

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 672 503**

51 Int. Cl.:

C02F 11/04 (2006.01)

C02F 3/28 (2006.01)

C02F 3/34 (2006.01)

C02F 101/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.08.2013** **E 13182311 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.05.2018** **EP 2703364**

54 Título: **Instalación desmontable para la producción de biogás**

30 Prioridad:

31.08.2012 FR 1258131

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

14.06.2018

73 Titular/es:

**ARCBIOGAZ (100.0%)
Lieu-dit Lapourcal
47260 Castelmoron-Sur-Lot, FR**

72 Inventor/es:

**FAURE, JEAN-MARIE y
FAURE, BENOIT**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 672 503 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Instalación desmontable para la producción de biogás

Campo de la invención

- 5 La invención se refiere al campo general de la generación de biogás. Se refiere más particularmente al campo de la producción de metano a partir de residuos agrícolas, residuos vegetales o cualesquiera otros residuos orgánicos metanizables.

Contexto de la invención - Técnica anterior

En Francia, la generalización de las instalaciones de producción de biogás se enfrenta a un problema de precio de coste. La inversión que representa tal instalación, tal como se realiza actualmente, es difícil de rentabilizar.

- 10 La mejor manera de rentabilizar una instalación consiste actualmente en producir electricidad a partir del biogás producido, electricidad que luego se revende a precio preferencial a EDF.

Sin embargo, el precio de compra por EDF del kWh de electricidad producido depende de la potencia eléctrica de la instalación, del rendimiento global (balance calor - electricidad) y una prima relacionada con la tasa de productos contaminantes utilizados para producir el metano.

- 15 En consecuencia, para ser rentable, una instalación, en su forma actual, debe tener un tamaño significativo. Debe producir una cantidad de gas suficiente, generalmente, para producir continuamente 1 MW de energía secundaria, en este caso energía eléctrica. Ahora bien, la construcción de una instalación capaz de producir 1 MW de electricidad es de un alto coste, del orden de 5 millones de €, debiéndose este coste en gran parte al coste de los recipientes instalados (recipientes de hormigón) y a la ingeniería civil necesaria para construir estas instalaciones.

- 20 Ahora bien, en la actualidad en Francia, una actividad ganadera estándar produce generalmente, en términos de residuos vegetales transformables, una cantidad de residuos que solo permite producir aproximadamente 75 kW de electricidad. Así, una instalación de producción de biogás está, en su estructura actual, bien correctamente dimensionada pero no rentable debido a la insuficiente capacidad de producción, bien sobredimensionada y en consecuencia sub-explotada con los recursos de residuos propios de la explotación y por tanto igualmente no rentable. En consecuencia, para una explotación agrícola de tamaño estándar la inversión necesaria para instalar una unidad de cogeneración de biogás y electricidad no es rentable, ya que es imposible amortizar (balance inversión - beneficio de explotación nunca en equilibrio). Esta es la razón por la que las instalaciones de producción y transformación de biogás "en la granja" están poco desarrolladas en Francia.

Dicha situación que se observa en Francia es posible encontrarla en otros países.

- 30 Ahora bien, a pesar de todo, el metano representa una fuente de energía relativamente ventajosa en la medida en que los residuos de combustión están constituidos esencialmente por CO₂ y vapor de agua, estando el biogás producido a partir de residuos vegetales compuesto, a su vez, esencialmente de metano y CO₂. En consecuencia, el biogás utilizado por un cogenerador, o más generalmente por un motor térmico destinado a cualquier uso, no produce gases de efecto invernadero, entrando el CO₂ producido en el ciclo natural del carbono a través de la fotosíntesis. Lo mismo es válido para el vapor de agua.

Además, el uso de una instalación de producción de biogás permite el aprovechamiento local de los residuos producidos por la explotación, residuos que en cualquier caso deben ser eliminados, con o sin aprovechamiento.

Por tanto, existe una necesidad real de disponer de instalaciones menos costosas de fabricación y puesta en funcionamiento.

- 40 El documento WO2006/124781 describe una instalación de producción de biogás, que funciona de modo continuo, que comprende varios recipientes de reacción que funcionan en serie.

Presentación de la invención

- 45 Un objeto de la invención es proponer una solución que permita reducir el coste de adquisición, de puesta en funcionamiento y de mantenimiento de una instalación de producción de biogás (principalmente metano) a partir de residuos orgánicos, en particular residuos vegetales, de modo que para una potencia suministrada máxima dada se puedan rentabilizar las inversiones comprometidas.

- 50 Otro objeto de la invención es proponer una solución que permita disponer de una instalación de producción de biogás que se pueda desmontar de manera sencilla, de forma que pueda ser reutilizada eventualmente en otro sitio, sin dejar que permanezcan, después de su desmantelamiento, infraestructuras pesadas cuya demolición sería costosa.

Incluso otro objetivo consiste en proponer una solución que presente un rendimiento máximo.

Para este fin, la invención tiene por objeto una instalación según la reivindicación 1. Otras características complementarias son el objeto de las reivindicaciones dependientes de esta reivindicación.

5 Descripción de las figuras

Las características y ventajas de la invención se apreciarán mejor gracias a la siguiente descripción, que se basa en las figuras adjuntas que presentan:

- figura 1, una vista esquemática general de los principales elementos de la instalación según la invención;
- figura 2, una vista en planta que presenta un recipiente de producción de biogás según la invención;
- 10 - figura 3, una representación esquemática que presenta los diferentes elementos de la instalación según la invención y las diferentes tuberías que conectan estos elementos;
- figura 4, una vista en corte esquemática parcial de la bomba de recirculación de la instalación según la invención;
- 15 - figura 5, un conjunto de vistas que presentan un dispositivo de alimentación de materia orgánica seca que permite alimentar el pre-recipiente de la instalación según la invención;
- figura 6, una ilustración esquemática que presenta la asociación del dispositivo de alimentación de la figura 5 y el pre-recipiente.

Descripción detallada

20 Las figuras 1 a 6 ilustran por medio de representaciones esquemáticas las características de la instalación según la invención. Se observa en ellas que las representaciones esquemáticas que constituyen estas figuras no son representaciones a escala.

25 Las figuras presentadas ilustran la invención por medio de un ejemplo de realización que corresponde a una explotación agrícola. La presentación detallada de este ejemplo de realización tiene por objeto poner de manifiesto de manera clara las características técnicas de la invención. Sin embargo, en ningún caso es limitativa del alcance o del campo de aplicación, del ámbito de empleo, de la invención. Particularmente se entiende que el empleo de la instalación según la invención no se limita a la metanización de residuos vegetales, sino que se puede generalizar a la metanización de todos los tipos de residuos orgánicos metanizables en el contexto de explotaciones diversas, agrícolas, alimentarias u otras.

Como se ilustra en la figura 1, la instalación según la invención comprende cinco elementos principales:

- 30 - un primer recipiente de fermentación 11, o digestor, colocado en el suelo;
- un segundo recipiente de fermentación 12, o posdigestor igualmente colocado en el suelo;
- un recipiente de mezclamiento 13, o pre-recipiente, colocado en alto con relación al digestor y al posdigestor;
- una bomba de recirculación 111 también colocada a nivel del suelo;
- 35 - una bomba de extracción 113.

También comprende un conjunto de tuberías:

- una tubería 14 que conecta el pre-recipiente 13 con el digestor 11;
- una tubería 17 que conecta el digestor 11 con el posdigestor 12;
- 40 - dos tuberías 18 y 19 que conectan respectivamente el digestor 11 y el posdigestor 12 con la bomba de recirculación 111;
- una tubería 112 que conecta la bomba de recirculación 111 con el pre-recipiente 13;
- una tubería 16 que conecta el posdigestor 12 con la bomba 113 de extracción;
- un conjunto de tuberías 15 que recoge el biogás producido por el digestor 11 y el posdigestor 12.

De manera conocida, el digestor es un biorreactor en el que los microorganismos, o arqueas, transforman la fracción “digerible” del material orgánico utilizado (frecuentemente alrededor del 80% del peso seco de la materia) en biogás. Lo mismo es válido para el posdigestor, segundo recipiente, generalmente idéntico al primero, destinado a prolongar (duplicar) el tiempo de permanencia del digestato y así aumentar la cantidad de biogás recuperado por tonelada de materia nueva entrante (representa aproximadamente 20% de la producción total).

Según la invención y a diferencia de los sistemas análogos existentes, los dos recipientes de fermentación, el digestor 11 y el posdigestor 12, son elementos de material flexible, por ejemplo, de material plástico de tipo PVC, que forman dos envoltentes cuya conformación es realizada por el digestato contenido en la parte inferior del recipiente y el gas producido que ocupa la parte superior. Estas dos envoltentes están destinadas a ser colocadas en el suelo.

Los dos recipientes 11 y 12 tienen preferiblemente dimensiones idénticas y pueden tomar, en función de la forma de la envoltente que los constituye, una forma generalmente paralelepípedica, como se muestra en la figura 1, o alternativamente una forma cúbica o incluso cilíndrica.

Preferiblemente, los recipientes así formados son relativamente poco profundos, en comparación con los recipientes usados tradicionalmente. Su altura es menor que las otras dimensiones que forman la superficie de la base, por ejemplo, una altura sobre el suelo de 1,5 m a 2 m por una superficie de 400 m², de modo que cada uno de los recipientes 11 o 12 tiene el aspecto de un recipiente plano, como se muestra en la figura 1.

Según una forma de realización particular de la invención, tomada como ejemplo, los recipientes de reacción 11 y 12 son recipientes flexibles sustancialmente paralelepípedicos (20 m x 20 m x 1,5 m) colocados en el suelo, que son capaces de almacenar 100 a 150 m³ de biogás.

Como se ilustra en la figura 2, cada uno de los recipientes 11 y 12 presenta una cara inferior, una base 29, destinada a ser colocada en el suelo. Para este fin, el suelo se prepara de manera que se forme una excavación ensanchada de forma sustancialmente troncocónica, o incluso en forma de una pirámide invertida, que presenta un punto bajo central; constituyendo la pared 213 de la excavación así formada la superficie de colocación de la cara inferior del recipiente que, cuando está lleno, se ajusta al perfil. Esta cara inferior 29 está provista en su centro de un conector 28 que permite la fijación de una tubería enterrada 18 o 19, de un diámetro grande, típicamente de 300 mm, que forma parte de un dispositivo de recirculación del que está equipado ventajosamente la instalación según la invención. Esta tubería recorre una zanja que desemboca en el centro de la excavación.

El dispositivo de recirculación comprende igualmente, además de las tuberías 18 y 19, la bomba de recirculación 111 y la tubería 112 que conecta ésta con el pre-recipiente 13. Este dispositivo, que permite extraer de cada uno de los recipientes los lodos acumulados en el fondo del recipiente, así como una parte del digestato, durante la fermentación, situado en la parte inferior del recipiente, comprende además una válvula de conexión con doble entrada y salida única.

Cada entrada está conectada a una de las tuberías 18 o 19, mientras que la salida está conectada a la entrada de la bomba de recirculación 111.

Un medio de conmutación permite hacer circular en la bomba bien los materiales procedentes del digestor 11 bien los procedentes del posdigestor 12, fluyendo estas materias hasta la entrada de la bomba 111 simplemente por gravedad.

Según la invención, las tuberías 18, 19 y 112, lo mismo que los orificios correspondientes de los recipientes 11 y 12, así como la bomba de recirculación 111, presentan un diámetro de vertido muy grande, lo que permite evitar que el dispositivo de recirculación, la bomba de recirculación en particular, se obstruya debido a la presencia de materias orgánicas fibrosas.

Por tanto, si se consideran los recipientes flexibles como ejemplo en el texto anterior (recipientes paralelepípedicos de 20 m x 20 m x 1,5 m) el diámetro de las tuberías 18, 19 y 112, así como el diámetro de la bomba, es típicamente del orden de 300 mm.

La bomba de recirculación 111 está diseñada de forma que presente un caudal elevado, típicamente del orden de 100 a 150 m³. Ventajosamente, debido a la altura relativamente baja de los recipientes que constituyen el digestor 11 y el posdigestor 12, la presión de las materias permanece relativamente baja, de modo que es posible implementar una bomba eficaz, aunque tenga una presión de descarga relativamente débil. En funcionamiento, la bomba de recirculación 111 está diseñada para elevar varios metros cúbicos de digestato y lodos por hora al pre-recipiente situado en alto, típicamente 3 m³ por hora.

Según un modo de realización preferido, esta bomba está compuesta, como se muestra en la figura 4, de un cuerpo 41 que tiene un diámetro grande D, en el interior del cual gira un tornillo sin fin 42 corto con relación a su longitud, conteniendo típicamente 3 espiras y media. El tornillo sin fin 42 es hecho girar por un motor no representado en la figura 4. Según la invención, el paso d del tornillo sin fin 42 está determinado de manera que evite el asentamiento

de las materias en el interior de la bomba y minimice la potencia necesaria para la extracción de estas últimas. El paso d está determinado igualmente para hacer que dicha bomba sea resistente a los guijarros o cuerpos duros residuales que pueden ir mezclados con los lodos.

5 El dispositivo de recirculación descrito en los párrafos precedentes, cuya implementación es posible por la utilización de recipientes flexibles de altura relativamente baja que constituyen el digestor 11 y el posdigestor 12, constituye un dispositivo realmente ventajoso, de los cuales no están provistos las instalaciones convencionales debido principalmente a su altura mucho mayor, en particular las equipadas con recipientes de estructura rígida. Permite vaciar los lodos depositados en el fondo del recipiente sin tener que abrir el recipiente y por lo tanto detener el funcionamiento del biorreactor.

10 Debido a su arquitectura, los metanizadores (biorreactores) clásicos no constan, a su vez, de medios de gestión de los inevitables lodos y arenas presentes (en pequeña cantidad) en las materias que entran en el digestor, o insumos. En consecuencia, estos productos indeseables se acumulan progresivamente en el fondo del recipiente, lo que reduce el volumen útil y acaba por perjudicar el rendimiento del digestor. Por tanto, los recipientes se deben limpiar periódicamente, con relativa frecuencia, durante el período de explotación de las instalaciones, por media cada 4 o 5 años. Además del hecho de que sea necesario la parada completa del biorreactor durante la limpieza, esta operación, ya cara de por sí, hace perder también varios meses de plena producción, debido principalmente al tiempo necesario después de la puesta de nuevo en servicio de los recipientes para la subida hasta la potencia nominal del biorreactor.

20 Se observa en la presente invención que, debido a sus características, el dispositivo de recirculación permite recuperar no sólo los lodos acumulados en el fondo del digestor y del posdigestor, sino también y sobre todo, una parte del digestato contenido en estos dos recipientes, siendo conducido el conjunto al pre-recipiente 13. La recirculación de una proporción del digestato contenido en el recipiente permite ventajosamente, como se detalla más adelante en la presente descripción, regular de manera eficaz, con un mínimo de aporte de agua del exterior, la proporción de materia seca, de la mezcla introducida desde el pre-recipiente 13 en el digestor 11 en un momento dado.

Cada uno de los recipientes consta también, como se ilustra en la figura 2, de dos orificios laterales, colocados sustancialmente a nivel del suelo y provistos de una válvula y/o un conector, 24, 26 o 27, lo que permite la conexión de una tubería 14, 16 o 17 de un diámetro grande, típicamente del orden de 300 mm, permitiendo este diámetro un vertido fluido de la materia prima o del digestato.

30 Cabe recordar que el digestato es la materia producida durante la fermentación de los residuos vegetales introducidos en los recipientes. Este digestato está constituido por la introducción en el digestor 11 de una materia prima que consiste en residuos vegetales triturados y mezclada principalmente con agua para obtener la consistencia de una pasta líquida. Su fermentación anaerobia bajo la acción de arqueas y otras bacterias en el interior de los biorreactores (digestor 11 y posdigestor 12) genera biogás (principalmente metano) que se acumula en la parte superior del recipiente, mientras que la materia prima durante la fermentación, o digestato, ocupa la parte inferior.

40 En cuanto al digestor 11, un primer orificio está conectado al pre-recipiente 13 por medio de una tubería 14 cuyo diámetro está adaptado para este fin, mientras que el segundo orificio está conectado por medio de otra tubería 17, de un diámetro igualmente adaptado, al posdigestor 12. Por tanto, los dos recipientes 11 y 12 están conectados entre sí por un sistema de vasos comunicantes, permitiendo la tubería 17 el paso del digestato del digestor 11 al posdigestor 12. La entrada de la tubería 17 conectada al orificio de salida del digestor por el conector 26 está además equipada con una válvula anti-reflujo que impide, según la orden, la vuelta al digestor 11 del digestato contenido en el posdigestor 12.

45 En cuanto al posdigestor 12, un primer orificio está conectado a una tubería 16, igualmente de gran diámetro, típicamente del orden de 200 mm, que permite evacuar una proporción dada de digestato fuera del recipiente de forma que se mantenga constante el nivel interno de líquido, mientras que el segundo orificio está conectado a la tubería 17 que lo conecta al digestor 11.

50 Según la invención, la tubería 17 que conecta el posdigestor 12 con el digestor 11 puede, dependiendo de la configuración adoptada, ser colocado directamente sobre el suelo, como se muestra en la figura 2, o bien enterrado, de modo que los orificios que permiten la conexión del digestor con el posdigestor estén dispuestos en consecuencia, bien lateralmente bien sobre la superficie inferior 29. Más generalmente, la disposición de la tubería 17 está definida en cualquier caso de tal manera que el paso de materia desde el digestor 11 al posdigestor 12 se pueda hacer naturalmente según el principio de los vasos comunicantes.

55 Igualmente según la invención, las paredes del digestor 11 y el posdigestor 12 están equipadas con cámaras circulares estancas 23 colocadas a una altura que corresponde sustancialmente a la altura del digestato en el interior del recipiente considerado, es decir a nivel de la interfaz digestato/biogás, señalado por la línea de puntos 211 en la

figura 2. Estas cámaras 23, estancas tanto a los líquidos como a los gases, permiten la introducción parcial de objetos en el interior del recipiente.

En el caso presente, los objetos son aquí principalmente, como se muestra en la figura 3, medios agitadores 31 que realizan el mezclado del digestato. En efecto, el contenido de los recipientes de reacción que constituyen el digestor 11 y el posdigestor 12, se deben mezclar frecuentemente, con el fin de que el digestato tenga una estructura homogénea.

Según la invención, los medios de agitación 31 consisten en brazos agitadores, movidos por medio de un eje accionado por un motor, que se sumergen en el digestato próximos a la superficie, atravesando el eje la cámara estanca 23. De esta forma, el motor se coloca ventajosamente en el exterior del recipiente. Por tanto, es posible utilizar un motor estándar de acuerdo con la reglamentación ATEX (ATmosphères EXplosive), es decir, no necesariamente estanco, de potencia apropiada para realizar el mezclado en superficie del digestato.

Los brazos agitadores se colocan preferiblemente en el interior del recipiente de modo que generen una corriente giratoria en el interior del digestato. El número de agitadores es función de la potencia de cada uno de los medios de mezclado 31 y de la potencia necesaria para poner y mantener en movimiento el digestato en el interior del recipiente 11 o 12. Estos agitadores se introducen en el recipiente por las cámaras estancas 23 que están situadas sobre la pared de manera apropiada, en la proximidad de cada uno de los ángulos para los recipientes de sección cuadrada o rectangular, o a 90° para los recipientes de sección circular. Así, se prevé, por ejemplo, cuatro agitadores para el digestor y dos o cuatro agitadores para el posdigestor.

Según la invención, las cámaras estancas 23 están diseñadas de manera que mantengan la estanqueidad del recipiente al gas y al digestato cuando los ejes agitadores los atraviesen y esto, a pesar de las vibraciones que puedan sacudir dicho eje.

Cabe señalar que, siendo el mezclado una función que no debe fallar sin posibilidad de ser puesto de nuevo en marcha durante todo el período de actividad de la instalación, en general del orden de 15 años, la utilización de medios de mezclado múltiples 31, extraíbles del recipiente flexible por las cámaras estancas 23, permite ventajosamente, en caso de fallo de uno de los medios, realizar el mantenimiento de este medio sin tener que vaciar el recipiente, mientras que los medios restantes mantienen un cierto mezclado. En ausencia de una disposición de este tipo por lo general es obligatorio, para recuperar y reparar el medio de mezclado que ha fallado, abrir y vaciar el recipiente afectado, lo que hace que se detenga completamente la producción de biogás, y después de la reparación proceder a una nueva puesta de producción del biorreactor, que solo vuelve progresivamente a su potencia nominal.

Cada uno de los recipientes 11 o 12 constan igualmente en su cara superior de un orificio de escape equipado con un conector 25 que permite al biogás producido escapar del recipiente. Con el fin de mantener una presión constante en el interior del recipiente, el conector 25 del orificio de escape está provisto ventajosamente de una válvula que permite la evacuación del biogás del interior del recipiente cuando la presión en el interior de este último sobrepase un valor límite dado o la presión de funcionamiento. Los orificios de escape del biogás fuera de los recipientes 11 y 12 están conectados a un circuito colector 15 que conduce el biogás a la instalación de cogeneración, encargada de transformar el biogás producido principalmente en energía, electricidad y calor.

Se debe observar que, según la invención, los recipientes flexibles 11 y 12 que forman el digestor y el posdigestor tienen un espesor de la envoltura que permite mantener el biogás producido a una presión significativamente más alta que en un recipiente de hormigón convencional dotado de una estanqueidad con membrana flexible EPDM. De esta forma, la regulación del funcionamiento del biorreactor es más fácil en la medida en que las variaciones de presión del biogás son más fáciles de medir. Por tanto, se puede detectar, de manera casi inmediata, las variaciones en el rendimiento de las reacciones en el interior del recipiente y tomar de manera casi inmediata las medidas correctoras que se consideren necesarias. Además, una presión nominal superior permite absorber variaciones más importantes sin que esto afecte a la producción.

Sin embargo, el biogás producido es una mezcla que contiene mayoritariamente metano, pero igualmente componentes no deseables, tales como agua o sulfuro de hidrógeno. Estos componentes se deben eliminar casi por completo para que el biogás pueda ser utilizado con toda seguridad por el cogenerador.

Convencionalmente, la eliminación de estos componentes se realiza por la inyección de aire en el digestor y el posdigestor, en una proporción definida. Esta inyección se lleva a cabo directamente al nivel del gas de cada uno de los recipientes. Sin embargo, esta forma conocida de proceder tiene el inconveniente de penalizar la producción de biogás, la reacción anaerobia, siendo la presencia de oxígeno perjudicial para las arqueas metanógenas que se desarrollan en la superficie del digestato. Igualmente tiene el inconveniente de presentar un riesgo de explosión en la parte alta del digestor donde se forma el biogás, en particular en el caso en el que la proporción de aire inyectado resulte demasiado grande.

Para evitar estos inconvenientes, la instalación según la invención está diseñada para ser utilizada con un dispositivo de depuración externo situado fuera del digestor y del posdigestor y que por tanto no influye sobre las reacciones.

Además, según una forma de realización preferida, el dispositivo utilizado, desarrollado por la sociedad solicitante, es un dispositivo específico, ventajosamente sencillo, constituido por un tubo largo sobre cuya pared interna están montados elementos de madera que forman obstáculos sobre los que se desarrollan las bacterias que se alimentan de sulfuro de hidrógeno. Estos obstáculos forman una superficie de contacto importante entre el biogás y las bacterias, de modo que el biogás se descarga de su sulfuro de hidrógeno durante su paso por el dispositivo. Dicho dispositivo externo de purificación es ventajosamente más simple y menos caro que los dispositivos de purificación externos disponibles en el mercado.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el biogás producido por el biorreactor que en principio está saturado de agua, se forma progresivamente del ácido en el tubo, ácido que acaba por impregnar la madera de los obstáculos, lo que perjudica la buena salud de las bacterias en las que los obstáculos constituyen el medio. En consecuencia, la filtración se vuelve menos buena y una proporción de sulfuro de hidrógeno permanece entonces presente en el biogás. Por esta razón, es necesario controlar el pH del medio en el interior del dispositivo y, en caso de pH demasiado bajo, intervenir reemplazando el dispositivo usado por un nuevo dispositivo o, alternativamente, estableciendo un sistema de neutralización de la acidez del medio.

Cabe señalar que, como se ha dicho anteriormente, la reacción de fermentación que produce el biogás a partir de residuos vegetales es una reacción anaerobia sustancialmente neutra desde un punto de vista térmico, pero que logra un rendimiento óptimo para una temperatura "animal" correspondiente, por ejemplo, la que reina en el interior de la panza de una vaca. En consecuencia, la producción de biogás se acelera ventajosamente si el contenido de los recipientes constituidos por el digestor 11 y el posdigestor 12 se lleva a la temperatura de reacción óptima, aproximadamente 37°C. Esta es la razón por lo que, en una forma de realización ventajosa, ilustrada en la figura 1, los dos recipientes que constituyen el digestor 11 y el posdigestor 12 no están colocados directamente en el suelo sino sobre un revestimiento aislante (no representado) sobre el que están dispuestas las tuberías 212 de un circuito de calefacción. Además, el aislamiento de las paredes y de la parte superior del recipiente frente a la intemperie se refuerza rodeando el recipiente, después de llenado por un revestimiento aislante y una cubierta protectora (igualmente no representada).

Como igualmente se ha dicho anteriormente, la instalación según la invención comprende también, además del digestor 11 y el posdigestor 12, un pre-recipiente 14, como se ilustra en la figura 1.

Este pre-recipiente tiene como función principal proporcionar al digestor 11 una materia prima que se presenta en fase líquida, es decir, en forma de un puré fluido, una sopa, y esto, cualquiera que sea el tipo de residuo vegetal utilizado, incluidos los residuos constituidos por fibras largas.

El pre-recipiente 13 comprende por su parte, como se muestra en la figura 6, un recipiente cilíndrico 61 de un volumen dado, por ejemplo 4 m³, colocado en alto, abierto en su parte inferior por un conector 62 que tiene la forma de un cono cuya punta, dirigida hacia abajo, está equipada con una abertura controlable. Este recipiente está montado sobre un soporte 63 cuyos montantes 114 reposan sobre balanzas que permiten conocer el estado de llenado del pre-recipiente. Además, está provisto de un mezclador (no representado en la figura), colocado en la parte alta, que realiza una homogeneización de la mezcla entrante de manera que la materia prima tenga el aspecto y la consistencia deseados.

Esta mezcla está constituida por materia nueva, residuos vegetales secos suministrados principalmente por un dispositivo de alimentación 65, digestato tomado de los recipientes 11 y 12 y enviado al pre-recipiente 13 por la bomba de extracción 111 a través de una tubería 112 de diámetro apropiado, y eventualmente un aporte de lixiviado proporcionado por la explotación o agua, estando mezclados estos componentes en proporciones variables, definiéndose estas proporciones de modo que el contenido de materia seca de la mezcla que forma la materia prima introducida en el digestor tenga un valor determinado que favorezca la actividad de las arqueas responsables de la producción de biogás.

A este efecto, el pre-recipiente 13 comprende por tanto un orificio de entrada 66 para el digestato al que está conectado el extremo de la tubería 112 del dispositivo de recirculación y una entrada de agua 67, realizándose generalmente la alimentación de la materia nueva por la parte superior del recipiente, como se muestra en la figura 6. Igualmente comprende una salida principal 68 destinada a la alimentación del digestor. Además, también posee una salida secundaria, situada en la parte inferior del tronco del cono 62 que forma la parte baja del pre-recipiente en la que se depositan en gran parte los lodos y guijarros presentes en la mezcla durante su formación. Este dispositivo permite el almacenamiento en la parte baja del pre-recipiente de los guijarros y lodos densos durante el mezclamiento y su evacuación.

Cabe señalar que, desde un punto de vista funcional, las arenas y los lodos son capturados en gran parte en el pre-recipiente 13 a su llegada con la materia recién aportada, principalmente los residuos vegetales. La proporción de estos elementos que escapan a esta captura se introduce en el digestor 11 y en una menor proporción en el posdigestor 12, y se depositarán por decantación en el fondo del recipiente, después de pasar por el orificio situado en el fondo del recipiente para alcanzar el pre-recipiente 13 durante un ciclo de recirculación, donde parte de esta proporción de lodos y arena inicialmente introducida en el digestor 11 será a su vez atrapada. Esta recirculación se

5 repite periódicamente, por término medio más de una decena de veces por cada volumen de entrada, lo que permite la eliminación casi completa, a su término, de lodos y arenas. Sólo una pequeña proporción de materia no deseable, las partículas finas capaces de permanecer en suspensión en la materia prima o el digestato, es susceptible de escapar a su eliminación y, finalmente, salir del biorreactor con el digestato por la tubería 16 y la bomba de extracción 113 prevista para este fin. De este modo, el dispositivo de recirculación realiza de manera eficaz, sin necesidad de detener el funcionamiento de la instalación, la depuración del digestato contenido en los recipientes.

10 Desde un punto de vista dimensional, la altura del soporte 63 se define de modo que el pre-recipiente 13 esté colocado sobre el suelo a una altura tal que, teniendo en cuenta la altura del digestor, la materia prima que contiene pueda verterse en el digestor a través de la tubería 14 por la simple acción de la gravedad, determinándose el diámetro de la tubería 14 para este fin. Sin embargo, esta altura se define teniendo en cuenta la baja presión de la bomba de recirculación 111, de manera que esta última puede remontar el digestato y los lodos extraídos del digestor 11 o del posdigestor 12 hasta el pre-recipiente.

15 Igualmente, el diámetro de la tubería 112 y del orificio de entrada 66 se definen, en función de la densidad de la mezcla lodo + digestato, de modo que facilite la remontada de esta en el pre-recipiente 13 por la bomba de recirculación 111, situada a nivel del suelo.

La instalación según la invención, tal como se describe en el texto anterior, está diseñada para funcionar automáticamente con una intervención mínima de un operario.

20 Con este objeto, en un modo de realización preferido, la instalación comprende medios de mando y control cuya función consiste principalmente en asegurar una alimentación regular al pre-recipiente 13 de materia orgánica nueva, y una mezcla de agua, materia seca y digestato que presenta proporciones dadas que permitan mantener una presión dada de biogás y mantener un caudal constante de biogás liberado.

25 Se debe señalar que la calidad de regulación de la proporción de materia seca tanto en la entrada del digestor como en el digestor y el posdigestor es un punto importante, que influye en el funcionamiento de un biorreactor. En efecto, si esta proporción es demasiado baja, la producción de gas será insuficiente y el reactor no proporcionará el volumen de gas esperado. Por el contrario, una proporción demasiado alta puede engendrar diversos problemas que pueden ir desde la dificultad de mantener una mezcla homogénea hasta una disminución del rendimiento, o incluso, en el extremo, al bloqueo de la biorreacción.

Sabiendo que esta regulación es muy importante, generalmente se implementan diversos medios de acción en las instalaciones de metanización.

30 La instalación según la invención dispone, a su vez, por la introducción de digestato en el pre-recipiente 13, de un medio que aumenta las posibilidades de regulación de la proporción de materia seca. Ventajosamente, la recirculación parcial del digestato se puede realizar a partir del digestato que sale del digestor 11 o bien del posdigestor 12. Por tanto, se puede elegir ventajosamente reenviar al pre-recipiente un digestato más o menos cargado de materia seca según el objetivo de regulación demandado.

35 Para llevar a cabo sus funciones, los medios de mando y de control comprenden diversos accionadores aptos para poner en acción, en los momentos apropiados, la bomba de recirculación 111 así como el mezclador contenido en el pre-recipiente, los diferentes mezcladores 31 alojados en el digestor 11 y el posdigestor 12 así como la válvula que permite dirigir bien el digestato que sale del digestor 11 o bien el digestato que sale del posdigestor 12 hasta la entrada de la bomba de recirculación 111 o la válvula que permite impedir el reflujo de digestato desde el posdigestor 12 hacia el digestor 11, en particular cuando el posdigestor se ha vaciado de parte de su contenido durante un ciclo de recirculación.

Estos medios de mando y control están asociados a un dispositivo de carga automática de materia seca en el pre-recipiente. Un ejemplo de dispositivo de carga automática 65 se muestra en las figuras 5 y 6.

45 Este dispositivo consta por ejemplo de una tolva 51 fija o móvil (sobre un remolque), en el que los diferentes componentes de la "ración diaria" del metanizador (biorreactor) se vierten por medio de un tractor convencional equipado con un cargador, o incluso un cargador telescópico. Para este fin, la tolva 51 presenta un volumen suficiente para contener esta ración diaria, típicamente un volumen de aproximadamente 20 m³. Además de su función de almacenamiento, esta tolva tiene igualmente como función realizar una primera homogeneización de la materia entrante (supresión de "montones"). Comprende en la parte inferior 2 tornillos sin fin, 52 y 53, cada uno accionado por un motorreductor 54 o 55, que se extienden sobre toda su longitud. Dependiendo de la forma de realización considerada, la tolva 51 puede funcionar de manera autónoma o, alternativamente, ser dirigida por medios de mando y control.

55 La instalación está provista, en la parte trasera, de una puerta 56 que se abre bajo el empuje de la materia, abriendo dicha puerta un dispositivo 57 de recogida y transporte de la materia seca vertida hacia el pre-recipiente 13. Este dispositivo 57 puede consistir en una cubeta en la que está alojado un tornillo sin fin 58 que sube la materia hasta una altura suficiente para que la entrada de la materia en el pre-recipiente 13 se realice por gravedad, como se

5 ilustra en la figura 6. Alternativamente, puede consistir en un canal en el fondo del cual está colocada una cinta transportadora que desempeña un papel análogo al del tornillo sin fin 58. El dispositivo 65, constituido por la tolva 51 y el dispositivo de recogida y transporte 57, permite alimentar regularmente el pre-recipiente 13, típicamente una vez por hora, limitando mientras el digestor 11 el número de intervenciones realizadas por el encargado de esta parte de la instalación a una intervención de recarga de la tolva 51 al día. Además, puede ser dirigido fácilmente por los medios de mando y control. Por tanto, con la excepción de esta acción diaria de la recarga de la tolva 51, realizada por el encargado, el conjunto de la instalación puede ser configurado de manera que funcione automáticamente bajo el control de los medios de mando y control.

10 Se debe señalar en la presente memoria que, en general, los medios de mando y control están constituidos, de manera convencional para la dirección de un proceso, por un conjunto de accionadores encargados de poner en funcionamiento los diferentes motores y válvulas de la instalación, y sensores encargados de determinar el estado de esta instalación, estando estos diferentes elementos al servicio de un robot. Este conjunto, de estructura convencional, cuya función es reemplazar la intervención humana no está representado, por motivos de simplicidad, en las figuras que acompañan la descripción. Sin embargo, no deja de formar parte de la instalación, en el caso en el
15 que esta última esté destinada a una explotación automática.

REIVINDICACIONES

1. – Instalación para la producción anaerobia de metano a partir de una mezcla de residuos orgánicos, agua pura o lixiviados, que comprende:
- 5 un recipiente de reacción primario (11) o digestor y un recipiente de reacción secundario (12) o posdigestor, configurados para producir metano por fermentación anaerobia de residuos orgánicos, así como un residuo orgánico o digestato,
- un conjunto de tuberías (17) que conectan los dos recipientes de reacción entre sí,
- una tubería (16) que conecta el posdigestor con una bomba de extracción (113),
- 10 un pre-recipiente (13), colocado en alto respecto al digestor y al posdigestor, en el que se prepara la mezcla que alimenta los recipientes de reacción (11, 12), estando conectado el pre-recipiente al digestor por medio de una tubería (14),
- una bomba de recirculación (111),
- un conjunto de tuberías (18, 19, 112) que conecta los dos recipientes (11, 12) con la bomba de recirculación y la bomba de recirculación (111) con el pre-recipiente (13);
- 15 caracterizada porque el digestor (11) y el posdigestor (12) que están constituidos cada uno por una envolvente flexible estanca, de material plástico, y configurados para ser colocados en el suelo, estando provistas las caras inferiores (29) de las envolventes que forman dichos digestores cada una en su centro de una abertura (28) conectada por medio de una tubería (18, 19) con la bomba de recirculación (111); estando determinados los diámetros de la abertura (28), de las tuberías (18, 19) y de la bomba de circulación (111), de manera que se facilite el vertido fuera del digestor (11) y del posdigestor (12) a la bomba de recirculación de la arena y de los lodos acumulados en el fondo de los recipientes (11, 12) y una parte del digestato producido durante su funcionamiento, y su transferencia hacia el pre-recipiente (13) por medio de una tubería (112), estando dispuestas las tuberías (18, 19) y la bomba de recirculación (111) frente a los recipientes (11, 12) de modo que las materias extraídas de estos últimos se viertan en la bomba de recirculación (111) y sean evacuadas al pre-recipiente (13) a través de la tubería (112) que conecta la bomba de recirculación con el pre-recipiente; estando configuradas la tubería (16) y la bomba de extracción (113) conectadas con el posdigestor (12) para permitir la extracción del digestato contenido en este último.
- 20
- 25
2. – Instalación según la reivindicación 1, caracterizada porque el digestor (11) y el posdigestor (12) están conectados entre sí por una tubería (17) configurada y dispuesta de manera que el paso del digestato del digestor (11) hacia el posdigestor (12) se produce según el principio de los vasos comunicantes, cuando el nivel de materia del posdigestor es más bajo que el del digestor.
- 30
3. – Instalación según una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizada porque el pre-recipiente (13) que está configurado para producir una mezcla compuesta de materia orgánica nueva, digestato, agua o lixiviado, comprende un mezclador que mezcla los productos entrantes que son introducidos de manera que formen una mezcla que tiene la forma de una pasta fluida.
- 35
4. – Instalación según la reivindicación 3, caracterizada porque estando colocado el pre-recipiente (13) en alto con relación al nivel del suelo, está definido el diámetro de la tubería (14), que conecta el pre-recipiente (13) con el digestor (11), de manera que la mezcla preparada en el pre-recipiente (13) pueda ser introducida en el digestor (11) por simple gravedad.
- 40
5. – Instalación según una de las reivindicaciones 3 o 4, caracterizada porque el pre-recipiente (13) que tiene forma cilíndrica, comprende un fondo (62) de forma sensiblemente troncocónica en el que los lodos mezclados con el digestato reintroducido por la bomba de recirculación (111) se depositan por decantación durante el mezclado de su contenido.
- 45
6. – Instalación según la reivindicación 5, caracterizada porque el fondo (62) del pre-recipiente (13) comprende un orificio obturado por una válvula por la que los lodos decantados son extraídos del pre-recipiente.
7. – Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada porque siendo el digestor (11) y el posdigestor (12) recipientes de poca altura, la bomba de recirculación (111) es una bomba de gran caudal y baja presión configurada para poder remontar la mezcla de lodos y digestato tomada del digestor (11) o del posdigestor (12) al pre-recipiente (13).
- 50
8. – Instalación según la reivindicación 7, caracterizada porque la bomba de recirculación (111) comprende un tornillo sin fin corto (42), cuyo diámetro D y el paso d, están definidos de manera que permitan un vertido libre, sin asentamiento, de la mezcla de lodos y digestato tomada del digestor (11) o del posdigestor (12).

9. – Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque comprende además medios (51-58) de aprovisionamiento automático del pre-recipiente (13) de materias orgánicas nuevas.
- 5 10. – Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque comprende medios de mando y de control configurados para mantener constante el volumen de biogás producido, actuando los medios de control sobre el contenido de materia seca del producto de mezcla introducido en el digestor, siendo regulado el contenido de materia seca actuando por una parte sobre el dispositivo de recirculación (111) de manera que se introduzca en cantidad más o menos importante bien digestato extraído del digestor (11) o bien digestato extraído del posdigestor (12), y por otra parte sobre la alimentación al pre-recipiente (13) de materia orgánica nueva.
- 10 11. – Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque comprende además medios para purificar el biogás producido por el biorreactor, estando constituidos estos medios por obstáculos de madera dispuestos en el interior de la tubería (15) que recoge el biogás producido por el digestor (11) y el posdigestor (12).

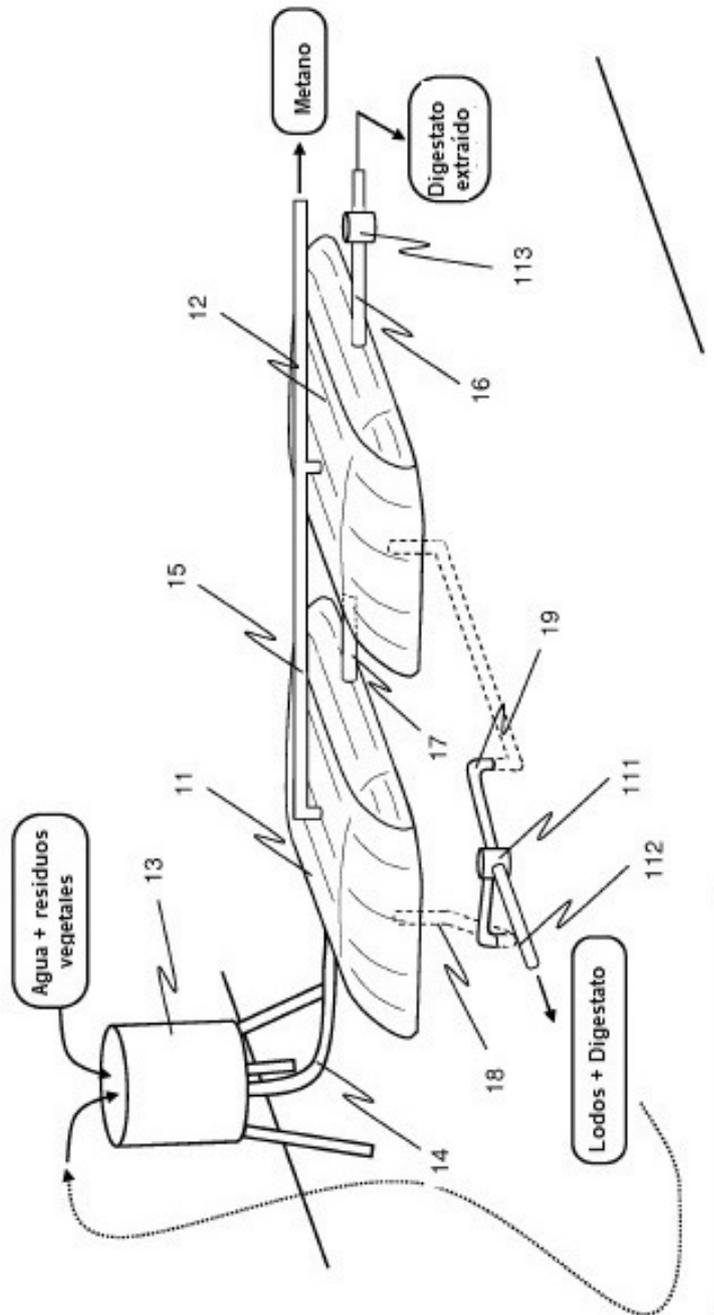


Fig. 1

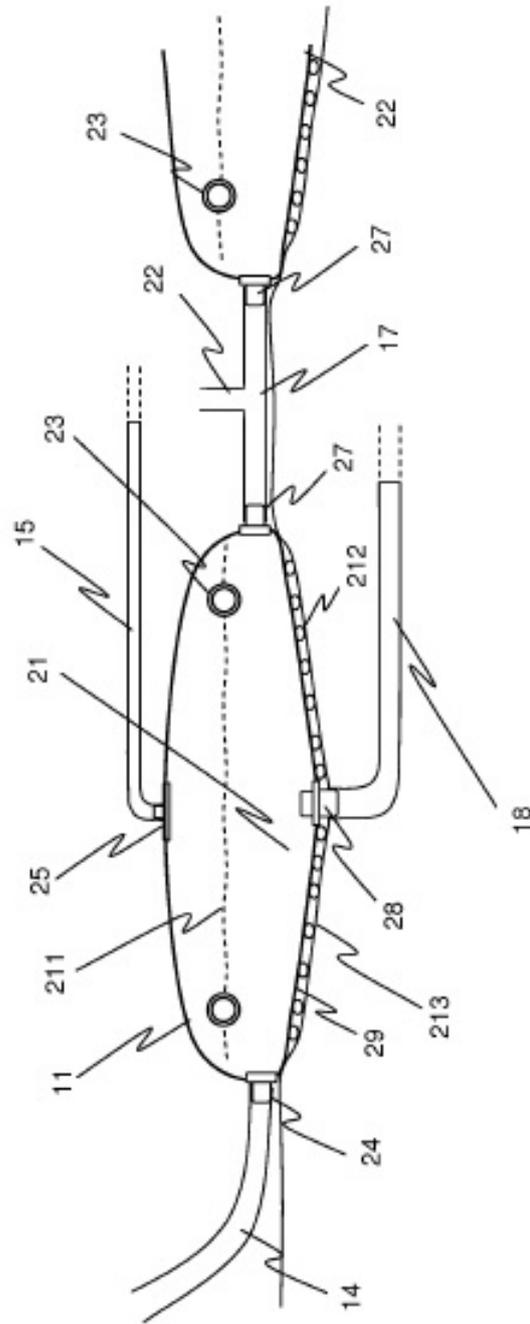


Fig. 2

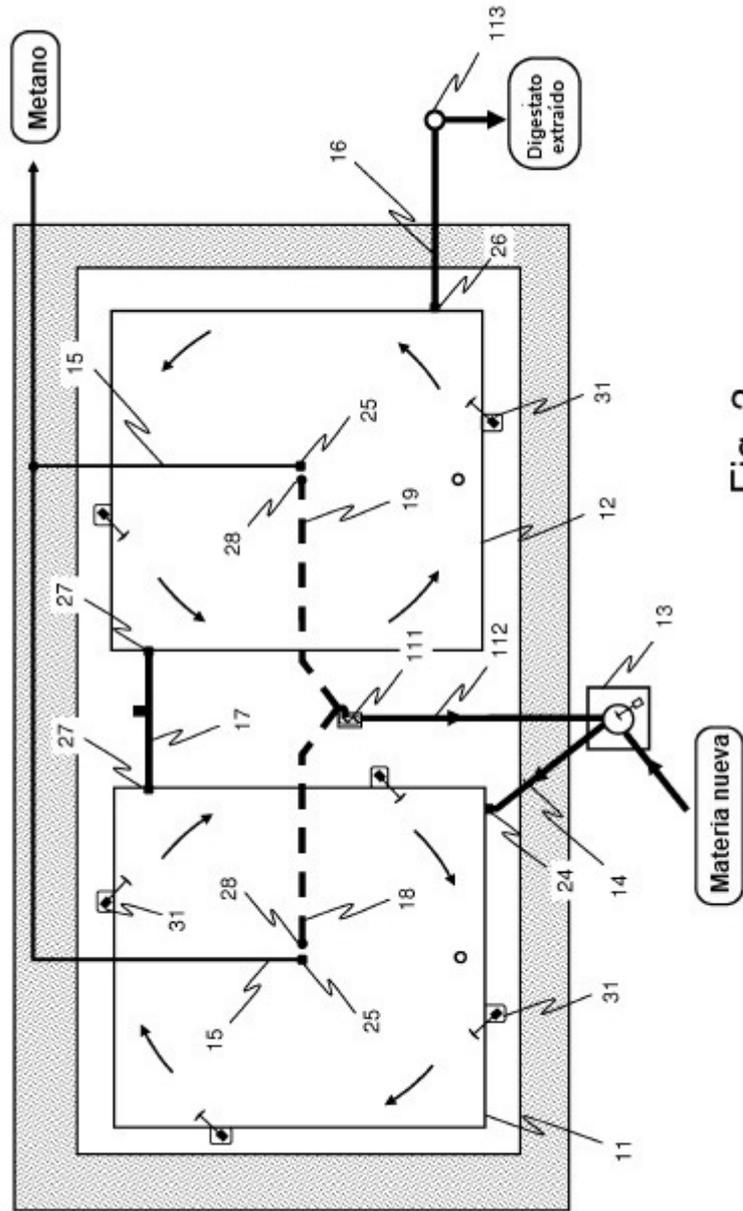


Fig. 3

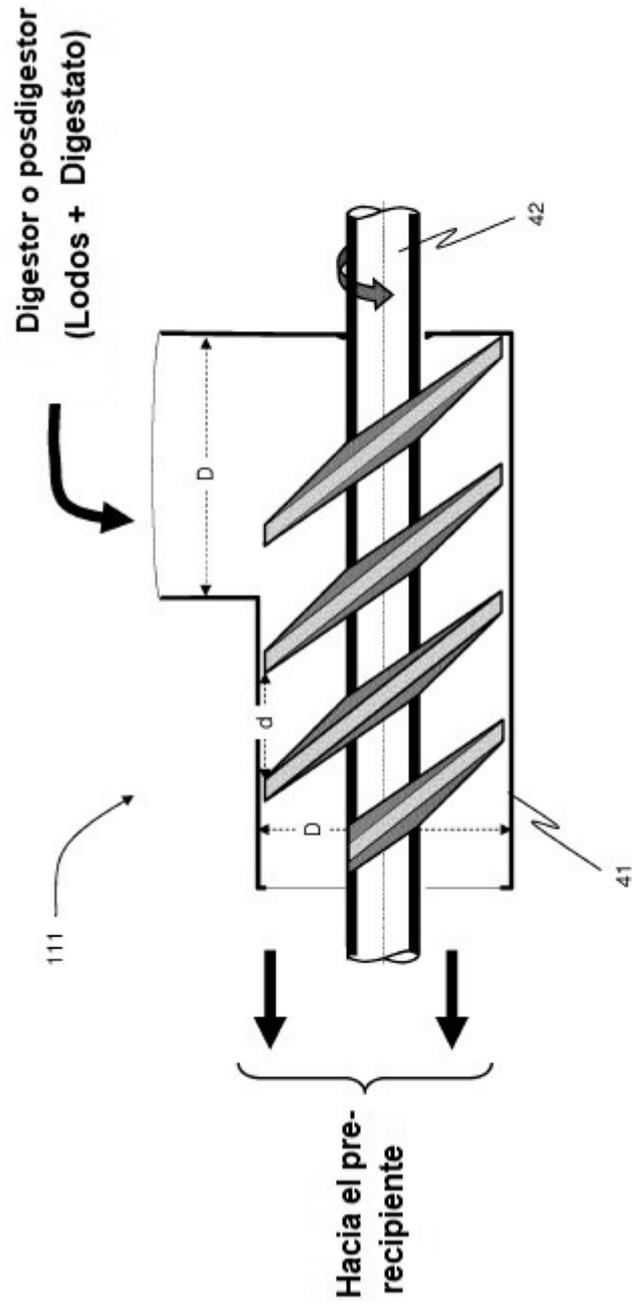


Fig. 4

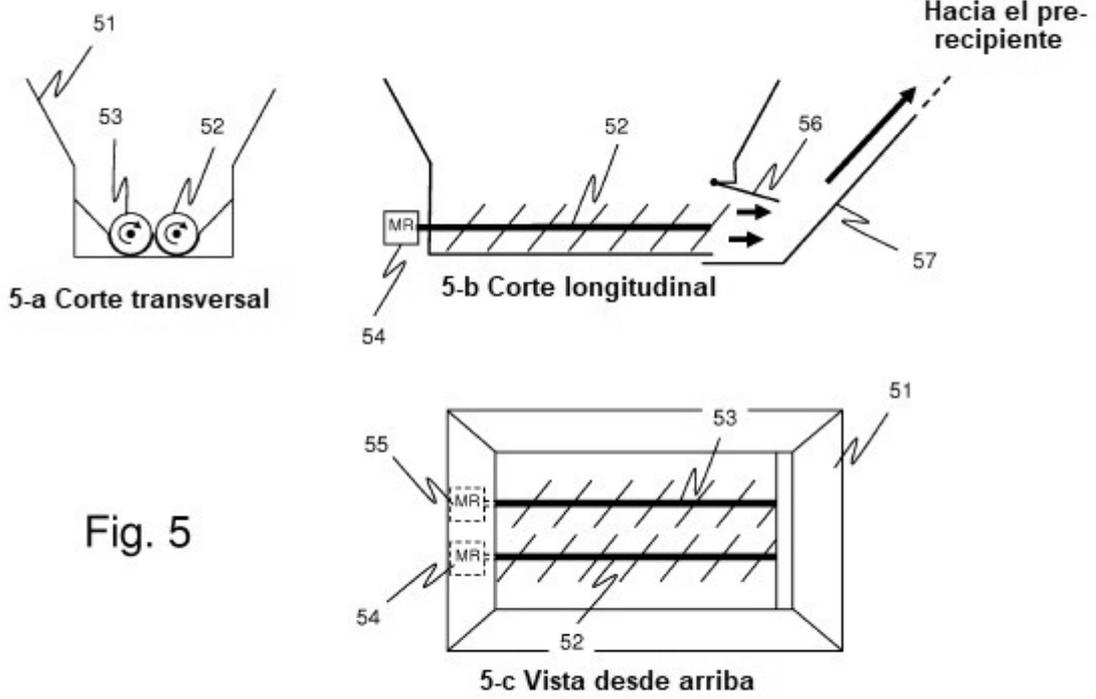


Fig. 5

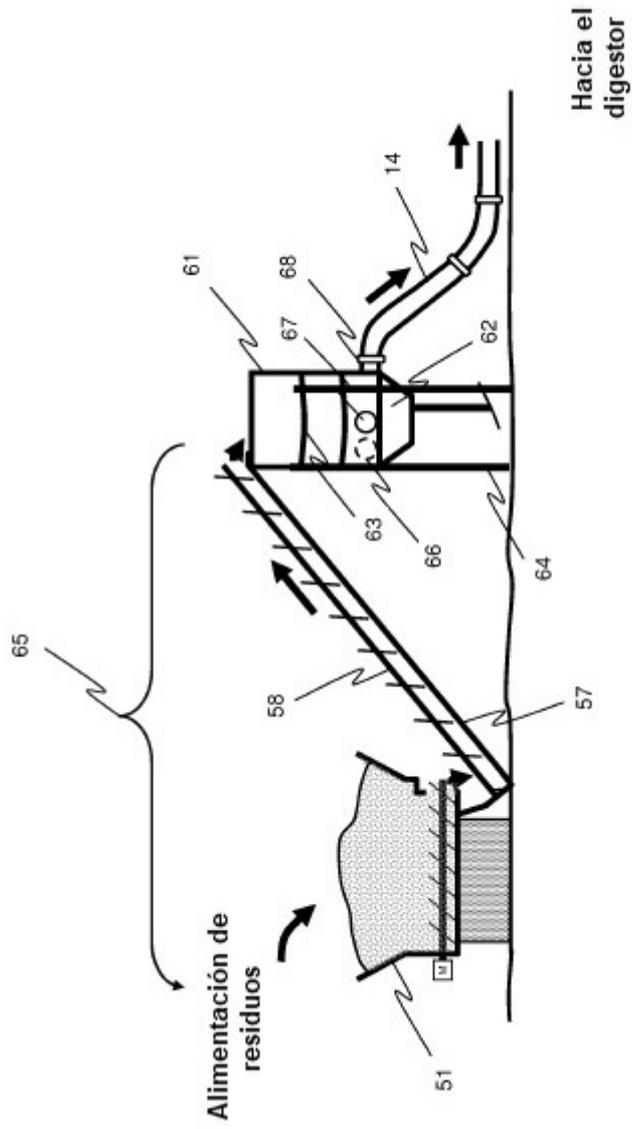


Fig. 6