

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 547 482**

51 Int. Cl.:

**B07B 9/02** (2006.01)

**B07B 11/02** (2006.01)

**B08B 17/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.11.2007 E 07846319 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.08.2015 EP 2081699**

54 Título: **Método para fabricar productos de polvo mineral fino**

30 Prioridad:

**10.11.2006 DE 102006053356**

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

**06.10.2015**

73 Titular/es:

**OMYA INTERNATIONAL AG (100.0%)  
Baslerstrasse 42  
4665 Oftringen, CH**

72 Inventor/es:

**SCHINDLER, ULRICH y  
BAUER, CHRISTOPH**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 547 482 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 fabricar productos de polvo mineral fino

La invención se refiere a un método de acuerdo con la reivindicación 1 para fabricar productos de polvo mineral fino utilizando sistemas que consisten en uno o más clasificadores de aire.

- 5 Es posible utilizar distintas clases de clasificadores de aire como el clasificador zigzag, clasificador de aire circulante, clasificador espiral o de rueda deflectora.

10 Especialmente durante la clasificación del  $\text{CaCO}_3$  con tamaños de partícula promedio menores a aproximadamente  $5 \mu\text{m}$  en sistemas de clasificación de aire, se pueden observar depósitos duros y sólidos comúnmente en las paredes de las partes de un sistema que entran en contacto con la mezcla de aire/polvo como el clasificador de aire en sí, los tubos o canales que transportan el aire o polvos finamente granulados y en otros aparatos que pertenecen a un sistema de clasificación de aire como ciclones, filtros y ventiladores. Estos depósitos crecen en la mayoría de los casos como recubrimientos de cáscara (llamados "cáscaras de huevo") pero también para estructuras dentadas hasta que de vez en cuando se desprenden de las paredes y contaminan el producto finamente granulado que ha sido especificado con respecto a los residuos gruesos con escamas de hasta algunos mm de tamaño. Esto puede causar quejas que llevan a pérdidas con un alto impacto económico.

15 Estos residuos (en lo sucesivo designados en general como cáscaras de huevo) causan también desequilibrios en las partes que rotan de sistemas de clasificación de aire como los rotores del clasificador y los rotores del ventilador, lo que limita enormemente el uso o lleva a costes altos para la limpieza y/o el equilibrado.

20 En los documentos EP 0037066 y DE 2642884, en este caso reivindicación 8, se proponen dispositivos mecánicos para limpiar partes estáticas, lo que sin embargo implica dispositivos complejos desde el punto de vista de la construcción del instrumento y requiere interrupciones de uso frecuentes. Además, a pesar de ello es posible que las partículas de la cáscara de huevo se desprendan antes y después de la limpieza.

Como estado de la técnica más próximo se considera el documento DE 3040996-A1, que da a conocer el preámbulo de la reivindicación 1.

- 25 Los productos contaminados frecuentemente se separan de las partículas gruesas mediante una etapa posterior de clasificación o cribado.

30 Sin embargo, estas medidas son muy complicadas y están relacionadas con un alto esfuerzo desde el punto de vista de los equipos y parcialmente de alto consumo de energía, de modo que con ellas no es posible evitar de manera económica y permanente que los productos de polvo se contaminen con las cáscaras de huevo, especialmente no en el rango de temperatura interesante en este caso del aire de clasificación por debajo de  $140^\circ\text{C}$ .

Por lo tanto, el objetivo de la invención es evitar los depósitos mencionados al principio y los inconvenientes relacionados con ellos. La sorprendente solución de este objetivo consiste de acuerdo con la invención en emplear un método de acuerdo con la reivindicación 1.

35 El solicitante concretamente ha observado que las cáscaras de huevo aparecen cada vez más cuando el aire de clasificación tiene una HR menor a aproximadamente el 15%. Por lo tanto, la HR del aire de clasificación se ajustará de acuerdo con la invención a un valor por encima de aproximadamente el 15%.

40 El solicitante se ha dado cuenta además, de que valores mucho más altos de la HR que el 50%, requieren una cantidad mucho más alta de agua y conducen a un aumento del riesgo de quedar por debajo del punto de rocío en puntos del sistema con una temperatura más baja. Esto llevaría a la formación de agua en forma líquida y consecuentemente a la formación de aglomerados o lodo, lo que en última instancia lleva a un fallo del proceso. Para evitar esto, no debe superarse aproximadamente el 50% de HR.

45 Al respecto, se debe observar aún lo siguiente: El aire fresco frío que se succiona de los alrededores se calentará en el clasificador. Esto tiene que hacerse especialmente cuando una parte del aire (más caliente) del clasificador se alimenta otra vez desde atrás del filtro hacia la entrada de aire de clasificación. De ese modo, la humedad relativa del aire de clasificación en el clasificador disminuirá dependiendo de la temperatura y humedad del aire fresco, a valores a menudo por debajo del 10% de HR. Esto es válido especialmente para zonas áridas, donde el aire de los alrededores es inherentemente muy seco, como por ejemplo, en Arizona/Estados Unidos de América con un promedio de humedad anual del 14% de HR. Cuanto más seco esté el aire de clasificación, naturalmente más secas estarán también las partículas dentro de él. Uno debería esperar que menos partículas se asentarán en las paredes, cuanto más secas estén las partículas y las paredes, ya que las partículas más secas son más duras y más frágiles, por tanto deben adherirse menos fácilmente a las paredes, en tanto que las partículas húmedas pueden adherirse

más fácilmente debido al líquido entre espacios, por lo tanto, una humidificación sería contraproducente. Las pruebas mostraron en contra de esta expectativa que, como ya se mencionó, las cáscaras de huevo se forman cada vez más con una HR menor a aproximadamente el 15%, pero que por encima de una HR de aproximadamente el 15% en el aire de clasificación, ya no se forma ninguna o casi ninguna cáscara de huevo en o detrás de la salida de un clasificador, es decir hay mucho menos o incluso ya no hay ningún grano de tamaño anómalo de este tipo dentro del material finamente granulado.

No ha sido posible explicar este fenómeno científicamente hasta la fecha. El solicitante pudo mostrar en experimentos que las cáscaras de huevo se forman principalmente por las partículas más pequeñas en el rango de tamaño de algunos nm y se supone que esto está relacionado con la carga triboeléctrica de las partículas del mineral. Por ésta, principalmente las partículas muy pequeñas están y también se mantendrán dispersas y pueden adherirse entonces a las paredes debido a las altas fuerzas de superficie (cuanto más grande sea la superficie más grandes son las fuerzas de superficie) y aglomerarse formando las cáscaras de huevo. Mediante el aumento de acuerdo con la invención de la humedad relativa del aire de clasificación se aumentará su conductividad, por medio de lo cual las cargas se pueden igualar más rápidamente y así las partículas más finas en el rango de algunos nm en el aire circundante se reaglomerarán para dar partículas más gruesas en vez de adherirse a las paredes.

Como ya se mencionó, la HR no debe aumentar por encima de aproximadamente el 35% ya que si no los costes serían demasiado altos y el beneficio demasiado bajo.

Además ha resultado ser sorprendentemente que al aplicar la invención, en condiciones por lo demás iguales para el flujo de masa de la carga de alimentación, las propiedades del material de carga, la cantidad de aire de clasificación (y para los clasificadores de aire centrífugos de rueda deflectora, la velocidad del rotor), el flujo de masa del producto finamente granulado y con este la denominada recuperación del producto finamente granulado (relación del flujo de masa de las partículas finamente granuladas por debajo de un tamaño de partícula definido y el flujo de masa de las partículas por debajo de este tamaño de partícula en la carga de alimentación) aumentan claramente. Esto significa que el consumo de energía reducido para producir una cantidad definida del producto se traduce en beneficios en coste y protege el medio ambiente.

Preferentemente, el ajuste de la humedad relativa se realiza antes de su entrada en el clasificador. Una forma de realización bastante simple de la invención consiste en inyectar vapor en el canal de succión para aire fresco. (Reivindicación 2, Figura 1).

Para facilitar la inyección, el agua se puede inyectar a alta presión de desde 60 hasta 115 bares con un tamaño de gota por debajo de los 30 µm en el canal de succión. (Reivindicación 3).

Además, el agua puede precalentarse a una temperatura de entre 50°C y 90°C. (Reivindicación 4).

Es ventajoso a este respecto que el canal de succión esté dimensionado para lograr velocidades de aire de entre 1 m/s y 3 m/s. (Reivindicación 5).

De acuerdo con otra forma de realización de la invención, el aire de clasificación se conduce a través de un dispositivo para humidificación del aire y con ello se introduce la cantidad de agua necesaria en cada caso. (Reivindicación 6).

Preferentemente, el dispositivo de humidificación de aire presenta a este respecto por lo menos un tubo flexible o un tubo hecho de material permeable al agua, a través del cual se dirige el agua y sobre cuya superficie exterior se conduce aire de clasificación (Reivindicación 7). A este respecto, el agua llega desde el lado interior al lado exterior del tubo flexible o tubo, desde donde es captada por el aire de clasificación que pasa.

Un dispositivo de este tipo puede conseguirse, por ejemplo, de AWS Air Water Systems AG en Villach, Austria.

Otro ejemplo de realización de la invención se caracteriza por realimentar la mayoría del aire que sale del filtro al ducto de succión del clasificador de aire y la humidificación ocurre en el canal de regreso. (Reivindicación 8, Figura 4).

Esto puede hacerse fácilmente de forma que la adición del agua sea regulada a través de la humedad relativa del aire saliente, su temperatura y la temperatura del aire en el clasificador de aire. (Reivindicación 9).

Como se mencionó al principio, en la práctica la temperatura del aire de clasificación está en el rango por debajo de 100°C. A este respecto, se logrará otra mejora de acuerdo con la invención manteniendo la temperatura del aire en la región del clasificador entre 30°C y 80°C. En este rango de temperatura el esfuerzo para humidificar el aire, es decir, la cantidad requerida de agua y la energía necesaria para la alimentación de agua, es relativamente bajo.

Esto se logrará ventajosamente por medio de la relación de aire de regreso y la temperatura del agua introducida. (Reivindicación 10).

La carga de alimentación puede suministrarse desde un silo de producto premolido o directamente de un molino seco aguas arriba con o sin aire transportador.

- 5 En caso de que se disponga un molino seco inmediatamente aguas arriba del clasificador, entonces el aire saliente del molino puede suministrarse ventajosamente al clasificador de aire y la humidificación del aire puede ocurrir antes del molino (con los métodos mencionados en las reivindicaciones 2 a 4). (Reivindicación 11).

La invención se describirá más detalladamente mediante las siguientes figuras.

La Figura 1 muestra un ejemplo de realización con una simple disposición de un sistema de clasificación de aire,

- 10 la Figura 2 muestra un ejemplo de realización en donde un flujo parcial de la mezcla de aire/polvo que abandona el ciclón se realimenta a la entrada del clasificador de aire,

la Figura 3 muestra un ejemplo de realización, en donde tanto un flujo parcial de la mezcla de aire/polvo que abandona el ciclón, como un flujo parcial del aire saliente del filtro, se realimenta a la entrada del clasificador de aire,

- 15 la Figura 4 muestra un ejemplo de realización, en donde solamente un flujo parcial del aire saliente del filtro se realimenta a la entrada del clasificador de aire,

la Figura 5 muestra un ejemplo de realización, en donde un molino seco con aireación se dispone aguas arriba del clasificador de aire, y

la Figura 6 muestra un ejemplo de realización con regulación de la humedad del aire en el clasificador de aire.

- 20 En general, un sistema de clasificación de aire (Figura 1) consiste en un clasificador 1 de aire, un ciclón 2, un filtro 3, un ventilador 4, los conductor tubulares o canales 5 que conectan estas unidades así como dispositivos de entrada y salida para carga 6a de alimentación, material 6b finamente granulado y material 6c grueso. En el clasificador 1 de aire, la carga de alimentación se separa en material grueso y material finamente granulado. El material grueso se dejará salir a través de la salida 6c de material grueso. En el ciclón 2, el material finamente granulado, que representa normalmente el producto en polvo deseado, se separará del aire de clasificación y se transportará
- 25 adicionalmente por medio de un tornillo 5c transportador. El aire saliente del clasificador o del ciclón, se desempolvará en el filtro 3 y expulsará por el ventilador 4 a los alrededores, el polvo finamente granulado se dirigirá al tornillo transportador. La abertura 6d de entrada de aire fresco puede disponerse directamente en la caja del clasificador o en un canal de entrada de aire fresco aguas arriba. Dependiendo de la construcción del clasificador de aire, también entra en el clasificador de aire, por ejemplo con el propósito de reavivar, el denominado aire
- 30 secundario.

De acuerdo con la invención, la humedad relativa del aire de clasificación se mantendrá en el rango del 15% al 35%. De acuerdo con la Figura 1, para este propósito se inyectará agua en forma de vapor o en forma de gotas al aire fresco succionado en el punto A, es decir, en el suministro 6d de aire fresco.

- 35 La Figura 2 muestra un ejemplo de realización, en donde, de una manera conocida, un flujo parcial de la mezcla de aire/polvo que abandona el ciclón 2 detrás de un ventilador 4a de ciclón se realimenta a través de conductos tubulares o canales 5a a la entrada 6d de aire fresco del clasificador de aire. A este respecto se ha encontrado ventajoso, agregar el agua necesaria para la humidificación y el enfriamiento del aire de clasificación en el punto B, es decir, en el conducto de conexión entre el ventilador 4a de ciclón y la entrada 6d de aire fresco, ya que hay una
- 40 distancia suficientemente larga para la evaporación del agua. Sin embargo, también con esta disposición el agua puede exitosamente ser inyectada directamente a la entrada 6d de aire fresco.

- La Figura 3 muestra un ejemplo de realización, en donde tanto un flujo parcial de la mezcla de aire/polvo que abandona el ciclón, como un flujo parcial del aire 5b saliente del filtro, se realimenta a la entrada 6d de aire fresco del clasificador de aire. A este respecto resultó ventajoso alimentar el agua necesaria para la humidificación y el enfriamiento en el flujo de aire de regreso desde el filtro 3 en el punto C, es decir, el conducto de conexión entre el
- 45 ventilador 4 y la entrada 6d de aire fresco, porque casi ya no hay partículas de polvo presentes en el aire de regreso que se coagulen eventualmente con gotas y entonces puedan interferir en el proceso como partículas gruesas y húmedas. Sin embargo, también con esta conducción de aire se puede inyectar exitosamente agua, dado el caso solamente un flujo parcial, directamente a la entrada 6d de aire fresco.

- 50 En el ejemplo de realización de acuerdo con la Figura 4, solamente un flujo parcial del aire saliente del filtro se realimentará a la entrada 6d de aire fresco del clasificador 1 de aire. Resultó en este caso una ventaja introducir el

agua necesaria para la humidificación y el enfriamiento en el aire 5b de regreso en el punto C, es decir en el conducto 5b de conexión entre el ventilador 4 y la entrada 6d de aire fresco.

5 De acuerdo con la Figura 5, el clasificador 1 de aire está acoplado directamente con un molino 7 aireado y el aire saliente del molino se dirige a través de conductos 8 tubulares hacia la entrada de aire fresco del clasificador. A este respecto, es ventajoso humidificar el aire ya en la entrada del molino. Esta medida también puede asociarse con los ejemplos de realización mencionados anteriormente.

10 La Figura 6 describe básicamente cómo puede realizarse la regulación de acuerdo con la invención en el ejemplo de realización según la Figura 4. La humedad relativa y la temperatura del aire saliente del clasificador se medirán detrás del ventilador 4 de filtro por medio de sensores 10, y la temperatura del aire en la salida del clasificador se mediará por medio de un sensor 9. La humedad relativa puede medirse mejor concretamente en aire libre de polvo. A partir de estos datos de medición, la humedad relativa en el clasificador en sí, se calculará en el controlador 11 con base a las relaciones conocidas entre temperatura y carga de agua y de acuerdo con esto se regular posteriormente la adición de agua al conducto 5b de aire de regreso de manera que se ajustará la humedad relativa deseada en el clasificador 1.

15 Con los dispositivos de acuerdo con las figuras anteriores, se han realizado distintas series de pruebas que han llevado a los siguientes resultados:

1. Parámetros de clasificación para un experimento con aire acondicionado:

Velocidad del clasificador:	3000 U/min
Flujo de aire:	15000 m <sup>3</sup> /h
Temperatura del aire:	60°C
<b>Humedad relativa:</b>	<b>30%</b>
Contenido absoluto de agua:	39 g/m <sup>3</sup>
Flujo de masa del producto:	2,75 t/h
Tamaño de grano del producto a 2 μm:	61,30%

Después de un proceso de una hora, no se observó formación de “cáscara de huevo” en la puerta de inspección del sistema.

20 2. Parámetros de clasificación para un experimento con aire no acondicionado:

Velocidad del clasificador:	3000 U/min	3000 U/min
Flujo de aire:	15000 m <sup>3</sup> /h	15000 m <sup>3</sup> /h
Temperatura del aire:	60°C	60°C
<b>Humedad relativa:</b>	<b>6%</b>	<b>3%</b>
Contenido absoluto de agua:	7,8 g/m <sup>3</sup>	3,3 g/m <sup>3</sup>
Flujo de masa del producto:	2,85 t/h	1,6 t/h
Tamaño de grano del producto a 2 μm:	61,90%	54,90%

Después de un proceso de una hora, se observó formación de “cáscara de huevo” en la puerta de inspección del sistema.

3. Parámetros de clasificación para un experimento con aire acondicionado:

Velocidad del clasificador:	3000 U/min
Flujo de aire:	9000 m <sup>3</sup> /h
Temperatura del aire:	42°C
<b>Humedad relativa:</b>	<b>35%</b>
Contenido absoluto de agua:	19,7 g/m <sup>3</sup>
Flujo de masa del producto:	0,6 t/h
Tamaño de grano del producto a 2 µm:	81,70%

Después de un proceso de una hora, no se observó formación de “cáscara de huevo” en la puerta de inspección del sistema:

4. Parámetros de clasificación para un experimento con aire no acondicionado:

Velocidad del clasificador:	3000 U/min	3000 U/min
Flujo de aire:	9000 m <sup>3</sup> /h	9000 m <sup>3</sup> /h
Temperatura del aire:	44°C	40°C
<b>Humedad relativa:</b>	<b>11%</b>	<b>7%</b>
Contenido absoluto de agua:	6,7 g/m <sup>3</sup>	3,7 g/m <sup>3</sup>
Flujo de masa del producto:	0,55 t/h	0,15 t/h
Tamaño de grano del producto a 2 µm:	82,30%	81,30%

- 5 Después de un proceso de una hora, se observó una ligera formación de “cáscara de huevo” en la puerta de inspección del sistema.

5. Parámetros de clasificación para un experimento con aire acondicionado:

Velocidad del clasificador:	1800 U/min
Flujo de aire:	12000 m <sup>3</sup> /h
Temperatura del aire:	45°C
<b>Humedad relativa:</b>	<b>35%</b>
Contenido absoluto de agua:	21,5 g/m <sup>3</sup>
Flujo de masa del producto:	4,35 t/h
Tamaño de grano del producto a 2 µm:	43,10%

Después de un proceso de una hora, no se observó formación de “cáscara de huevo” en la puerta de inspección del sistema.

- 10 6. Parámetros de clasificación para un experimento con aire no acondicionado:

## ES 2 547 482 T3

Velocidad del clasificador:	2000 U/min	2000 U/min
Flujo de aire:	12000 m <sup>3</sup> /h	12000 m <sup>3</sup> /h
Temperatura del aire:	44°C	45°C
<b>Humedad relativa:</b>	<b>11%</b>	<b>5%</b>
Contenido absoluto de agua:	6,8 g/m <sup>3</sup>	3,3 g/m <sup>3</sup>
Flujo de masa del producto:	3,4 t/h	2,7 t/h
Tamaño de grano del producto a 2 µm:	50,70%	42,50%

Después de un proceso de una hora, se observaron primeras indicaciones de una primera formación de "cáscara de huevo" en la puerta de inspección del sistema.

### Lista de números de referencia

- 1 Clasificador de aire
- 5 2 Ciclón
- 3 Filtro
- 4 Ventilador
- 4a Ventilador de ciclón
- 5/5a Canales
- 10 5b Canal de regreso del filtro 3 al clasificador 1
- 5c Tornillo transportador de material finamente granulado
- 6 Dispositivos de entrada y salida
- 6a Alimentación-suministro al clasificador 1
- 6b Salida de material finamente granulado fuera del clasificador
- 15 6c Salida de material grueso fuera del clasificador
- 6d Suministro de aire fresco al clasificador
- 7 Molino seco
- 8 Tubos o molino 7 y suministro 6d de aire fresco
- 9 Sensor de temperatura
- 20 10 Sensor de temperatura y humedad relativa
- 11 Controlador

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Método para fabricar productos de polvo mineral fino utilizando sistemas que consisten en uno o más clasificadores de aire, separadores de polvo como ciclones y/o filtros, por lo menos un ventilador así como los conductos tubulares o canales que conectan estos aparatos para el transporte de aire, caracterizado porque un controlador (1) ajusta la humedad relativa del aire de clasificación en el clasificador de aire, de tal manera que la humedad relativa del aire de clasificación en el clasificador de aire se mantiene en el rango del 15% al 35%, teniendo el producto de polvo minera  $\text{CaCO}_3$  un tamaño de partícula promedio menor a aproximadamente  $5\ \mu\text{m}$ .
2. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque se inyecta vapor en el canal (6d) de succión para el aire fresco.
- 10 3. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque se inyecta agua a alta presión de desde 60 hasta 115 bares a tamaños de gota  $< 30\ \mu\text{m}$  en el canal (6d) de succión.
4. Método según la reivindicación 3, caracterizado porque el agua se precalienta antes de la inyección hasta temperaturas de entre  $50^\circ\text{C}$  y  $90^\circ\text{C}$ .
- 15 5. Método según la reivindicación 3 y 4, caracterizado porque el canal (6d) de succión se dimensiona para ajustar velocidades de aire de entre 1 m/s a 3 m/s.
6. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque el aire de clasificación se conduce a través de un dispositivo de humidificación de aire y con ello se introduce la cantidad de agua necesaria en cada caso.
7. Método según la reivindicación 6, caracterizado porque el dispositivo de humidificación de aire comprende por lo menos un tubo flexible o un tubo hecho de material permeable al agua, a través del cual se dirige el agua y sobre cuya superficie exterior se conduce aire de clasificación.
- 20 8. Método según las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque la mayoría del aire saliente del filtro (3) se realimenta al ducto (6d) de succión del clasificador de aire y la humidificación ocurre en el canal (5b, Figura 4) de regreso.
9. Método según las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque la adición de agua es regulada a través de la humedad relativa del aire saliente, su temperatura y la temperatura del aire en el clasificador de aire.
- 25 10. Método según las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque la temperatura del aire en el clasificador de aire se mantiene por medio de la relación de aire de regreso y la temperatura del agua introducida en el rango de entre  $30^\circ\text{C}$  y  $80^\circ\text{C}$ .
- 30 11. Método según la reivindicación 1, en el que un molino seco se dispone inmediatamente aguas arriba del clasificador de aire y el aire saliente del molino se suministra al clasificador de aire, caracterizado porque la humidificación del aire ocurre antes del molino dispuesto aguas arriba.

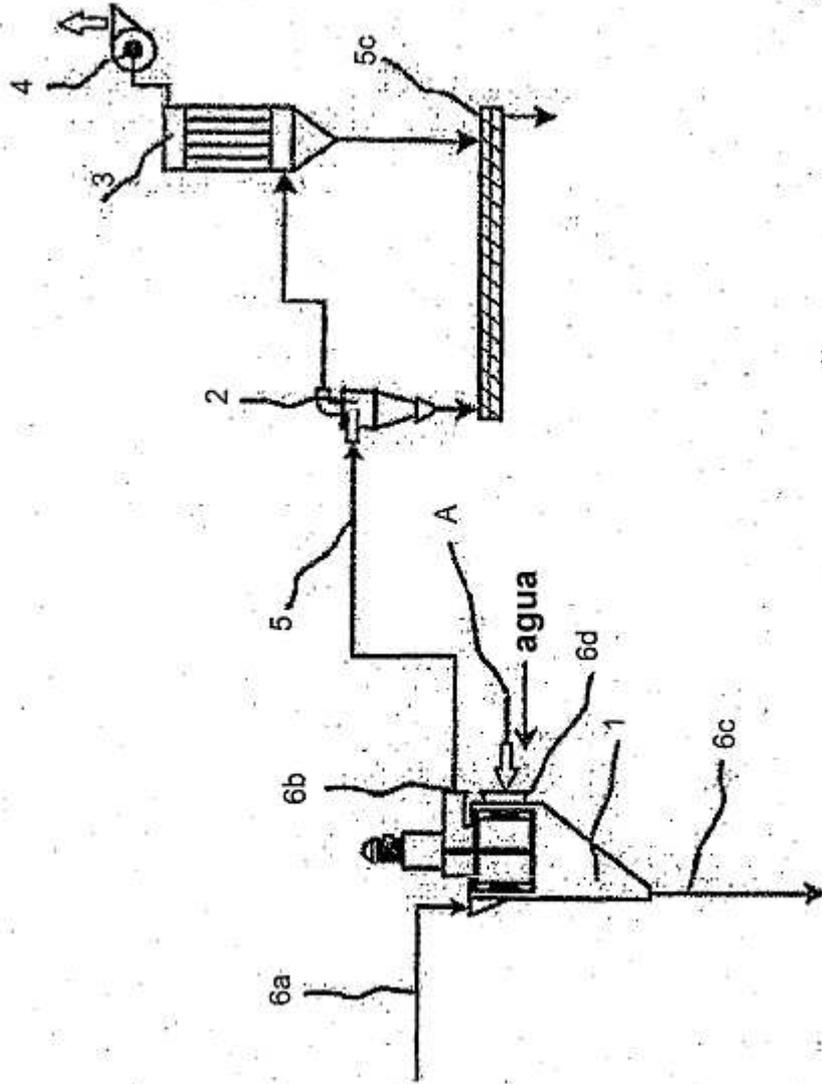


Fig. 1

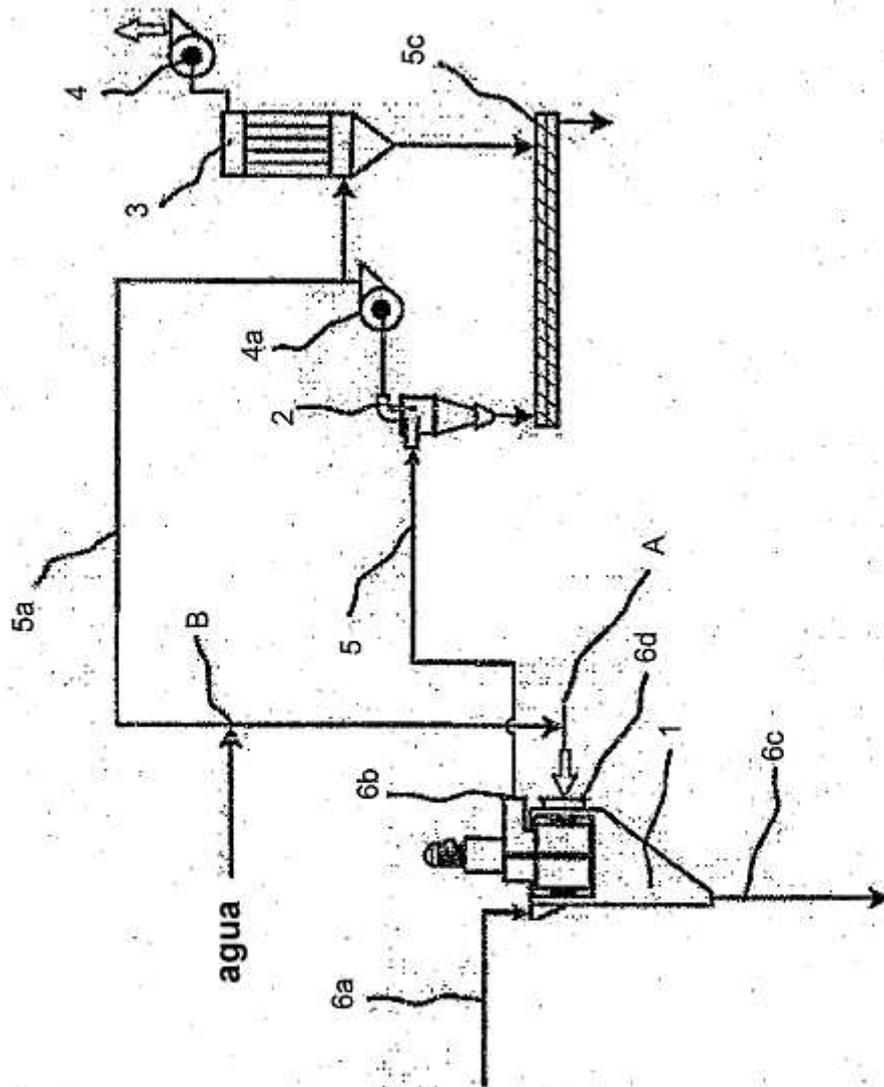


Fig. 2

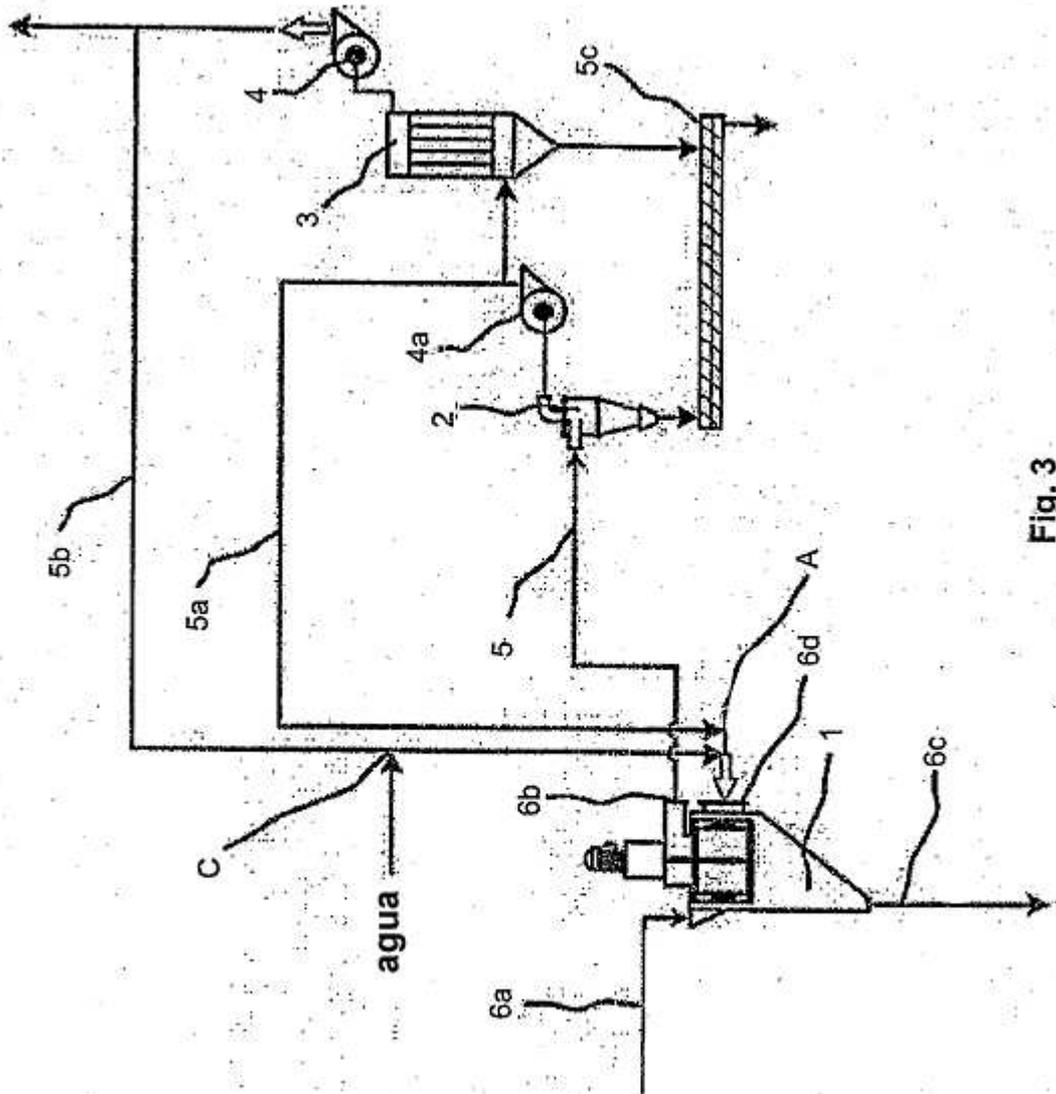


Fig. 3

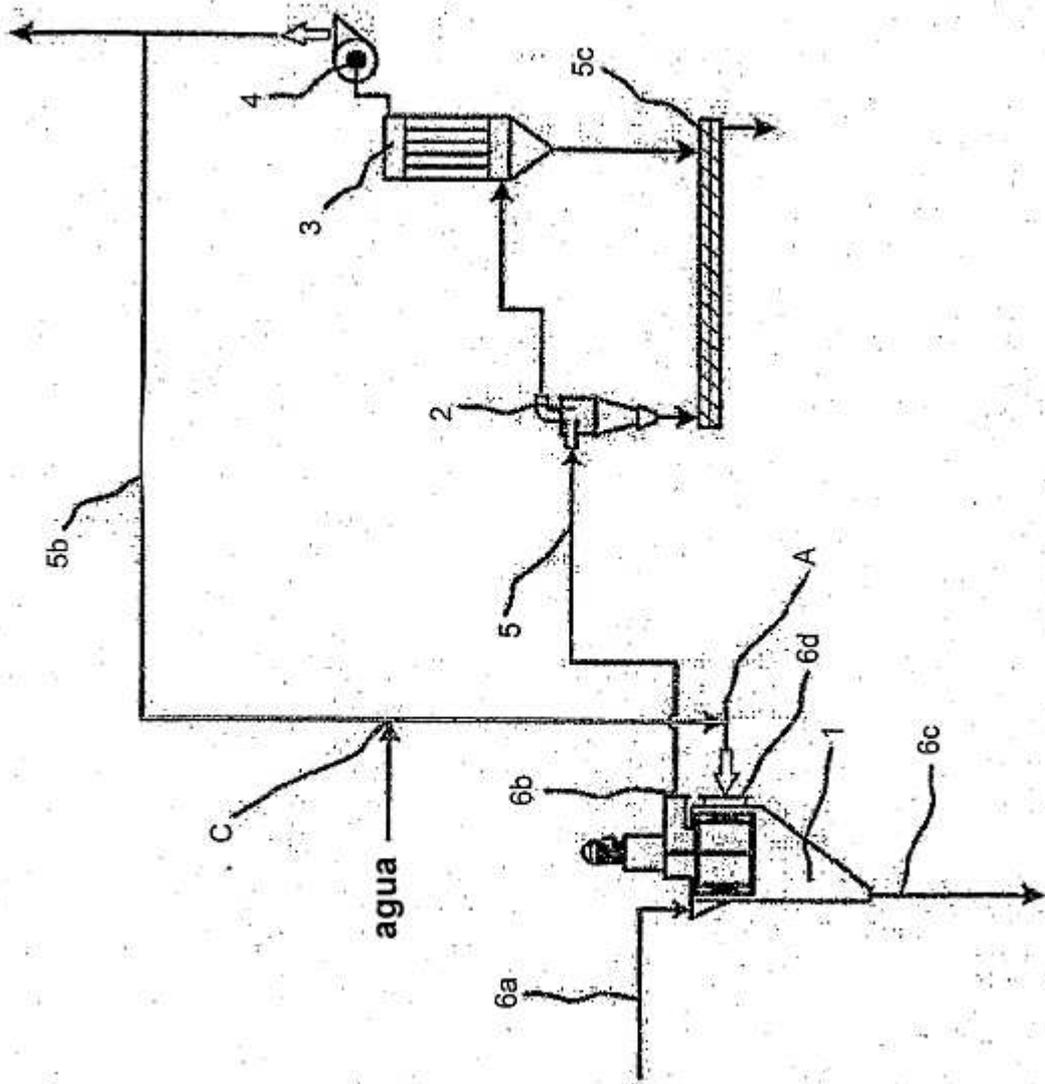


Fig. 4

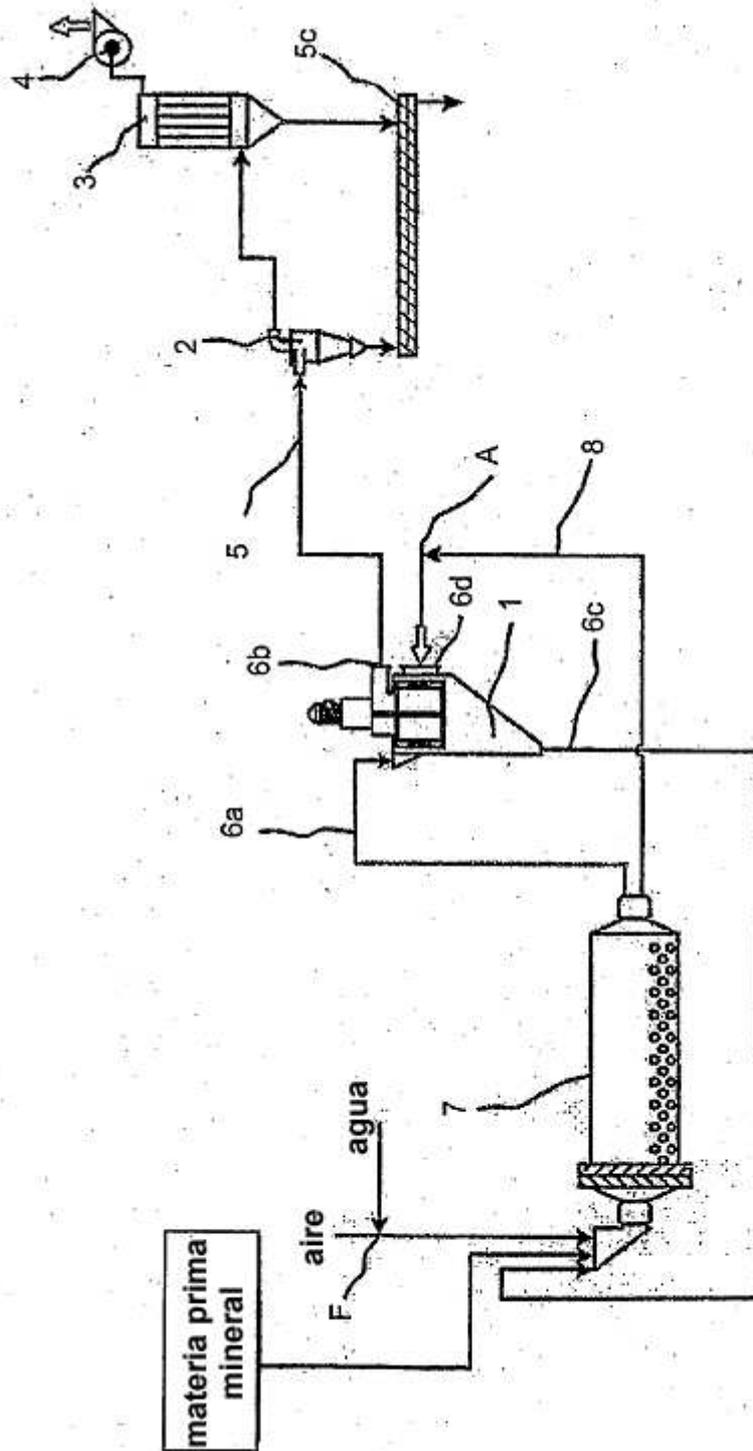


Fig. 5

