

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 791 473**

51 Int. Cl.:

C13B 10/08 (2011.01)
C13B 10/02 (2011.01)
C13K 1/02 (2006.01)
C12P 7/10 (2006.01)
D21C 3/20 (2006.01)
D21C 3/22 (2006.01)
D21C 3/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.06.2009 PCT/EP2009/056806**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **21.01.2010 WO10006840**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.06.2009 E 09779622 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2020 EP 2294228**

54 Título: **Método para pretratar materia prima vegetal para la producción, a partir de recursos sacaríferos y lignocelulósicos, de bioetanol y/o de azúcar**

30 Prioridad:

23.06.2008 FR 0854121

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.11.2020

73 Titular/es:

**COMPAGNIE INDUSTRIELLE DE LA MATIERE
VEGETALE CIMV (100.0%)
134-142 Rue Danton
92300 Levallois Perret, FR**

72 Inventor/es:

**BENJELLOUN MLAYAH, BOUCHRA;
DELMAS, MICHEL;
LEVASSEUR, GÉRARD y
SCHOLASTIQUE, THIERRY**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 791 473 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

Método para pretratar materia prima vegetal para la producción, a partir de recursos sacaríferos y lignocelulósicos, de bioetanol y/o de azúcar

Campo técnico de la invención

5 La presente invención se refiere a la explotación de biomasa, y en particular al uso no dietético de productos agrícolas. La invención se refiere en particular a la producción de bioetanol a partir de materia vegetal.

La explotación de producciones de plantas agrícolas, de forma distinta a la de productos alimenticios que pueden ser consumidos prácticamente directamente por seres humanos o animales, requiere una gran cantidad de inversión industrial, en particular para la producción de instalaciones para convertir la materia prima vegetal.

10 Por lo tanto, con el fin de producir azúcar a partir de recursos sacaríferos, tales como la remolacha azucarera o la caña de azúcar, es necesario tener una refinería de azúcar, cuyo uso anual real, dependiendo de la materia prima vegetal usada, está en el intervalo de 2400 a 3600 horas/año.

Fuera de estos periodos de producción, que corresponden a periodos de producción agrícola de la materia prima vegetal en cuestión, las instalaciones no se usan.

15 Se han optimizado muchos métodos de producción, en particular con el fin de reducir los costes de producción y aumentar la explotación industrial, por ejemplo en el contexto de la producción de azúcar y alcohol a partir de caña de azúcar o remolacha.

20 Ya sea que implique el uso de caña de azúcar o de remolacha, la operación cuyo propósito es extraer de estas por difusión un jugo de azúcar (para la producción de azúcar y de bioetanol), requiere que se haga circular agua caliente a contracorriente de la materia vegetal.

Del mismo modo, durante la extracción del jugo de azúcar de la caña de azúcar, se inyecta una corriente de agua caliente con el fin de facilitar la extracción del jugo de azúcar.

25 Un ejemplo de esto se da en el documento FR-A-2.605.644, que propone mejoras para el principio de extracción por difusión de fragmentos de remolacha para que, al final de este pretratamiento, produzca un jugo de azúcar que se transporta a la fabricación de azúcar, sometiéndose después los fragmentos a una segunda extracción por difusión para producir así un jugo de azúcar destinado a la fermentación, para su posterior tratamiento en una destilería.

Sin embargo, dichos métodos optimizados no proporcionan ninguna solución al problema del bajo uso anual de las instalaciones de fabricación de azúcar y destilería.

30 Además, los procedimientos para la producción de un jugo de azúcar a partir de la caña de azúcar o la remolacha, que se acaban de mencionar, dan como resultado la producción de residuos que, en el caso de la remolacha, se denominan restos o pulpas, que son residuos fibrosos húmedos que salen de la fase de difusión y que normalmente contienen menos de 10% de sólidos, y cuyo secado puede en particular convertirlos en una posible fuente de alimento para el ganado, lo que constituye el uso principal de estos residuos.

35 El documento FR 2 885 371 se refiere a una instalación similar para el pretratamiento de materia lignocelulósica (hidrólisis para celulosa, hemicelulosa y lignina). Marina Os Dias et al: "Evaluation of Energy Demand During Bioethanol Production from Sugarcane and Sugarcane Bagasse-Computer Based Scenario Approach", 18TH EUROPEAN SYMPOSIUM ON COMPUTER AIDED PROCESS ENGINEERING, 2008, JUNIO 1 - 4; LYON, FRANCIA, ELSEVIER, EE.UU., páginas 1-6 describen una instalación para materia lignocelulósica (pretratamiento, hidrólisis para celulosa, hemicelulosa y lignina) y extracción de azúcar (de caña de azúcar a bagazo). Los procedimientos comparten la infraestructura (tal como unidades de fermentación y destilación) y los costes de los equipos disminuyen.

40 En el caso de la producción de un jugo de azúcar a partir de la caña de azúcar, el residuo, llamado bagazo, es un residuo fibroso que, en este momento, es usado como combustible por la propia empresa productora de azúcar, o en centrales eléctricas, en las que el bagazo constituye la materia prima para ser quemada (central eléctrica de combustión de bagazo/combustión de carbón). Dicho uso como materia prima en una central eléctrica significa, dadas las campañas estacionales de cosecha de caña de azúcar, que debe haber medios considerables para almacenar el bagazo.

45 Los autores de la presente solicitud, además, han diseñado y desarrollado un método para pretratar una materia prima vegetal lignocelulósica para obtener una materia pretratada que se puede hidrolizar y fermentar para la producción de bioetanol.

50 Este método permite, en condiciones particularmente económicas y eficientes, producir bioetanol de forma industrial a partir de recursos lignocelulósicos constituidos, por ejemplo, por plantas enteras o partes de estas plantas (tallos, cortezas, etc.) o coproductos de procedimientos industriales cuyo propósito es la producción (trigo, arroz, paja de cebada, bagazo de caña de azúcar, bagazo de sorgo dulce, etc.).

Este método de pretratamiento se describe y representa en la solicitud de patente francesa N° 08 50458 presentada el 25 de enero de 2008.

5 En el contexto de sus estudios de investigación y desarrollo, los autores de la invención han podido observar que, en este momento, no existe ninguna solución que permita reducir la inversión industrial general para la producción de azúcar y de bioetanol a partir de los dos categorías principales de materia prima vegetal que constituyen los recursos sacaríferos y los recursos lignocelulósicos.

Resumen de la invención

Con este objetivo, la invención propone un método para pretratar la materia prima vegetal con el fin de producir bioetanol y azúcar, que comprende las etapas que consisten en:

- 10 - proporcionar una cámara común para pretratar la materia vegetal, que comprende:
- al menos una entrada corriente abajo para introducir materia vegetal que se va a pretratar en la cámara de pretratamiento común;
 - al menos una salida corriente abajo para descargar la materia vegetal pretratada de la cámara de pretratamiento común;
- 15 - medios para hacer circular la materia vegetal de corriente arriba a corriente abajo;
- medios para poner la materia vegetal en contacto con un líquido de pretratamiento que circula en general de corriente abajo a corriente arriba, en la dirección opuesta a la dirección de circulación de la materia vegetal dentro de dicha cámara de pretratamiento común;
 - y medios para recuperar, por una parte, la fase sólida y, por otra parte, la fase líquida que contiene en particular al menos una parte del líquido de pretratamiento;
- 20 - durante un periodo, introducir en la cámara de pretratamiento común un materia prima vegetal lignocelulósica que se va a tratar (por ejemplo, paja), cuyo pretratamiento está dirigido a separar la celulosa, las hemicelulosas y las ligninas contenidas en esta materia prima vegetal lignocelulósica para así obtener un materia vegetal pretratada que se puede hidrolizar y fermentar para la producción de bioetanol;
- 25 - durante otro periodo, introducir en la cámara de pretratamiento común, un materia prima vegetal sacarífera que se va a pretratar (por ejemplo, caña de azúcar o remolacha), cuyo pretratamiento está dirigido a extraer de la misma, por difusión, un jugo de azúcar para la producción de azúcar y de bioetanol.

30 En virtud del método según la invención, así es posible, por medio de la misma instalación industrial, y en función de la disponibilidad estacional de una categoría u otra de materia prima vegetal, es decir, de recursos sacaríferos o de recursos lignocelulósicos, usar la instalación correspondiente a tiempo completo, o prácticamente a tiempo completo, es decir, aproximadamente 8000 horas/año.

Según otras características de la invención:

- durante dicho un periodo, el líquido de pretratamiento es una mezcla que contiene ácido fórmico y agua a una temperatura de entre 95°C y 110°C;
- 35 - durante dicho otro periodo, el líquido de pretratamiento es agua a una temperatura superior a 70°C;
- dicha etapa de pretratamiento se lleva a cabo a presión atmosférica, o a una presión ligeramente reducida;
 - durante dicho un periodo, la materia vegetal que se va a pretratar es una parte de la fase sólida recuperada al final de dicho otro periodo.

Breve descripción de la figura

- 40 Otras características y ventajas de la invención surgirán al leer la descripción detallada que sigue y, para su comprensión se hará referencia al dibujo adjunto en el que:
- la figura es una representación esquemática de una realización de ejemplo de una instalación de pretratamiento de acuerdo con las enseñanzas de la invención, y dada a modo de ejemplo no limitante.

Descripción detallada de la figura

- 45 En la siguiente descripción, todos los elementos y componentes idénticos, similares o análogos se indicarán con las mismas referencias.

Los términos "longitudinal", "vertical" y "transversal" se usarán con referencia al triedro L, V, T indicado en la figura.

ES 2 791 473 T3

La orientación corriente arriba-corriente abajo también se usará para la circulación longitudinal de la materia vegetal dentro de la cámara común, de derecha a izquierda, teniendo en cuenta la figura, a lo largo del eje L.

5 La instalación 10 ilustrada de forma esquemática en la figura 1 comprende una cámara de pretratamiento 12 que tiene la forma general de una cámara paralelepípeda en ángulo recto que está orientada longitudinalmente y sustancialmente horizontal, por ejemplo, con una ligera pendiente de corriente abajo a corriente arriba como se ilustra en la figura 1.

La cámara de pretratamiento 12 está sellada para así evitar cualquier disipación de vapor de ácido a la atmósfera, cuando se usan ácidos en el contexto del método según la invención.

10 La cámara comprende una entrada corriente arriba 14 para alimentar la materia prima y una salida corriente abajo 16 para expulsar o descargar la materia prima pretratada de la cámara 12.

La presión dentro de la cámara de pretratamiento 12 es presión atmosférica.

Dentro de la cámara 12 hay un transportador motorizado 18, cuya cinta 20, en la parte superior, se mueve de corriente arriba a corriente abajo, de derecha a izquierda, y recibe, en la zona de su extremo corriente arriba, la materia prima vegetal MP que se va a pretratar, entrando en la cámara de pretratamiento 12 por la entrada 14.

15 Por lo tanto, la cinta 20 del transportador 18 permite hacer circular la materia prima de corriente arriba a corriente abajo dentro de la cámara 12, a una velocidad constante o a una velocidad controlada por medios de accionamiento y control, y también por medios, no representados, para controlar la velocidad a la cual se mueve la materia prima MP.

La cinta 20 se extiende en un ancho transversal dado y está constituida, por ejemplo, por una lámina corrugada hecha de materiales resistentes a mezclas de ácidos.

20 La materia prima MP se distribuye preferiblemente de la manera más uniforme posible, por medios no representados, por todo el ancho de la cinta 20 del transportador 18.

La cinta 20 está dispuesta en la cámara de pretratamiento 12 de tal manera que un líquido que llega a la cara superior de la cinta superior 20 puede fluir, por ejemplo lateralmente, a cada lado de los bordes longitudinales de la cinta, y/o, a modo de variante, por la cinta 20, que después se perfora para este propósito.

25 La instalación 10 comprende una tolva 24 para alimentar la cámara de pretratamiento 12 con materia prima MP.

La tolva 24 en la presente memoria está conectada a la entrada 14 por un tornillo 26 para empujar la materia prima a una tubería 28 conectada a la entrada 14.

30 Como se ilustra en la figura 1, la tolva 24 puede estar conectada a través de la tubería 30, a un depósito 32 que contiene una mezcla de ácidos orgánicos con el fin, dependiendo de la categoría de la materia prima vegetal que se va a tratar, de llevar a cabo en la tolva 24 un primer pretratamiento de la materia prima MP por impregnación previa de la materia prima. El caudal para alimentar la tolva 24 con una mezcla de ácidos de impregnación previa se puede controlar mediante una válvula solenoide 34.

35 Cuando la materia prima MP sale de la cinta superior 20 del transportador 18, cae por gravedad en la salida 16 y es expulsada por una tubería de expulsión 36, constituyendo esta parte, que se recupera al final del pretratamiento, la fase sólida en el sentido de la invención.

Además de la cámara de pretratamiento 12 y los medios para alimentar dicha cámara con materia prima MP, la instalación 10 comprende, aquí sucesivamente de corriente arriba a corriente abajo, una serie de n estaciones de pretratamiento PT_i, con i entre 1 y n.

En el ejemplo ilustrado en la figura 1, el número de estaciones de pretratamiento es igual a siete.

40 Por lo tanto, la primera estación de pretratamiento corriente arriba es la estación PT₁, mientras que la última estación corriente abajo es la estación PT₇.

Todos los componentes de una estación PT_i se indicarán con las mismas referencias con el sufijo "i".

La función de cada estación de pretratamiento PT_i es poner temporalmente juntos o poner en contacto la materia prima MP y un líquido de pretratamiento.

45 A partir de la figura, las diversas estaciones de pretratamiento consecutivas están definidas por líneas verticales mixtas.

Cada estación de pretratamiento PT_i comprende, dispuestos verticalmente por encima de la cinta superior 20 que transporta la materia prima MP, medios para rociar la materia prima con líquido de pretratamiento, por gravedad.

A modo de ejemplo no limitante, los medios para rociar la materia prima MP, en cada estación, aquí están constituidos

por una cubeta Gi que, en la figura, se ilustra en la posición de reposo y cargada y que es capaz de inclinarse sobre su eje horizontal inferior para así verter su contenido verticalmente, y sustancialmente sobre todo el ancho transversal de la cinta 20, sobre la materia prima MP situada en la cinta superior 20 sustancialmente perpendicular a la cubeta Gi.

5 A modo de una variante, que no está representada, los medios para rociar la materia prima en cada estación pueden estar constituidos por una o más rampas para rociar o pulverizar la materia prima por gravedad, siempre de tal manera que se garantice una distribución del líquido de pretratamiento tan homogénea como sea posible.

10 Cada estación PTi también comprende medios para recuperar el líquido de pretratamiento después de que este líquido haya pasado a través de la materia prima MP, y después haya fluído lateralmente a lo largo de cada lado de la cinta transportadora 20 y/o haya pasado a través de la cinta si esta última está perforada o tiene un diseño calado para este propósito, con perforaciones que son de tamaño suficientemente pequeño como para permitir que pase solo el líquido que se va a recuperar. Esta parte que se recupera al final del pretratamiento constituye la fase líquida en el sentido de la invención.

15 Los medios para recoger la fase líquida después de que haya pasado a través de la materia prima MP están constituidos aquí, en cada estación, de una tolva de recogida Ai que se extiende transversalmente en todo el ancho de la cámara de pretratamiento 12 y, longitudinalmente, sustancialmente en toda la longitud de una estación de pretratamiento PTi.

Se describe una instalación más completa y más detallada estructuralmente y en términos operativos en la solicitud de patente FR-A-2.885.371 a nombre del titular, que se refiere a una instalación para implementar un método para producir pasta de papel, ligninas y azúcares.

20 La instalación de pretratamiento que se acaba de describir es simplemente un ejemplo de los diversos diseños posibles en el contexto de la implementación del método según la invención.

25 De acuerdo con las enseñanzas de la invención, durante un periodo PL, o campaña, la materia prima vegetal que se va a pretratar, que se introduce en la cámara de pretratamiento 12, es un materia prima vegetal lignocelulósica, mientras que, durante otro periodo PS, la materia prima vegetal que se va a pretratar, introducida en la cámara de pretratamiento 12, es un materia prima vegetal sacarífera.

Por lo tanto, la cámara de pretratamiento 12 es una cámara "común" para los dos tipos de tratamiento asociados con las dos categorías de materia prima vegetal mencionadas anteriormente.

30 De manera similar, dependiendo de cada una de las materias primas vegetales que se van a pretratar, también puede ser posible hacer toda la instalación común, si las materias primas vegetales lo permiten, es decir, hacer comunes los medios para alimentar y expulsar la materia prima.

Cuando la etapa de pretratamiento llevada a cabo en la cámara común 12 se refiere a materia prima vegetal lignocelulósica, el líquido de tratamiento es una mezcla que contiene, al menos en parte, uno o más ácidos, y la cámara común 12 es, a este efecto, una cámara sellada para evitar cualquier fuga de ácidos al exterior.

35 Cuando la materia prima vegetal es un recurso sacarífero, normalmente no se usan ácidos, y el líquido de pretratamiento es agua caliente, por ejemplo, calentada a una temperatura de aproximadamente 70°C o superior.

Cuando el líquido de pretratamiento es una mezcla que contiene ácido, y en particular ácido fórmico, y agua, dicho líquido se usa a una temperatura entre 95°C y 110°C.

Las operaciones de pretratamiento se llevan a cabo preferiblemente a presión atmosférica, o a una presión ligeramente reducida.

40 El hecho de que se use una cámara de tratamiento común significa que se puede cambiar muy fácilmente, con una interrupción muy corta del funcionamiento de la instalación (por ejemplo, del orden de uno o dos días) de un periodo de tratamiento al otro periodo de tratamiento, dependiendo de las estaciones y/o de las disponibilidades de las materias primas vegetales lignocelulósicas o sacaríferas.

45 Cuando la materia prima vegetal pretratada es del tipo sacarífero, la fase sólida recuperada al final del pretratamiento con el fin de producir el jugo de azúcar puede, completa o parcialmente y, en particular, dependiendo de la instalación usada, reutilizarse como materia prima vegetal de tipo lignocelulósico dentro de la cámara común 12 para someterse así a una etapa de pretratamiento para obtener un materia vegetal pretratada que se puede hidrolizar y fermentar para la producción de bioetanol.

50 Por lo tanto, mediante la misma instalación y, por ejemplo, en el caso del uso de caña de azúcar, el bagazo, en lugar de almacenarse con vistas a su uso como combustible, se reutiliza y explota en forma de materia prima vegetal lignocelulósica.

Dicha explotación adicional de la fase sólida derivada del pretratamiento de una materia prima sacarífera es posible, cualquiera que sea la instalación usada, y su rendimiento depende del contenido de lignocelulosa de la fase sólida

recuperada.

Por supuesto, por ejemplo, en el caso de la caña de azúcar, una parte del bagazo se puede usar, de manera conocida, directamente en el contexto de la instalación, en particular como combustible para calentar los líquidos.

REIVINDICACIONES

1. Método para pretratar materia prima vegetal con el fin de producir bioetanol y azúcar, que comprende las etapas que consisten en:

- proporcionar una cámara común (12) para el pretratamiento de la materia vegetal, que comprende:

5 - al menos una entrada corriente arriba (14) para introducir la materia vegetal (MP) que se va a pretratar en la cámara de pretratamiento común;

- al menos una salida corriente abajo (16) para descargar la materia vegetal pretratada de la cámara común de pretratamiento (12);

- medios (20) para hacer circular la materia vegetal de corriente arriba a corriente abajo;

10 - medios (Gi) para poner la materia vegetal en contacto con un líquido de pretratamiento que circula en general de corriente abajo a corriente arriba, en la dirección opuesta a la dirección de circulación de la materia vegetal dentro de dicha cámara de pretratamiento común;

- y medios para recuperar, por un lado, la fase sólida y, por otro lado, la fase líquida que contiene en particular al menos una parte del líquido de pretratamiento;

15 - durante un período (PL), introducir en la cámara de pretratamiento común (12), una materia prima vegetal lignocelulósica que se va a pretratar, cuyo pretratamiento está dirigido a separar la celulosa, las hemicelulosas y las ligninas contenidas en dicha materia prima vegetal lignocelulósica para así obtener una materia vegetal pretratada que se puede hidrolizar y fermentar para la producción de bioetanol;

20 - durante otro período (PS), introducir en la cámara de pretratamiento común, una materia prima vegetal sacarífera que se va a pretratar, cuyo pretratamiento está dirigido a extraer de la misma, por difusión, un jugo de azúcar para la producción de azúcar y bioetanol.

2. Método según la reivindicación 1, caracterizado por que durante dicho un período (PL), el líquido de pretratamiento es una mezcla que contiene ácido fórmico y agua a una temperatura de entre 95°C y 110°C.

25 3. Método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que durante dicho otro período (PS), el líquido de pretratamiento es agua a una temperatura superior a 70°C.

4. Método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que dicha etapa de pretratamiento se lleva a cabo a presión atmosférica, o a una presión ligeramente reducida.

5. Método según la reivindicación precedente, caracterizado por que durante dicho un período (PL), la materia vegetal que se va a pretratar es una parte de la fase sólida recuperada al final de dicho otro período.

30

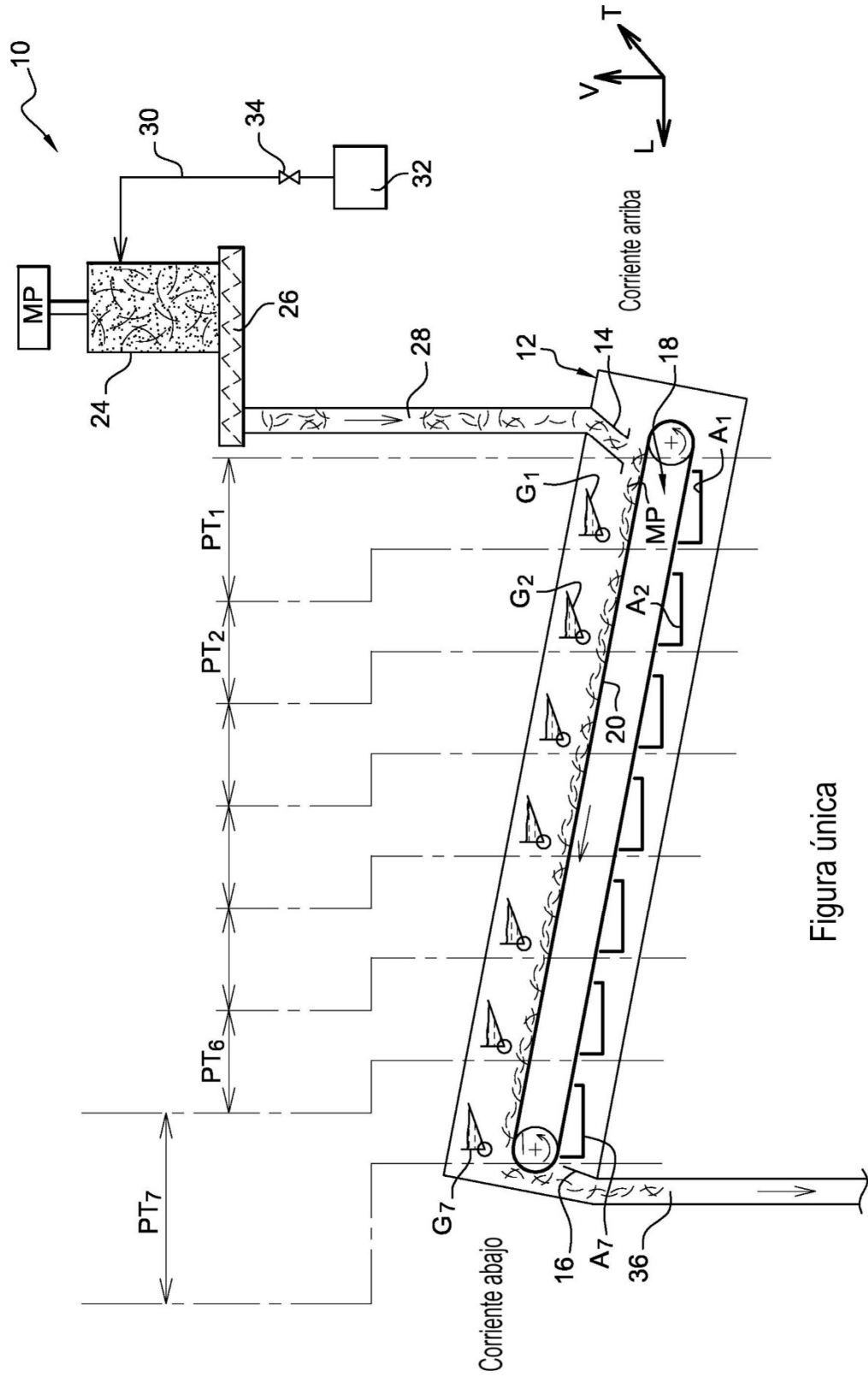


Figura única