

PROCESO PARA OBTENER COMBUSTIBLES SÓLIDOS DERIVADOS DE RESIDUOS (CDR) EN FORMA DE BRIQUETAS

CAMPO DE LA INVENCION

Esta invención se relaciona con el área de los combustibles alternativos obtenidos a partir de residuos sólidos urbanos e industriales, con el fin de remplazar un porcentaje o la totalidad de los combustibles fósiles.

Para un mayor aprovechamiento y eficiencia, el combustible alternativo, se presenta en un producto compacto en forma de briqueta.

ANTECEDENTES

La dependencia respecto al uso de combustibles fósiles ha generado dos tipos de preocupaciones: por un lado, los impactos ambientales asociados y, en especial, sus efectos en el cambio climático; por otro, la limitación de reservas y su futuro agotamiento, llevando a una gran volatilidad en sus precios.

Las dos preocupaciones han dominado al mundo en diferentes momentos históricos.

Se ha llegado a la conclusión que a través de la combustión de combustibles fósiles y otras emisiones de gases, los humanos estamos aumentando el efecto invernadero y calentando la Tierra, esto es lo que se denomina “cambio climático “. El “efecto invernadero” es el calentamiento que se produce cuando ciertos gases de la atmósfera de la Tierra retienen el calor, estos gases dejan pasar la luz pero mantienen el calor, cuantos más gases de invernadero, más calor es retenido. Es un problema porque está cambiando el clima tan rápido que algunos seres vivos no pueden adaptarse. Igualmente, un clima nuevo y más impredecible impone desafíos únicos para todo tipo de vida ¹

Como es de conocimiento, bajo la denominación de combustibles fósiles se agrupan el carbón, el petróleo y el gas natural, productos que por sus características químicas se emplean como combustibles, los que se han formado naturalmente a través de complejos procesos biogeoquímicos, bajo condiciones especiales durante millones de años. La materia prima a partir de la cual se generaron incluye restos vegetales y antiguas comunidades planctónicas, estos constituyen un recurso natural no renovable.

Si bien estos recursos permitieron un desarrollo productivo nunca antes conocido en la historia del hombre, también está produciendo un alto impacto negativo sobre el ambiente. La combustión de este tipo de combustibles genera emisiones de gases tales como dióxido de carbono, monóxido de carbono y otros gases que han contribuido y aún contribuyen a generar y potenciar el efecto invernadero, la lluvia ácida, la contaminación del aire, suelo y agua. Los efectos contaminantes no sólo están vinculados a su combustión sino también al transporte (derrames de petróleo)

¹ <http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/que-es-el-calentamiento-global>

y a los subproductos que originan (hidrocarburos y derivados tóxicos). La situación se agrava cuando se considera la creciente demanda de energía, bienes y servicios, debido al incremento de la población mundial y las pautas de consumo.²

En cualquier caso, las emisiones de CO₂ y el uso masivo de unos recursos no renovables y muy limitados son dos caras de la misma moneda y se han de analizar conjuntamente.³

Por otra parte, existen otro tipo de materiales de desecho que contaminan y que tienen una repercusión importante en la salud de todos los seres vivos y son las basuras. Actualmente, cada día los rellenos sanitarios ubicados en las diferentes zonas del país reciben 26.975 toneladas de residuos los cuales van en aumento en paralelo al crecimiento de la población y de la demanda de bienes. Lo anterior afectando en una disminución de la vida útil de los rellenos sanitarios dejando un pasivo ambiental para futuras generaciones y en la parte económica, la inversión de 3,3 billones de pesos en reposición de vehículos recolectores, apertura de nuevos rellenos sanitarios, tratamiento de lixiviados, tratamiento y aprovechamiento de biogás entre otros⁴.

El actual proyecto toma como materias primas para formar combustibles, una gran variedad de materiales que son desechados por no tener ningún tipo de aprovechamiento, logrando con esto tener una alternativa a los combustibles convencionales y disminuyendo la cantidad de residuos que llegan a los sitios de disposición final.

En el estado de la técnica encontramos que se han desarrollado una variedad de combustibles alternativos sólidos, que contienen en su composición diferentes elementos, pero que en su desarrollo y como producto final, son diferentes al objeto propuesto en la presente solicitud, la cual busca la utilización y combinación efectiva de diferentes elementos que van a permitir una mayor eficiencia en su poder calorífico determinado y una máxima contribución por la no generación de gases de tipo efecto invernadero que perjudiquen el medio ambiente y por ende la población.

Como estado de la técnica localizamos solicitudes y/o patentes tales como KR 20160112129 que hace referencia a un método de preparación de compuestos pellets para combustible utilizando subproductos de madera. La RU 2147604 en particular se refiere a combustibles fabricados a partir de sedimentos de aguas municipales.

La RU 2577851 describe una composición para la producción de combustible sólido (sin ser briquetas) que incluyen los desechos que contienen carbono.

Por otra parte, la US 20070006526 se relaciona con briquetas de pellet de combustible de biomasa y recubiertas de carbón. La biomasa incluye, por ejemplo, residuos de animales, agrícolas (por ejemplo, estiércol), desechos agrícolas, tales como, por ejemplo, cáscaras de arroz, paja y camas de animales similares; residuos forestales, tales como, por ejemplo, residuo de molienda y extracción de madera.

US 20160122673 trata de una composición de combustible formada a partir de residuos sólidos mixtos principalmente de plásticos seleccionados del grupo tales como el poliéster, tereftalato de polietileno, polietileno, cloruro de polivinilo, cloruro

²<http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/CombustFos.htm>

³J. R. Jusmet, «pendientedemigracion.ucm.es,» [En línea]:

<http://pendientedemigracion.ucm.es/info/ec/jec12/archivos/A7ECONOMIA%20ECOLOGICA%20Y%20MEDIO%20AMBIENTE/ORAL/ROCA%20JUSMET/ROCA%20JUSMET.pdf>. [Último acceso: 26 Mayo 2017]

⁴Periodico el Tiempo, «Rellenos sanitarios de más de 300 municipios del país ya no dan abasto,» El tiempo, 22 Diciembre 2015

de polivinilideno, polipropileno, poliestireno, poliamidas, policarbonato, poliuretanos y combinaciones de los mismos.

Ahora bien, la patente ES2540681 presenta un procedimiento para la fabricación de briquetas para la valoración energética de residuos de muebles. Se refiere a un material compactado que comprende biomasa natural y goma espuma de poliuretano o de cualquier otro material de naturaleza similar procedente de restos de sofás, cojines, almohadas, sillas, colchones etc.

La US 20150128487 consiste en pellets y briquetas de biomasa compactada, que incluyen productos de vegetación combustible y residuos (tales como desechos sólidos municipales).

La solicitud PCT 10107254 CO hace relación con métodos para la conversión de materiales de planta en combustibles y químicos mediante la acción secuencial de dos microorganismos. Describe el proceso para convertir polisacáridos de planta complejos, que incluyen materiales celulósicos, en combustibles y otros químicos. En realizaciones preferidas, el proceso comprende la hidrólisis secuencial de los polisacáridos de planta mediante dos o más microorganismos.

Y finalmente, la solicitud CO 1128786 presenta un proceso para obtener biomasa combustible, se relaciona con el área de combustibles sólidos para la generación de energía aprovechando materiales orgánicos denominados biomasa, con base en un proceso que termina en una pelletización.

Tal como se expresó anteriormente, las solicitudes de patente o patentes concedidas mencionadas tienen por objeto la producción de combustibles sólidos que provienen de diferentes fuentes ya sea de solo biomasa u otro tipo de residuos que son diferentes al objeto planteado en la presente solicitud, que lo que busca, es transformación mecánica de los residuos con el fin de realizar la utilización y combinación efectiva de diferentes elementos que van a permitir la aprovechamiento de residuos con fines de recuperación energética a partir de la cual se aprovecha la energía proveniente de los mismos, así garantizar la disposición final controlada vía térmica de los residuos. Esta energía en muchas ocasiones y dependiendo de los desechos utilizados es equiparable a la energía de los combustibles convencionales. Es por esto que para ciertas industrias esta es una alternativa sostenible tanto económica como ambientalmente para sustituir ciertos porcentajes de los combustibles convencionales.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

El uso principal de estos combustibles es en Hornos de la industria cementera y en calderas principalmente de la industria textil, sin embargo, su uso puede extenderse a todo tipo de calderas que usen carbón como combustible y hornos inclusive de la industrial ladrillera. Gracias a las diferentes condiciones de los equipos como el tipo de alimentación, se debe contar con diferentes presentaciones de los combustibles alternos, en este caso en “harina” y en briquetas, que pueden variar de formas y dimensiones dependiendo de los requerimientos y necesidades del cliente.

En los hornos cementeros por lo general el combustible es transportado por medio de sistemas de alimentación neumáticos, por lo que se requieren granulometrías pequeñas para que el combustible pueda ser fácilmente impulsado por las tuberías, siendo óptimo en este caso utilizar CDR (Combustibles derivados de residuos) en polvo.

En calderas que utilizan carbón como combustible convencional y cuya alimentación puede ser manual, automática y semiautomática, el CDR (Combustibles derivados de residuos) se implementa en estado sólido (briquetas), el cual, se asemeja a las dimensiones del carbón utilizado convencionalmente. Adicionalmente los tipos de quemadores convencionales como los de parrilla o parrilla viajera admiten combustible sólido. Los quemadores de parrilla viajera se utilizan generalmente en calderas industriales y están compuestos por un sistema transportador de cadena, con una superficie plana sobre la que se vierte el combustible sólido.

Por lo tanto, el objeto de la solicitud es la fabricación de combustibles alternos obtenidos a partir de residuos sólidos urbanos e industriales. Para un mayor aprovechamiento y eficiencia el combustible alternativo, se presenta en un producto compacto en forma de briquetas.

La fabricación del combustible alternativo se hace a partir de una gran variedad de materiales que son desechos de agricultura, restos de madera como pellets, aserrín. Otro objetivo de la invención es utilizar materia orgánica como fuente energética haciendo la energía más barata, renovable y con menos emisiones para su forma de combustión.

En el proceso de la invención se recolecta la materia prima, teniendo en cuenta como características para su selección la humedad, la cual hace variar significativamente el rendimiento y eficiencia energética. Otras características importantes son: el poder calorífico que tenga, es decir, la cantidad de calor que libere por cada Kg. de Biomasa en su combustión, bajo contenido de contaminantes (metales pesados, halogenados entre otros) y la compatibilidad entre materiales.

El combustible alternativo de la invención es obtenido de material celulósico como viruta, aserrín, pero también de productos de madera como muebles usados o sobrantes de podas con bajo contenido de humedad, con alto poder calorífico, especialmente inflamables, combustible, corteza de árbol. Por otra parte, el combustible de la invención comprende también material termoplástico el cual sin ser un dato limitativo puede ser bidones de polipropileno, polietileno tereftalato (PET), diferentes tipos de empaques plásticos o bolsas y diferentes tipos de etiquetas compuestas por gomas, papel, plásticos, cartón. El combustible se presenta en forma de briquetas con buenas propiedades mecánicas para evitar su desintegración en el transporte y manipulación además del poder calorífico y densidad para lo cual se tiene en cuenta las propiedades de los materiales a mezclar.

La Invención obtiene combustible sólido partiendo de diferentes mezclas.

En la

Tabla 1 se presentan las diferentes mezclas. Luego de preparar el material se procede a efectuar una mezcla manual o mecánica.

Tabla 1. Tipos de mezclas y variables

Mezcla	Material	Porcentaje (%)	Velocidad (Hz)	Rango de temperatura (°C)	Tiempo	Peso de material (Kg)
Mezcla 1	Aserrín	10,37	5,0	165 - 185	130 minutos	22,5
	Viruta	7,79				
	Bolsa blanca	15,59				
	Caucho + PET	3,9				
	PET	25,35				
	Etiqueta	16,9				
	Bolsa roja	25,35				
Mezcla 2	Aserrín	4,2	5,54	140 - 190	65 minutos	19
	Viruta	8,45				
	Bolsa blanca	16,9				
	Caucho + PET	2,78				
	PET	23,38				
	Etiqueta	15,59				
	Bolsa roja	23,38				
Mezcla 3	Mezcla Aserrín + envoltura de alimentos	4,2	5,54	150 - 190	71 minutos	21
	Aserrín	19				
	Viruta	11,4				
	Etiqueta	22,8				
	Bolsa roja	7,6				
	PET	22,8				
	Bolsa blanca	13,4				
Mezcla 4	Mezcla Aserrín + envoltura de alimentos	7,7	4,36	160 - 195	75 minutos	20
	Etiqueta	15,38				
	PET	23,07				
	Mezcla caucho PET	3,85				
	Mezcla bolsa roja y viruta	30,77				
	Aserrín	11,53				
	Bolsa blanca	7,7				
Mezcla 5	Etiqueta	19,23	5,0	165 - 185	130 minutos	22,5
	Mezcla bolsa roja viruta	30,77				
	Mezcla caucho PET	7,7				
	Mezcla Aserrín + envoltura de alimentos	7,7				
	Bolsa roja	15,38				
	Aserrín	11,53				
	Bolsa blanca	7,7				
Mezcla 6	Mezcla caucho PET	11,69	5,5	175- 195		26,5

Mezcla	Material	Porcentaje (%)	Velocidad (Hz)	Rango de temperatura (°C)	Tiempo	Peso de material (Kg)
	Bidón impregnado de aceite	19,48			140 minutos	
	Mezcla Aserrín + envoltura de alimentos	7,79				
	Aserrín	19,48				
	Bolsa blanca	7,79				
	Mezcla viruta bolsa roja	15,59				
	Etiqueta	18,16				
Mezcla 7	Mezcla caucho PET	11,69	5,00 – 6,00	180 - 200	130 minutos	24
	Bidón impregnado de aceite	16,13				
	Mezcla mil millones	9,68				
	Mezcla viruta con bolsa	19,35				
	Aserrín	12,90				
	Etiqueta	22,58				
	Bolsa Blanca	6,45				
Mezcla 8	Etiquetas	18,18	6 - 5,79	170 - 210	105 minutos	27
	Aserrín	19,44				
	Bidón impregnado de aceite	19,44				
	Viruta con bolsa	15,59				
	Mil millones	7,79				
	Bolsa blanca	7,79				
	Caucho + PET	11,69				
Mezcla 9	Viruta con bolsa	23,08	5,9 - 5,84	170 - 220	114 minutos	26,5
	Bidón impregnado con aceite	19,23				
	Etiquetas	19,23				
	Aserrín	11,54				
	Bolsa blanca	7,69				
	PET con caucho	7,69				
	Icopor	3,85				
	Mezcla Aserrín + envoltura de alimentos	7,69				
Mezcla 10	PET	21,43	5,6 - 4,87	170 - 208	142 minutos	26,5
	Viruta con bolsa	21,43				
	Caucho y pet	10,71				
	Mezcla Aserrín + envoltura de alimentos)	7,14				
	Aserrín	10,71				
	Etiquetas	17,86				
	Icopor	3,57				
	Bolsa blanca	7,14				
Mezcla 11	PET	14,29	4,87 - 4,89	195 - 212	176 minutos	23
	Bolsa roja	14,29				
	Aserrín	10,71				
	Etiquetas	15,71				
	Mezcla Aserrín + envoltura de alimentos	7,14				
	Viruta con bolsa	14,29				
	Bolsa blanca	7,14				
	Icopor	3,57				
	PET y caucho	10,71				
Mezcla 12	PET	8,33	5,89 - 4,15	195 - 211	107 minutos	22
	PET y caucho	16,67				
	Mezcla Aserrín + envoltura de alimentos	8,33				
	Aserrín	12,5				

Mezcla	Material	Porcentaje (%)	Velocidad (Hz)	Rango de temperatura (°C)	Tiempo	Peso de material (Kg)
	Viruta y bolsa	16,67				
	Bolsa blanca	8,33				
	Etiquetas	25				
	Icopor	4,16				
Mezcla 13	PET	6,45	4,31 - 3,49	162 - 220	184 minutos	22
	PET y caucho	6,45				
	Mezcla Aserrín + envoltura de alimentos	6,45				
	Aserrín	16,13				
	Viruta y bolsa	12,90				
	Bolsa blanca	6,45				
	Bolsa roja	19,35				
	Icopor	3,23				
Mezcla 14	Etiquetas	21,88	4,15 - 3,25	160 - 220	140 minutos	20
	Bolsa roja	20,69				
	Bolsa blanca	6,90				
	Mezcla Aserrín + envoltura de alimentos	6,90				
	Aserrín	13,79				
	Viruta con bolsa	13,79				
	PET y caucho	6,90				
	PET	6,90				
Mezcla 15	Etiquetas	20,69	4,5 - 4,54	200 - 210	150	23
	Icopor	3,45				
	Bidón impregnado con aceite	7,69				
	Etiquetas	23,08				
	Aserrín	15,38				
	Mezcla Aserrín + envoltura de alimentos	7,69				
	PET y caucho	7,69				
	Viruta y bolsa	7,69				
Mezcla 16	Bolsa roja	15,38	4,54 - 3,95	200-205	125	23
	PET y cartón	7,69				
	Bolsa blanca	7,69				
	Bidón impregnado con aceite	7,41				
	Etiquetas	22,22				
	Aserrín	14,81				
	Mezcla Aserrín + envoltura de alimentos	7,41				
	PET y caucho	7,41				
	Viruta y bolsa	7,41				
	Bolsa roja	14,81				
	PET y cartón	7,41				
	Icopor	3,70				
	Bolsa blanca	7,41				

Nota: La bolsa roja y la bolsa blanca son polietilenos de baja y alta densidad.

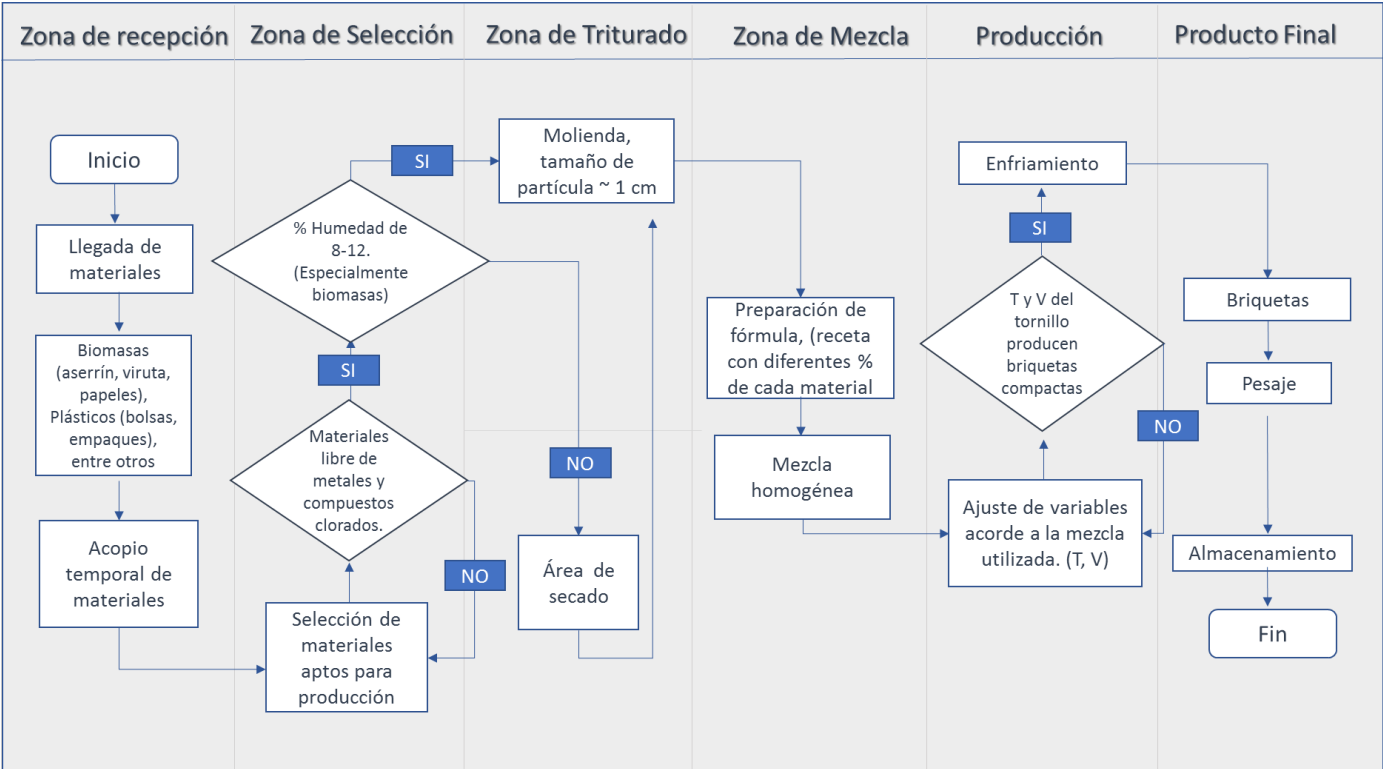
De acuerdo a la invención, el proceso consiste en seleccionar el material de acuerdo a la formulación deseada separando los materiales metálicos o compuestos clorados. Una vez libres de impurezas se comprueba que el grado de humedad se encuentre entre 8-12% especialmente la biomasa. Mediante una molienda o trituración se obtiene un tamaño de partícula de aproximadamente de un centímetro.

En caso de que el porcentaje de humedad no se encuentre entre 8-12% se pasa por el área de secado para luego pasarse por la Molienda o trituración.

Definida la fórmula de los materiales se obtiene una mezcla homogénea ajustando las variables de velocidad y temperatura con que es compactada dicha mezcla.

Las briquetas de la invención se someten a un enfriamiento para pesarlas y luego realizar su almacenamiento. Se puede observar en el Diagrama de flujo el Proceso de Elaboración de la Briqueta.

Proceso de elaboración de la Briqueta



Es necesario llevar a cabo ciertas pruebas en las cuales se puedan determinar todas las propiedades del combustible, en pruebas encontradas en la revisión bibliográfica del estado del arte se encontró que algunas propiedades como la resistencia al impacto, a la compresión y % de cenizas se hallan con las siguientes expresiones:

$$\% \text{ de cenizas} = \frac{W \text{ del residuo de la muestra}}{W \text{ de la muestra}} * 100 \tag{1}$$

ENSAYOS DE FRIABILIDAD

Este ensayo consiste en arrojar uno a uno cada pellet de una altura de 1 m, hacia un suelo cerámico y observar en cuantas partes se rompe cada uno (2, 3 o más partes). Después de ensayados una cantidad igual a 100 pellets, se calcula una proporción entre los pellets iniciales y los resultantes al final de cada ensayo. La fórmula utilizada para los cálculos de friabilidad se presenta a continuación:

Siendo FR la friabilidad resultante (adimensional), N_i el número de pellets al inicio del ensayo y N_r el número de pellets al final del ensayo (enteros y fraccionados)⁵.

$$F_R = \frac{N_i}{N_r}$$

Se acepta como “buena” una resistencia al golpeteo (friabilidad) con un valor de 0,93 o superior.

FUERZA COMPRESIVA

“Se coloca una muestra de briquetas a probar horizontalmente en el dispositivo de prueba de compresión y Se aplica una carga a una velocidad constante de 0,305 mm / min hasta que las briquetas se resquebrajan. La fuerza en la hendidura se calcula de la siguiente manera”⁶:

$$F_c = \frac{3 * \text{Punto de fractura (N)}}{L1 + L2 + L3}$$

L1, L2, L3 son las longitudes de las briquetas en los puntos 1,2 y 3 respectivamente.

MATERIAL VOLÁTIL

“El porcentaje de materia volátil (PVM) se determina pulverizando 2.0 g de la muestra de briquetas en un crisol y colocándolo en un horno hasta que se obtiene un peso constante. Las briquetas se mantienen entonces en un horno a una temperatura de 550°C durante 10 minutos y se pesan después de enfriar en un desecador”⁷.

$$PMV = \frac{A - B}{A} * 100$$

A: peso de la muestra secada en horno (g)

B: Peso de la muestra después de 10 minutos en el horno a 550°C (g)

PODER CALORÍFICO BRUTO

Usando una bomba calorimétrica adiabática. Se queman alrededor de 0,4 g hasta obtener una combustión completa. La diferencia entre la máxima y mínima es usada para computar el poder calorífico como se muestra a continuación.⁸

$$Q = \frac{(C_{H2O} - C_{Cal})(T_2 - T_1)}{W_f}$$

Q: poder calorífico (KJ/Kg)

Wf: Peso de la muestra

⁵P. Jittabut, «Science Direct,» noviembre 2015. [En línea].
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610215021840>. [Último acceso: 24 marzo 2017]

⁶P. Jittabut, «Science Direct,» noviembre 2015. [En línea].
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610215021840>. [Último acceso: 24 marzo 2017]

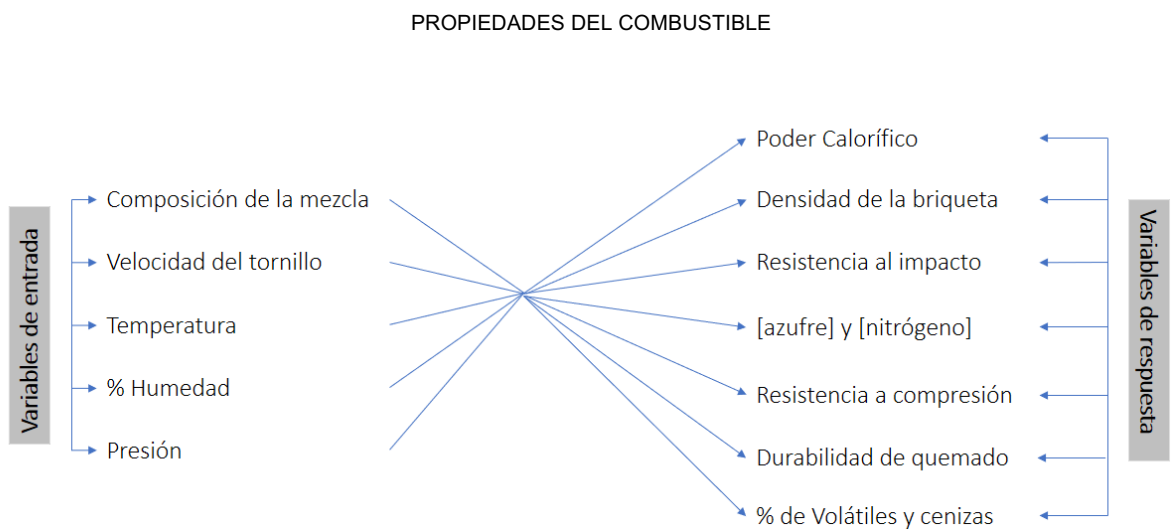
⁷P. Jittabut, «Science Direct,» noviembre 2015. [En línea].
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610215021840>. [Último acceso: 24 marzo 2017]

⁸P. Jittabut, «Science Direct,» noviembre 2015. [En línea].
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610215021840>. [Último acceso: 24 marzo 2017]

CCal: Capacidad calorífica de la bomba (KJ/Kg°C)

CH₂O: Capacidad calorífica del Agua.

1 caloría = 4,1868 Joule



QUIEN VA A CONSUMIR EL COMBUSTIBLE

El combustible alterno podrá ser consumido por aquellos usuarios que cuenten con equipos industriales diseñados para generar vapor como las calderas pirotubulares, acuotubulares que cuenten con parrilla viajera o fija y que su combustible de alimentación sea un combustible fósil sólido, adicional a esto también podrá ser consumido por hornos cementeros, aquellos hornos cuyo combustible de alimentación sea un combustible fósil (rotatorios de incineración , hornos de túnel) y centrales térmicas convencionales.

El combustible será preparado de forma personalizada para cada cliente según las características de su equipo (horno o caldera), sus variables de proceso (presión y temperatura), tipo de industria.

Como variables de entrada a considerar en la fabricación del combustible tenemos:

Composición de las mezclas, la cual estará dada por las características fisicoquímicas del residuo (resistencia mecánica para la trituración, poder calorífico, contenido de metales, porcentaje de humedad, contenido de inquemados entre otros.

En el proceso de mezcla y compactación la velocidad del tornillo, la cual es una velocidad de giro, el cambio de esta variable es crítica debido a que dicho proceso de mezcla y compactación dependen del tamaño, forma y resistencia de cada elemento, lo cual no van a presentar condiciones similares, además el tiempo de residencia en el cañón depende del punto de fusión de cada elemento.

El tornillo, también llamado husillo, consiste en un cilindro rodeado por un filete helicoidal Es una de las partes más importantes de la máquina briquetadora, cumple la función de transportar por arrastre, mezclar y dosificar el material hacia el cilindro o cañón en donde se da la conducción de calor a la mezcla por las resistencias

eléctricas presentes en toda la longitud del mismo, también se genera calor por fricción a lo largo de la superficie del tornillo y el cilindro (cañón). El material se va presurizando, aglomerando y compactando a medida que avanza por el sistema tornillo-cañón, comenzando a presión atmosférica en la zona de alimentación y aumentando hasta la salida del cañón.

Temperatura: esta variable se modifica debido a los diferentes puntos de fusión de los elementos termoplásticos de cada mezcla, los rangos de temperatura son establecidos de tal manera que los componentes de las mezclas especialmente las biomásas y plásticos alcancen las temperaturas de autoaglomeración y plastificación respectivamente, favoreciendo la aglomeración de todas las partículas de la mezcla sin necesidad de utilizar aglutinantes adicionales.

Por tal razón las variables como temperatura y velocidad del tornillo se ajustan acorde a la composición de cada mezcla con la que se vaya a producir CDR en forma de briquetas, con el fin de consolidar un producto con las características de tamaño, forma, resistencia, bajo contenido de azufre, baja humedad y alto poder calorífico entre otras, requeridas para cumplir con las especificaciones de los equipos de combustión externa como hornos y calderas, se hace necesario conformar un producto a partir de materiales heterogéneos que con el solo proceso de mezclado no obtendrá las características mencionadas.

Con el objeto de agrupar todos estos elementos en uno, es necesario utilizar un porcentaje de materiales termoplásticos, los cuales forman una coraza que contiene otros materiales. Debido a los diferentes tipos y cantidades de materiales usados en nuestros productos y sus diferentes puntos de fusión, es necesario efectuar modificaciones en las variables temperatura y velocidad de giro del equipo de extrusión o generador de briquetas.

En los ejemplos de diferentes mezclas se describen las variaciones de velocidad y temperatura:

- Ejemplo Mezcla, Bidón (Polietileno de alta densidad), Etiqueta, Aserrín, viruta, bolsa de polietileno de alta; Para formar la briketa con este tipo de mezcla, es necesario formar una coraza para contener los materiales no termoplásticos como la viruta y el aserrín, para esto utiliza el polietileno de alta densidad que tiene un punto de fusión de 120 – 130° C. Para esto se debe modificar la variable temperatura de las resistencias y para que la transferencia de calor del cañón a la mezcla sea adecuada, se debe variar la velocidad de giro del tornillo la cual para este tipo de mezcla es de 10,84 – 15,0 Hz.
- Ejemplo Mezcla, PET (tereftalato de polietileno), Etiqueta, Aserrín, viruta, bolsa de polietileno de alta; Para formar la briketa con este tipo de mezcla al igual que la anterior, es necesario formar una coraza para contener los materiales no termoplásticos como la biomasa (viruta y el aserrín), para esto utiliza el PET (polietileno tereftalato), el cual tiene un punto de fusión de 230 – 260° C. Para esto se debe modificar la variable temperatura de las resistencias y para que la transferencia de calor del cañón a la mezcla sea adecuada, se debe bajar la velocidad de giro del tornillo la cual para este tipo de mezcla es de 3,84 Hz – 6,88 Hz.

Lo que indica los ejemplos anteriores es que la temperatura y la velocidad de giro no pueden ser variables fijas, ya que por las diferentes tipos y porcentaje de mezcla, características de forma, tamaño, punto de fusión de estos elementos, no es posible un estándar general para todas las mezclas, la velocidad del tornillo es una variable muy importante, puesto que, de esta depende que la mezcla obtenga el calor necesario a lo largo del cañón para obtener la temperatura de plastificación y aglomeración. Al aumentar la velocidad del tornillo, se favorece la generación de calor por fricción, sin embargo, la contribución de la transmisión de calor por

conducción se verá reducida al aumentar el caudal de la mezcla, disminuyendo el tiempo de residencia dentro del cañón. La velocidad del tornillo y la temperatura se debe ajustar de manera que el tiempo de residencia de la mezcla dentro del cañón sea suficiente para obtener la compactación, densidad y estructura adecuada.

Además, La temperatura de las resistencias del cañón se debe regular teniendo en cuenta los rangos a partir de los cuales se produce la descomposición térmica, especialmente de las partículas de plástico contenidas en las mezclas, para evitar la emisión de compuestos con características tóxicas y contaminantes a la atmósfera. Dicha temperatura varía dependiendo del tipo de plástico contenido.

Al producto final se le pueden realizar tratamientos térmicos adicionales con el fin de mejorar algunas propiedades

La humedad, es un factor que se debe contralar dado que las briquetas no pueden contener una humedad superior al 5%, dado que CDR superior al este porcentaje se consumirán el calor del horno o la caldera, para evaporar el agua residual disminuyendo la eficiencia de los hornos o calderas.

El CDR, que se preparen a los diferentes consumidores a partir de las diferentes mezclas contarán con las siguientes variables de respuesta o de salda:

- Poder calorífico: superior a los 4000Kcal/Kg
- Densidad de la briqueta: se debe contar con una densidad del CDR que permita un transporte y almacenamiento adecuado, sin que se vea comprometida la integridad del CDR.
- Resistencia al impacto: característica directamente relacionada con la densidad para el almacenamiento del CDR
- Concentración de azufre, nitrógeno, % de Volátiles, y Cenizas: estos son los parámetros básicos de control que no podrán ser superados según lo establecido en la normatividad ambiental colombiana vigente, resolución 909 de 2008 ***“Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones “***

Los CDR en general deben contar con ciertas propiedades para cumplir con los requerimientos de los equipos en los que van a ser consumidos, sean hornos cementeros y calderas. Estos combustibles deben desarrollar características similares a los convencionales para permitir el adecuado funcionamiento y respuesta de los equipos sin alterar los ciclos de producción habituales.

Por lo tanto, los CDR estarán conformados por mezclas de materiales como plásticos, papel, textiles, o maderas, que son aptos para sustituir combustibles convencionales cuando tengan las siguientes características: alto poder calorífico, bajo contenido de humedad y ceniza, alto contenido en biomasa y bajo contenido en cloro, azufre y metales pesados.

En los hornos cementeros, los CDR se suelen utilizar sustituyendo cierto porcentaje del combustible fósil en el horno o en el pre calcinador, si existe. En general los combustibles alternos deben tener características como: poder calorífico, “mayor de 4776.92Kcal/Kg para su uso en hornos y 3821.53 a 4299.22 Kcal/Kg para su uso en el pre calcinador, contenido en cloro inferior al 1% y en mercurio inferior a 10 mg/kg en base seca, y tamaño de partícula inferior a 20 mm”⁹. La alimentación se lleva a cabo mediante conducciones neumáticas por lo que el combustible se presenta en polvo. El porcentaje de sustitución varía dependiendo de la empresa cementera y el país. La combustión se realiza en condiciones de muy alta temperatura, lo que

⁹A. Y. Sánchez, «COMBUSTIBLES SÓLIDOS RECUPERADOS Y COMBUSTIBLES DERIVADOS DE RESIDUOS COMBUSTIBLES DERIVADOS DE RESIDUOS,» ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE SEVILL, SEVILLA, 2013)

garantiza la destrucción de los compuestos orgánicos existentes en el residuo, por ejemplo, dioxinas o furanos. “No se genera ningún residuo al final del proceso de valorización. No se generan escorias ni cenizas, puesto que, éstas se incorporan al Clinker manteniendo las garantías ambientales y de calidad del producto. La mayor parte de los metales pesados se incorporan de forma estable a la estructura del Clinker sin reducir sus propiedades ni su calidad, y algunos, los más volátiles (talio o mercurio) se retienen en los sistemas de filtrado de partículas. La valorización de dichos combustibles en el horno de cemento no requiere una tecnología especial excepto en el sistema de manipulación y alimentación al horno”.

En las calderas también se puede sustituir de manera porcentual el carbón mineral por un CDR con características similares a las del combustible convencional, que permita el funcionamiento habitual del equipo. Se usan mezclas con un contenido de humedad entre el 8 y 15%, además según pruebas experimentales de quemado, se determinó que el porcentaje de cenizas es aproximadamente 60% menor que con el combustible convencional, cuentan con un poder calorífico con rangos similares a los del carbón mineral. “Se debe limitar la presencia de cloro, puesto que los cloruros generados en la combustión de residuos utilizados para producir CDR/CSR, dificultan el proceso de combustión. La presencia de Cloro en la combustión de compuestos orgánicos da lugar a la generación de productos secundarios como dioxinas, furanos y Hexa cloruro de benceno. Compuestos altamente tóxicos incluso en bajas concentraciones y están en la lista de sustancias carcinógenas”¹⁰.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Fig. 1 Representación del Proceso de elaboración de combustible sólido en forma de briquetas.

Figura 2 Vistas Molino Trituración primaria

Figura 3 Representación Guillotina

Figura 4 Representación Molino trituración secundaria.

Figura 5 Vistas Briqueteadora de tornillo

Figura 6 Diagrama briqueteadora de rodillo

Figura 7 Representación sierra sin fin

Figura 8 Ilustración 1 Tornillo o husillo

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

El proceso de la invención para obtener combustibles sólidos derivados de residuos (CDR) en forma de briquetas se puede observar con claridad en las figuras anexadas al documento.

La composición de residuos ha sido mezclada de forma porcentual, con el fin de obtener una mezcla efectiva con un contenido de cenizas que no supere los estándares permitidos por la normatividad ambiental vigente (Resolución 909 de 2008) y un poder calorífico superior a los 4000Kcal/Kg.

Como se dijo anteriormente para la obtención del combustible alternativo CDR en forma de briqueta se parte de residuos de material celulósico, plásticos, etiquetas, bidones de polipropileno y demás.

¹⁰E. D. F. H. S. A. S. O. G. D. Garces Alonso, « Combustibles Sólidos Recuperados: Una nueva vía para el aprovechamiento de residuos.,» Industria Química, N° 15, pp. 142-148, 2014.

En el proceso de recolección se obtienen una gran variedad de biomasa con diferentes porcentajes de humedad, de la cual se obtiene en un mayor porcentaje viruta y aserrín de diferente tipo de madera con un bajo porcentaje de humedad (entre el 8 – 12% aproximadamente). Además de la biomasa se recolecta diferentes tipos de empaques plásticos y recipientes de polipropileno y PET (Polietileno Tereftalato) y diferentes tipos de etiquetas compuestas por gomas, papel, plásticos, cartón y otros tipos de materiales.

Los plásticos generalmente utilizados para la producción de combustibles alternos son los termoplásticos. Estos son materiales formados por una alta concentración de polímeros con estructuras amorfas o cristalinas que le dan a los mismos diferentes propiedades mecánicas de resistencia frente a cargas o esfuerzos. Si el termoplástico cuenta con una alta concentración de polímeros con estructuras amorfas, presentará menores resistencias frente a cargas, pero una excelente elasticidad, si, por el contrario, disponen de una alta concentración de polímeros con una estructura cristalina, el material presentará mayores propiedades de resistencia frente a cargas y esfuerzos y presentará menores propiedades elásticas aportándole cierta fragilidad¹¹.

En la fabricación de Combustibles Derivados de Residuos (CDR) en forma de briquetas se emplean estos materiales termoplásticos, puesto que, producen grandes ventajas en el producto final. Por sus propiedades elásticas y plásticas cuando son sometidos a aumentos de temperatura y presión se favorece la aglomeración de las mezclas para la conformación de briquetas compactas y resistentes. A su vez estos materiales en general son ideales para ser utilizados con fines de valorización energética, puesto que, cuentan con un poder calorífico elevado del orden de 10031.53 Kcal//Kg¹², **permitiendo obtener CDR con altos poderes caloríficos.**

Para la selección y almacenamiento del material se tienen en cuenta los materiales con menor impacto ambiental a la hora de la combustión, mayor poder calorífico, propiedades mecánicas para el proceso de trituración y compatibilidad con otros elementos.

Una vez libres de impurezas se comprueba que el grado de humedad se encuentre entre 8-12% especialmente la biomasa. En caso de que el porcentaje de humedad no se encuentre entre 8-12% se pasa por el área de secado para luego si pasarse por la Molienda o trituración.

En la Fig.1correspondiente al Proceso de elaboración de combustible sólido en forma de briquetas se observa como de acuerdo al tamaño de las partículas se realiza la trituración de diferente manera tomando rutas diferentes: ruta **A, B, C.** (ver Figura 1)

A: se realiza una trituración mecánica primaria en un molino para el efecto (Fig.2 Molino Trituración Primaria) donde el residuo ingresa por la banda (8), hasta subir y llegar a la tolva (9) donde se encuentran las cuchillas (no mostradas) las cuales son las encargadas de reducir el tamaño del material, el material sale de la cuchillas y según tamaño son clasificadas por medio del clasificador (10), en caso de no contar con el tamaño deseado el residuos retornara a la tolva (9). (Fig. 2)

Otra nueva realización de la invención es el desarrollo del equipo o molino para la trituración primaria en el cual se adecuó un sistema de bandas para la alimentación de los residuos a triturar y un sistema de bandas para evacuar el material triturado, se instaló un tromel o clasificador de partículas (10) el cual clasifica las partículas

¹¹Los Adhesivos,» [En línea]. <http://www.losadhesivos.com/termoplastico.html>. [Último acceso: 26 07 2017]

¹²instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo.,» [En línea].:

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/TextosLegales/RD/2004/2267_04/Ficheros/tabla1_4.pdf. Último acceso: 26 07 2017

que superen el tamaño del material requerido retornándolo a la tolva(9) para ser triturado nuevamente, cuenta con las cuchillas y el tablero de mando con el fin de operar el sistema de forma autoreversible en las situaciones que se presente un atasco ó frenado del molino por el tipo de material. Se le instalo un sistema de llantas con el fin de ayudar al anclaje del equipo y como absorbedor de la vibración generada por el material triturado.

B: Antes de iniciar el proceso de trituración primaria (Ruta A) los residuos se pasan por una Guillotina (Fig. 3). El residuo se ubica en las cuchillas (4), y con ayuda del cilindro hidráulico (1), el brazo (3) baja, con el fin de obligar a las cuchillas (4) a entrar a en contacto con el material a fragmentar, una vez se cuente con el material en tamaño deseado este será incorporado a la ruta **A**.

Este equipo está diseñado para reducir el tamaño del material ante de ser llevado a la trituración primaria

C: Según las características del material (resistencia mecánica y tamaño), el residuo puede ser llevado directamente a un Molino para efectuar una trituración mecánica secundaria, donde el residuo ingresa por la tolva de alimentación (14), y baja por la caja de molido (15) hasta llegar a las cuchillas (18), (21), el residuo es picado al tamaño requerido. (Fig 4).

Este equipo o molino para la trituración secundaria, otra realización de la invención cuenta con un motor de gran potencia para evitar sea frenado por las características mecánicas que puedan presentar los residuos a ser triturados. Adicional el equipo cuenta con un sistema de cuchillas que giran de forma permanente a medida que el material baja por la caja de molido y dada la rigidez de los materiales cuenta con un volante de inercia que no permite que se salga a medida que se trituran los materiales.

Este triturador secundario (Ruta C), (Fig.4) permite la reducción de tamaño de diferentes materiales (Plásticos, PET, empaques, bidones, madera, resinas, cascos, entre otros) empleados en las mezclas para producir el combustible derivado de residuos (CDR). Cuenta con un sistema de clasificación por cribas que va desde 0.8 mm a 38.1 mm. Está dotado con 5 cuchillas, tres móviles retractiles (21) y dos fijas (18) que se pueden ecualizar dependiendo de la posición de las cuchillas móviles y el desgaste de las mismas. Tiene una capacidad de producción entre 0.11 y 0.17 Kg/s dependiendo del tipo de material procesado y del tamaño de la criba.

Mediante esta trituración se obtiene un tamaño de partícula de aproximadamente de 1.0 cm.

El proceso de trituración se efectúa dependiendo del tipo de material:

✓ Biomasa: Cuando la biomasa es obtenida en forma de aserrín, no es necesario el proceso de trituración. Cuando esta es obtenida a partir de elementos de mayor tamaño como estibas, mueble usados o sobrantes de podas se procede a efectuar la disminución de tamaño de partícula. Para el caso de las estibas y muebles de madera, estas son desarmadas manualmente para retirar los elementos metálicos que podrían afectar los equipos y para pasar sus diferentes elementos (tablas y travesaños) por una sierra sin fin (Fig.7) con el objeto de llevarlas a un tamaño de partícula menor a 30 cm (Ruta B). Luego este material es llevado a un molino de cuchillas en cual se disminuye su tamaño de partícula a un tamaño menor a 1 cm. (Ruta C).

✓ Etiquetas: Las etiquetas se presentan en rollos de diferentes tamaños. Inicialmente, se pasa por una sierra sinfin (Fig.7) hasta llevarlas a un tamaño menor a los 30 cm.(Ruta B) Luego se pasan estas partículas de menor tamaño a un molino de cuchilla donde se llevan un tamaño menor a 1 cm. (Ruta C)

- ✓ Bidones de polipropileno: Para este tipo de elementos se procede inicialmente a llevarlos a una guillotina para balar su tamaño a menos de 30 cm. (Ruta B) para llevarlos al molino de cuchillas.(Ruta A)
- ✓ Bolsas o empaque plásticos: Debido al tamaño de partícula de estos elementos, se llevan directamente al molino de cuchillas.(Ruta A).

Cuando el material son llantas se utiliza un equipo de corte de caucho (Guillotina) que es utilizado para el corte de llantas en secciones más pequeñas que facilitan el posterior triturado. Su funcionamiento se da gracias al motor eléctrico y bombas hidráulicas que facilitan el fraccionamiento, mediante accionamiento manual por una palanca, el brazo superior con cuchillas empieza a bajar, generando presión con las cuchillas de la mesa, produciendo una división completa de la llanta por cizalla.

Una vez el residuo se ha triturado se separan los materiales metálicos que existan en la mezcla, para ello se usan separadores magnéticos de imán. El metal separado se gestiona en empresas autorizadas al respecto.

Teniendo la materia prima el tamaño y humedad necesaria se realiza la formulación requerida para la conformación del combustible derivado de residuos (CDR), estas formulaciones pueden variar dependiendo de las características y disponibilidad de material y los requerimientos del cliente final del CDR.

Según el tipo de briqueta que se desee preparar el residuo picado y sus diferentes mezclas tomaran la ruta **D ó E**

D: Esta ruta se empleara para la elaboración de las briquetas tipo cilíndricas y que se realizan por extrusión y se emplea para aquellos materiales de baja o mediana densidad, el material o el residuo es alimentado por la tolva (24), para que sea arrastrado por medio del tornillo (25), el cual empujara el material para ser extruido y briquetado, cuando el material sale de (25), entra en contacto para las resistencias (23) las cuales son programadas según el material, cuando material sale de la briqueteria es sometida a un proceso de curado con el fin de que no se presenten procesos de cizalla o fracturación de la briqueta (Fig.5)

El tornillo sinfín numeral (25) FIG:8 que gira con velocidad variable entre 3,15 y 4,95 Hz, operando a una temperatura entre 150 – 200 °C dependiendo del tipo de mezcla utilizado, haciendo avanzar el producto hasta una cámara que se estrecha progresivamente (generalmente de forma cónica, en este caso de forma hexagonal). El tornillo, también llamado husillo, consiste en un cilindro rodeado por un filete helicoidal (38) FIG:8. Cuenta con una camisa térmica en su cilindro (cañón) (26) formada por resistencias (sistemas de manto caliente) (23) para regular la temperatura del proceso y favorecer la plastificación. Con este tipo de maquinaria es posible fabricar briquetas con orificios interiores, lo cual favorece su combustión. Las producciones suelen oscilar entre los 0.0139-0.6944 Kg/s. Mediante sistemas de extrusión es posible obtener briquetas de mayor densidad que con los sistemas por impacto, pudiendo llegar a alcanzarse densidades próximas a los 1.300 Kg/m³.

La briqueteadora de tornillo es una realización importante de la invención para realizar briquetas de tipo cilíndrica o hexagonal bajo el principio de extrusión, comprende un sistema de control (22) que permite el control y la variación de la velocidad de giro del tornillo, una doble camisa en la recámara del tornillo y tolva (24), con el fin de que el material pueda ser arrastrado sin generar vacío por deficiencia del material, y un juego de resistencias (23) con variador de temperatura, con el fin de poder modificar este atributo en función de los materiales con el fin de poder realizar la aglutinación o conformación de la briqueta sin hacer uso de un agente externo.

Una vez elaboradas las briquetas compactas se someten a un enfriamiento (proceso de curado) aplicando agua o aire a presión una vez esta sale de la máquina, con éste curado se logra un aumento de las propiedades mecánicas favoreciendo la resistencia a la compresión y la densidad de la briqueta, esto se debe a que los termoplásticos experimentan cizalla generando una degradación o fractura de la briqueta

Después del proceso de enfriamiento, se corta la briqueta a un tamaño de 30 cm. y se deja en reposo por alrededor de 6 horas con el objeto de endurecer su capa exterior evitando con esto la desintegración en su manipulación; y luego se corta la briqueta a la longitud requerida.

E: Esta ruta se empleara para la elaboración de las briquetas tipo almendra y que se realizan por compactación FIG:6 y se emplea para aquellos materiales de alta densidad, el material o el residuo es alimentado por la tolva (27), con el fin de que el material sea compactado por medio de los rodillos de la máquina (31) y realice la entrega de la briqueta por la banda de salida (26) (Fig.6).

REIVINDICACIONES

- 1- Proceso para obtener combustibles sólidos derivados de residuos (CDR) de material celulósico, termoplásticos, etiquetas, en forma de briquetas caracterizado porque comprende las siguientes etapas:
 - a) Triturar mediante un molino los derivados de residuos (CDR) que tienen un grado de humedad entre 8 – 12%
 - b) Realizar la formulación del combustible sólido basándose en los derivados de residuos (CDR).
 - c) Aglomerar la mezcla de derivados de residuos por presión y temperatura mediante una briqueteadora de tornillo sinfín (25) el material es empujado para ser extruido y briqueteado a una velocidad entre 3.15 – 4.95 Hz.
 - d) Curar las briquetas compactadas sometiéndolas a enfriamiento.
- 2- Proceso para obtener combustibles sólidos derivados de residuos (CDR) de material celulósico, termoplásticos, etiquetas, en forma de briquetas de la reivindicación 1 caracterizado porque se llevan a cabo dos tipos de trituración primaria y/o secundaria.
- 3- Proceso para obtener combustibles sólidos derivados de residuos (CDR) de material celulósico, termoplásticos, etiquetas, en forma de briquetas de la reivindicación 2 caracterizado porque el tamaño los derivados de residuos (CDR) es de 3-5 cms luego de pasar por la trituración primaria.
- 4- Proceso para obtener combustibles sólidos derivados de residuos (CDR) de material celulósico, termoplásticos, etiquetas, en forma de briquetas de la reivindicación 2 caracterizado porque el tamaño de los Derivados de residuos (CDR) es de 1-2 cms. luego de pasar por la trituración secundaria.
- 5- Proceso para obtener combustibles sólidos derivados de residuos (CDR) de material celulósico, termoplásticos, etiquetas, en forma de briquetas de la reivindicación 1 caracterizado porque para aglomerar, el material es transportado por arrastre, mezclado y dosificado mediante un filete helicoidal (38) que rodea el cilindro del tornillo sin fin
- 6- Proceso para obtener combustibles sólidos derivados de residuos (CDR) de material celulósico, termoplásticos, etiquetas, en forma de briquetas de la

reivindicación 1 caracterizado porque la aglomeración se efectúa a una temperatura entre 150 -200 °C.

- 7- Proceso para obtener combustibles sólidos derivados de residuos (CDR) de material celulósico, termoplásticos, etiquetas, en forma de briquetas de la reivindicación 1 caracterizado porque el aglomerado se puede además obtener por compactación por medio de rodillos (Fig.6).
- 8- Molino de trituración caracterizado porque comprende una tolva de alimentación, caja de molido, sistema de clasificación por cribas, cuenta con sistema de cuchillas móviles retractiles (21) y cuchillas fijas (18) y un volante de inercia (16)
- 9- Molino de trituración de la reivindicación 7 caracterizado porque las cribas van de 0.8 - 38.1 mm.
- 10- Molino de trituración de la reivindicación 7 caracterizado porque las cuchillas son ecualizables.
- 11-Briqueteadora de tornillo para realizar briquetas tipo cilíndricas o hexagonales bajo el principio de extrusión caracterizada porque comprende un tolva de alimentación (24), un tornillo sinfín (25), un sistema de control y variación de la velocidad (22) de giro del tornillo sinfín (25),
- 12-Briqueteadora de tornillo de la reivindicación 10 caracterizada porque el tornillo comprende un cilindro (26) rodeado de un filete helicoidal (38).
- 13-Briqueteadora de tornillo de la reivindicación 11 caracterizado porque el cilindro (26) tiene una camisa térmica formada por un juego de resistencias (23) con variador de temperatura.

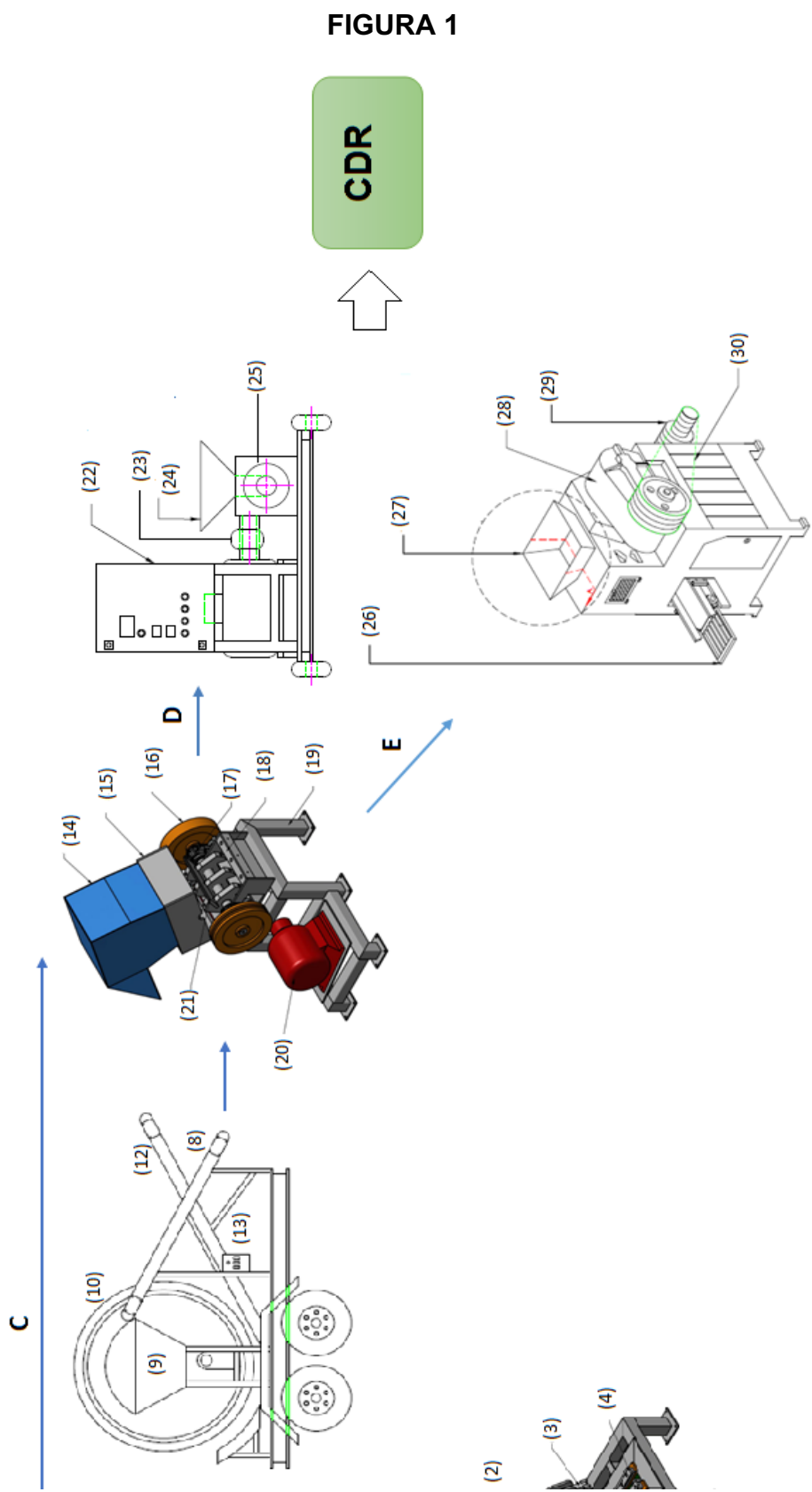
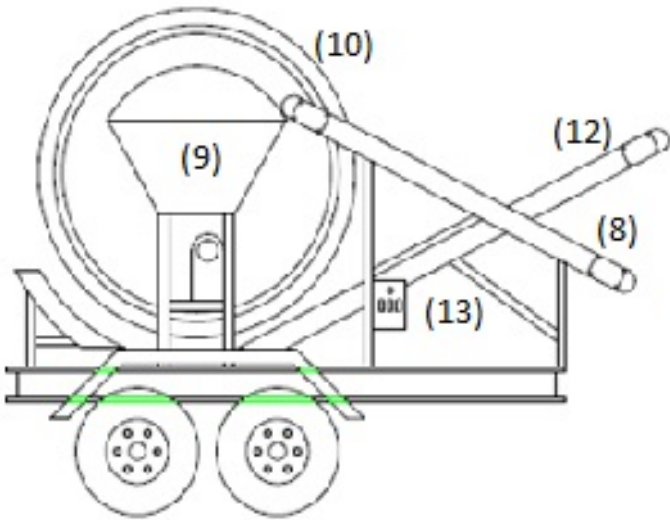


FIGURA 2
PLANO MOLINO TRITURACION PRIMARIA



VISTA TRASERA

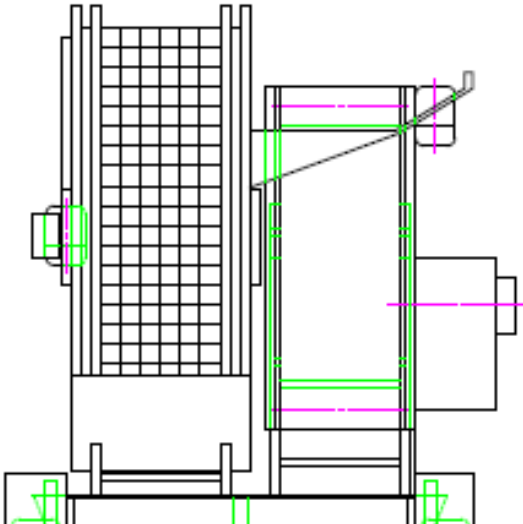


FIGURA 3

PLANO GUILLOTINA

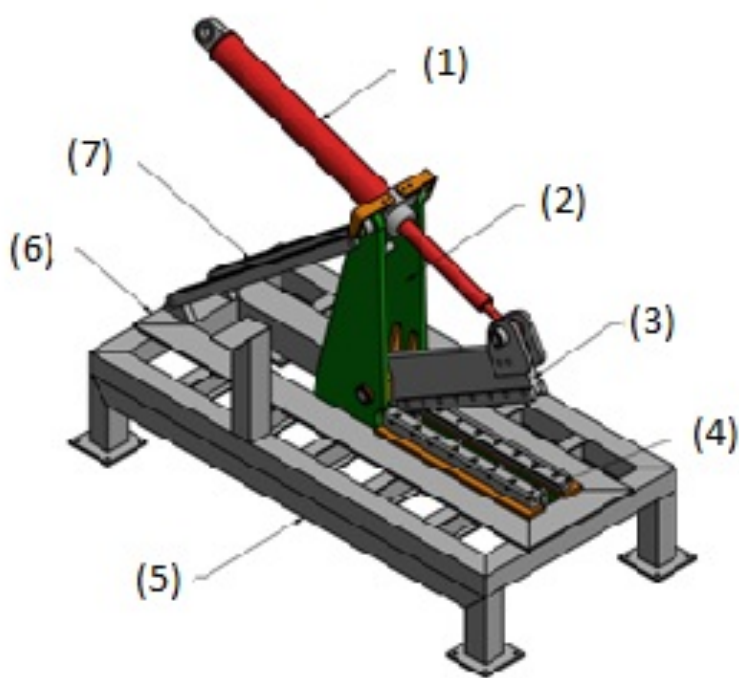


FIGURA 4

PLANO MOLINO TRITURACION SECUNDARIA

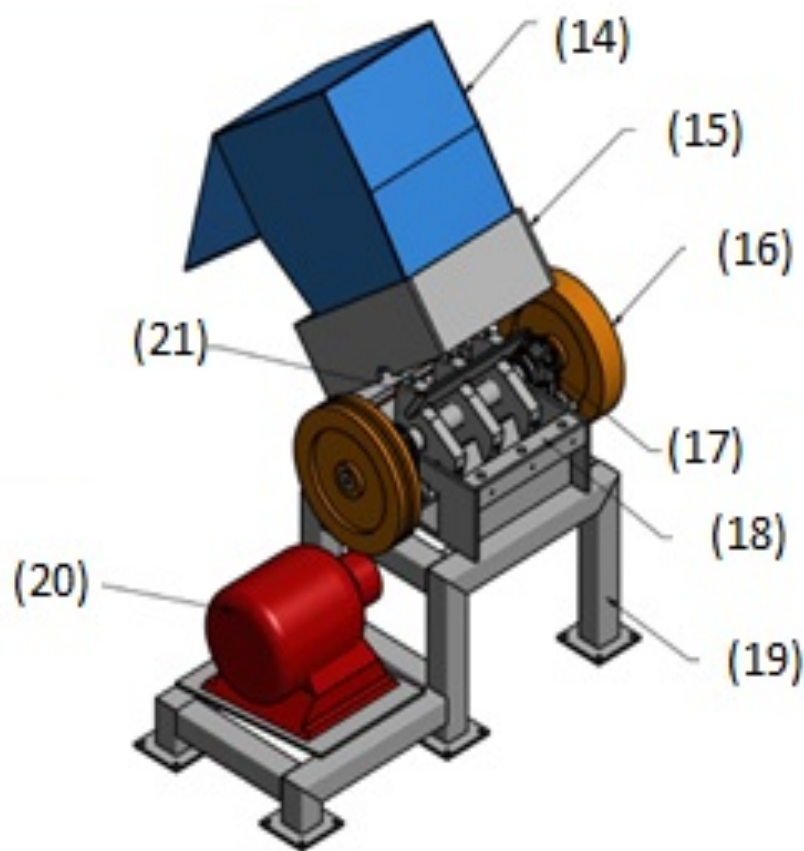


FIGURA 5

BRIQUETeadora de tornillo

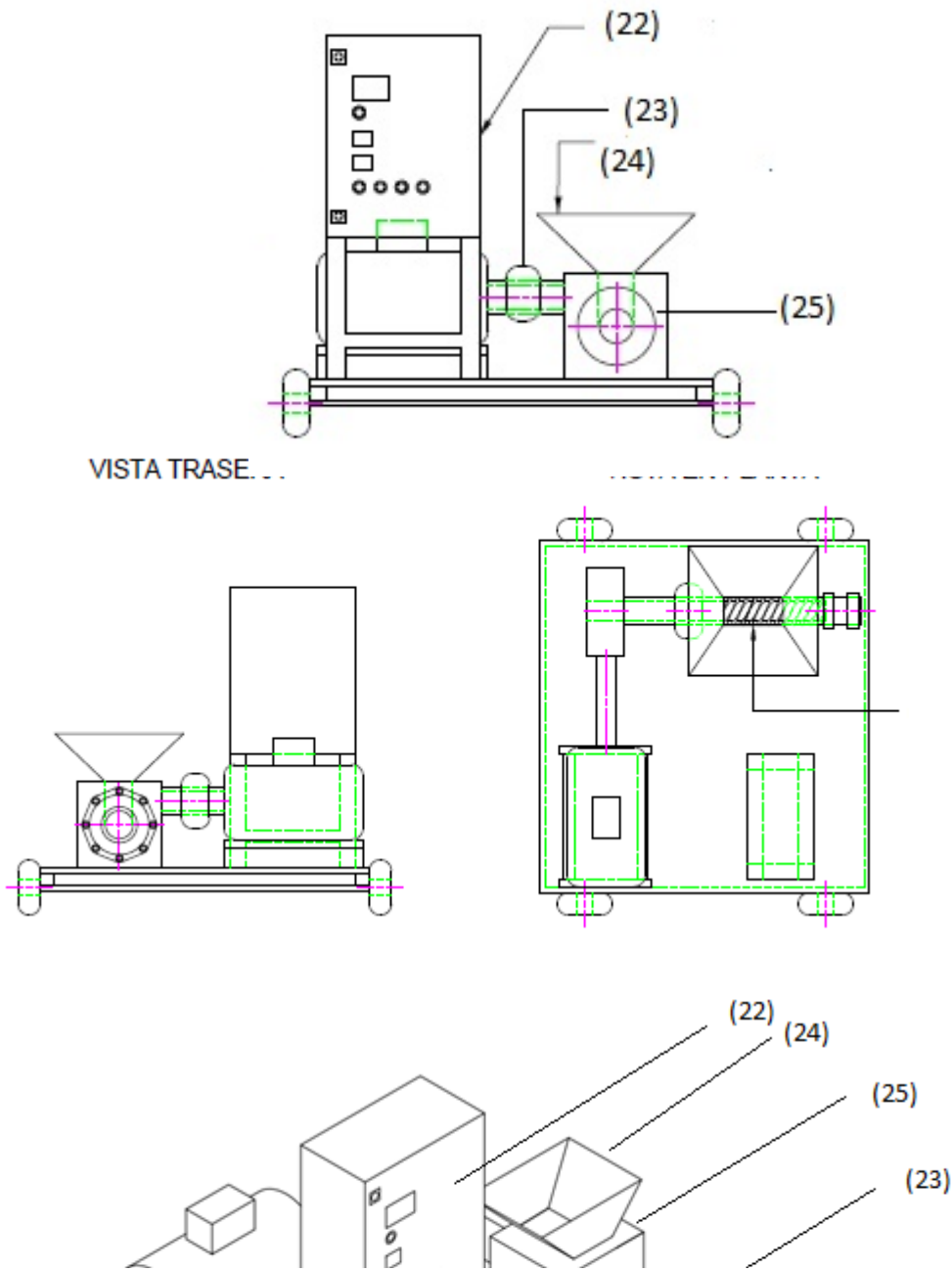


FIGURA 6

BRIQUETeadora de Rodillo

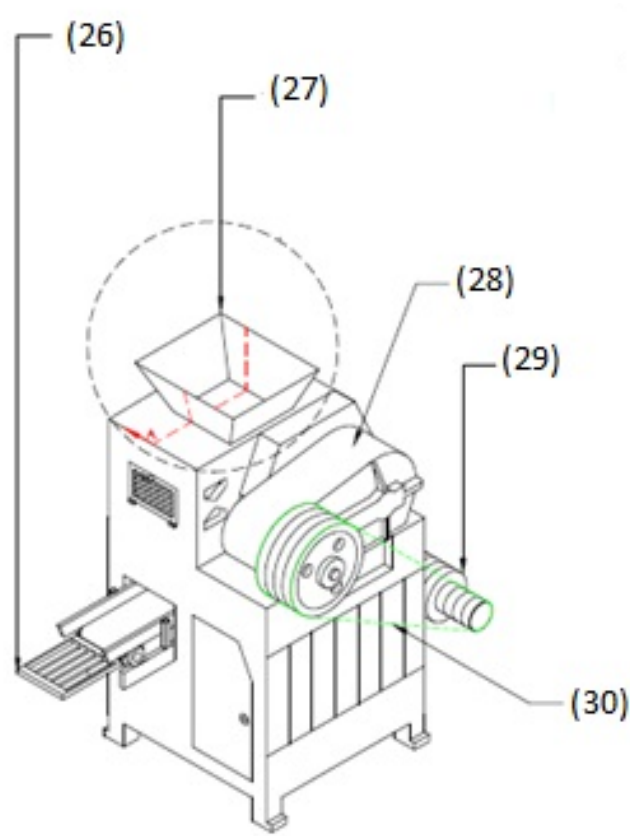


FIGURA 7

SIERRA SINFÍN

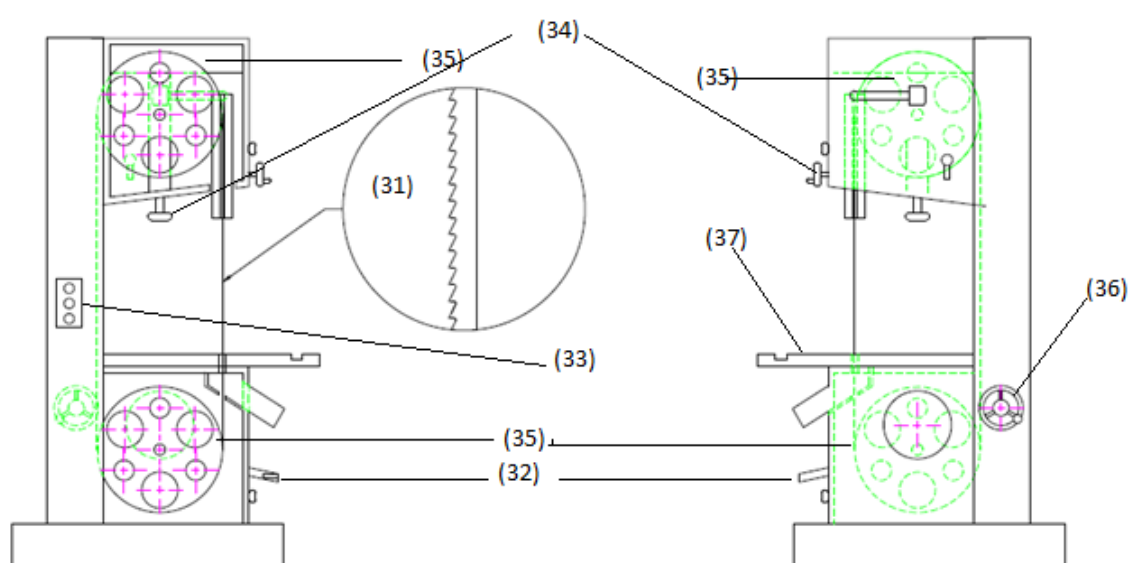


FIGURA 8

Ilustración 1. Tornillo o husillo

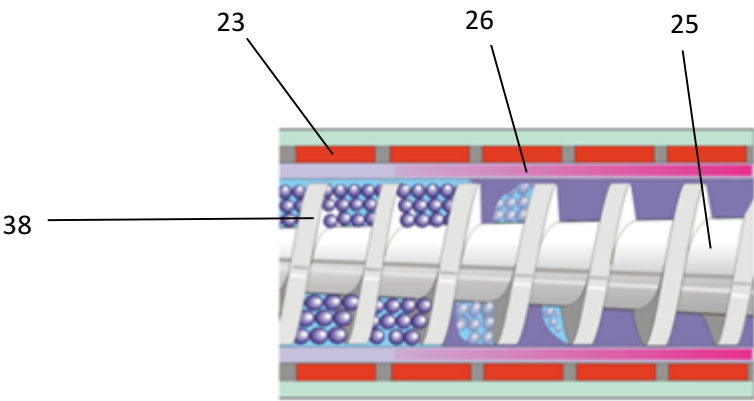
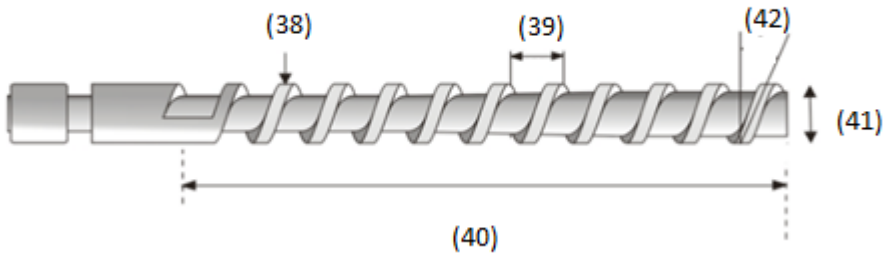


Ilustración 2. Partes del tornillo





VALBUENA ABOGADOS

Señores

DIRECCIÓN NUEVAS CREACIONES

Superintendencia de Industria y Comercio

E. S. D.

Ref. Expediente No. **NC2017/0009010**

Oficio No. 13247

RESPUESTA A REQUERIMIENTO DE FORMA

Solicitud de Patente de Invención:

**PROCESO PARA OBTENER COMBUSTIBLES SÓLIDOS
DERIVADOS DE RESIDUOS (CDR) EN FORMA DE
BRIQUETAS**

Respetados señores:

Por medio del presente escrito se dá respuesta, dentro del término legal, a las distintas observaciones o requerimientos planteados por la Dirección de Nuevas Creaciones, siguiendo el mismo orden que contiene el Expediente No. NC2017/0009010 y el Oficio No. 13247.

Para mayor entendimiento las observaciones y requerimientos planteados por la Dirección de Nuevas Creaciones se han destacado en negrilla.

1. Descripción (Art.28 D486).

Los aspectos planteados por la Dirección de Nuevas Creaciones son:

Figuras, Dibujos y secuencias

Las gráficas, figuras y dibujos de acuerdo con la Decisión 486, deberán ser elaborados siguiendo las reglas del dibujo técnico con tinta negra indeleble, numeradas individual y consecutivamente, y presentadas exclusivamente en papel tamaño oficio por una sola cara. Se requiere que las figuras o dibujos contengan números de referencia para designar cada uno(a) de los(las) piezas, en cortes o vistas de manera que se muestren todos los detalles de la invención para ser descritos en la descripción. En los casos en que así se requiera, se sugiere aportar nuevos dibujos que muestren el dispositivo en corte, enumerando las partes con números de referencia y mostrando todos los aspectos importantes. Preferiblemente, los dibujos no deberán contener rótulos (Ver Figura 1), cuadros, membretes o cotas, o leyendas en idiomas extranjeros, sólo los números de referencia para designar cada pieza, los cuales deben corresponder con lo definido en la descripción.

Atendiendo las observaciones se hace traslado de la Fig. 1 correspondiente al Diagrama de flujo del proceso para la elaboración de combustibles en forma de briquetas a la descripción. Se reenumeran las figuras y se revisan las otras figuras retirando el texto de las Fig. 8 y 9 e indicando los numerales respectivos.

2. Reivindicaciones (Art. 30 D486)

La Dirección de Nuevas Creaciones indica lo siguiente:

- **Los términos: “triturar”, “mezcla”, “derivados de residuos”, “compactar y extruir la mezcla ajustando las variables de Temperatura y Velocidad”, “enfriamiento” (r.1), “trituración primaria”, “trituración secundaria” (r.3), “sistema clasificador” (r.4), “conducción de calor” (r.11), “enfriamiento” (r.17), son generales y proponen de forma imprecisa la protección se extiende a otras**



posibles variaciones o modificaciones, se sugiere realizar las modificaciones respectivas utilizando términos que describan de forma menos general o definir claramente los elementos.

De acuerdo con lo indicado por la Dirección, se modifican las reivindicaciones para hacerlas menos generales definiendo claramente los elementos. Cuando se trata de reivindicaciones de procedimientos se indican las diferentes etapas que se llevan a cabo hasta llegar al producto final en su conjunto sin tomar cada etapa por separado.

- **Presentan funcionalidades como características técnicas esenciales de la invención al mencionar: “la aglomeración y compactación se puede realizar mediante una briqueteadora de rodillos para materiales de alta densidad” (r.14), “la compactación tiene forma de briqueta” (r.4), las cuales no se aceptan como características técnicas ya que no definen especialmente la estructura de la invención. Las reivindicaciones deben caracterizar un producto por la forma o constitución del mismo y las partes que lo componen, y el procedimiento por la secuencia de etapas técnicas que inciden sobre una materia que se encaminan a la obtención de una cosa o resultado.**

En la modificación del capítulo reivindicatorio se tuvo en cuenta redactarlas de tal manera que no se confunda la funcionalidad con las características esenciales de la invención.

- **Se presenta un error de redacción en las reivindicaciones 16 y 17, al parecer el contenido de la reivindicación 17 es la parte caracterizante de la reivindicación 16, sin embargo, aparece como reivindicación dependiente, por tanto se solicita realizar las aclaraciones del caso.**

Se ajustaron las reivindicaciones 16 y 17.

- **La reivindicación 1 y sus dependientes que tienen por objeto un método, se encuentran mal definida ya que aunque enseñan una secuencia de pasos, no divulgan las condiciones técnicas por medio de las cuales deba llevarse a cabo dicho método, es decir, no divulga la secuencia de etapas técnicas que inciden**



sobre una materia que se encaminan a la obtención de una cosa o resultado. Presenta características del equipo por medio del cual realiza el método, se le recuerda que las reivindicaciones de producto y método son categorías de reivindicaciones diferentes. Por tanto, se sugiere realizar las modificaciones del caso. Las reivindicaciones deben caracterizar un producto por la forma o constitución del mismo y las partes que lo componen, y el procedimiento por la secuencia de etapas técnicas que inciden sobre una materia que se encaminan a la obtención de una cosa o resultado.

En la modificación del capítulo reivindicatorio se tuvieron en cuenta las observaciones, sin ampliar el objeto inicial de la solicitud.

- **Se le sugiere al solicitante incluir entre paréntesis () al frente de la característica o del elemento, el número de referencia de las gráficas o dibujos, guardando correspondencia con el capítulo descriptivo y dicho capítulo reivindicatorio, con el fin de comprender mejor la invención al momento de hacer el análisis y distinguir los elementos de dicha invención.**

Dentro de las reivindicaciones se incluyó entre paréntesis el número de referencia de las figuras, con su correspondencia al capítulo descriptivo.

- **La reivindicación 19 que tiene por objeto un producto, presenta falsa dependencia al referir la reivindicación 19 que es de método. Así mismo, no presenta características técnicas esenciales estructurales del producto, por tanto no se encuentra correctamente definido, se sugiere realizar las aclaraciones del caso.**

Se retira esta reivindicación, y se reivindica el Molino para la trituración de los derivados de residuos CDR para obtener el combustible sólido objeto de la solicitud. De igual manera se reivindica la Briqueteadora de Tornillo que se utiliza para compactar, extruir y briquetear los derivados de Residuos CDR. Estos aparatos habían sido definidos en la descripción y por lo tanto no se amplía el objeto inicial de la invención y cumplen con el requisito de Unidad de Invención pues son aparatos que se utilizan dentro del proceso.



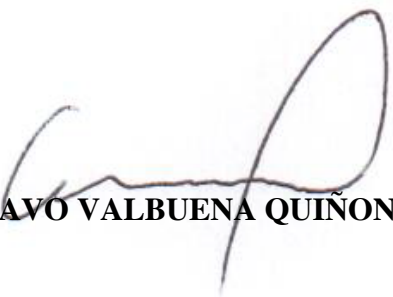
VALBUENA ABOGADOS

En conclusión, para dar cumplimiento a las observaciones y requerimientos de la Dirección de Nuevas Creaciones se modifica el Capítulo Reivindicatorio atendiendo lo sugerido por el examinador. De la misma forma se modifica la Descripción y Figuras de la Invención para dar más claridad sobre el objeto que se quiere proteger.

Las modificaciones se realizan teniendo en cuenta que no amplían en ningún momento el objeto inicial de la solicitud.

Se anexa lo enunciado: Nuevo Capítulo Descriptivo, Capítulo Reivindicatorio y Figuras.

Atentamente,



GUSTAVO VALBUENA QUINONES

PROCESO PARA OBTENER COMBUSTIBLES SÓLIDOS DERIVADOS DE RESIDUOS (CDR) EN FORMA DE BRIQUETAS

CAMPO DE LA INVENCION

Esta invención se relaciona con el área de los combustibles alternativos obtenidos a partir de residuos sólidos urbanos e industriales, con el fin de remplazar un porcentaje o la totalidad de los combustibles fósiles.

Para un mayor aprovechamiento y eficiencia, el combustible alternativo, se presenta en un producto compacto en forma de briqueta.

ANTECEDENTES

La dependencia respecto al uso de combustibles fósiles ha generado dos tipos de preocupaciones: por un lado, los impactos ambientales asociados y, en especial, sus efectos en el cambio climático; por otro, la limitación de reservas y su futuro agotamiento, llevando a una gran volatilidad en sus precios.

Las dos preocupaciones han dominado al mundo en diferentes momentos históricos.

Se ha llegado a la conclusión que a través de la combustión de combustibles fósiles y otras emisiones de gases, los humanos estamos aumentando el efecto invernadero y calentando la Tierra, esto es lo que se denomina “cambio climático “. El “efecto invernadero” es el calentamiento que se produce cuando ciertos gases de la atmósfera de la Tierra retienen el calor, estos gases dejan pasar la luz pero mantienen el calor, cuantos más gases de invernadero, más calor es retenido. Es un problema porque está cambiando el clima tan rápido que algunos seres vivos no pueden adaptarse. Igualmente, un clima nuevo y más impredecible impone desafíos únicos para todo tipo de vida ¹

Como es de conocimiento, bajo la denominación de combustibles fósiles se agrupan el carbón, el petróleo y el gas natural, productos que por sus características químicas se emplean como combustibles, los que se han formado naturalmente a través de complejos procesos biogeoquímicos, bajo condiciones especiales durante millones de años. La materia prima a partir de la cual se generaron incluye restos vegetales y antiguas comunidades planctónicas, estos constituyen un recurso natural no renovable.

Si bien estos recursos permitieron un desarrollo productivo nunca antes conocido en la historia del hombre, también está produciendo un alto impacto negativo sobre el ambiente. La combustión de este tipo de combustibles genera emisiones de gases tales como dióxido de carbono, monóxido de carbono y otros gases que han contribuido y aún contribuyen a generar y potenciar el efecto invernadero, la lluvia ácida, la contaminación del aire, suelo y agua. Los efectos contaminantes no sólo están vinculados a su combustión sino también al transporte (derrames de petróleo)

¹ <http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/que-es-el-calentamiento-global>

y a los subproductos que originan (hidrocarburos y derivados tóxicos). La situación se agrava cuando se considera la creciente demanda de energía, bienes y servicios, debido al incremento de la población mundial y las pautas de consumo.²

En cualquier caso, las emisiones de CO₂ y el uso masivo de unos recursos no renovables y muy limitados son dos caras de la misma moneda y se han de analizar conjuntamente.³

Por otra parte, existen otro tipo de materiales de desecho que contaminan y que tienen una repercusión importante en la salud de todos los seres vivos y son las basuras. Actualmente, cada día los rellenos sanitarios ubicados en las diferentes zonas del país reciben 26.975 toneladas de residuos los cuales van en aumento en paralelo al crecimiento de la población y de la demanda de bienes. Lo anterior afectando en una disminución de la vida útil de los rellenos sanitarios dejando un pasivo ambiental para futuras generaciones y en la parte económica, la inversión de 3,3 billones de pesos en reposición de vehículos recolectores, apertura de nuevos rellenos sanitarios, tratamiento de lixiviados, tratamiento y aprovechamiento de biogás entre otros⁴.

El actual proyecto toma como materias primas para formar combustibles, una gran variedad de materiales que son desechados por no tener ningún tipo de aprovechamiento, logrando con esto tener una alternativa a los combustibles convencionales y disminuyendo la cantidad de residuos que llegan a los sitios de disposición final.

En el estado de la técnica encontramos que se han desarrollado una variedad de combustibles alternativos sólidos, que contienen en su composición diferentes elementos, pero que en su desarrollo y como producto final, son diferentes al objeto propuesto en la presente solicitud, la cual busca la utilización y combinación efectiva de diferentes elementos que van a permitir una mayor eficiencia en su poder calorífico determinado y una máxima contribución por la no generación de gases de tipo efecto invernadero que perjudiquen el medio ambiente y por ende la población.

Como estado de la técnica localizamos solicitudes y/o patentes tales como KR 20160112129 que hace referencia a un método de preparación de compuestos pellets para combustible utilizando subproductos de madera. La RU 2147604 en particular se refiere a combustibles fabricados a partir de sedimentos de aguas municipales.

La RU 2577851 describe una composición para la producción de combustible sólido (sin ser briquetas) que incluyen los desechos que contienen carbono.

Por otra parte, la US 20070006526 se relaciona con briquetas de pellet de combustible de biomasa y recubiertas de carbón. La biomasa incluye, por ejemplo, residuos de animales, agrícolas (por ejemplo, estiércol), desechos agrícolas, tales como, por ejemplo, cáscaras de arroz, paja y camas de animales similares; residuos forestales, tales como, por ejemplo, residuo de molienda y extracción de madera.

US 20160122673 trata de una composición de combustible formada a partir de residuos sólidos mixtos principalmente de plásticos seleccionados del grupo tales como el poliéster, tereftalato de polietileno, polietileno, cloruro de polivinilo, cloruro

²<http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/CombustFos.htm>

³J. R. Jusmet, «pendientedemigracion.ucm.es,» [En línea]:

<http://pendientedemigracion.ucm.es/info/ec/jec12/archivos/A7ECONOMIA%20ECOLOGICA%20Y%20MEDIO%20AMBIENTE/ORAL/ROCA%20JUSMET/ROCA%20JUSMET.pdf>. [Último acceso: 26 Mayo 2017]

⁴Periodico el Tiempo, «Rellenos sanitarios de más de 300 municipios del país ya no dan abasto,» El tiempo, 22 Diciembre 2015

de polivinilideno, polipropileno, poliestireno, poliamidas, policarbonato, poliuretanos y combinaciones de los mismos.

Ahora bien, la patente ES2540681 presenta un procedimiento para la fabricación de briquetas para la valoración energética de residuos de muebles. Se refiere a un material compactado que comprende biomasa natural y goma espuma de poliuretano o de cualquier otro material de naturaleza similar procedente de restos de sofás, cojines, almohadas, sillas, colchones etc.

La US 20150128487 consiste en pellets y briquetas de biomasa compactada, que incluyen productos de vegetación combustible y residuos (tales como desechos sólidos municipales).

La solicitud PCT 10107254 CO hace relación con métodos para la conversión de materiales de planta en combustibles y químicos mediante la acción secuencial de dos microorganismos. Describe el proceso para convertir polisacáridos de planta complejos, que incluyen materiales celulósicos, en combustibles y otros químicos. En realizaciones preferidas, el proceso comprende la hidrólisis secuencial de los polisacáridos de planta mediante dos o más microorganismos.

Y finalmente, la solicitud CO 1128786 presenta un proceso para obtener biomasa combustible, se relaciona con el área de combustibles sólidos para la generación de energía aprovechando materiales orgánicos denominados biomasa, con base en un proceso que termina en una pelletización.

Tal como se expresó anteriormente, las solicitudes de patente o patentes concedidas mencionadas tienen por objeto la producción de combustibles sólidos que provienen de diferentes fuentes ya sea de solo biomasa u otro tipo de residuos que son diferentes al objeto planteado en la presente solicitud, que lo que busca, es transformación mecánica de los residuos con el fin de realizar la utilización y combinación efectiva de diferentes elementos que van a permitir la aprovechamiento de residuos con fines de recuperación energética a partir de la cual se aprovecha la energía proveniente de los mismos, así garantizar la disposición final controlada vía térmica de los residuos. Esta energía en muchas ocasiones y dependiendo de los desechos utilizados es equiparable a la energía de los combustibles convencionales. Es por esto que para ciertas industrias esta es una alternativa sostenible tanto económica como ambientalmente para sustituir ciertos porcentajes de los combustibles convencionales.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

El uso principal de estos combustibles es en Hornos de la industria cementera y en calderas principalmente de la industria textil, sin embargo, su uso puede extenderse a todo tipo de calderas que usen carbón como combustible y hornos inclusive de la industrial ladrillera. Gracias a las diferentes condiciones de los equipos como el tipo de alimentación, se debe contar con diferentes presentaciones de los combustibles alternos, en este caso en “harina” y en briquetas, que pueden variar de formas y dimensiones dependiendo de los requerimientos y necesidades del cliente.

En los hornos cementeros por lo general el combustible es transportado por medio de sistemas de alimentación neumáticos, por lo que se requieren granulometrías pequeñas para que el combustible pueda ser fácilmente impulsado por las tuberías, siendo óptimo en este caso utilizar CDR (Combustibles derivados de residuos) en polvo.

En calderas que utilizan carbón como combustible convencional y cuya alimentación puede ser manual, automática y semiautomática, el CDR (Combustibles derivados de residuos) se implementa en estado sólido (briquetas), el cual, se asemeja a las dimensiones del carbón utilizado convencionalmente. Adicionalmente los tipos de quemadores convencionales como los de parrilla o parrilla viajera admiten combustible sólido. Los quemadores de parrilla viajera se utilizan generalmente en calderas industriales y están compuestos por un sistema transportador de cadena, con una superficie plana sobre la que se vierte el combustible sólido.

Por lo tanto, el objeto de la solicitud es la fabricación de combustibles alternos obtenidos a partir de residuos sólidos urbanos e industriales. Para un mayor aprovechamiento y eficiencia el combustible alternativo, se presenta en un producto compacto en forma de briquetas.

La fabricación del combustible alternativo se hace a partir de una gran variedad de materiales que son desechos de agricultura, restos de madera como pellets, aserrín. Otro objetivo de la invención es utilizar materia orgánica como fuente energética haciendo la energía más barata, renovable y con menos emisiones para su forma de combustión.

En el proceso de la invención se recolecta la materia prima, teniendo en cuenta como características para su selección la humedad, la cual hace variar significativamente el rendimiento y eficiencia energética. Otras características importantes son: el poder calorífico que tenga, es decir, la cantidad de calor que libere por cada Kg. de Biomasa en su combustión, bajo contenido de contaminantes (metales pesados, halogenados entre otros) y la compatibilidad entre materiales.

El combustible alternativo de la invención es obtenido de material celulósico como viruta, aserrín, pero también de productos de madera como muebles usados o sobrantes de podas con bajo contenido de humedad, con alto poder calorífico, especialmente inflamables, combustible, corteza de árbol. Por otra parte, el combustible de la invención comprende también material termoplástico el cual sin ser un dato limitativo puede ser bidones de polipropileno, polietileno tereftalato (PET), diferentes tipos de empaques plásticos o bolsas y diferentes tipos de etiquetas compuestas por gomas, papel, plásticos, cartón. El combustible se presenta en forma de briquetas con buenas propiedades mecánicas para evitar su desintegración en el transporte y manipulación además del poder calorífico y densidad para lo cual se tiene en cuenta las propiedades de los materiales a mezclar.

La Invención obtiene combustible sólido partiendo de diferentes mezclas.

En la

Tabla 1 se presentan las diferentes mezclas. Luego de preparar el material se procede a efectuar una mezcla manual o mecánica.

Tabla 1. Tipos de mezclas y variables

Mezcla	Material	Porcentaje (%)	Velocidad (Hz)	Rango de temperatura (°C)	Tiempo	Peso de material (Kg)
Mezcla 1	Aserrín	10,37	5,0	165 - 185	130 minutos	22,5
	Viruta	7,79				
	Bolsa blanca	15,59				
	Caucho + PET	3,9				
	PET	25,35				
	Etiqueta	16,9				
	Bolsa roja	25,35				
Mezcla 2	Aserrín	4,2	5,54	140 - 190	65 minutos	19
	Viruta	8,45				
	Bolsa blanca	16,9				
	Caucho + PET	2,78				
	PET	23,38				
	Etiqueta	15,59				
	Bolsa roja	23,38				
Mezcla 3	Mezcla Aserrín + envoltura de alimentos	4,2	5,54	150 - 190	71 minutos	21
	Aserrín	19				
	Viruta	11,4				
	Etiqueta	22,8				
	Bolsa roja	7,6				
	PET	22,8				
	Bolsa blanca	13,4				
Mezcla 4	Mezcla Aserrín + envoltura de alimentos	7,7	4,36	160 - 195	75 minutos	20
	Etiqueta	15,38				
	PET	23,07				
	Mezcla caucho PET	3,85				
	Mezcla bolsa roja y viruta	30,77				
	Aserrín	11,53				
	Bolsa blanca	7,7				
Mezcla 5	Etiqueta	19,23	5,0	165 - 185	130 minutos	22,5
	Mezcla bolsa roja viruta	30,77				
	Mezcla caucho PET	7,7				
	Mezcla Aserrín + envoltura de alimentos	7,7				
	Bolsa roja	15,38				
	Aserrín	11,53				
	Bolsa blanca	7,7				
Mezcla 6	Mezcla caucho PET	11,69	5,5	175- 195		26,5

Mezcla	Material	Porcentaje (%)	Velocidad (Hz)	Rango de temperatura (°C)	Tiempo	Peso de material (Kg)
	Bidón impregnado de aceite	19,48			140 minutos	
	Mezcla Aserrín + envoltura de alimentos	7,79				
	Aserrín	19,48				
	Bolsa blanca	7,79				
	Mezcla viruta bolsa roja	15,59				
	Etiqueta	18,16				
Mezcla 7	Mezcla caucho PET	11,69	5,00 – 6,00	180 - 200	130 minutos	24
	Bidón impregnado de aceite	16,13				
	Mezcla mil millones	9,68				
	Mezcla viruta con bolsa	19,35				
	Aserrín	12,90				
	Etiqueta	22,58				
	Bolsa Blanca	6,45				
Mezcla 8	Etiquetas	18,18	6 - 5,79	170 - 210	105 minutos	27
	Aserrín	19,44				
	Bidón impregnado de aceite	19,44				
	Viruta con bolsa	15,59				
	Mil millones	7,79				
	Bolsa blanca	7,79				
	Caucho + PET	11,69				
Mezcla 9	Viruta con bolsa	23,08	5,9 - 5,84	170 - 220	114 minutos	26,5
	Bidón impregnado con aceite	19,23				
	Etiquetas	19,23				
	Aserrín	11,54				
	Bolsa blanca	7,69				
	PET con caucho	7,69				
	Icopor	3,85				
	Mezcla Aserrín + envoltura de alimentos	7,69				
Mezcla 10	PET	21,43	5,6 - 4,87	170 - 208	142 minutos	26,5
	Viruta con bolsa	21,43				
	Caucho y pet	10,71				
	Mezcla Aserrín + envoltura de alimentos)	7,14				
	Aserrín	10,71				
	Etiquetas	17,86				
	Icopor	3,57				
	Bolsa blanca	7,14				
Mezcla 11	PET	14,29	4,87 - 4,89	195 - 212	176 minutos	23
	Bolsa roja	14,29				
	Aserrín	10,71				
	Etiquetas	15,71				
	Mezcla Aserrín + envoltura de alimentos	7,14				
	Viruta con bolsa	14,29				
	Bolsa blanca	7,14				
	Icopor	3,57				
	PET y caucho	10,71				
Mezcla 12	PET	8,33	5,89 - 4,15	195 - 211	107 minutos	22
	PET y caucho	16,67				
	Mezcla Aserrín + envoltura de alimentos	8,33				
	Aserrín	12,5				

Mezcla	Material	Porcentaje (%)	Velocidad (Hz)	Rango de temperatura (°C)	Tiempo	Peso de material (Kg)
	Viruta y bolsa	16,67				
	Bolsa blanca	8,33				
	Etiquetas	25				
	Icopor	4,16				
Mezcla 13	PET	6,45	4,31 - 3,49	162 - 220	184 minutos	22
	PET y caucho	6,45				
	Mezcla Aserrín + envoltura de alimentos	6,45				
	Aserrín	16,13				
	Viruta y bolsa	12,90				
	Bolsa blanca	6,45				
	Bolsa roja	19,35				
	Icopor	3,23				
Mezcla 14	Etiquetas	21,88	4,15 - 3,25	160 - 220	140 minutos	20
	Bolsa roja	20,69				
	Bolsa blanca	6,90				
	Mezcla Aserrín + envoltura de alimentos	6,90				
	Aserrín	13,79				
	Viruta con bolsa	13,79				
	PET y caucho	6,90				
	PET	6,90				
Mezcla 15	Etiquetas	20,69	4,5 - 4,54	200 - 210	150	23
	Icopor	3,45				
	Bidón impregnado con aceite	7,69				
	Etiquetas	23,08				
	Aserrín	15,38				
	Mezcla Aserrín + envoltura de alimentos	7,69				
	PET y caucho	7,69				
	Viruta y bolsa	7,69				
Mezcla 16	Bolsa roja	15,38	4,54 - 3,95	200-205	125	23
	PET y cartón	7,69				
	Bolsa blanca	7,69				
	Bidón impregnado con aceite	7,41				
	Etiquetas	22,22				
	Aserrín	14,81				
	Mezcla Aserrín + envoltura de alimentos	7,41				
	PET y caucho	7,41				
	Viruta y bolsa	7,41				
	Bolsa roja	14,81				
	PET y cartón	7,41				
	Icopor	3,70				
	Bolsa blanca	7,41				

Nota: La bolsa roja y la bolsa blanca son polietilenos de baja y alta densidad.

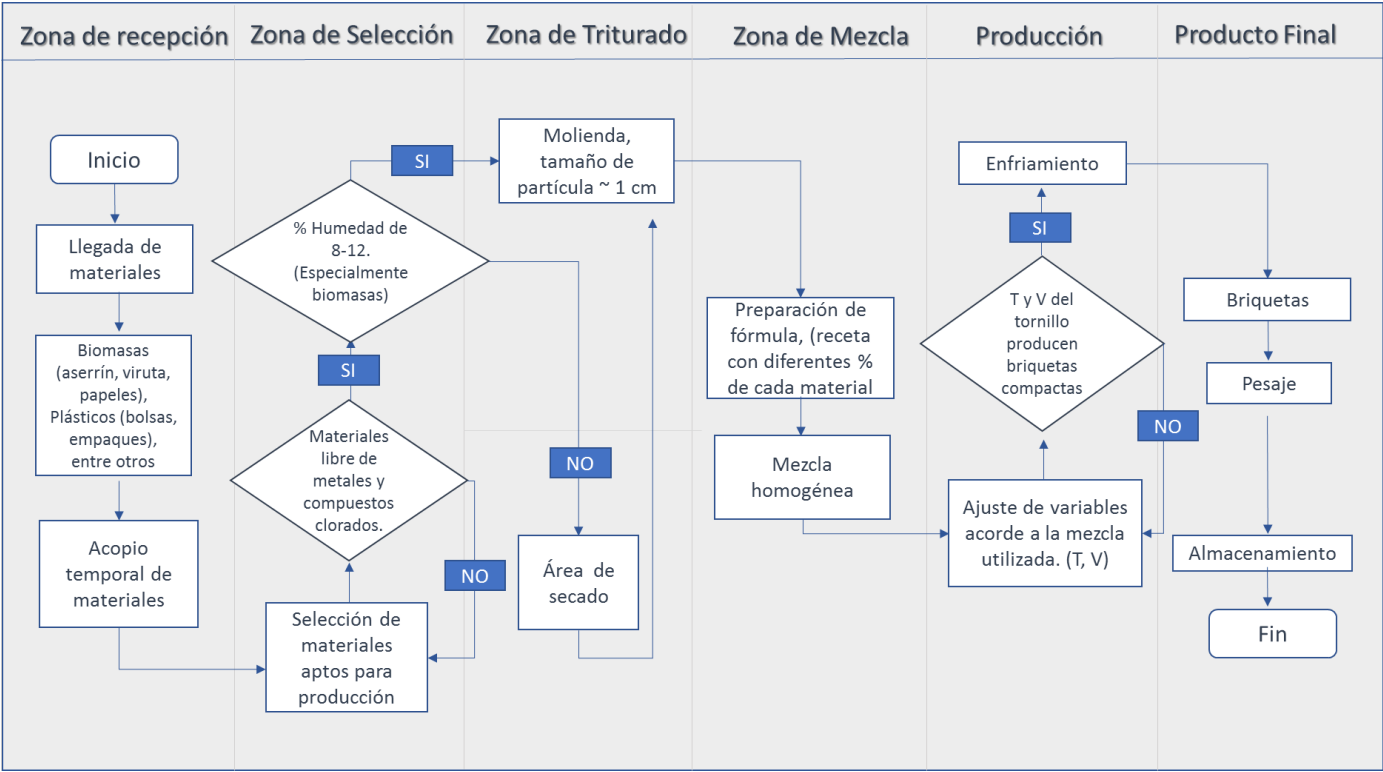
De acuerdo a la invención, el proceso consiste en seleccionar el material de acuerdo a la formulación deseada separando los materiales metálicos o compuestos clorados. Una vez libres de impurezas se comprueba que el grado de humedad se encuentre entre 8-12% especialmente la biomasa. Mediante una molienda o trituración se obtiene un tamaño de partícula de aproximadamente de un centímetro.

En caso de que el porcentaje de humedad no se encuentre entre 8-12% se pasa por el área de secado para luego pasarse por la Molienda o trituración.

Definida la fórmula de los materiales se obtiene una mezcla homogénea ajustando las variables de velocidad y temperatura con que es compactada dicha mezcla.

Las briquetas de la invención se someten a un enfriamiento para pesarlas y luego realizar su almacenamiento. Se puede observar en el Diagrama de flujo el Proceso de Elaboración de la Briqueta.

Proceso de elaboración de la Briqueta



Es necesario llevar a cabo ciertas pruebas en las cuales se puedan determinar todas las propiedades del combustible, en pruebas encontradas en la revisión bibliográfica del estado del arte se encontró que algunas propiedades como la resistencia al impacto, a la compresión y % de cenizas se hallan con las siguientes expresiones:

$$\% \text{ de cenizas} = \frac{W \text{ del residuo de la muestra}}{W \text{ de la muestra}} * 100 \tag{1}$$

ENSAYOS DE FRIABILIDAD

Este ensayo consiste en arrojar uno a uno cada pellet de una altura de 1 m, hacia un suelo cerámico y observar en cuantas partes se rompe cada uno (2, 3 o más partes). Después de ensayados una cantidad igual a 100 pellets, se calcula una proporción entre los pellets iniciales y los resultantes al final de cada ensayo. La fórmula utilizada para los cálculos de friabilidad se presenta a continuación:

Siendo FR la friabilidad resultante (adimensional), N_i el número de pellets al inicio del ensayo y N_r el número de pellets al final del ensayo (enteros y fraccionados)⁵.

$$F_R = \frac{N_i}{N_r}$$

Se acepta como “buena” una resistencia al golpeteo (friabilidad) con un valor de 0,93 o superior.

FUERZA COMPRESIVA

“Se coloca una muestra de briquetas a probar horizontalmente en el dispositivo de prueba de compresión y Se aplica una carga a una velocidad constante de 0,305 mm / min hasta que las briquetas se resquebrajan. La fuerza en la hendidura se calcula de la siguiente manera”⁶:

$$F_c = \frac{3 * \text{Punto de fractura (N)}}{L1 + L2 + L3}$$

L1, L2, L3 son las longitudes de las briquetas en los puntos 1,2 y 3 respectivamente.

MATERIAL VOLÁTIL

“El porcentaje de materia volátil (PVM) se determina pulverizando 2.0 g de la muestra de briquetas en un crisol y colocándolo en un horno hasta que se obtiene un peso constante. Las briquetas se mantienen entonces en un horno a una temperatura de 550°C durante 10 minutos y se pesan después de enfriar en un desecador”⁷.

$$PMV = \frac{A - B}{A} * 100$$

A: peso de la muestra secada en horno (g)

B: Peso de la muestra después de 10 minutos en el horno a 550°C (g)

PODER CALORÍFICO BRUTO

Usando una bomba calorimétrica adiabática. Se queman alrededor de 0,4 g hasta obtener una combustión completa. La diferencia entre la máxima y mínima es usada para computar el poder calorífico como se muestra a continuación.⁸

$$Q = \frac{(C_{H2O} - C_{Cal})(T_2 - T_1)}{W_f}$$

Q: poder calorífico (KJ/Kg)

Wf: Peso de la muestra

⁵P. Jittabut, «Science Direct,» noviembre 2015. [En línea].
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610215021840>. [Último acceso: 24 marzo 2017]

⁶P. Jittabut, «Science Direct,» noviembre 2015. [En línea].
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610215021840>. [Último acceso: 24 marzo 2017]

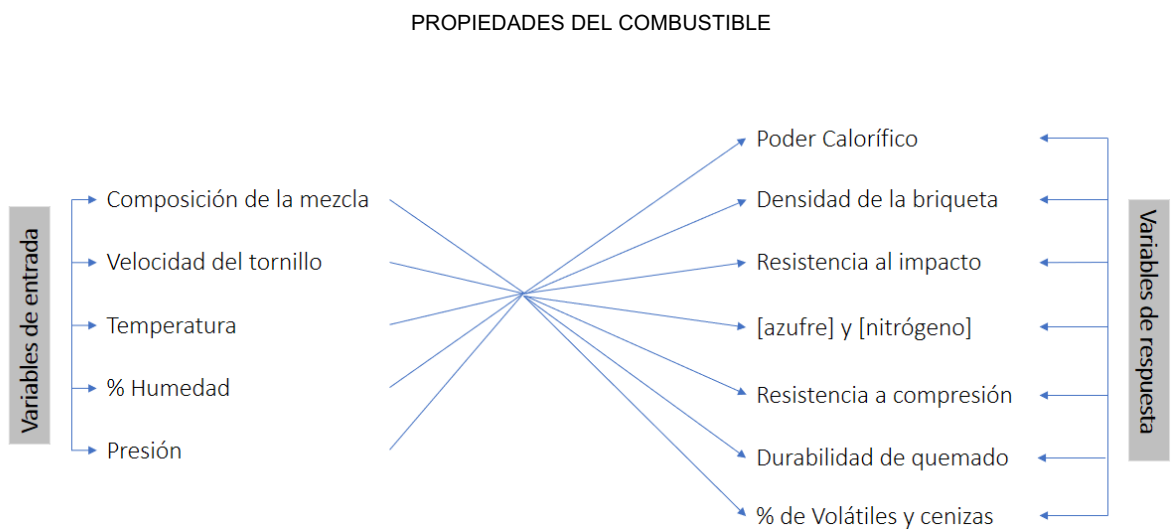
⁷P. Jittabut, «Science Direct,» noviembre 2015. [En línea].
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610215021840>. [Último acceso: 24 marzo 2017]

⁸P. Jittabut, «Science Direct,» noviembre 2015. [En línea].
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610215021840>. [Último acceso: 24 marzo 2017]

CCal: Capacidad calorífica de la bomba (KJ/Kg°C)

CH₂O: Capacidad calorífica del Agua.

1 caloría = 4,1868 Joule



QUIEN VA A CONSUMIR EL COMBUSTIBLE

El combustible alterno podrá ser consumido por aquellos usuarios que cuenten con equipos industriales diseñados para generar vapor como las calderas pirotubulares, acuotubulares que cuenten con parrilla viajera o fija y que su combustible de alimentación sea un combustible fósil sólido, adicional a esto también podrá ser consumido por hornos cementeros, aquellos hornos cuyo combustible de alimentación sea un combustible fósil (rotatorios de incineración , hornos de túnel) y centrales térmicas convencionales.

El combustible será preparado de forma personalizada para cada cliente según las características de su equipo (horno o caldera), sus variables de proceso (presión y temperatura), tipo de industria.

Como variables de entrada a considerar en la fabricación del combustible tenemos:

Composición de las mezclas, la cual estará dada por las características fisicoquímicas del residuo (resistencia mecánica para la trituración, poder calorífico, contenido de metales, porcentaje de humedad, contenido de inquemados entre otros.

En el proceso de mezcla y compactación la velocidad del tornillo, la cual es una velocidad de giro, el cambio de esta variable es crítica debido a que dicho proceso de mezcla y compactación dependen del tamaño, forma y resistencia de cada elemento, lo cual no van a presentar condiciones similares, además el tiempo de residencia en el cañón depende del punto de fusión de cada elemento.

El tornillo, también llamado husillo, consiste en un cilindro rodeado por un filete helicoidal Es una de las partes más importantes de la máquina briquetadora, cumple la función de transportar por arrastre, mezclar y dosificar el material hacia el cilindro o cañón en donde se da la conducción de calor a la mezcla por las resistencias

eléctricas presentes en toda la longitud del mismo, también se genera calor por fricción a lo largo de la superficie del tornillo y el cilindro (cañón). El material se va presurizando, aglomerando y compactando a medida que avanza por el sistema tornillo-cañón, comenzando a presión atmosférica en la zona de alimentación y aumentando hasta la salida del cañón.

Temperatura: esta variable se modifica debido a los diferentes puntos de fusión de los elementos termoplásticos de cada mezcla, los rangos de temperatura son establecidos de tal manera que los componentes de las mezclas especialmente las biomásas y plásticos alcancen las temperaturas de autoaglomeración y plastificación respectivamente, favoreciendo la aglomeración de todas las partículas de la mezcla sin necesidad de utilizar aglutinantes adicionales.

Por tal razón las variables como temperatura y velocidad del tornillo se ajustan acorde a la composición de cada mezcla con la que se vaya a producir CDR en forma de briquetas, con el fin de consolidar un producto con las características de tamaño, forma, resistencia, bajo contenido de azufre, baja humedad y alto poder calorífico entre otras, requeridas para cumplir con las especificaciones de los equipos de combustión externa como hornos y calderas, se hace necesario conformar un producto a partir de materiales heterogéneos que con el solo proceso de mezclado no obtendrá las características mencionadas.

Con el objeto de agrupar todos estos elementos en uno, es necesario utilizar un porcentaje de materiales termoplásticos, los cuales forman una coraza que contiene otros materiales. Debido a los diferentes tipos y cantidades de materiales usados en nuestros productos y sus diferentes puntos de fusión, es necesario efectuar modificaciones en las variables temperatura y velocidad de giro del equipo de extrusión o generador de briquetas.

En los ejemplos de diferentes mezclas se describen las variaciones de velocidad y temperatura:

- Ejemplo Mezcla, Bidón (Polietileno de alta densidad), Etiqueta, Aserrín, viruta, bolsa de polietileno de alta; Para formar la briketa con este tipo de mezcla, es necesario formar una coraza para contener los materiales no termoplásticos como la viruta y el aserrín, para esto utiliza el polietileno de alta densidad que tiene un punto de fusión de 120 – 130° C. Para esto se debe modificar la variable temperatura de las resistencias y para que la transferencia de calor del cañón a la mezcla sea adecuada, se debe variar la velocidad de giro del tornillo la cual para este tipo de mezcla es de 10,84 – 15,0 Hz.
- Ejemplo Mezcla, PET (tereftalato de polietileno), Etiqueta, Aserrín, viruta, bolsa de polietileno de alta; Para formar la briketa con este tipo de mezcla al igual que la anterior, es necesario formar una coraza para contener los materiales no termoplásticos como la biomasa (viruta y el aserrín), para esto utiliza el PET (polietileno tereftalato), el cual tiene un punto de fusión de 230 – 260° C. Para esto se debe modificar la variable temperatura de las resistencias y para que la transferencia de calor del cañón a la mezcla sea adecuada, se debe bajar la velocidad de giro del tornillo la cual para este tipo de mezcla es de 3,84 Hz – 6,88 Hz.

Lo que indica los ejemplos anteriores es que la temperatura y la velocidad de giro no pueden ser variables fijas, ya que por las diferentes tipos y porcentaje de mezcla, características de forma, tamaño, punto de fusión de estos elementos, no es posible un estándar general para todas las mezclas, la velocidad del tornillo es una variable muy importante, puesto que, de esta depende que la mezcla obtenga el calor necesario a lo largo del cañón para obtener la temperatura de plastificación y aglomeración. Al aumentar la velocidad del tornillo, se favorece la generación de calor por fricción, sin embargo, la contribución de la transmisión de calor por

conducción se verá reducida al aumentar el caudal de la mezcla, disminuyendo el tiempo de residencia dentro del cañón. La velocidad del tornillo y la temperatura se debe ajustar de manera que el tiempo de residencia de la mezcla dentro del cañón sea suficiente para obtener la compactación, densidad y estructura adecuada.

Además, La temperatura de las resistencias del cañón se debe regular teniendo en cuenta los rangos a partir de los cuales se produce la descomposición térmica, especialmente de las partículas de plástico contenidas en las mezclas, para evitar la emisión de compuestos con características tóxicas y contaminantes a la atmósfera. Dicha temperatura varía dependiendo del tipo de plástico contenido.

Al producto final se le pueden realizar tratamientos térmicos adicionales con el fin de mejorar algunas propiedades

La humedad, es un factor que se debe contralar dado que las briquetas no pueden contener una humedad superior al 5%, dado que CDR superior al este porcentaje se consumirán el calor del horno o la caldera, para evaporar el agua residual disminuyendo la eficiencia de los hornos o calderas.

El CDR, que se preparen a los diferentes consumidores a partir de las diferentes mezclas contarán con las siguientes variables de respuesta o de salda:

- Poder calorífico: superior a los 4000Kcal/Kg
- Densidad de la briqueta: se debe contar con una densidad del CDR que permita un transporte y almacenamiento adecuado, sin que se vea comprometida la integridad del CDR.
- Resistencia al impacto: característica directamente relacionada con la densidad para el almacenamiento del CDR
- Concentración de azufre, nitrógeno, % de Volátiles, y Cenizas: estos son los parámetros básicos de control que no podrán ser superados según lo establecido en la normatividad ambiental colombiana vigente, resolución 909 de 2008 ***“Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones “***

Los CDR en general deben contar con ciertas propiedades para cumplir con los requerimientos de los equipos en los que van a ser consumidos, sean hornos cementeros y calderas. Estos combustibles deben desarrollar características similares a los convencionales para permitir el adecuado funcionamiento y respuesta de los equipos sin alterar los ciclos de producción habituales.

Por lo tanto, los CDR estarán conformados por mezclas de materiales como plásticos, papel, textiles, o maderas, que son aptos para sustituir combustibles convencionales cuando tengan las siguientes características: alto poder calorífico, bajo contenido de humedad y ceniza, alto contenido en biomasa y bajo contenido en cloro, azufre y metales pesados.

En los hornos cementeros, los CDR se suelen utilizar sustituyendo cierto porcentaje del combustible fósil en el horno o en el pre calcinador, si existe. En general los combustibles alternos deben tener características como: poder calorífico, “mayor de 4776.92Kcal/Kg para su uso en hornos y 3821.53 a 4299.22 Kcal/Kg para su uso en el pre calcinador, contenido en cloro inferior al 1% y en mercurio inferior a 10 mg/kg en base seca, y tamaño de partícula inferior a 20 mm”⁹. La alimentación se lleva a cabo mediante conducciones neumáticas por lo que el combustible se presenta en polvo. El porcentaje de sustitución varía dependiendo de la empresa cementera y el país. La combustión se realiza en condiciones de muy alta temperatura, lo que

⁹A. Y. Sánchez, «COMBUSTIBLES SÓLIDOS RECUPERADOS Y COMBUSTIBLES DERIVADOS DE RESIDUOS COMBUSTIBLES DERIVADOS DE RESIDUOS,» ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE SEVILL, SEVILLA, 2013)

garantiza la destrucción de los compuestos orgánicos existentes en el residuo, por ejemplo, dioxinas o furanos. “No se genera ningún residuo al final del proceso de valorización. No se generan escorias ni cenizas, puesto que, éstas se incorporan al Clinker manteniendo las garantías ambientales y de calidad del producto. La mayor parte de los metales pesados se incorporan de forma estable a la estructura del Clinker sin reducir sus propiedades ni su calidad, y algunos, los más volátiles (talio o mercurio) se retienen en los sistemas de filtrado de partículas. La valorización de dichos combustibles en el horno de cemento no requiere una tecnología especial excepto en el sistema de manipulación y alimentación al horno”.

En las calderas también se puede sustituir de manera porcentual el carbón mineral por un CDR con características similares a las del combustible convencional, que permita el funcionamiento habitual del equipo. Se usan mezclas con un contenido de humedad entre el 8 y 15%, además según pruebas experimentales de quemado, se determinó que el porcentaje de cenizas es aproximadamente 60% menor que con el combustible convencional, cuentan con un poder calorífico con rangos similares a los del carbón mineral. “Se debe limitar la presencia de cloro, puesto que los cloruros generados en la combustión de residuos utilizados para producir CDR/CSR, dificultan el proceso de combustión. La presencia de Cloro en la combustión de compuestos orgánicos da lugar a la generación de productos secundarios como dioxinas, furanos y Hexa cloruro de benceno. Compuestos altamente tóxicos incluso en bajas concentraciones y están en la lista de sustancias carcinógenas”¹⁰.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Fig. 1 Representación del Proceso de elaboración de combustible sólido en forma de briquetas.

Figura 2 Vistas Molino Trituración primaria

Figura 3 Representación Guillotina

Figura 4 Representación Molino trituración secundaria.

Figura 5 Vistas Briqueteadora de tornillo

Figura 6 Diagrama briqueteadora de rodillo

Figura 7 Representación sierra sin fin

Figura 8 Ilustración 1 Tornillo o husillo

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

El proceso de la invención para obtener combustibles sólidos derivados de residuos (CDR) en forma de briquetas se puede observar con claridad en las figuras anexadas al documento.

La composición de residuos ha sido mezclada de forma porcentual, con el fin de obtener una mezcla efectiva con un contenido de cenizas que no supere los estándares permitidos por la normatividad ambiental vigente (Resolución 909 de 2008) y un poder calorífico superior a los 4000Kcal/Kg.

Como se dijo anteriormente para la obtención del combustible alternativo CDR en forma de briqueta se parte de residuos de material celulósico, plásticos, etiquetas, bidones de polipropileno y demás.

¹⁰E. D. F. H. S. A. S. O. G. D. Garces Alonso, « Combustibles Sólidos Recuperados: Una nueva vía para el aprovechamiento de residuos.,» Industria Química, N° 15, pp. 142-148, 2014.

En el proceso de recolección se obtienen una gran variedad de biomasa con diferentes porcentajes de humedad, de la cual se obtiene en un mayor porcentaje viruta y aserrín de diferente tipo de madera con un bajo porcentaje de humedad (entre el 8 – 12% aproximadamente). Además de la biomasa se recolecta diferentes tipos de empaques plásticos y recipientes de polipropileno y PET (Polietileno Tereftalato) y diferentes tipos de etiquetas compuestas por gomas, papel, plásticos, cartón y otros tipos de materiales.

Los plásticos generalmente utilizados para la producción de combustibles alternos son los termoplásticos. Estos son materiales formados por una alta concentración de polímeros con estructuras amorfas o cristalinas que le dan a los mismos diferentes propiedades mecánicas de resistencia frente a cargas o esfuerzos. Si el termoplástico cuenta con una alta concentración de polímeros con estructuras amorfas, presentará menores resistencias frente a cargas, pero una excelente elasticidad, si, por el contrario, disponen de una alta concentración de polímeros con una estructura cristalina, el material presentará mayores propiedades de resistencia frente a cargas y esfuerzos y presentará menores propiedades elásticas aportándole cierta fragilidad¹¹.

En la fabricación de Combustibles Derivados de Residuos (CDR) en forma de briquetas se emplean estos materiales termoplásticos, puesto que, producen grandes ventajas en el producto final. Por sus propiedades elásticas y plásticas cuando son sometidos a aumentos de temperatura y presión se favorece la aglomeración de las mezclas para la conformación de briquetas compactas y resistentes. A su vez estos materiales en general son ideales para ser utilizados con fines de valorización energética, puesto que, cuentan con un poder calorífico elevado del orden de 10031.53 Kcal//Kg¹², **permitiendo obtener CDR con altos poderes caloríficos.**

Para la selección y almacenamiento del material se tienen en cuenta los materiales con menor impacto ambiental a la hora de la combustión, mayor poder calorífico, propiedades mecánicas para el proceso de trituración y compatibilidad con otros elementos.

Una vez libres de impurezas se comprueba que el grado de humedad se encuentre entre 8-12% especialmente la biomasa. En caso de que el porcentaje de humedad no se encuentre entre 8-12% se pasa por el área de secado para luego si pasarse por la Molienda o trituración.

En la Fig.1 correspondiente al Proceso de elaboración de combustible sólido en forma de briquetas se observa como de acuerdo al tamaño de las partículas se realiza la trituración de diferente manera tomando rutas diferentes: ruta **A, B, C.** (ver Figura 1)

A: se realiza una trituración mecánica primaria en un molino para el efecto (Fig.2 Molino Trituración Primaria) donde el residuo ingresa por la banda (8), hasta subir y llegar a la tolva (9) donde se encuentran las cuchillas (no mostradas) las cuales son las encargadas de reducir el tamaño del material, el material sale de la cuchillas y según tamaño son clasificadas por medio del clasificador (10), en caso de no contar con el tamaño deseado el residuo retornara a la tolva (9). (Fig. 2)

Otra nueva realización de la invención es el desarrollo del equipo o molino para la trituración primaria en el cual se adecuó un sistema de bandas para la alimentación de los residuos a triturar y un sistema de bandas para evacuar el material triturado, se instaló un tromel o clasificador de partículas (10) el cual clasifica las partículas

¹¹Los Adhesivos,» [En línea]. <http://www.losadhesivos.com/termoplastico.html>. [Último acceso: 26 07 2017]

¹²instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo.,» [En línea].:

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/TextosLegales/RD/2004/2267_04/Ficheros/tabla1_4.pdf. Último acceso: 26 07 2017

que superen el tamaño del material requerido retornándolo a la tolva(9) para ser triturado nuevamente, cuenta con las cuchillas y el tablero de mando con el fin de operar el sistema de forma autoreversible en las situaciones que se presente un atasco ó frenado del molino por el tipo de material. Se le instalo un sistema de llantas con el fin de ayudar al anclaje del equipo y como absorbedor de la vibración generada por el material triturado.

B: Antes de iniciar el proceso de trituración primaria (Ruta A) los residuos se pasan por una Guillotina (Fig. 3). El residuo se ubica en las cuchillas (4), y con ayuda del cilindro hidráulico (1), el brazo (3) baja, con el fin de obligar a las cuchillas (4) a entrar a en contacto con el material a fragmentar, una vez se cuente con el material en tamaño deseado este será incorporado a la ruta **A**.

Este equipo está diseñado para reducir el tamaño del material ante de ser llevado a la trituración primaria

C: Según las características del material (resistencia mecánica y tamaño), el residuo puede ser llevado directamente a un Molino para efectuar una trituración mecánica secundaria, donde el residuo ingresa por la tolva de alimentación (14), y baja por la caja de molido (15) hasta llegar a las cuchillas (18), (21), el residuo es picado al tamaño requerido. (Fig 4).

Este equipo o molino para la trituración secundaria, otra realización de la invención cuenta con un motor de gran potencia para evitar sea frenado por las características mecánicas que puedan presentar los residuos a ser triturados. Adicional el equipo cuenta con un sistema de cuchillas que giran de forma permanente a medida que el material baja por la caja de molido y dada la rigidez de los materiales cuenta con un volante de inercia que no permite que se salga a medida que se trituran los materiales.

Este triturador secundario (Ruta C), (Fig.4) permite la reducción de tamaño de diferentes materiales (Plásticos, PET, empaques, bidones, madera, resinas, cascos, entre otros) empleados en las mezclas para producir el combustible derivado de residuos (CDR). Cuenta con un sistema de clasificación por cribas que va desde 0.8 mm a 38.1 mm. Está dotado con 5 cuchillas, tres móviles retractiles (21) y dos fijas (18) que se pueden ecualizar dependiendo de la posición de las cuchillas móviles y el desgaste de las mismas. Tiene una capacidad de producción entre 0.11 y 0.17 Kg/s dependiendo del tipo de material procesado y del tamaño de la criba.

Mediante esta trituración se obtiene un tamaño de partícula de aproximadamente de 1.0 cm.

El proceso de trituración se efectúa dependiendo del tipo de material:

✓ Biomasa: Cuando la biomasa es obtenida en forma de aserrín, no es necesario el proceso de trituración. Cuando esta es obtenida a partir de elementos de mayor tamaño como estibas, mueble usados o sobrantes de podas se procede a efectuar la disminución de tamaño de partícula. Para el caso de las estibas y muebles de madera, estas son desarmadas manualmente para retirar los elementos metálicos que podrían afectar los equipos y para pasar sus diferentes elementos (tablas y travesaños) por una sierra sin fin (Fig.7) con el objeto de llevarlas a un tamaño de partícula menor a 30 cm (Ruta B). Luego este material es llevado a un molino de cuchillas en cual se disminuye su tamaño de partícula a un tamaño menor a 1 cm. (Ruta C).

✓ Etiquetas: Las etiquetas se presentan en rollos de diferentes tamaños. Inicialmente, se pasa por una sierra sin fin (Fig.7) hasta llevarlas a un tamaño menor a los 30 cm.(Ruta B) Luego se pasan estas partículas de menor tamaño a un molino de cuchilla donde se llevan un tamaño menor a 1 cm. (Ruta C)

- ✓ Bidones de polipropileno: Para este tipo de elementos se procede inicialmente a llevarlos a una guillotina para balar su tamaño a menos de 30 cm. (Ruta B) para llevarlos al molino de cuchillas.(Ruta A)
- ✓ Bolsas o empaque plásticos: Debido al tamaño de partícula de estos elementos, se llevan directamente al molino de cuchillas.(Ruta A).

Cuando el material son llantas se utiliza un equipo de corte de caucho (Guillotina) que es utilizado para el corte de llantas en secciones más pequeñas que facilitan el posterior triturado. Su funcionamiento se da gracias al motor eléctrico y bombas hidráulicas que facilitan el fraccionamiento, mediante accionamiento manual por una palanca, el brazo superior con cuchillas empieza a bajar, generando presión con las cuchillas de la mesa, produciendo una división completa de la llanta por cizalla.

Una vez el residuo se ha triturado se separan los materiales metálicos que existan en la mezcla, para ello se usan separadores magnéticos de imán. El metal separado se gestiona en empresas autorizadas al respecto.

Teniendo la materia prima el tamaño y humedad necesaria se realiza la formulación requerida para la conformación del combustible derivado de residuos (CDR), estas formulaciones pueden variar dependiendo de las características y disponibilidad de material y los requerimientos del cliente final del CDR.

Según el tipo de briqueta que se desee preparar el residuo picado y sus diferentes mezclas tomaran la ruta **D ó E**

D: Esta ruta se empleara para la elaboración de las briquetas tipo cilíndricas y que se realizan por extrusión y se emplea para aquellos materiales de baja o mediana densidad, el material o el residuo es alimentado por la tolva (24), para que sea arrastrado por medio del tornillo (25), el cual empujara el material para ser extruido y briquetado, cuando el material sale de (25), entra en contacto para las resistencias (23) las cuales son programadas según el material, cuando material sale de la briqueteria es sometida a un proceso de curado con el fin de que no se presenten procesos de cizalla o fracturación de la briqueta (Fig.5)

El tornillo sinfín numeral (25) FIG:8 que gira con velocidad variable entre 3,15 y 4,95 Hz, operando a una temperatura entre 150 – 200 °C dependiendo del tipo de mezcla utilizado, haciendo avanzar el producto hasta una cámara que se estrecha progresivamente (generalmente de forma cónica, en este caso de forma hexagonal). El tornillo, también llamado husillo, consiste en un cilindro rodeado por un filete helicoidal (38) FIG:8. Cuenta con una camisa térmica en su cilindro (cañón) (26) formada por resistencias (sistemas de manto caliente) (23) para regular la temperatura del proceso y favorecer la plastificación. Con este tipo de maquinaria es posible fabricar briquetas con orificios interiores, lo cual favorece su combustión. Las producciones suelen oscilar entre los 0.0139-0.6944 Kg/s. Mediante sistemas de extrusión es posible obtener briquetas de mayor densidad que con los sistemas por impacto, pudiendo llegar a alcanzarse densidades próximas a los 1.300 Kg/m³.

La briqueteadora de tornillo es una realización importante de la invención para realizar briquetas de tipo cilíndrica o hexagonal bajo el principio de extrusión, comprende un sistema de control (22) que permite el control y la variación de la velocidad de giro del tornillo, una doble camisa en la recámara del tornillo y tolva (24), con el fin de que el material pueda ser arrastrado sin generar vacío por deficiencia del material, y un juego de resistencias (23) con variador de temperatura, con el fin de poder modificar este atributo en función de los materiales con el fin de poder realizar la aglutinación o conformación de la briqueta sin hacer uso de un agente externo.

Una vez elaboradas las briquetas compactas se someten a un enfriamiento (proceso de curado) aplicando agua o aire a presión una vez esta sale de la máquina, con éste curado se logra un aumento de las propiedades mecánicas favoreciendo la resistencia a la compresión y la densidad de la briqueta, esto se debe a que los termoplásticos experimentan cizalla generando una degradación o fractura de la briqueta

Después del proceso de enfriamiento, se corta la briqueta a un tamaño de 30 cm. y se deja en reposo por alrededor de 6 horas con el objeto de endurecer su capa exterior evitando con esto la desintegración en su manipulación; y luego se corta la briqueta a la longitud requerida.

E: Esta ruta se empleara para la elaboración de las briquetas tipo almendra y que se realizan por compactación FIG:6 y se emplea para aquellos materiales de alta densidad, el material o el residuo es alimentado por la tolva (27), con el fin de que el material sea compactado por medio de los rodillos de la máquina (31) y realice la entrega de la briqueta por la banda de salida (26) (Fig.6).

REIVINDICACIONES

- 1- Proceso para obtener combustibles sólidos derivados de residuos (CDR) de material celulósico, termoplásticos, etiquetas, en forma de briquetas caracterizado porque comprende las siguientes etapas:
 - a) Triturar mediante un molino los derivados de residuos (CDR) que tienen un grado de humedad entre 8 – 12%
 - b) Realizar la formulación del combustible sólido basándose en los derivados de residuos (CDR).
 - c) Aglomerar la mezcla de derivados de residuos por presión y temperatura mediante una briqueteadora de tornillo sinfín (25) el material es empujado para ser extruido y briqueteado a una velocidad entre 3.15 – 4.95 Hz.
 - d) Curar las briquetas compactadas sometiéndolas a enfriamiento.
- 2- Proceso para obtener combustibles sólidos derivados de residuos (CDR) de material celulósico, termoplásticos, etiquetas, en forma de briquetas de la reivindicación 1 caracterizado porque se llevan a cabo dos tipos de trituración primaria y/o secundaria.
- 3- Proceso para obtener combustibles sólidos derivados de residuos (CDR) de material celulósico, termoplásticos, etiquetas, en forma de briquetas de la reivindicación 2 caracterizado porque el tamaño los derivados de residuos (CDR) es de 3-5 cms luego de pasar por la trituración primaria.
- 4- Proceso para obtener combustibles sólidos derivados de residuos (CDR) de material celulósico, termoplásticos, etiquetas, en forma de briquetas de la reivindicación 2 caracterizado porque el tamaño de los Derivados de residuos (CDR) es de 1-2 cms. luego de pasar por la trituración secundaria.
- 5- Proceso para obtener combustibles sólidos derivados de residuos (CDR) de material celulósico, termoplásticos, etiquetas, en forma de briquetas de la reivindicación 1 caracterizado porque para aglomerar, el material es transportado por arrastre, mezclado y dosificado mediante un filete helicoidal (38) que rodea el cilindro del tornillo sin fin
- 6- Proceso para obtener combustibles sólidos derivados de residuos (CDR) de material celulósico, termoplásticos, etiquetas, en forma de briquetas de la

reivindicación 1 caracterizado porque la aglomeración se efectúa a una temperatura entre 150 -200 °C.

- 7- Proceso para obtener combustibles sólidos derivados de residuos (CDR) de material celulósico, termoplásticos, etiquetas, en forma de briquetas de la reivindicación 1 caracterizado porque el aglomerado se puede además obtener por compactación por medio de rodillos (Fig.6).
- 8- Molino de trituración caracterizado porque comprende una tolva de alimentación, caja de molido, sistema de clasificación por cribas, cuenta con sistema de cuchillas móviles retractiles (21) y cuchillas fijas (18) y un volante de inercia (16)
- 9- Molino de trituración de la reivindicación 7 caracterizado porque las cribas van de 0.8 - 38.1 mm.
- 10- Molino de trituración de la reivindicación 7 caracterizado porque las cuchillas son ecualizables.
- 11-Briqueteadora de tornillo para realizar briquetas tipo cilíndricas o hexagonales bajo el principio de extrusión caracterizada porque comprende un tolva de alimentación (24), un tornillo sinfín (25), un sistema de control y variación de la velocidad (22) de giro del tornillo sinfín (25),
- 12-Briqueteadora de tornillo de la reivindicación 10 caracterizada porque el tornillo comprende un cilindro (26) rodeado de un filete helicoidal (38).
- 13-Briqueteadora de tornillo de la reivindicación 11 caracterizado porque el cilindro (26) tiene una camisa térmica formada por un juego de resistencias (23) con variador de temperatura.

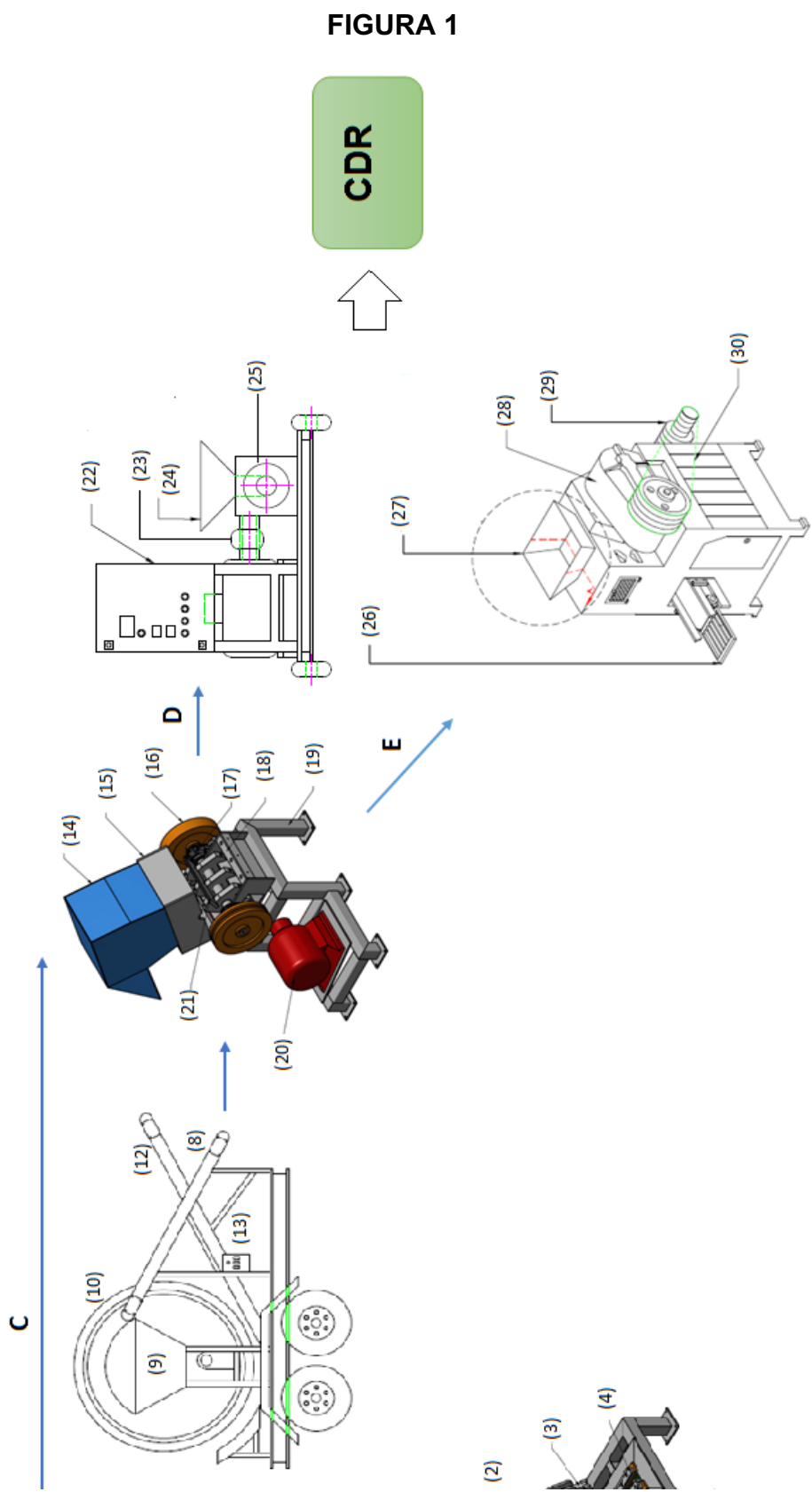
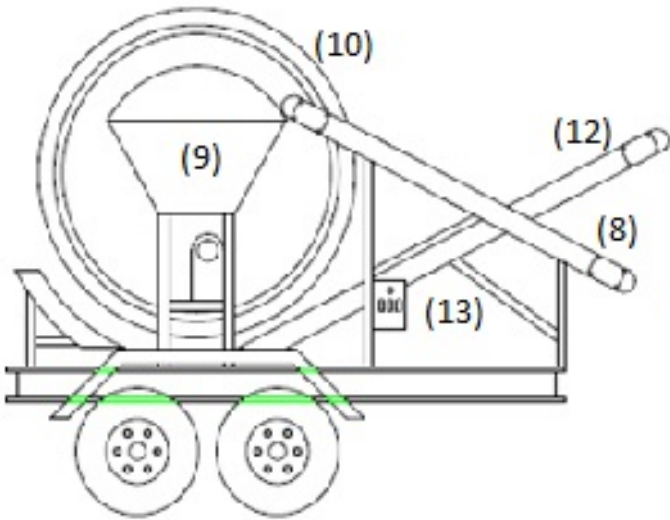


FIGURA 2
PLANO MOLINO TRITURACION PRIMARIA



VISTA TRASERA

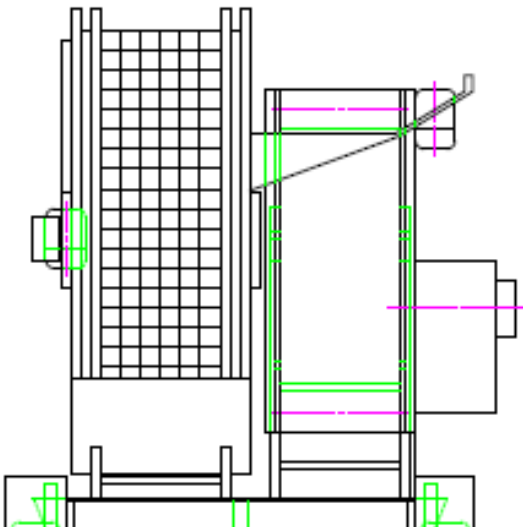


FIGURA 3

PLANO GUILLOTINA

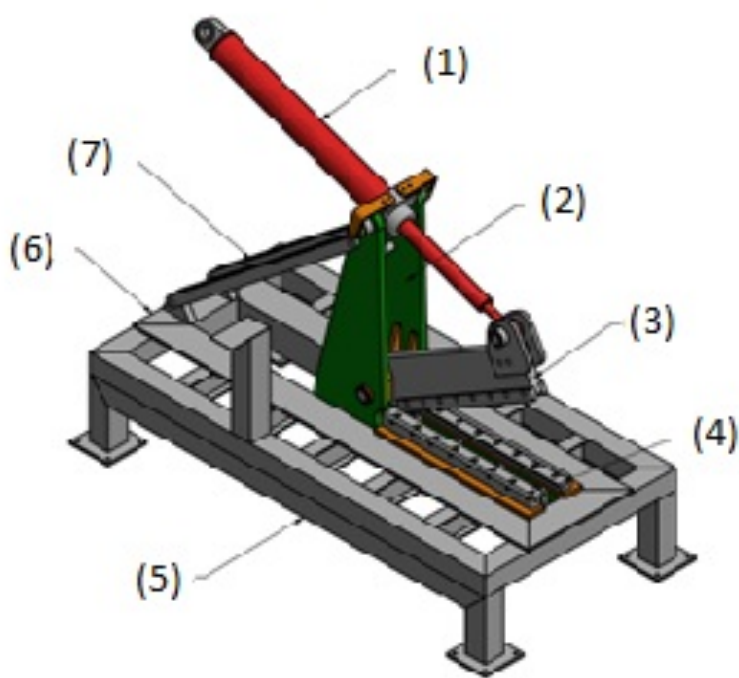


FIGURA 4

PLANO MOLINO TRITURACION SECUNDARIA

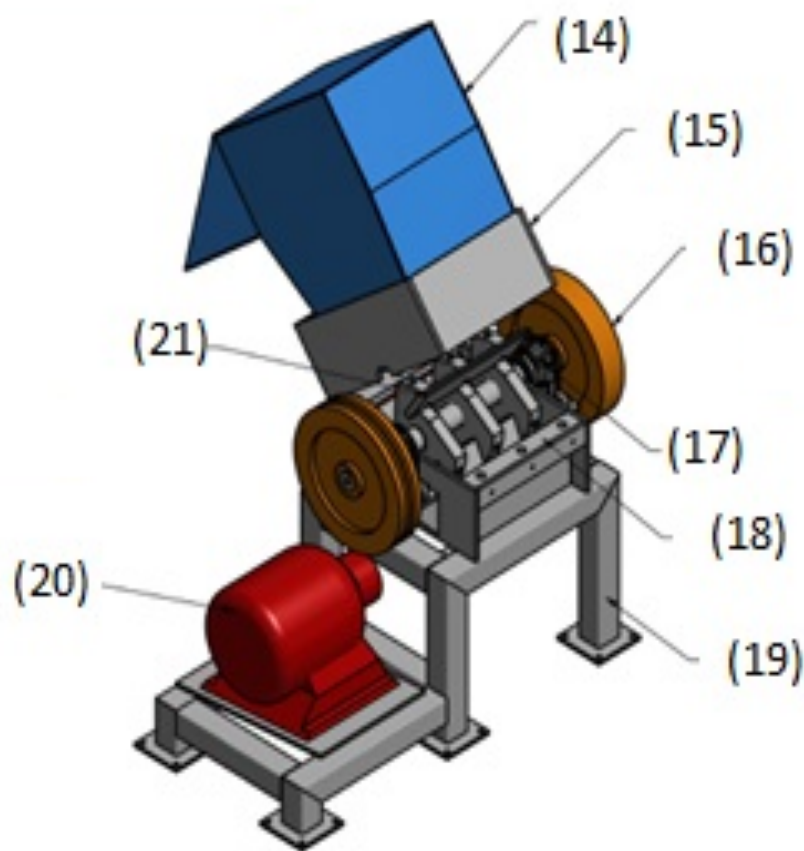


FIGURA 5

BRIQUETeadora de tornillo

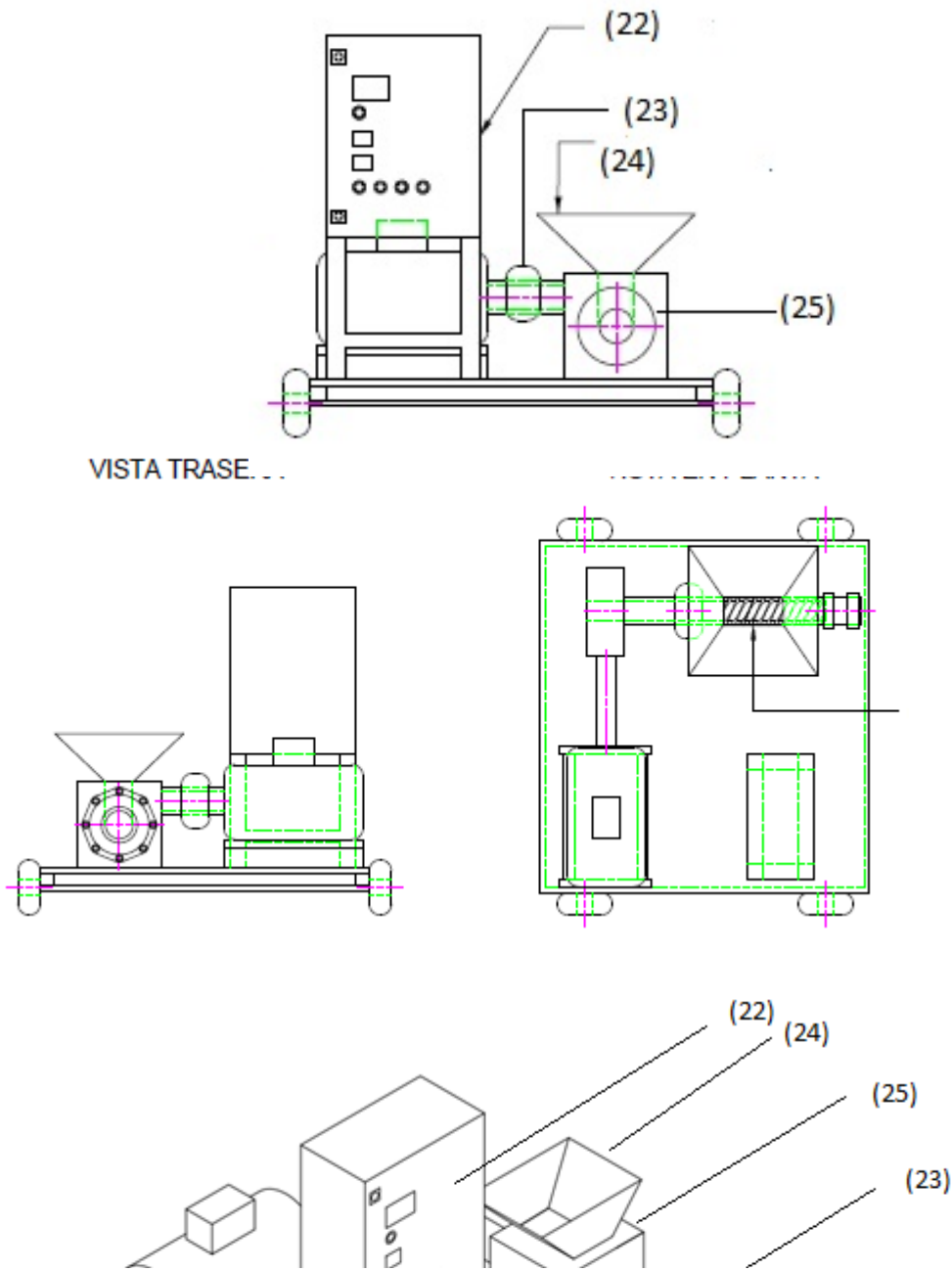


FIGURA 6

BRIQUETeadora de Rodillo

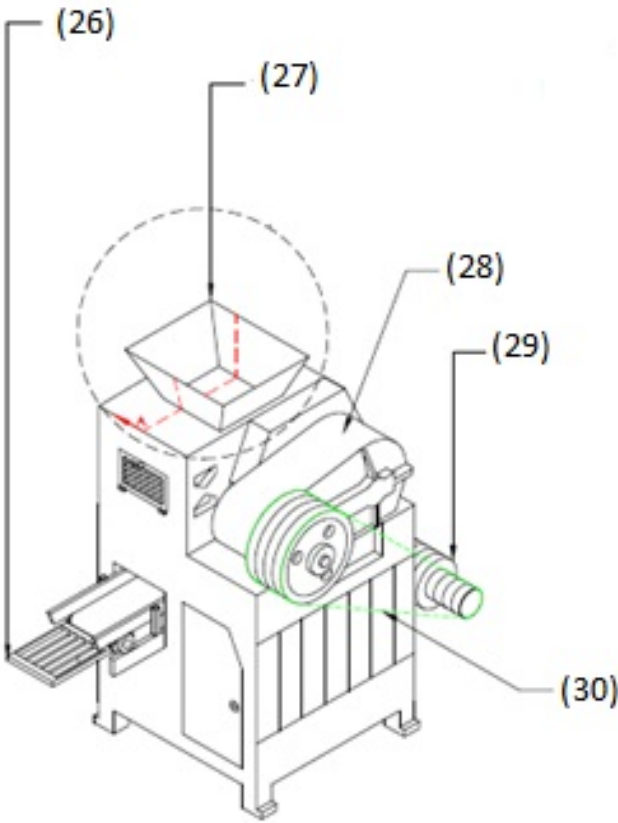


FIGURA 7

SIERRA SINFÍN

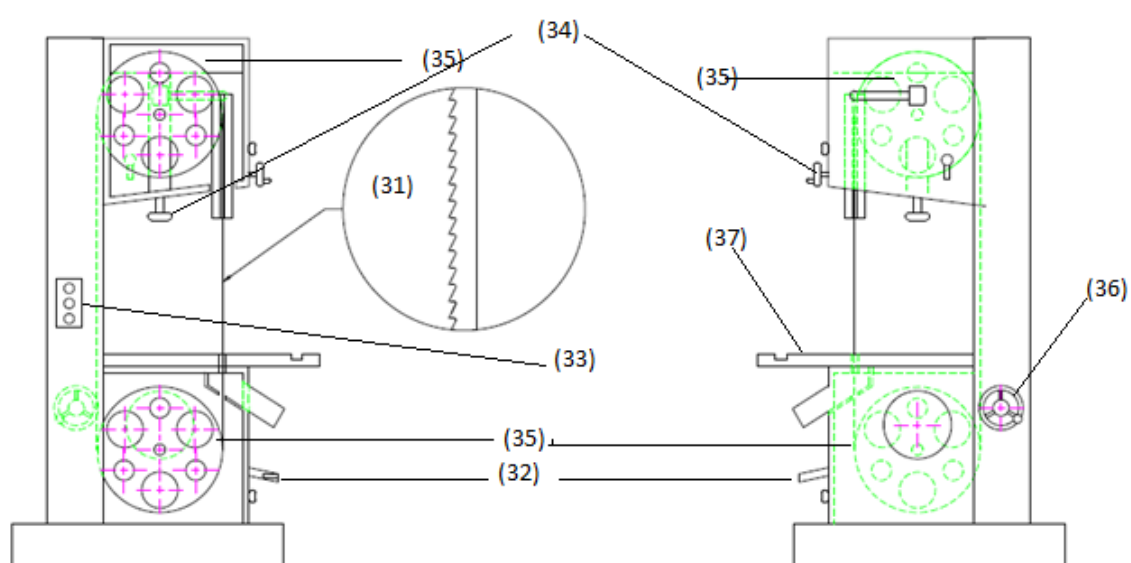


FIGURA 8

Ilustración 1. Tornillo o husillo

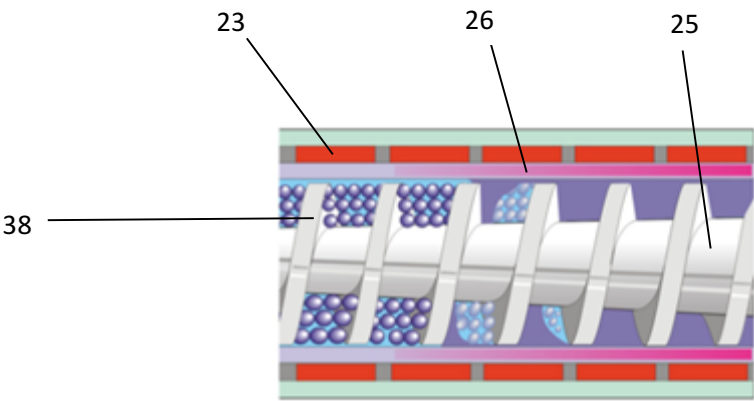
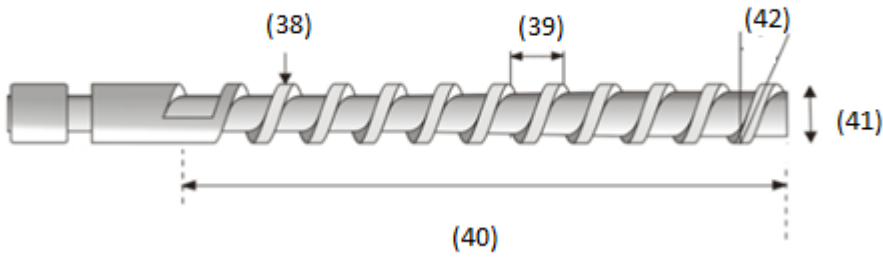


Ilustración 2. Partes del tornillo





VALBUENA ABOGADOS

Señores

DIRECCIÓN NUEVAS CREACIONES

Superintendencia de Industria y Comercio

E. S. D.

Ref. Expediente No. **NC2017/0009010**

Oficio No. 13247

RESPUESTA A REQUERIMIENTO DE FORMA

Solicitud de Patente de Invención:

**PROCESO PARA OBTENER COMBUSTIBLES SÓLIDOS
DERIVADOS DE RESIDUOS (CDR) EN FORMA DE
BRIQUETAS**

Respetados señores:

Por medio del presente escrito se dá respuesta, dentro del término legal, a las distintas observaciones o requerimientos planteados por la Dirección de Nuevas Creaciones, siguiendo el mismo orden que contiene el Expediente No. NC2017/0009010 y el Oficio No. 13247.

Para mayor entendimiento las observaciones y requerimientos planteados por la Dirección de Nuevas Creaciones se han destacado en negrilla.

1. Descripción (Art.28 D486).

Los aspectos planteados por la Dirección de Nuevas Creaciones son:

Figuras, Dibujos y secuencias

Las gráficas, figuras y dibujos de acuerdo con la Decisión 486, deberán ser elaborados siguiendo las reglas del dibujo técnico con tinta negra indeleble, numeradas individual y consecutivamente, y presentadas exclusivamente en papel tamaño oficio por una sola cara. Se requiere que las figuras o dibujos contengan números de referencia para designar cada uno(a) de los(las) piezas, en cortes o vistas de manera que se muestren todos los detalles de la invención para ser descritos en la descripción. En los casos en que así se requiera, se sugiere aportar nuevos dibujos que muestren el dispositivo en corte, enumerando las partes con números de referencia y mostrando todos los aspectos importantes. Preferiblemente, los dibujos no deberán contener rótulos (Ver Figura 1), cuadros, membretes o cotas, o leyendas en idiomas extranjeros, sólo los números de referencia para designar cada pieza, los cuales deben corresponder con lo definido en la descripción.

Atendiendo las observaciones se hace traslado de la Fig. 1 correspondiente al Diagrama de flujo del proceso para la elaboración de combustibles en forma de briquetas a la descripción. Se reenumeran las figuras y se revisan las otras figuras retirando el texto de las Fig. 8 y 9 e indicando los numerales respectivos.

2. Reivindicaciones (Art. 30 D486)

La Dirección de Nuevas Creaciones indica lo siguiente:

- **Los términos: “triturar”, “mezcla”, “derivados de residuos”, “compactar y extruir la mezcla ajustando las variables de Temperatura y Velocidad”, “enfriamiento” (r.1), “trituración primaria”, “trituración secundaria” (r.3), “sistema clasificador” (r.4), “conducción de calor” (r.11), “enfriamiento” (r.17), son generales y proponen de forma imprecisa la protección se extiende a otras**



posibles variaciones o modificaciones, se sugiere realizar las modificaciones respectivas utilizando términos que describan de forma menos general o definir claramente los elementos.

De acuerdo con lo indicado por la Dirección, se modifican las reivindicaciones para hacerlas menos generales definiendo claramente los elementos. Cuando se trata de reivindicaciones de procedimientos se indican las diferentes etapas que se llevan a cabo hasta llegar al producto final en su conjunto sin tomar cada etapa por separado.

- **Presentan funcionalidades como características técnicas esenciales de la invención al mencionar: “la aglomeración y compactación se puede realizar mediante una briqueteadora de rodillos para materiales de alta densidad” (r.14), “la compactación tiene forma de briqueta” (r.4), las cuales no se aceptan como características técnicas ya que no definen especialmente la estructura de la invención. Las reivindicaciones deben caracterizar un producto por la forma o constitución del mismo y las partes que lo componen, y el procedimiento por la secuencia de etapas técnicas que inciden sobre una materia que se encaminan a la obtención de una cosa o resultado.**

En la modificación del capítulo reivindicatorio se tuvo en cuenta redactarlas de tal manera que no se confunda la funcionalidad con las características esenciales de la invención.

- **Se presenta un error de redacción en las reivindicaciones 16 y 17, al parecer el contenido de la reivindicación 17 es la parte caracterizante de la reivindicación 16, sin embargo, aparece como reivindicación dependiente, por tanto se solicita realizar las aclaraciones del caso.**

Se ajustaron las reivindicaciones 16 y 17.

- **La reivindicación 1 y sus dependientes que tienen por objeto un método, se encuentran mal definida ya que aunque enseñan una secuencia de pasos, no divulgan las condiciones técnicas por medio de las cuales deba llevarse a cabo dicho método, es decir, no divulga la secuencia de etapas técnicas que inciden**



sobre una materia que se encaminan a la obtención de una cosa o resultado. Presenta características del equipo por medio del cual realiza el método, se le recuerda que las reivindicaciones de producto y método son categorías de reivindicaciones diferentes. Por tanto, se sugiere realizar las modificaciones del caso. Las reivindicaciones deben caracterizar un producto por la forma o constitución del mismo y las partes que lo componen, y el procedimiento por la secuencia de etapas técnicas que inciden sobre una materia que se encaminan a la obtención de una cosa o resultado.

En la modificación del capítulo reivindicatorio se tuvieron en cuenta las observaciones, sin ampliar el objeto inicial de la solicitud.

- **Se le sugiere al solicitante incluir entre paréntesis () al frente de la característica o del elemento, el número de referencia de las gráficas o dibujos, guardando correspondencia con el capítulo descriptivo y dicho capítulo reivindicatorio, con el fin de comprender mejor la invención al momento de hacer el análisis y distinguir los elementos de dicha invención.**

Dentro de las reivindicaciones se incluyó entre paréntesis el número de referencia de las figuras, con su correspondencia al capítulo descriptivo.

- **La reivindicación 19 que tiene por objeto un producto, presenta falsa dependencia al referir la reivindicación 19 que es de método. Así mismo, no presenta características técnicas esenciales estructurales del producto, por tanto no se encuentra correctamente definido, se sugiere realizar las aclaraciones del caso.**

Se retira esta reivindicación, y se reivindica el Molino para la trituración de los derivados de residuos CDR para obtener el combustible sólido objeto de la solicitud. De igual manera se reivindica la Briqueteadora de Tornillo que se utiliza para compactar, extruir y briquetear los derivados de Residuos CDR. Estos aparatos habían sido definidos en la descripción y por lo tanto no se amplía el objeto inicial de la invención y cumplen con el requisito de Unidad de Invención pues son aparatos que se utilizan dentro del proceso.



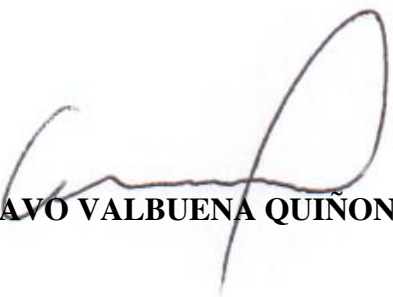
VALBUENA ABOGADOS

En conclusión, para dar cumplimiento a las observaciones y requerimientos de la Dirección de Nuevas Creaciones se modifica el Capítulo Reivindicatorio atendiendo lo sugerido por el examinador. De la misma forma se modifica la Descripción y Figuras de la Invención para dar más claridad sobre el objeto que se quiere proteger.

Las modificaciones se realizan teniendo en cuenta que no amplían en ningún momento el objeto inicial de la solicitud.

Se anexa lo enunciado: Nuevo Capítulo Descriptivo, Capítulo Reivindicatorio y Figuras.

Atentamente,



GUSTAVO VALBUENA QUINONES