ha descrito tanto la invención como sus ventajas con suficiente detalle, debe entenderse que pueden hacerse cambios, sustituciones, alteraciones sin alejarse del espíritu y alcance de la invención que está definido por las siguientes
30 reivindicaciones.

