

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 737 573**

21 Número de solicitud: 201830672

51 Int. Cl.:

C02F 1/24 (2006.01)

C02F 1/52 (2006.01)

C02F 9/02 (2006.01)

C02F 103/20 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

04.07.2018

43 Fecha de publicación de la solicitud:

14.01.2020

Fecha de concesión:

12.05.2020

45 Fecha de publicación de la concesión:

20.05.2020

73 Titular/es:

**ROTECNA, S.A. (100.0%)
Poligon Industrial - Nau 3
25310 AGRAMUNT (Lleida) ES**

72 Inventor/es:

ROMEU GUARDIA, Gener

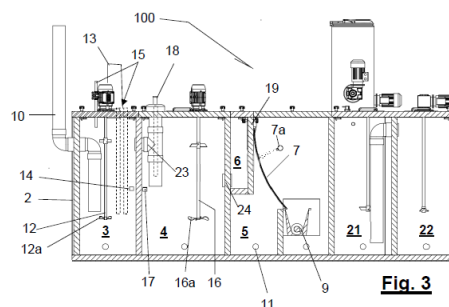
74 Agente/Representante:

SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro

54 Título: **Un reactor, un sistema y un procedimiento para el tratamiento de estiércol líquido o digestatos, especialmente apto para el tratamiento de purines**

57 Resumen:

Un procedimiento para el tratamiento de purines que comprende someter a una fracción líquida de los mismos a un proceso físico-químico en entorno esencialmente cerrado y secuencial, primero de coagulación, después de floculación y finalmente de filtraje tomando las medidas oportunas para que en todo momento las partes líquida y sólida separadas se mantenga en forma ácida. Un reactor especialmente apto para ello comprende un recipiente con al menos una primera cámara preparada para someter el medio a tratar a un proceso químico de coagulación bajo condiciones controladas del nivel de pH entre 5 y 6,5; una segunda cámara en comunicación con la primera cámara y preparada para someter un rebosante coagulado de la primera cámara a un proceso químico de floculación bajo condiciones controladas del nivel de pH por debajo de 6,8; y una tercera cámara en comunicación con la segunda cámara con un compartimiento para aquietar los flóculos con sólidos en suspensión y con un dispositivo tamiz en el que rebosa, para su separación, el contenido de dicho compartimiento para aquietar los flóculos.



ES 2 737 573 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015. Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

DESCRIPCIÓN

Un reactor, un sistema y un procedimiento para el tratamiento de estiércol líquido o digestatos, especialmente apto para el tratamiento de purines

5

Sector técnico de la invención

La invención pertenece al ámbito del tratamiento de estiércoles de granjas y afines, que presta especial atención a cómo acondicionar una fracción líquida de los mismos para su reaprovechamiento.

10

Antecedentes de la invención

Se denominan estiércoles líquidos (purines) al líquido formado por las orinas de los animales y lo que rezuma del estiércol. En las explotaciones ganaderas, por ejemplo, de ganado porcino, en la práctica los purines consisten en la mezcla de deyecciones sólidas y líquidas, es decir, de heces y orines, mezclados normalmente con el agua utilizada para la limpieza de los establos.

15

Los estiércoles líquidos han sido tradicionalmente empleados como elementos fertilizantes, reciclándose para convertirlos en un abono orgánico para las tierras cultivadas, con el consiguiente ahorro de abonos químicos y de costes.

20

Los purines presentan pHs básicos lo que favorece emisiones de amoníaco y otros gases GEI a la atmosfera, debido a que en estas condiciones de mezcla se producen reacciones ininterrumpidamente de descomposición de productos.

25

Cuando el amoníaco se disuelve en agua, una cantidad de la misma se convierte en iones de amonio. El equilibrio entre amoníaco e iones amonio se expresa de la siguiente manera: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

30

Es conocido que el grado en el cual el ion de amonio se convierte en amoníaco depende del pH de la disolución. Si el pH es bajo, más moléculas de amoníaco se convierten en iones de amonio (no evaporativo). Si el pH es alto, el ion hidróxido abstrae un protón del ion amonio generándose amoníaco (evaporativo).

35

Tomando ventaja de este principio se conocen en la actualidad diferentes propuestas de

- tratamiento de purines que, o bien favorecen la evaporación de amoníaco para su recuperación, es el caso de los procedimientos de extracción y de deshidratación térmica de la materia orgánica volátil y los compuestos nitrogenados amoniacales, o bien procuran que éste permanezca en forma de ion amonio, siendo el caso de por ejemplo los procedimientos biológicos de tipo nitrificación/desnitrificación que producen un lodo biológico que contiene la mayor parte de fosfatos. No obstante, la presencia de componentes sólidos en los purines y el necesario aporte de energía y espacio para la puesta en práctica de algunas de estas propuestas hacen que éstas no sean eficientes.
- 5
- 10 De entre los procedimientos que procuran evitar la evaporación de amoníaco se conoce por ejemplo el descrito en el documento de patente ES 2147975, que comprende someter a la fracción líquida de una etapa de separación sólido-líquido a un tratamiento físico-químico de coagulación que emplea agentes coagulantes en presencia de un ácido de forma que el tratamiento se realiza al valor de pH del medio de reacción óptimo. Este pH óptimo no viene
- 15 ejemplarizado, aunque se comenta que el empleo de ácido sulfúrico presenta las ventajas de modificar el equilibrio de las sales de amonio hacia el sulfato de amonio más estable química y térmicamente como el carbonato de amonio (o bicarbonato de amonio); y de que el elemento sulfato se valora agronómicamente en el sólido recuperado.
- 20 Opcionalmente, a este tratamiento de coagulación le puede seguir un tratamiento de floculación, en este caso sin control del valor de pH. Como agente coagulante se propone un agente coagulante mineral, que puede ser elegido entre el grupo formado por el cloruro ferroso, el cloruro férrico, el sulfato ferroso, el sulfato férrico, el clorosulfato férrico, los sulfatos de aluminio o los clorosulfatos de aluminio básico; o un agente orgánico, enumerándose como
- 25 candidato un polielectrolito neutro 0, de forma muy preferida, catiónico. Como agente floculante se menciona de preferencia al menos un polielectrolito aniónico.

En el documento ES 2147975 el tratamiento de coagulación y el de floculación se lleva a cabo en aparatos diferentes, de forma que después del tratamiento de coagulación en el aparato

30 coagulador el medio a tratar es conducido al aparato utilizado para la floculación. El floculante se inyecta en la corriente del medio en tratamiento entre los dos aparatos.

A continuación, en una etapa posterior realizada en otro aparato se procede a una operación de separación líquido/sólido llevada a cabo por un flotador o hidrociclón (cuando se tratan

35 excrementos de animales). La propuesta se ejemplifica, tratándose excrementos de cerdo

líquida, con un dispositivo flotador del que se obtiene un lodo separado con un 5,28% de extracto seco a 105°C.

5 Es de interés una solución capaz de extraer un lodo separado con un mayor valor de extracto seco.

Asimismo, para la puesta en práctica de la propuesta según ES 2147975 se requiere de una instalación compleja, equipada con grupos de bombeo, conexiones hidráulicas y de una extensión de espacio notable. Por ejemplo, se estima que para separar 2000 Kg/h en la etapa de separación con el dispositivo flotador, a razón de 6,6 Kg/m²h (Metcalf Eddy) se necesitaría 10 303m² de superficie y proporcionar condiciones idóneas de humedad.

Es también un objeto de la presente invención una solución más compacta y versátil, que pueda adaptarse a diferentes explotaciones ganaderas de forma rápida y segura y que 15 requiera de menor espacio que las soluciones conocidas.

La solución que se persigue no puede renunciar además a otros objetivos básicos, como son la supresión de olores, esencialmente causados por materias orgánicas volátiles y elementos ligados (tales como H₂S y NH₃); y la eliminación del fosfato de la fracción líquida recuperada. 20

Explicación de la invención

Para dar solución a los inconvenientes antes descritos, se da a conocer un reactor compacto para el tratamiento de estiércol líquido o digestatos, especialmente apto para el tratamiento de una parte líquida de purines, que comprende un recipiente cerrado con al menos tres 25 cámaras para someter el estiércol a tres etapas consecutivas de tratamiento, y en concreto

- una primera cámara con una entrada de recepción del estiércol líquido a tratar, preparada para someter al estiércol líquido a un proceso químico de coagulación bajo condiciones controladas del nivel de pH entre 5 y 6,5;

- una segunda cámara en comunicación con la primera cámara, preparada para someter un 30 rebosante coagulado de la primera cámara a un proceso químico de floculación bajo condiciones controladas del nivel de pH por debajo de 6,8; y

- una tercera cámara en comunicación con la segunda cámara y en la que está formado un compartimiento para aquietar los flóculos con sólidos en suspensión formados en la segunda cámara; y un dispositivo tamiz, preferentemente curvado, sobre el que rebosa para su 35 separación el contenido del compartimiento para aquietar los flóculos, comprendiendo

además la tercera cámara una salida para la fracción líquida (Lr) recuperada que atraviesa el dispositivo tamiz y unos medios recolectores de la fracción sólida (Sr) recuperada que resbala por el dispositivo tamiz con conexión con el exterior del recipiente.

- 5 El reactor ofrece así una solución compacta que requiere menos espacio que las instalaciones convencionales a la par que es más versátil.

Repárese que el reactor está adaptado para el control del pH del medio en tratamiento no sólo en la primera sino también en la segunda cámara, lo que permite evitar una dosificación de
10 floculante en exceso, como ocurre en los procedimientos conocidos que no implementan ningún control al respecto, como es el caso del procedimiento descrito en ES 2147975. En efecto, si después de la coagulación no hay control de pH, la tendencia natural del floculante es subir un poco el pH pudiendo entonces superar el valor de PH 7 lo que favorece, de forma no deseada, la generación de amoníaco evaporativo. Controlar bien el pH también en la
15 segunda cámara permite ajustar la dosis necesaria de floculante y saber con seguridad el pH del medio a la salida, tanto de la parte sólida como de la parte líquida.

La disposición en cámaras, conectadas hidráulicamente, y el paso por rebose natural entre la primera y la segunda cámara evita someter el medio a sobrepresiones que pueden perjudicar
20 la estabilidad de los flóculos, como ocurre al disponer de aparatos diferentes para someter el medio a un tratamiento de coagulación y a un tratamiento de floculación, que implica el uso de grupos de bombeo para el trasiego del medio entre los distintos aparatos.

En una variante de la invención la primera cámara está equipada con al menos unos primeros
25 medios agitadores; una salida superior, destinada a permitir la evacuación de gases; una primera sonda de pH; y unos primeros medios para la dosificación conjunta o separada de un coagulante, un acidificador y un antiespumante en la cantidad y proporciones requeridas para mantener el nivel de pH entre 5 y 6,5.

- 30 Preferiblemente, el coagulante comprende al menos uno de Polihidroxiclorosulfato de aluminio (PACS) o hidroxicloruro de aluminio (PACI).

En una variante de la invención, la segunda cámara está equipada con al menos unos
35 segundos medios agitadores; una segunda sonda de pH; y unos segundos medios para la dosificación de floculante en la cantidad y proporciones requeridas para mantener el nivel de

pH por debajo de 6,8.

Preferiblemente, el floculante es una mezcla sólida de floculante catiónico, de cationicidad media o alta y de alto peso molecular con una parte menor de un ácido orgánico.

5

Como se explica más adelante, los primeros y segundos medios para la dosificación de coagulante y floculante, respectivamente, así como del acidificador y el antiespumante pueden comprender bombas de dosificación en continuo o a intervalos, según mande una unidad de control asociada en función de los valores instantáneos de pH del medio medidos en dichas primera y segunda cámaras y el valor objetivo de pH para cada cámara.

10

De acuerdo con una forma de realización, la relación de volúmenes $V1$ de la primera cámara y $V2$ de la segunda cámara cumple la relación $V1 < V2$; y comprendiendo los primeros y segundos medios agitadores sendos primer y segundos agitadores de hélice o palas de eje vertical la relación de las velocidades de giro $R1$ del primer agitador de hélice o palas y $R2$ del segundo agitador de hélice o palas cumple la relación $R1 > R2$. En la práctica, la agitación en la primera cámara será más rápida que la de la segunda cámara.

15

En una variante de interés, que contribuye a compactar el reactor, la tercera cámara está equipada con un dispositivo rebosadero, de comunicación entre el compartimiento para aquietar los flóculos y el dispositivo tamiz, regulable en altura para poder controlar el nivel de la superficie libre del medio en tratamiento en la primera, segunda y tercera cámaras por efecto de vasos comunicantes.

20

Las superficies del recipiente en contacto con el estiércol líquido en tratamiento pueden ser de polipropileno.

25

Opcionalmente, el recipiente puede comprender dos cámaras anexas para preparar in situ el floculante a emplear en la segunda cámara.

30

Según otro aspecto de la invención se da a conocer una instalación para el tratamiento de purines, que comprende un separador de sólido-líquido para obtener una fracción sólida y una fracción líquida de los purines; y un reactor según la invención, cuya entrada de recepción está conectada al separador para la alimentación al reactor de la fracción líquida de los purines, estando opcionalmente dispuesto el separador encima del reactor.

35

Según otro aspecto de la invención se da a conocer un procedimiento para el tratamiento de purines que comprende las etapas de a) separar mecánicamente una fracción líquida (L) de una fracción sólida (S) de los purines, obteniéndose una fracción sólida (S) con un 15-30% de sequedad; y b) someter a la fracción líquida obtenida a un proceso físico-químico en entorno esencialmente cerrado y secuencial, primero de coagulación, después de floculación y finalmente de filtraje tomando las medidas oportunas para que en todo momento las partes líquida y sólida se mantengan en forma ácida para, entre otros factores, favorecer la presencia de ion amonio y evitar emisiones de amoníaco.

5
10

El reactor de la invención es especialmente apto para llevar a cabo la citada etapa b).

En una forma de interés, la etapa b) comprende las operaciones de b3) someter a la fracción líquida obtenida a un proceso químico de coagulación bajo agitación alegre y condiciones controladas del nivel de pH entre 5 y 6,5; b4) someter al coagulado resultante de la operación b3) a un proceso químico de floculación bajo agitación moderada y condiciones controladas del nivel de pH por debajo de 6,8; y b5) aquietar los flóculos con sólidos en suspensión obtenidos de la operación b4) y derramarlos por rebose a un dispositivo tamiz, preferentemente del tipo curvado, obteniéndose una fracción líquida (Lr) recuperada que atraviesa el dispositivo tamiz y una fracción sólida (Sr) recuperada que resbala por el dispositivo tamiz.

15
20

Preferentemente, la fracción sólida (Sr) recuperada en la operación b5) se mezcla con la fracción sólida (S) de los purines obtenida en la operación a), obteniéndose un sólido final susceptible de ser secado, destinado a compostaje o a ser empleado como fertilizante.

25

De acuerdo con una forma preferida del procedimiento, en la operación b3) se monitoriza el valor de pH de la materia o del medio en proceso de coagulación y se dosifica de forma conjunta o separada un coagulante, un acidificador y un antiespumante en la cantidad y proporciones requeridas para mantener el nivel de pH entre 5 y 6,5.

30

Asimismo, también de forma preferida en la operación b4) se monitoriza el valor de pH de la materia o el medio en proceso de floculación y se dosifica un floculante que es una mezcla sólida de floculante catiónico, de cationicidad media o alta y de alto peso molecular con una parte menor de un ácido orgánico.

35

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1, muestra esquemáticamente una instalación para la puesta en práctica del procedimiento según la invención;

- 5 Las Figs. 2 y 3, muestran el reactor compacto para el tratamiento físico-químico de la fracción líquida de los purines de la instalación de la Fig. 1, según una vista lateral y en sección según un plano de corte longitudinal, respectivamente.

Descripción detallada de la invención

- 10 La Fig. 1 muestra esquemáticamente una instalación que ejemplifica la invención. Las partes de la misma no están representadas a escala y el propósito del esquema es tan sólo facilitar al lector las explicaciones que siguen a continuación.

Dicho esto, la instalación de la Fig. 1 comprende una balsa 30 de purines 33 de granja, preferiblemente del tipo agitada, desde la cual y de forma convencional mediante un grupo de bombeo 31 se impulsan los purines a tratar hasta un separador 32 de sólido/líquido. Este separador 32 puede ser, por ejemplo, un separador TECNAPUR® modelo TP-01, con un caudal de tratamiento de 5m³/h.

20 El sólido obtenido (S), con un 25% de sequedad aproximadamente, puede utilizarse para tirarlo al campo, puede compostarse o puede ser empleado para otros usos, en el presente ejemplo previa mezcla con un sólido recuperado (Sr) obtenido en una etapa posterior, como se explica más adelante.

25 Las características de los purines a la entrada y a la salida de este separador 32 se muestran en la Tabla 1.

	Purín Bruto 100%	Fracción líquida		Fracción sólida	
	Kilos Entrada (Kg)	Kilos salida (Kg)	% Purín bruto	Kilos Entrada (Kg)	% Purín bruto
Masa total	4980	4108	82,5	872	17,5
Materia seca (Solidos Totales)	514	302	58,8	212	41,2
Nitrógeno amoniacal	22,3	17,2	76,9	5,2	23,1
Nitrógeno orgánico	9,3	7,9	85,1	1,4	14,9
Nitrógeno Total	31,6	25,0	79,3	6,5	20,7
Fósforo (P2O5)	23,6	18,5	78,3	5,1	21,7
Potasio (K2O)	23,9	18,5	77,3	5,4	22,7

Tabla 1: Ejemplo y caracterización de la etapa de separación de sólido-líquido con separador TECNAPUR modelo TP-01.

- 5 La fracción líquida (L) resultante (que comprende el 58,8% de materia seca del purín inicial) se conduce directamente y sin depósitos a un reactor 100 compacto, cuyos detalles se explicarán a continuación, y de esta fracción líquida (L) se obtendrá una fracción líquida recuperada (Lr) y la fracción sólida recuperada (Sr) antes mencionada.
- 10 En la instalación de ejemplo, en el reactor 100 se trataron las 4,108 toneladas de la fracción líquida (L) obtenida del separador 32, con un 7,36% de materia seca, a partir de la cual se obtuvieron 2,96 toneladas de fracción líquida recuperada (Lr) con un 1,7 % de materia seca (corresponde a sólidos disueltos) y 6,5 unidades de pH; y 1,23 toneladas de fracción sólida recuperada (Sr) con un 20,4 % de materia seca y con 6,5 unidades de pH.
- 15 Las características de la fracción líquida (L) a la entrada del reactor 100 y de las fracciones líquida y sólida recuperadas (Lr) y (Sr), respectivamente, a la salida de este reactor 100 se muestran en la Tabla 2.

	Purín líquido	Fracción líquida		Fracción sólida	
	Kilos Entrada (Kg)	Kilos salida (Kg)	% Purín bruto	Kilos Entrada (Kg)	% Purín bruto
Masa total	4108	2500	50,2	1608	32,3
Materia seca (Solidos Totales)	302	50	9,7	252,3	49,1
Nitrógeno amoniacal	17,2	6,4	28,7	10,8	48,2
Nitrógeno orgánico	7,9	0,8	8,4	7,1	76,8
Nitrógeno Total	25,0	7,2	22,7	17,9	56,6
Fosforo (P₂O₅)	18,5	0,3	1,7	18,2	76,8
Potasio (K₂O)	18,5	7,5	31,4	11,0	46,0

Tabla 2: Ejemplo y caracterización de la etapa en el reactor compacto.

En las condiciones de pH de salida, el amoníaco se encuentra en forma no evaporativa en un 99,99 % y se eliminan las emisiones a la atmosfera de los gases de efecto invernadero (GEI) CH₄, N₂O, CO₂, NO_x, los olores, así como se alcanza una reducción muy importante de nitrógeno y fósforo de la parte líquida.

Como se ha avanzado antes, en la instalación de ejemplo la fracción sólida recuperada (Sr) se mezcla con la fracción sólida (S) de la primera etapa de separación sólido/líquido. El balance final de los purines se resume en la Tabla 3.

	Eficacia de la SEPARACION (% Elementos en la fracción sólida.)	Eficacia de la SEPARACION (% Elementos en la fracción líquida.)	(% variación posible en función tipo purín y otros)
Masa total	49,8%	50,2%	(+/- 10)
Materia seca (Solidos Totales)	90,3%	9,7 %	(+5/-10)
Nitrógeno amoniacal	71,3%	28,7 %	(+10/- 15)
Nitrógeno orgánico	91,6%	8,4 %	(+5/- 10)
Nitrógeno Total	77,3%	22,7 %	(+10/- 15)
Fosforo (P₂O₅)	98,5%	1,5 %	(+/- 1)
Potasio (K₂O)	68,6%	31,4 %	(+/- 10)

Tabla 3: Resultado global final del tratamiento.

La contribución del reactor 100 para alcanzar este balance es significativo. En el reactor 100, la fracción líquida (L) obtenida en el separador 32 sólido/líquido se somete a un proceso físico-químico en entorno esencialmente cerrado y secuencial, primero de coagulación, después de floculación y finalmente de filtraje tomando las medidas oportunas para que en todo momento las partes líquida y sólida se mantengan en forma ácida para, entre otros factores, favorecer la presencia de ion amonio y evitar emisiones de amoníaco.

Este reactor 100, ilustrado en las Figs. 2 y 3, comprende un recipiente 2 construido con materiales resistentes a las reacciones químicas que se producen en su interior. En el ejemplo, el reactor 100 es de polipropileno de doble pared y acero inox AISI 316.

Es característico del reactor 100 que el recipiente 2 tiene unas divisiones internas, eso es está compartimentado, determinándose tres cámaras para someter a la fracción líquida (L) que proviene del separador 32 sólido/líquido a las tres etapas consecutivas de tratamiento. Estas tres cámaras son las que siguen:

- una primera cámara 3, que tiene con una entrada de recepción 10 de la fracción líquida (L) a tratar, y que está preparada para someterla a un proceso químico de coagulación bajo condiciones controladas del nivel de pH entre 5 y 6,5;

- una segunda cámara 4, en comunicación hidráulica con la primera cámara 3, preparada para someter un rebosante coagulado de la primera cámara 3 a un proceso químico de floculación bajo condiciones controladas del nivel de pH por debajo de 6,8; y

- una tercera cámara 5, en comunicación hidráulica con la segunda cámara 4 y en la que está formado un compartimiento interior para aquietar los flóculos con sólidos en suspensión que salen de la segunda cámara 4; y que está equipada con un dispositivo tamiz 7, en el ejemplo del tipo preferentemente curvado, en el que rebosa el contenido del compartimiento para aquietar los flóculos, comprendiendo además la tercera cámara 5 una salida 11 para la fracción líquida (Lr) recuperada 8 que atraviesa el dispositivo tamiz 7 y unos medios recolectores 9 de la fracción sólida (Sr) recuperada que resbala por el dispositivo tamiz 7 en conexión con el exterior del recipiente 2. El dispositivo tamiz 7, que puede ser de varilla triangular, dispone de un sistema de limpieza automática, no representado, y conduce los flóculos sin destruirse

hasta los citados medios recolectores 9 que pueden comprender un transportador de tornillo o sinfín.

El procedimiento que se lleva a cabo en la instalación es el que sigue:

5

Mediante el separador 32 sólido/líquido se obtiene la fracción líquida (L) del purín a tratar. Dicho separador 32 está dispuesto superpuesto al reactor 100, pudiendo alimentar por gravedad dicha fracción líquida (L) al reactor 100, penetrando en la primera cámara 3 a través de la entrada de recepción 10, cuya embocadura de descarga está sumergida en el medio en

10

Esta primera cámara 3 está equipada con unos primeros medios agitadores 12 con un juego de palas 12a y con unos primeros medios para la dosificación 15 conjunta o separada de un coagulante, un acidificador y un antiespumante en la cantidad y proporciones requeridas para

15

mantener el nivel de pH del medio entre 5 y 6,5. Aunque en esencia el recipiente 2 es un recipiente cerrado y el medio en tratamiento no está en contacto con la atmósfera la primera cámara 3 tiene una salida superior 13 destinada a permitir la evacuación de gases.

La disposición de estos primeros medios para la dosificación 15 es esquemática en la Fig. 3.

20

La dosificación por medio de conducciones o inyectores separados es de interés, así como poder ubicar el punto de suministro en una zona próxima a la embocadura de la entrada de recepción.

La primera cámara 3 tiene una primera sonda 14 de pH capaz de monitorizar el pH del medio en tratamiento, de forma continua o a intervalos. El valor del pH es enviado a una unidad de control, no representada, que procura la dosificación conjunta o separada del coagulante, el acidificador y el antiespumante en las cantidades y proporciones requeridas para mantener dicho nivel de pH entre 5 y 6,5. En la práctica, la unidad de control regulará el funcionamiento de sendas bombas de impulsión para estos productos.

30

En el ejemplo, el coagulante comprende al menos uno de Polihidroxiclorosulfato de aluminio (PACS) o hidroxicloruro de aluminio (PACI). Estos coagulantes tienen diferentes bases sólidas en las reacciones hidrolíticas respecto a los coagulantes convencionales y la práctica ha revelado de forma no predecible que los flóculos de PAC tienden a ser grupos de pequeñas

35

esferas y estructuras tipo cadena con tamaño menor a 25 mm, mientras que los flóculos

obtenidos con coagulantes convencionales, tipo sulfato de aluminio, son usualmente estructuras esponjosas y porosas con tamaño de 25 a 100 mm. Esta diferencia hace que los PAC produzcan una menor turbiedad en suspensión que el Sulfato de aluminio.

- 5 Ventajosamente, al ser los PAC más eficientes que el sulfato de aluminio dada su mayor capacidad de remoción de sólidos suspendidos, requiere de menos dosis: dependiendo del tipo de la naturaleza del purín, puede sustituir de 1.5 a 2.0 partes de sulfato de aluminio grado A y de 3.5 a 3.9 de sulfato de aluminio grado B.
- 10 Para el caso del hidroxiclورو de aluminio, $Al_2(OH)_5Cl \cdot 2.5H_2O$, ésta es una sal inorgánica de aluminio multinuclear (PAC) capaz de formar con mayor rapidez y perfección flóculos con mayor velocidad de sedimentación y poder clarificante, logrando remociones más altas de turbiedad respecto a otras sales de aluminio mononuclear como el sulfato de aluminio.
- 15 El hidroxiclورو de aluminio se presenta comercialmente como un líquido ligeramente viscoso de color ámbar claro, a veces opalescente y de sabor dulzaino astringente. Tiene la ventaja de su fácil manejo y dosificación sin dejar residuos insolubles indeseados, a diferencia de los coagulantes convencionales granulados que deben disolverse y en muchos casos dejan residuos que dañan los equipos dosificadores.
- 20 En definitiva y respecto a los coagulantes convencionales, el hidroxiclورو de aluminio mejora la velocidad de formación de flóculos; permite una mayor velocidad de sedimentación, protege a los equipos dosificadores; y requiere de menores tiempos de mezclado para coagular.
- 25 Además de lo anterior, el hidroxiclورو de aluminio tiende a acidificar rápidamente el medio en función de la dosis, lo que resulta en este procedimiento de interés al querer mantener el pH del medio en valores ácidos.

El acidificador puede seleccionarse ácido sulfúrico o clorhídrico.

- 30 Con todo, las condiciones en la cámara 3 son óptimas para producir una reacción exotérmica con procesos de ruptura debido a procesos de desestabilización, rotura molecular de complejos formándose pequeños coágulos, con eliminación inmediata de microorganismos y patógenos, precipitación y captación de fósforo y metales, reducción de olores, transformación
- 35 inmediata de amoniaco a amonio y reducción de emisiones de CH_4 , favoreciéndose la

formación de sulfato de amonio y la aglutinación de materia orgánica posterior.

La primera cámara 3 del reactor 100 está hidráulicamente conectada con la segunda cámara 4 mediante un caño 23 dispuesto en la parte superior de la primera cámara 3 pero preferiblemente a un nivel por debajo de la superficie libre del medio en la primera cámara 4.

El caño 23 está en el ejemplo acodado y desemboca en la segunda cámara 4 a un nivel intermedio. El caño 23 puede tener un ramal vertical que comunique con el exterior del recipiente 2.

La segunda cámara 4 está equipada con unos segundos medios agitadores 16 con un juego de palas 16a y con unos segundos medios para la dosificación 18 de floculante en la cantidad y proporciones requeridas para mantener el nivel de pH por debajo de 6,8. En el ejemplo, el suministro del floculante se realiza por dentro del ramal vertical del caño 23 ubicándose el punto de suministro al nivel o por debajo de la sección horizontal del caño 23.

La segunda cámara 4 tiene una segunda sonda 17 de pH capaz de monitorizar el pH del medio en tratamiento, de forma continua o a intervalos. El valor del pH es enviado a la unidad de control antes referida, o a otra unidad de control asociada, que procura la dosificación del floculante en la cantidad requerida para mantener dicho nivel de pH por debajo de 6,8. En la práctica, esta unidad de control regulará el funcionamiento de una bomba de impulsión para el producto floculante.

En el ejemplo, el floculante es una mezcla sólida de floculante catiónico, de cationicidad media o alta y de alto peso molecular con una parte menor de un ácido orgánico. La Tabla 4 caracteriza floculantes con estas características.

Aspecto	Densidad Aparente	Viscosidad al 0,3%	Cationicidad	Peso Molecular
Sólido granular blanco	~ 0,80 g/cm ³	250-350 cp	Alta	Muy Alto
Sólido granular blanco	~ 0,80 g/cm ³	300-450 cp	Media	Muy Alto

Tabla 4: Floculantes óptimos para la puesta en práctica de la invención.

Productos comerciales que reúnen estas características suelen incorporar entre un 2,5% de

ácido murámico, 2,5 % de ácido adipídico, o mezclas diferentes, de ácido acético, ácido cítrico. La invención contempla en consecuencia emplear en combinación con el floculante seleccionado menos de un 10% en proporción de un ácido, como un ácido orgánico búfer.

- 5 En el ejemplo, la capacidad de la primera cámara 3 es de 600 l y la capacidad de la segunda cámara 4 es de 800 l.

En el ejemplo, la agitación llevada a cabo en la primera cámara 3 es una agitación rápida y la agitación llevada a cabo en la segunda cámara 4 es una agitación lenta. En el reactor 100
10 puede regularse la velocidad de giro de las paletas 12a y 16a para gobernar la velocidad de giro a los valores óptimos. En el contexto de la presente invención se considera una agitación rápida la que se obtiene a regímenes de giro de entre 700 y 1500 rpm; y una agitación lenta la que se obtiene a regímenes de giro por debajo de 300 rpm.

- 15 Con todo, las condiciones en la segunda cámara 4 son óptimas para que se formen flóculos muy grandes y pesados que contienen todos los sólidos en suspensión.

Dicha segunda cámara 4 está en comunicación hidráulica con una tercera cámara 5 mediante un paso 24 dispuesto a un nivel intermedio que emboca a un compartimiento para aquietar 6
20 los flóculos formados en la tercera cámara 5 y equipada con un dispositivo rebosadero 19 por donde los flóculos se vierten sobre el dispositivo tamiz 7. El dispositivo rebosadero 19 es preferiblemente regulable en altura para poder controlar el nivel de la superficie libre del medio en tratamiento en la primera, segunda y tercera cámaras 3, 4 y 5 por efecto de vasos comunicantes.

25 El compartimiento para aquietar 6 los flóculos, o cámara de tranquilización, es de un volumen pequeño y no está agitada, contribuyendo a una mejor agrupación y compactación de los flóculos antes de la separación que se lleva a cabo en el dispositivo tamiz 7.

30 Los flóculos se vierten de forma natural y de forma continuada sobre el dispositivo tamiz 7 y se separa rodando el sólido hacia la parte inferior del dispositivo tamiz 7, lo que contribuye a que en el trayecto éste se seque sin destruirse. El sólido que alcanza la parte inferior del dispositivo tamiz constituirá la fracción sólida recuperada (Sr) que se retira de forma continuada por los medios recolectores 9 a razón de un máximo de 2000 kg/h.

35

La parte líquida que atraviesa el dispositivo tamiz 7 constituirá la fracción líquida recuperada (Lr) y está desprovista de sólidos suspendidos, presentando reducción de color a un tono claro naranja. Esta fracción líquida recuperada (Lr) se extrae de forma continuada del reactor 100 y puede ser sometida a ulteriores tratamientos y/o enviarse a una balsa.

5

El reactor 100 está preferentemente equipado con un sistema de limpieza automática 7a del dispositivo tamiz 7. Este sistema de limpieza automática 7a (ilustrado de forma esquemática en la Fig. 3) puede consistir en una serie de toberas adecuadas para lanzar chorros de líquido sobre el dispositivo tamiz 7.

10

En el presente ejemplo, el consumo energético asociado al grupo de bombeo 31, al separador 32 y al sistema físico-químico en el interior del reactor 100 es inferior a 5 KW/h para un caudal máximo de 15 m³/hora, lo que representa un notable ahorro energético en comparación con otros procedimientos conocidos, en especial respecto de aquellos que emplean la técnica de electrocoagulación o que emplean dispositivos centrifugadores.

15

El reactor 100 que ejemplifica la invención comprende una primera y una segunda cámaras añadidas 21 y 22, contiguas, para producir in situ y en continuo el floculante empleado en la etapa de floculación que se lleva a cabo en la segunda cámara 4.

20

La primera cámara añadida 21 incorpora encima una tolva receptora de unos 60 litros de capacidad, en la que se añade el floculante catiónico en formato polvo del tipo parametrizado en la Tabla 4.

25

Este floculante en polvo se dosifica con un visinfin calefactado accionado por un motorreductor con capacidad de regulación de velocidad, para controlar la cantidad de floculante en polvo que se desea suministrar a la primera cámara añadida 21

30

En la misma primera cámara añadida 21, en el ejemplo de unos 600 litros de capacidad, se suministra agua de la red, a razón controlada de 1200 litros/hora aproximadamente con un rotámetro y se mezcla con el floculante en polvo agitándose el medio por un agitador de palas que gira a un régimen de 200 rpm aproximadamente. Por vasos comunicantes el medio agitado pasa a la segunda cámara añadida 22 y es también sometido a una agitación, donde acaba de madurar la mezcla para poder ser dosificada a la segunda cámara 4.

35

Controlándose las cantidades de polvo y agua es posible conseguir la concentración óptima de floculante. En el ejemplo, concentraciones del 0,1% han resultado satisfactorias.

5 Como alternativa, se contempla también el uso de un caudalímetro contador de pulsos antes de la entrada del rotámetro para que sea posible dosificar un floculante en emulsión (mezcla líquida muy concentrada pero más costosa en términos económicos) en vez de polvo. En este caso, el contador de pulsos estaría conectado a una bomba de pulsos para dosificar de un contenedor o recipiente el floculante en emulsión a ser introducido en la primera cámara añadida 21.

10

REIVINDICACIONES

- 1.- Un reactor (100) para el tratamiento de estiércol líquido o digestatos, especialmente apto para el tratamiento de una parte líquida de purines, que comprende un recipiente (2) cerrado con al menos tres cámaras para someter el estiércol a tres etapas consecutivas de tratamiento, y en concreto
- una primera cámara (3) con una entrada de recepción (10) del estiércol líquido a tratar, preparada para someter al estiércol líquido a un proceso químico de coagulación bajo condiciones controladas del nivel de pH entre 5 y 6,5;
 - una segunda cámara (4) en comunicación con la primera cámara (3), preparada para someter un rebosante coagulado de la primera cámara a un proceso químico de floculación bajo condiciones controladas del nivel de pH por debajo de 6,8; y
 - una tercera cámara (5) en comunicación con la segunda cámara (4) y en la que está formado
 - un compartimiento para aquietar (6) los flóculos con sólidos en suspensión formados en la segunda cámara (4); y
 - un dispositivo tamiz (7), preferentemente curvado, sobre el que rebosa para su separación el contenido del compartimiento para aquietar (6) los flóculos, comprendiendo además la tercera cámara (5) una salida (11) para la fracción líquida (Lr) recuperada (8) que atraviesa el dispositivo tamiz (7) y unos medios recolectores (9) de la fracción sólida (Sr) recuperada que resbala por el dispositivo tamiz (7) con conexión con el exterior del recipiente (2).
- 2.- Un reactor (100) según la reivindicación 1, caracterizado porque la primera cámara (3) está equipada con al menos
- unos primeros medios agitadores (12);
 - una salida superior (13), destinada a permitir la evacuación de gases;
 - una primera sonda (14) de pH; y
 - unos primeros medios para la dosificación (15) conjunta o separada de un coagulante, un acidificador y un antiespumante en la cantidad y proporciones requeridas para mantener el nivel de pH entre 5 y 6,5.
- 3.- Un reactor (100) según la reivindicación anterior, caracterizado porque el coagulante comprende al menos uno de Polihidroxiclorosulfato de aluminio (PACS) o hidroxicloruro de aluminio (PACI).

- 4.- Un reactor (100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la segunda cámara (4) está equipada con al menos
- unos segundos medios agitadores (16);
 - una segunda sonda (17) de pH; y
- 5 - unos segundos medios para la dosificación (18) de floculante en la cantidad y proporciones requeridas para mantener el nivel de pH por debajo de 6,8.
- 5.- Un reactor (100) según la reivindicación anterior, caracterizado porque el floculante es una mezcla sólida de floculante catiónico, de cationicidad media o alta y de alto peso molecular
- 10 con una parte menor de un ácido orgánico.
- 6.- Un reactor (100) según las reivindicaciones 3 y 4, caracterizado porque la relación de volúmenes V_1 de la primera cámara (3) y V_2 de la segunda cámara 4 cumple la relación $V_1 < V_2$; y porque comprendiendo los primeros y segundos medios agitadores (12 y 16) sendos
- 15 primer y segundos agitadores de hélice o palas (12a, 16a) de eje vertical la relación de las velocidades de giro R_1 del primer agitador de hélice o palas (12a) y R_2 del segundo agitador de hélice o palas (16a) cumple la relación $R_1 > R_2$.
- 7.- Un reactor (100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado
- 20 porque la tercera cámara (5) está equipada con un dispositivo rebosadero (19), de comunicación entre el compartimiento para aquietar (6) los flóculos y el dispositivo tamiz (7), regulable en altura para poder controlar el nivel de la superficie libre del estiércol líquido en tratamiento en la primera, segunda y tercera cámaras (3, 4 y 5) por efecto de vasos comunicantes.
- 25
- 8.- Un reactor (100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las superficies del recipiente en contacto con el estiércol líquido en tratamiento son de polipropileno.
- 30
- 9.- Un reactor (100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el recipiente (2) comprende dos cámaras añadidas, anexas (21, 22), preparadas para preparar in situ el floculante dosificado a la segunda cámara (4).
- 10.- Una instalación para el tratamiento de purines, que comprende
- 35 - un separador (32) de sólido-líquido para obtener una fracción sólida y una fracción líquida

de los purines; y

- un reactor (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, cuya entrada de recepción (10) está conectada al separador (32) para la alimentación al reactor (100) de la fracción líquida de los purines,

5 estando dispuesto el separador encima del reactor (100).

11.- Un procedimiento para el tratamiento de purines que comprende las etapas de

a) separar mecánicamente una fracción líquida (L) de una fracción sólida (S) de los purines, obteniéndose una fracción sólida (Se) con un 15-30% de sequedad; y

10 b) someter a la fracción líquida (L) obtenida a un proceso físico-químico en entorno esencialmente cerrado y secuencial, primero de coagulación, después de floculación y finalmente de filtraje tomando las medidas oportunas para que en todo momento las partes líquida y sólida separadas se mantengan en forma ácida para, entre otros factores, favorecer la presencia de ion amonio y evitar emisiones de amoníaco.

15

12.- Un procedimiento según la reivindicación anterior, caracterizado porque la etapa b) comprende las operaciones de

b3) someter a la fracción líquida obtenida a un proceso químico de coagulación bajo agitación alegre y condiciones controladas del nivel de pH entre 5 y 6,5;

20 b4) someter al coagulado resultante de la operación b3) a un proceso químico de floculación bajo agitación moderada y condiciones controladas del nivel de pH por debajo de 6,8;

b5) aquietar los flóculos con sólidos en suspensión obtenidos de la operación b4) y derramarlos por rebose a un dispositivo tamiz (7), preferentemente del tipo curvado, obteniéndose una fracción líquida (Lr) recuperada (8) que atraviesa el dispositivo tamiz (7) y

25 una fracción sólida (Sr) recuperada que resbala por el dispositivo tamiz (7).

13.- Un procedimiento según la reivindicación anterior, caracterizado porque la fracción sólida (Sr) recuperada en la operación b5) se mezcla con la fracción sólida (S) de los purines obtenida en la operación a), obteniéndose un sólido final susceptible de ser secado, destinado

30 a compostaje o a ser empleado como fertilizante.

14.- Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, caracterizado porque en la operación b3) se monitoriza el valor de pH de la materia o el medio en proceso de coagulación y porque se dosifica de forma conjunta o separada un coagulante, un

35 acidificador y un antiespumante en la cantidad y proporciones requeridas para mantener el

nivel de pH entre 5 y 6,5.

5 15.- Un procedimiento según la reivindicación anterior, caracterizado porque el coagulante comprende al menos uno de Polihidroxiclorosulfato de aluminio (PACS) o hidroxicloruro de aluminio (PACl) y uno de ácido sulfúrico o ácido clorhídrico.

10 16.- Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15, caracterizado porque en la operación b4) se monitoriza el valor de pH de la materia o el medio en proceso de floculación y porque se dosifica un floculante que es una mezcla sólida de floculante catiónico, de cationicidad media o alta y de alto peso molecular con una parte menor de un ácido orgánico.

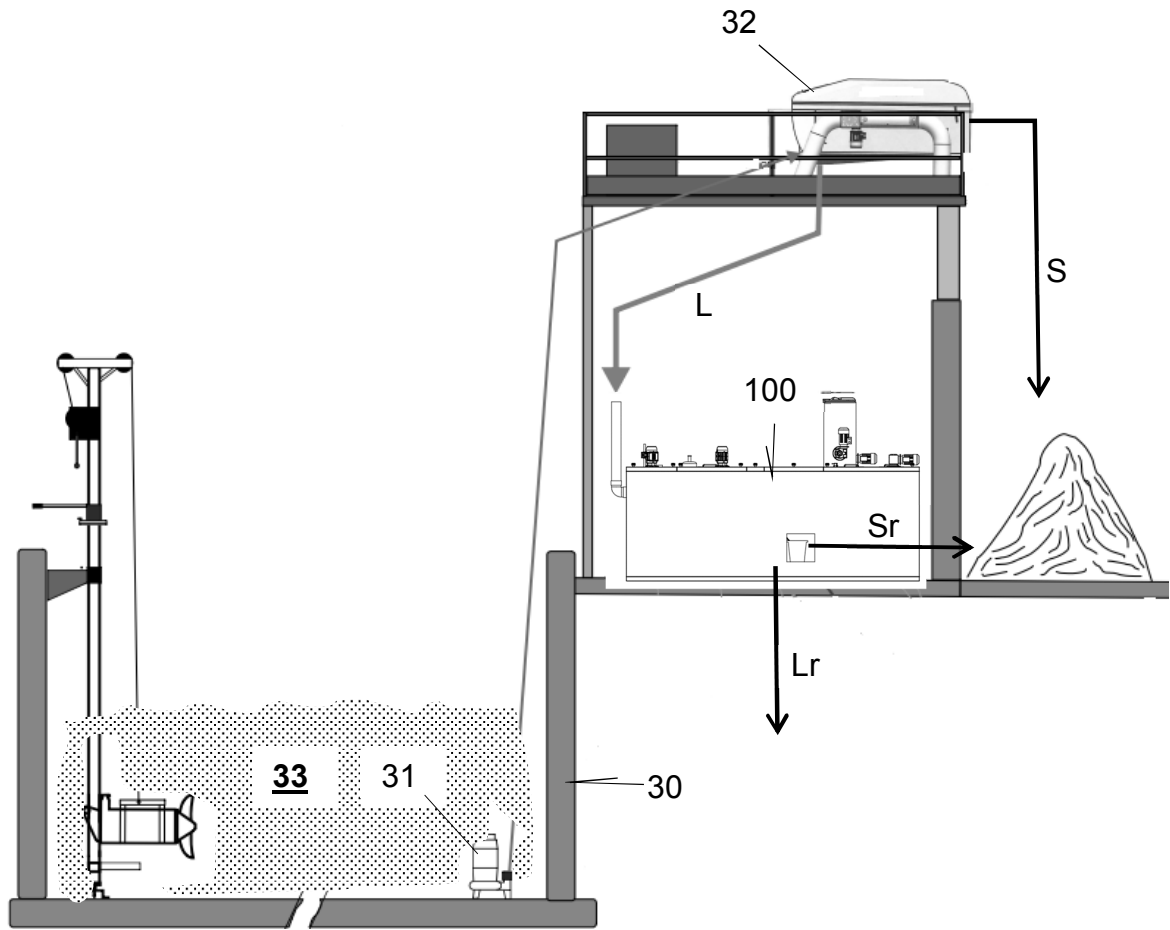


Fig. 1

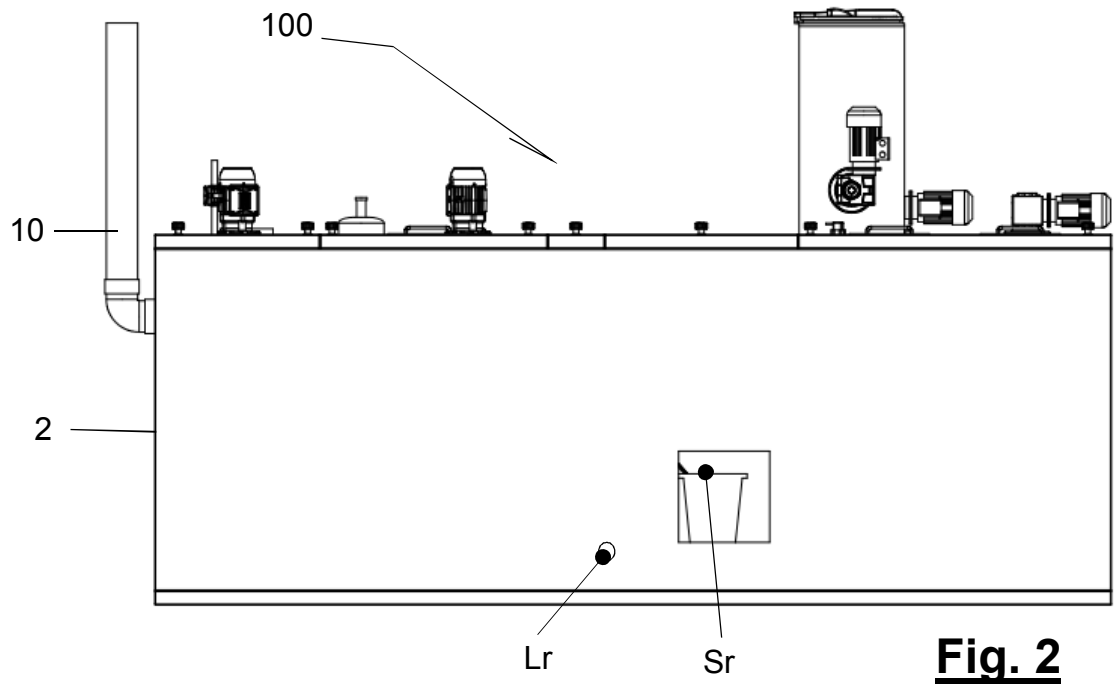


Fig. 2

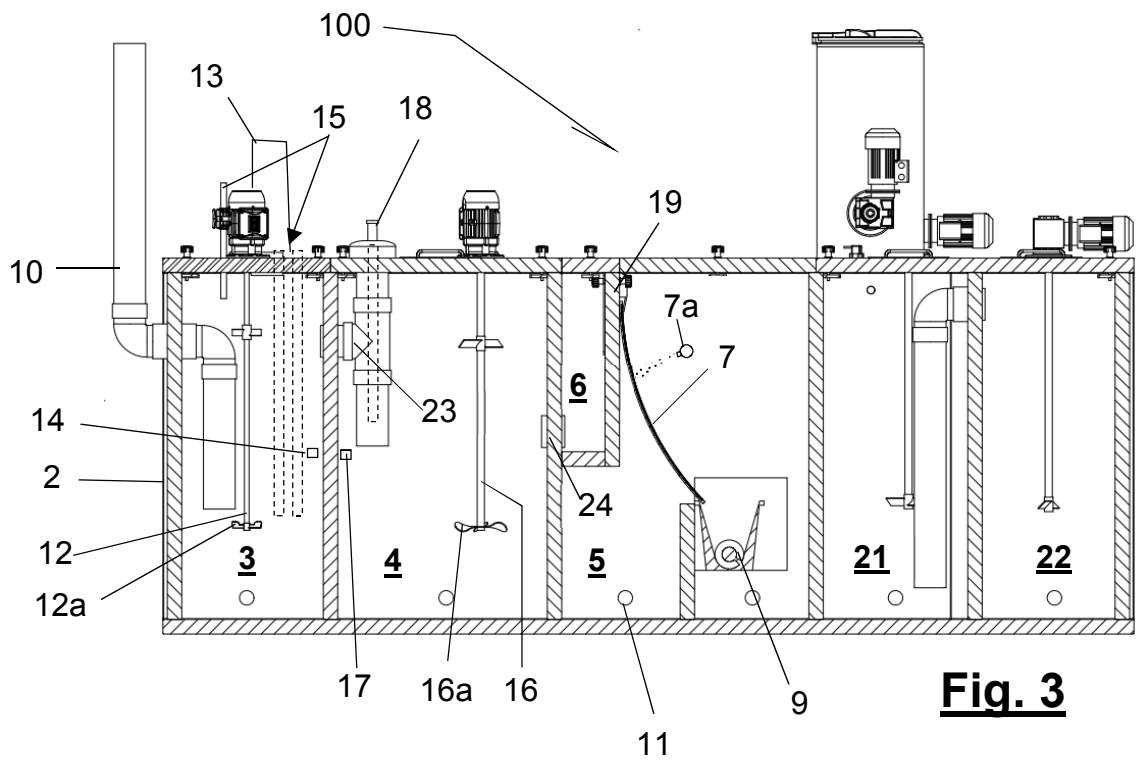


Fig. 3