

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 683 520**

51 Int. Cl.:

**C02F 1/52** (2006.01)

**C02F 1/66** (2006.01)

**D21C 11/00** (2006.01)

**C02F 103/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.03.2015 PCT/FI2015/050222**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.10.2015 WO15150631**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2015 E 15717530 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.05.2018 EP 3126297**

54 Título: **Procedimiento y sistema para la reducción de fósforo en un efluente o filtrado**

30 Prioridad:

**31.03.2014 FI 20145311**

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

**26.09.2018**

73 Titular/es:

**UPM-KYMMENE CORPORATION (100.0%)  
Alvar Aallon katu 1  
00100 Helsinki, FI**

72 Inventor/es:

**RISTOLAINEN, MATTI;  
HASSINEN, ESA y  
SAARELA, SAMI**

74 Agente/Representante:

**DURAN-CORRETJER, S.L.P**

ES 2 683 520 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

Procedimiento y sistema para la reducción de fósforo en un efluente o filtrado

### 5 SECTOR DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un procedimiento para reducir el fósforo en un efluente o filtrado de un proceso que comprende una etapa en la que se filtran residuos de licor verde utilizando un filtro de residuos de licor verde y, como mínimo, una etapa en la que las condiciones son ácidas. La presente invención se refiere, además, a un sistema para la reducción de fósforo en un efluente o filtrado de un proceso, en particular un proceso de producción de pulpa química.

### 15 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Los efluentes producidos en fábricas de pulpa o papel y otras plantas productoras de efluentes se tratan habitualmente en plantas de tratamiento de aguas residuales para reducir la cantidad de compuestos que pueden ser perjudiciales para el medio ambiente, tales como el fósforo. El fósforo se debe eliminar de los efluentes que se descargan desde la fábrica al medio ambiente, por ejemplo a un sistema de aguas, para evitar la contaminación. Dado que las regulaciones ambientales que restringen las emisiones de fósforo tienden a ser más estrictas, existe la necesidad de reducir la cantidad de fósforo en los efluentes que se transportan desde la fábrica a una planta de tratamiento de aguas residuales y, en última instancia, al medio ambiente.

Las soluciones tradicionales para la eliminación de fósforo implican, por ejemplo, el tratamiento terciario o la utilización de microorganismos concentradores de fósforo (concentradores de P). Un inconveniente del tratamiento terciario es la alta inversión y los costes de funcionamiento. Los microorganismos concentradores de P trabajan en medios anaeróbicos, lo que complica las operaciones requeridas e implica tratamientos específicos para el efluente a utilizar.

Por lo tanto, los presentes inventores han reconocido la necesidad de un procedimiento para la reducción de fósforo en un efluente obtenido de procesos, tales como procesos de producción de pulpa química.

El documento US6830696 da a conocer un procedimiento de tratamiento de licor de pulpa alcalina gastada. El documento US2007/0092422 da a conocer un procedimiento para la eliminación de metales de transición de fluidos de tratamiento en una fábrica de pulpa de celulosa.

### 35 OBJETIVO DE LA INVENCION

El objetivo de la presente invención es dar a conocer un nuevo tipo de procedimiento para la reducción de fósforo en un efluente o filtrado de un proceso que comprende una etapa en la que se filtran residuos de licor verde utilizando un filtro de residuos de licor verde y, como mínimo, una etapa en la que las condiciones son ácidas y un nuevo tipo de sistema para la reducción de fósforo en un efluente o filtrado de un proceso, en particular un proceso de producción de pulpa química.

### 45 CARACTERÍSTICAS DE LA INVENCION

El procedimiento, según la presente invención, se caracteriza por lo que se presenta en la reivindicación 1.

El sistema, según la presente invención se caracteriza por lo que se presenta en la reivindicación 18.

### 50 DESCRIPCIÓN BREVE DE LOS DIBUJOS

Los dibujos adjuntos, que se incluyen para proporcionar una comprensión adicional de la presente invención y constituyen una parte de la presente memoria, ilustran realizaciones de la presente invención y, junto con la descripción, ayudan a explicar los principios de la presente invención. En los dibujos:

La figura 1 es una ilustración de un diagrama de flujo de un procedimiento para la reducción de fósforo en un efluente o filtrado de un proceso que comprende una etapa en la que se filtran residuos de licor verde utilizando un filtro de residuos de licor verde y, como mínimo, una etapa en la que las condiciones son ácidas.

La figura 2 es una ilustración esquemática de un sistema para la reducción de fósforo en un efluente o filtrado de un proceso de producción de pulpa química que comprende una etapa de filtración de residuos verdes y, como mínimo, una etapa en la que las condiciones son ácidas.

### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un procedimiento para la reducción de fósforo en un efluente o filtrado de un proceso que comprende una etapa en la que se filtran residuos de licor verde utilizando un filtro de residuos de licor

verde y, como mínimo, una etapa en la que las condiciones son ácidas, en el que el procedimiento comprende las etapas de:

- 5 a) obtener un efluente o filtrado de una etapa en la que las condiciones son ácidas;
- b) ajustar el pH, como mínimo, de una parte del efluente o filtrado a pH alcalino con un agente alcalino;
- c) dejar que el fósforo precipite en forma de una sal de fosfato;
- d) separar el precipitado para producir un efluente o filtrado purificado y un lodo que comprende el precipitado; y
- e) filtrar el lodo que comprende el precipitado obtenible a partir de la etapa d) utilizando el filtro de residuos de licor verde.

10 En este contexto, el término "efluente" o "filtrado" debe entenderse que se refiere a un líquido acuoso que contiene fósforo, el cual debe eliminarse, ya sea completamente o en parte.

15 En este contexto, el término "efluente" también debe entenderse que se refiere a un líquido residual que se obtiene del proceso y que debe descargarse del proceso. El efluente se trata normalmente con fines de purificación mediante el tratamiento de aguas residuales antes de la descarga. El tratamiento de aguas residuales puede tener lugar en una planta de tratamiento de aguas residuales de una fabricación de producción de pulpa química. El efluente también puede referirse, por ejemplo, a un efluente o filtrado de blanqueo que se descarga o trata con fines de purificación mediante el tratamiento de aguas residuales antes de la descarga.

20 En este contexto, el término "filtrado" también debe entenderse que se refiere a un efluente del que se elimina la materia sólida suspendida mediante un tratamiento de filtración, un tratamiento de flotación o cualquier otro tratamiento. De este modo, el término "filtrado" no implica necesariamente que la materia sólida suspendida, tal como fibras, se haya eliminado mediante filtración.

25 El proceso puede ser, en principio, cualquier proceso que implique el tratamiento de material que contiene fósforo de origen natural, con la condición de que comprenda, como mínimo, una etapa que produce un filtrado o efluente ácido y una etapa en la que se filtran residuos de licor verde utilizando un filtro de residuos de licor verde.

30 Los inventores de la presente invención descubrieron, de manera sorprendente, que el fósforo presente en el efluente o filtrado se puede precipitar, y el precipitado resultante que contiene fósforo se puede filtrar de una manera conveniente utilizando un equipo de filtración de residuos verdes existente; de este modo, la eliminación del precipitado requiere inversiones mínimas en equipos.

35 De este modo, el lodo que comprende el precipitado que contiene fósforo puede transportarse y filtrarse utilizando el filtro de residuos de licor verde. Dado que las condiciones en el filtro de residuos de licor verde son alcalinas, el fósforo se mantiene en el precipitado durante la filtración.

40 En una realización, el procedimiento comprende las etapas de:

- a1) obtener una primera parte de un efluente o filtrado de una etapa en la que las condiciones son ácidas;
- a2) obtener una segunda parte de un efluente o filtrado de la misma etapa o diferente etapa en la que las condiciones son ácidas;
- b) ajustar el pH de la primera parte del efluente o filtrado a pH alcalino con un agente alcalino;
- 45 c) dejar que el fósforo precipite en forma de una sal de fosfato;
- d) separar el precipitado para producir un efluente o filtrado purificado y un lodo que comprende el precipitado;
- e) filtrar el lodo que comprende el precipitado obtenible a partir de la etapa d) utilizando el filtro de residuos de licor verde; y
- f) combinar el efluente o filtrado purificado con la segunda parte del efluente o filtrado.

50 En principio, se puede utilizar cualquier procedimiento adecuado para separar el precipitado en la etapa d).

55 En una realización, el precipitado se separa en la etapa d) mediante decantación, clarificación, flotación, sedimentación o filtración. Se obtiene un efluente o filtrado purificado. Además, se obtiene un lodo que comprende el precipitado y una cantidad de efluente o filtrado. Dado que el volumen del lodo es más pequeño, habitualmente mucho más pequeño, que el volumen del efluente o filtrado purificado, el filtro de residuos de licor verde no se sobrecarga con el lodo.

60 En una realización, el precipitado se separa en la etapa d) utilizando una centrífuga decantadora, un clarificador, un separador de sólidos, un aparato de floculación o un filtro.

65 En una realización, el precipitado se separa en la etapa d) mediante filtración líquido-sólido, filtración a presión, filtración con filtros en forma de vela o filtración por discos, o mediante cualquier otro procedimiento de filtración adecuado.

En una realización, el lodo que comprende el precipitado obtenible a partir de la etapa d) se filtra en la etapa e) para

obtener una torta de filtro que comprende el precipitado filtrado; y el procedimiento comprende, además, la etapa g) de recuperación de la torta de filtro.

Antes de la recuperación, se puede lavar la torta de filtro.

5 En una realización, el lodo que comprende el precipitado obtenible a partir de la etapa d) y los residuos de licor verde se filtran en la etapa e) para obtener una torta de filtro que comprende el precipitado y residuos de licor verde; y el procedimiento comprende, además, la etapa g) de recuperación de la torta de filtro.

10 En una realización, el lodo que comprende el precipitado obtenible a partir de la etapa d) se filtra utilizando un filtro de residuos de licor verde recubierto previamente en la etapa e).

En una realización, el lodo que comprende el precipitado obtenible a partir de la etapa d) se filtra en la etapa e) utilizando un filtro de residuos de licor verde recubierto previamente con una capa de lodo de cal.

15 En una realización, el procedimiento comprende, además, la etapa g) de recuperación de la torta de filtro que comprende el precipitado filtrado, residuos verdes y, como mínimo, una parte de la capa de lodo de cal. La capa de recubrimiento previo de lodo de cal contiene carbonato de calcio. En dicha realización, la torta de filtro recuperada comprende, de este modo, calcio en forma de carbonato de calcio.

20 La torta de filtro o precipitado recuperados se pueden volver a procesar adicionalmente para usos finales o se pueden descartar.

25 El procedimiento se puede utilizar en una fábrica de producción de pulpa química, en la que la pulpa química se produce utilizando el llamado proceso de sulfato o kraft.

En este contexto, el término "pulpa" debería entenderse que se refiere a un material fibroso lignocelulósico preparado mediante la separación química o mecánica de fibras de celulosa de un material a base de fibras naturales. Se pueden utilizar los llamados procesos kraft o de sulfato para la producción de pulpa.

30 En una realización, el proceso es un proceso de producción de pulpa química.

En una realización, el proceso es un proceso de producción de pulpa kraft.

35 En una realización, el efluente o filtrado se genera a partir de las operaciones en las líneas de fibras de una fábrica de pulpa química, tal como una fábrica de pulpa kraft.

Las operaciones de una fábrica de pulpa kraft se dividen, de manera convencional, en una línea de fibras, un sistema de recuperación de productos químicos y el tratamiento de aguas residuales. Entre las operaciones en línea de fibras se incluyen habitualmente cocido, lavado de la pasta cruda (separación por lavado de productos químicos de cocción gastados de la pulpa), deslignificación con oxígeno, blanqueo y secado de la pulpa. En muchas fábricas de pulpa kraft convencionales, el pH en la cocción, el lavado de pasta cruda, la deslignificación con oxígeno y las etapas de unión por atadura y cribado son alcalinos. Cualquier efluente o filtrado obtenido de dichas etapas es habitualmente alcalino. A menudo, el pH en una o más etapas de blanqueo es ácido. De este modo, los efluentes o filtrados obtenidos de las etapas de blanqueo pueden ser ácidos o alcalinos, dependiendo de la etapa específica y de los productos químicos utilizados en la misma.

40 El sistema de recuperación química de una fábrica de pasta kraft incluye habitualmente una etapa de filtración de residuos verdes, en la que los residuos extraídos de la parte inferior de un clarificador de licor verde, de un filtro de licor verde o de otro aparato adecuado para la separación de residuos verdes, se lavan y se filtran para recuperar el residuo alcalino que permanece en los residuos de licor verde.

55 En una realización, el efluente o filtrado se obtiene de la primera etapa del proceso en la que las condiciones son ácidas.

Los inventores de la presente invención han descubierto que habitualmente se encuentra un contenido muy elevado de fósforo en efluentes o filtrados obtenibles de la primera etapa del proceso en la que las condiciones son ácidas. Por ejemplo, una concentración de fósforo del efluente o filtrado puede ser de 5 - 20 mg/l o 9 - 16 mg/l. De este modo, puede ser muy útil obtener el efluente o filtrado de la primera etapa del proceso en la que las condiciones son ácidas. En esta realización, se puede reducir de manera significativa el contenido de fósforo en los efluentes o filtrados del proceso, incluso si sólo el efluente o filtrado de la primera etapa del proceso en la que las condiciones son ácidas, o una parte de la misma, se trata según el procedimiento de la presente invención.

60 El efluente o filtrado se puede obtener de una o más etapas del proceso en las que las condiciones son ácidas.

65 La primera parte del efluente o filtrado y la segunda parte del efluente o filtrado se pueden obtener de la misma

etapa del proceso en la que las condiciones son ácidas. También se pueden obtener de dos o más etapas diferentes del proceso en las que las condiciones son ácidas.

5 En una realización, la primera parte del efluente o filtrado se obtiene de una primera etapa en la que las condiciones son ácidas; y la segunda parte del efluente o filtrado se obtiene de una segunda etapa y/o posterior en las que las condiciones son ácidas.

10 En una realización, la primera parte del efluente o filtrado se obtiene de la primera etapa del proceso en la que las condiciones son ácidas.

15 En una realización, la, como mínimo, una parte o la primera y/o segunda parte del efluente o filtrado comprende un efluente o filtrado obtenido de una etapa en la que las condiciones son ácidas, a cuyo efluente o filtrado se ha añadido un efluente o filtrado alcalino. En esta realización, el pH de dicha segunda parte de efluente o filtrado puede no ser alcalino antes de la etapa f). El pH de la primera parte del efluente o filtrado puede hacerse alcalino mediante la adición o mezcla de efluente o filtrado alcalino en la misma antes de la etapa b), ya que el pH se ajustará en cualquier caso a alcalino. El efluente o filtrado alcalino se puede obtener de una etapa del proceso en la que las condiciones son alcalinas. El efluente alcalino puede añadirse o mezclarse a un efluente o filtrado obtenido de una etapa en la que las condiciones son ácidas antes de las etapas a), a1), a2), a3) y/o b). El efluente o filtrado alcalino también puede añadirse o mezclarse con la segunda parte antes de la etapa f), siempre que el pH de dicha segunda parte de efluente o filtrado no sea alcalino antes de la etapa f).

20 En una realización, la primera parte del efluente o filtrado se obtiene de una primera etapa en la que las condiciones son ácidas; y la segunda parte del efluente o filtrado se obtiene de una segunda etapa en la que las condiciones son ácidas.

25 En una realización, el procedimiento comprende las etapas de:

- a) obtener un efluente o filtrado de una etapa en la que las condiciones son ácidas;
- a3) dividir el efluente o filtrado en una primera parte y una segunda parte;
- 30 b) ajustar el pH de la primera parte del efluente o filtrado a alcalino con un agente alcalino;
- c) dejar que el fósforo precipite en forma de una sal de fosfato;
- d) separar el precipitado para producir un efluente o filtrado purificado y un lodo que comprende el precipitado;
- e) filtrar el lodo que comprende el precipitado obtenible a partir de la etapa d) utilizando el filtro de residuos de licor verde; y
- 35 f) combinar el efluente o filtrado purificado con la segunda parte del efluente o filtrado.

40 En una realización, el efluente o filtrado se obtiene de la primera etapa de las operaciones en línea de fibra de una fábrica de pulpa química en la que las condiciones son ácidas. La fábrica de pulpa química puede ser, por ejemplo, una fábrica de pulpa kraft.

45 En una realización, el pH del efluente o filtrado obtenido en las etapas a), a1), a2) y/o a3) es inferior a 7; o inferior a 6; o inferior a 3.

En una realización, el pH del efluente o filtrado obtenido en las etapas a), a1), a2) y/o a3) es de 1-7; o 2-7; o de 1-6; o 2-6; o de 1-3; o 2-3.

50 En una realización, el efluente o filtrado es un efluente de blanqueo ácido o un filtrado de blanqueo ácido. Dichos filtrados de blanqueo ácidos o efluentes de blanqueo ácidos se obtienen habitualmente de un proceso de producción de pulpa química. En una realización, el filtrado de blanqueo ácido o el efluente de blanqueo ácido es el filtrado de blanqueo ácido o el efluente de blanqueo ácido obtenible a partir de la primera etapa de blanqueo ácido.

Habitualmente se encuentra un contenido muy elevado de fósforo en el filtrado de blanqueo ácido obtenible a partir de la primera etapa de blanqueo ácido. De este modo, puede ser muy útil obtener el filtrado de blanqueo ácido de la primera etapa de blanqueo ácido. En esta realización, el contenido de fósforo en los efluentes del proceso se puede reducir de manera significativa, incluso si sólo el filtrado de blanqueo ácido de la primera etapa de blanqueo ácido, o una parte de la misma, se trata según el procedimiento de la presente invención.

60 En este contexto, el término "etapa de blanqueo" puede referirse a cualquier etapa después de las etapas sobre la pasta cruda y debe entenderse que también incluye la etapa o etapas de deslignificación con oxígeno, que de forma selectiva elimina lignina, ácido hexenurónico y/o metales. En este contexto, el término "etapa de blanqueo" también puede referirse a cualquiera de las etapas inmediatamente después de la etapa del oxígeno. La primera etapa de blanqueo puede ser alcalina o ácida. Habitualmente es una etapa A ácida seguida por una etapa D sin una etapa de lavado entre ellas. Esta es la llamada etapa de blanqueo A/D1.

65 En una realización, el filtrado es un filtrado de blanqueo A, D, D1, A/D o A/D1 o cualquier otro filtrado de blanqueo ácido. "A" debe entenderse que se refiere a una etapa de blanqueo ácido. "D" debe entenderse que se refiere a una

etapa de blanqueo con dióxido de cloro. Las etapas A, D y D1 pueden ser etapas separadas entre sí; sin embargo, cada una de las etapas A, D y D1 debe entenderse, en este contexto, como etapas de blanqueo.

5 El efluente ácido también puede ser obtenible a partir del tratamiento de acidificación de pulpa no blanqueada, que se realiza antes del blanqueo, después del lavado de la pasta cruda y del tratamiento con oxígeno de la unidad de deslignificación con oxígeno. Este efluente ácido también contiene habitualmente compuestos de fósforo disueltos.

10 El filtrado también puede ser un filtrado ácido obtenible a partir del tratamiento de acidificación de la pulpa no blanqueada después del lavado de la pasta cruda, cuyo tratamiento se realiza para disolver los compuestos de fósforo que se disuelven en ácido contenidos en la pulpa antes del blanqueo.

En una realización, el pH de la, como mínimo, una parte del efluente o filtrado se ajusta en la etapa b) a 8-14; u 8-12; o a 9-10; o a 9,5-9,8.

15 En una realización, el pH de la primera parte del efluente o filtrado se ajusta en la etapa b) a 8-14; u 8-12; o a 9-10; o a 9,5-9,8.

20 Cuando el pH de la, como mínimo, una parte del efluente o filtrado se ajusta a pH alcalino, el fósforo precipita, habitualmente en forma de fosfato de calcio. La fuente de calcio en el fosfato de calcio precipitado puede ser calcio contenido originalmente en el efluente o filtrado y/o calcio que se introduce en la, como mínimo, una parte del efluente o filtrado como componente del agente alcalino. De este modo, el precipitado contiene habitualmente fosfato de calcio. El precipitado puede comprender, además, otras sales de fosfato, tales como hidrogenofosfato de calcio; carbonato de calcio; sulfato de calcio; compuestos orgánicos de fósforo; y/u otros componentes precipitados/coprecipitados.

25 El agente alcalino puede ser cualquier agente que sea capaz de elevar el pH de la, como mínimo, una parte del efluente o filtrado a un pH en el que el fósforo puede precipitar. El agente alcalino puede ser una solución, tal como una solución acuosa, un sólido, o una mezcla de los mismos.

30 En una realización, el agente alcalino es

CaO;  
un hidróxido de metal alcalino, tal como NaOH;  
Ca(OH)<sub>2</sub>;  
35 NH<sub>4</sub>OH;

un efluente o filtrado alcalino;  
un efluente o filtrado de blanqueo alcalino; o  
un polvo, una solución acuosa, o cualquier mezcla de los mismos.

40 En una realización, el agente alcalino es CaO sólido.

En una realización, el agente alcalino es una solución acuosa de CaO, una solución acuosa de un hidróxido de metal alcalino, tal como NaOH, una solución acuosa de Ca(OH)<sub>2</sub>, una solución acuosa de NH<sub>4</sub>OH o cualquier mezcla de los mismos.

45 El agente alcalino puede ser también una mezcla de un sólido y una solución acuosa.

50 Si el agente alcalino es Ca(OH)<sub>2</sub>, CaO, un polvo, una solución acuosa o cualquier mezcla de los mismos, como mínimo, parte de los iones de calcio contenidos en el mismo puede precipitar con el fósforo contenido en la, como mínimo, una parte del efluente o filtrado.

El agente alcalino puede ser un agente alcalino que se utiliza para ajustar el pH de aguas residuales, tal como una solución acuosa de Ca(OH)<sub>2</sub>.

55 La concentración del agente alcalino puede variar. Un agente alcalino relativamente fuerte o una solución acuosa que contiene una concentración elevada de un agente alcalino pueden tener, sin embargo, la utilidad añadida de que se necesita un volumen pequeño del agente alcalino para ajustar el pH a pH alcalino. De este modo, se pueden evitar un aumento del volumen y la disolución del precipitado. Por ejemplo, si se utiliza una solución acuosa de Ca(OH)<sub>2</sub> como agente alcalino, la concentración de la solución acuosa de Ca(OH)<sub>2</sub> es, de manera preferente, como  
60 mínimo, 2 g/l o, de manera más preferente, como mínimo, 20 g/l. De manera incluso más preferente, el agente alcalino es CaO sólido.

65 En la etapa b), la, como mínimo, una parte del efluente o filtrado se puede mezclar con el agente alcalino. La mezcla habitualmente acelera la precipitación de fósforo. La mezcla se puede efectuar, por ejemplo, mediante agitación. La mezcla también se puede efectuar utilizando un aparato adecuado para mezclar el agente alcalino con la, como mínimo, una parte del efluente o filtrado ácido. Dicho aparato puede ser, por ejemplo, un tanque o una tubería que

comprende medios para la mezcla. Los medios para la mezcla pueden ser, por ejemplo, un mezclador, un brazo mezclador o un agitador. Dicho aparato también puede ser, por ejemplo, una tubería provista de una o más boquillas para inyectar el agente alcalino en la tubería en la que puede fluir el efluente o filtrado ácido.

5 La temperatura en la etapa b) se puede fijar, por ejemplo, entre 25-90°C. El aumento de la temperatura puede aumentar la precipitación.

10 Después de separar el precipitado de la, como mínimo, una parte del efluente o filtrado, el efluente o filtrado purificado obtenido de este modo tiene un contenido en fósforo sustancialmente reducido. La eliminación de fósforo es habitualmente tan eficiente que el efluente o filtrado purificado obtenido se puede considerar sustancialmente libre de fósforo.

15 No siempre puede ser deseable eliminar por completo el fósforo del efluente o filtrado, en particular en los casos en los que el efluente o filtrado se transporta posteriormente a una planta de tratamiento de aguas residuales. Muchas plantas de tratamiento de aguas residuales utilizan procesos bacterianos para el tratamiento de aguas residuales, por lo que es preferente o incluso necesario una cantidad baja de fósforo en el efluente o filtrado. Además, puede ser suficiente para tratar sólo la primera parte del efluente o filtrado a efectos de reducir de manera significativa el contenido de fósforo en el efluente o filtrado. Por ejemplo, un tratamiento de todos los efluentes o filtrados ácidos obtenibles de un proceso no es necesario para reducir de manera significativa el fósforo en el volumen total de efluentes y filtrados obtenibles de todo el proceso.

20 En una realización, la, como mínimo, una parte del efluente o filtrado consiste en el 2-95% (v/v); 5-95% (v/v); 5-50% (v/v); o 10-40% (v/v) del volumen total del efluente o filtrado.

25 Se puede obtener una reducción significativa en fósforo incluso si se trata una parte relativamente pequeña del efluente o filtrado en comparación con todo el volumen del efluente o filtrado utilizando el procedimiento, según la presente invención.

30 En una realización, la primera parte del efluente o filtrado consiste en el 2-95% (v/v); 5-95% (v/v); 5-50% (v/v); o 10-40% (v/v) del volumen total del efluente o filtrado. En este contexto, el volumen total del efluente o filtrado debe entenderse que consiste en el volumen total de la primera y la segunda parte.

35 Se puede obtener una reducción significativa en fósforo en el efluente o filtrado incluso si la primera parte del efluente o filtrado es una parte relativamente pequeña en comparación con todo el volumen del efluente o filtrado.

La primera y segunda parte del efluente o filtrado o sus proporciones en volumen se pueden seleccionar de modo que, por ejemplo, la concentración de fósforo, el pH de dichas partes y/o el pH del efluente o filtrado purificado combinado y la segunda parte del efluente o filtrado sean óptimos.

40 En una realización, la primera parte del efluente o filtrado tiene un contenido o concentración de fósforo más elevada que la segunda parte.

45 En una realización, la primera parte del efluente o filtrado tiene una concentración de fósforo de 5-20 mg/l; o 9-16 mg/l.

En una realización, la primera parte del efluente o filtrado es obtenible a partir de la etapa en la que las condiciones son ácidas y en la que el contenido o concentración de fósforo es el más elevado.

50 La etapa f) se puede realizar en cualquier etapa del proceso antes de la neutralización posterior de la combinación obtenible a partir de la etapa f) en una planta de tratamiento de aguas residuales, en la que la neutralización posterior se lleva a cabo para ajustar el pH adecuado para el tratamiento aeróbico. La neutralización posterior se realiza habitualmente antes de la balsa de aireación. Por ejemplo, puede llevarse a cabo en la línea de fibras, antes del tratamiento preliminar clarificador o en cualquier otra etapa antes de la aireación.

55 Debe entenderse también que la etapa e) (y opcionalmente la etapa g)) y la etapa f) (y opcionalmente h)) se pueden realizar de forma simultánea o en cualquier orden.

60 En una realización, el procedimiento comprende, además, la etapa h) de transportar la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda parte del efluente o filtrado obtenible a partir de la etapa f) al tratamiento o descarga de aguas residuales.

65 La combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda parte del efluente o filtrado obtenible a partir de la etapa f) se puede transportar directamente al tratamiento de aguas residuales, por ejemplo, a una planta de tratamiento de aguas residuales, o para la descarga de aguas residuales. El pH de la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda parte del efluente o filtrado obtenible a partir de la etapa f) también puede ajustarse adicionalmente, por ejemplo, a un pH neutro, si es necesario.

En una realización, el pH de la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda parte del efluente o filtrado obtenible a partir de la etapa f) es neutro o casi neutro.

5 En una realización, el pH de la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda parte del efluente o filtrado obtenible a partir de la etapa f) se encuentra en el intervalo de 6 a 8 o en el intervalo de 6,5 a 7,5.

En una realización, el pH de la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda parte del efluente o filtrado obtenible a partir de la etapa f) se ajusta a neutro o casi neutro.

10 En una realización, el pH de la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda parte del efluente o filtrado obtenible a partir de la etapa f) se ajusta a un pH en el intervalo de 6 a 8 o en el intervalo de 6,5 a 7,5.

15 Si el efluente o filtrado purificado se combina con la segunda parte del efluente o filtrado, la segunda parte del efluente o filtrado es a menudo capaz de ajustar el pH a un nivel inferior. El pH de la combinación resultante puede ser, de este modo, neutro o próximo a pH neutro. Dependiendo, por ejemplo, de la proporción entre el volumen del efluente o filtrado purificado y el volumen de la segunda parte del efluente o filtrado, se puede ajustar adicionalmente el pH de la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda parte del efluente o filtrado obtenible a partir de la etapa f). Se puede utilizar un agente de neutralización adecuado para ajustar el pH del efluente. El agente neutralizante puede ser un agente alcalino o un agente ácido.

20 En una realización, el agente alcalino con el que se ajusta el pH de la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda parte del efluente o filtrado obtenible a partir de la etapa f) es el mismo agente alcalino con el que se ajusta a alcalino el pH de la primera parte del efluente o filtrado en la etapa b).

25 La presente invención se refiere, además, a un sistema para la reducción del fósforo en un efluente o filtrado de un proceso de producción de pulpa química que comprende, como mínimo, una etapa en la que las condiciones son ácidas; en el que el sistema comprende:

30 un aparato de digestión para la cocción de la pulpa;  
un aparato de lavado para el lavado de la pulpa;  
un aparato de blanqueo que comprende un aparato para separar el efluente o filtrado ácido de la pulpa obtenible a partir de una etapa de blanqueo en la que las condiciones son ácidas;  
un aparato de filtración de residuos de licor verde;

35 un aparato de purificación para la eliminación del fósforo del efluente o filtrado ácido, que comprende un aparato adaptado para mezclar un agente alcalino, como mínimo, con una parte del efluente o filtrado ácido y para dejar que el fósforo precipite en forma de una sal de fosfato, y un aparato de separación para separar el precipitado para producir un efluente o filtrado purificado y un lodo que comprende el precipitado;

40 un primer conducto entre el aparato para separar el efluente o filtrado ácido de la pulpa y el aparato de purificación para transportar la, como mínimo, una parte del efluente o filtrado ácido desde el aparato para separar el efluente o filtrado de la pulpa al aparato de purificación; y  
un segundo conducto para transportar el lodo que comprende el precipitado desde el aparato de purificación al aparato de filtración de residuos de licor verde.

45 El aparato de filtración de residuos de licor verde puede comprender un filtro de residuos de licor verde. También puede comprender, por ejemplo, un aparato para el lavado del filtro de residuos de licor verde y/o la torta de filtro que se puede obtener utilizando el filtro.

50 En una realización, el filtro de residuos de licor verde se recubre previamente.

En una realización, el filtro de residuos de licor verde se recubre previamente con lodo de cal.

55 El primer conducto para transportar la, como mínimo, una parte del efluente o filtrado ácido desde el aparato para separar el efluente o filtrado de la pulpa al aparato de purificación puede estar conectado a dichos aparatos ya sea directa o indirectamente, o a través de medios adecuados. El primer conducto proporciona una conexión de flujo entre dichos aparatos. En particular, el primer conducto proporciona una conexión de flujo entre el aparato para separar el efluente o filtrado de la pulpa y el aparato adaptado para mezclar un agente alcalino, como mínimo, con una parte del efluente o filtrado ácido y para dejar que el fósforo precipite en forma de una sal de fosfato.

60 El aparato de separación para separar el precipitado para producir un efluente o filtrado purificado y el lodo que comprende el precipitado puede ser, por ejemplo, una centrífuga decantadora, un clarificador, un separador de sólidos, un aparato de floculación o un filtro, tal como un filtro de presión, un filtro en forma de vela o un filtro de discos.

65 El segundo conducto para transportar el lodo que comprende el precipitado desde el aparato de purificación al aparato de filtración de residuos de licor verde puede estar conectado a dichos aparatos ya sea directa o



indirectamente, o a través de medios adecuados. El segundo conducto proporciona una conexión de flujo entre dichos aparatos.

5 El sistema también puede contener bombas para diversos fluidos, tuberías apropiadas, tanques y/o mezcladores. Puede contener, además, por ejemplo, un aparato de secado para secar la pulpa blanqueada, un sistema de recuperación de productos químicos y/u otros componentes de una fábrica de pulpa química. El sistema de recuperación química puede incluir un ciclo de álcali y un sistema de circulación de cal.

10 En una realización, el aparato de blanqueo comprende un aparato para separar el efluente o filtrado de la pulpa obtenible a partir de una etapa de blanqueo para separar el efluente o filtrado ácido obtenible a partir de la primera etapa de blanqueo en la que las condiciones son ácidas.

15 En una realización, el aparato para separar el efluente o filtrado de la pulpa obtenible a partir de una etapa de blanqueo es un aparato de filtración para filtrar el efluente o filtrado ácido obtenible a partir de una etapa de blanqueo.

20 En otras realizaciones, el aparato para separar el efluente o filtrado de la pulpa obtenible a partir de una etapa de blanqueo puede ser una prensa, una prensa con lavado, una máquina de lavar con desplazamiento de tambor o cualquier otro aparato que es capaz de separar la pulpa y el efluente o filtrado.

Cada uno de los primero, segundo y tercer conductos puede comprender, por ejemplo, una tubería o cualquier otro medio para establecer una conexión de flujo.

25 En una realización, el aparato adaptado para mezclar un agente alcalino con la, como mínimo, una parte del efluente o filtrado ácido comprende un conducto para introducir el agente alcalino. Puede comprender, además, un aparato para mezclar el agente alcalino con la, como mínimo, una parte del efluente o filtrado ácido. Dicho aparato puede ser, por ejemplo, una tubería provista con una o más boquillas para inyectar el agente alcalino en la tubería en la que la, como mínimo, una parte del efluente o filtrado ácido puede fluir.

30 El agente alcalino puede ser cualquier agente alcalino descrito anteriormente. En una realización, el agente alcalino es

35 CaO;  
un hidróxido de metal alcalino, tal como NaOH;  
Ca(OH)<sub>2</sub>;  
NH<sub>4</sub>OH;  
un efluente o filtrado alcalino;  
un efluente o filtrado de blanqueo alcalino; o  
un polvo, una solución acuosa, o cualquier mezcla de los mismos.

40 En una realización, el sistema comprende un reactor para poner en contacto el agente alcalino con la, como mínimo, una parte del efluente o filtrado ácido para efectuar la precipitación de fósforo. El reactor puede estar provisto con una o más boquillas para inyectar el agente alcalino en el reactor. De este modo, el agente alcalino se puede introducir de manera continua mediante su inyección en un flujo de la, como mínimo, una parte del efluente o filtrado ácido. En un reactor, la, como mínimo, una parte del efluente o filtrado ácido puede fluir en una tubería y el agente alcalino se puede inyectar en el flujo.

En una realización, el sistema comprende:

50 un aparato de digestión para la cocción de la pulpa;  
un aparato de lavado para el lavado de la pulpa;  
un aparato de blanqueo que comprende un aparato para separar el efluente o filtrado de la pulpa obtenible a partir de una etapa de blanqueo en la que las condiciones son ácidas;  
un aparato de filtración de residuos de licor verde;  
55 un aparato de purificación para la eliminación del fósforo del efluente o filtrado ácido, que comprende un aparato adaptado para mezclar un agente alcalino, como mínimo, con una parte del efluente o filtrado ácido y para dejar que el fósforo precipite en forma de una sal de fosfato, y un aparato de separación para separar el precipitado para producir un efluente o filtrado purificado y un lodo que comprende el precipitado;  
un primer conducto para transportar una primera parte del efluente o filtrado ácido desde el aparato para separar el  
60 efluente o filtrado de la pulpa al aparato de purificación;  
un segundo conducto para transportar el lodo que comprende el precipitado desde el aparato de purificación al aparato de filtración de residuos de licor verde;  
un tercer conducto para transportar una segunda parte del efluente o filtrado ácido; y  
un aparato para combinar el efluente o filtrado purificado con la segunda parte del efluente o filtrado ácido.

65 El aparato para combinar el efluente o filtrado purificado con la segunda parte del efluente o filtrado ácido puede

comprender, por ejemplo, un cuarto conducto para transportar el efluente o filtrado purificado desde el aparato de separación. Puede comprender, además, medios para conectar el cuarto conducto para transportar el efluente o filtrado purificado desde el aparato de separación al tercer conducto para transportar una segunda parte del efluente o filtrado ácido. El aparato para combinar el efluente o filtrado purificado con la segunda parte del efluente o filtrado ácido también puede comprender, por ejemplo, un mezclador, un tanque o una balsa a través de los cuales están conectados el tercer y cuarto conducto. El tercer y cuarto conducto pueden estar conectados directa o indirectamente.

El sistema puede comprender, además, tuberías o un conducto para pasar la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda parte del efluente o filtrado obtenible a partir de la etapa f) a una planta de tratamiento de aguas residuales o para la descarga.

Las realizaciones de la presente invención descritas anteriormente se pueden utilizar en cualquier combinación entre sí. Varias de las realizaciones pueden combinarse entre sí para formar una realización adicional de la presente invención. Un procedimiento o un sistema, con los que se relaciona la presente invención, pueden comprender, como mínimo, una de las realizaciones de la presente invención descritas anteriormente.

Una ventaja de la presente invención es que el contenido de fósforo en el efluente o filtrado procedente del proceso puede reducirse de manera significativa mediante el procedimiento, según la presente invención.

Una ventaja del procedimiento, según la presente invención, es que es un proceso de bajo coste, que no requiere inversiones importantes para el equipo. El precipitado que contiene fósforo puede eliminarse fácilmente en la etapa de filtración de residuos verdes.

Tampoco requiere inversiones significativas para los reactivos; se pueden utilizar reactivos, tales como agentes alcalinos, que en cualquier caso se pueden utilizar para ajustar el pH del efluente o filtrado.

Una ventaja del procedimiento, según la presente invención, es que se reduce la necesidad de ajustar el pH del efluente o filtrado.

Una ventaja del procedimiento, según la presente invención, es que se puede obtener una reducción significativa del fósforo en el efluente o filtrado incluso si el volumen de la, como mínimo, una parte del efluente o filtrado es relativamente pequeño en comparación con el volumen total del efluente o filtrado.

Una ventaja del procedimiento, según la presente invención, es que se pueden retener pequeñas cantidades de fósforo en el efluente o filtrado que se transporta al tratamiento de aguas residuales; esto puede ser ventajoso, por ejemplo, cuando el tratamiento de aguas residuales posterior utiliza procesos bacterianos para los que es preferente una cantidad de fósforo en el efluente o filtrado.

Una ventaja del procedimiento, según la presente invención, es que puede realizarse, por ejemplo, en la línea de fibras de una fábrica de producción de pulpa química. De este modo, se puede utilizar para reducir el fósforo en un efluente o filtrado ya en la fábrica de producción de pulpa química.

Una ventaja del procedimiento, según la presente invención, es que el precipitado que contiene fósforo se puede recuperar y volver a procesar para una utilización posterior.

## EJEMPLOS

A continuación, se hará referencia en detalle a las realizaciones de la presente invención, un ejemplo de la cual se ilustra en el dibujo que se acompaña.

La siguiente descripción da a conocer algunas realizaciones de la presente invención con tal detalle que un experto en la materia es capaz de utilizar la presente invención en base a la divulgación. No se describen en detalle todas las etapas de las realizaciones, ya que muchas de las etapas serán obvias para el experto en la materia basándose en la presente memoria.

Por razones de simplicidad, los números de referencia se mantendrán en las siguientes realizaciones de ejemplo en el caso de repetición de componentes.

La figura 1 ilustra un procedimiento, según una realización de la presente invención, para reducir el fósforo en un efluente o filtrado de un proceso que comprende, como mínimo, una etapa en la que las condiciones son ácidas. El proceso comprende en esta realización, como mínimo, dos etapas de proceso separadas en las que las condiciones son ácidas. En la etapa a), se obtiene una primera parte de un efluente o filtrado a partir de una de dichas etapas. Se obtiene una segunda parte de un efluente o filtrado a partir de una etapa separada en la etapa a2), o el efluente o filtrado que se obtiene a partir de una única etapa se divide en la etapa a3) en una primera parte y una segunda parte. La primera parte obtenida de este modo se transporta a la etapa b). En la etapa de purificación, se

añade un agente alcalino, tal como  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , para ajustar el pH de una primera parte del efluente o filtrado a pH alcalino en la etapa b). En la etapa c), se deja precipitar el fósforo y el precipitado se separa para producir un efluente o filtrado purificado y un lodo que comprende el precipitado en la etapa d). El efluente o filtrado purificado del que se ha separado el precipitado se puede combinar en la etapa f) con una segunda parte del efluente o filtrado obtenido en la etapa a2) o a3). El lodo que comprende el precipitado se filtra en la etapa de filtración de residuos verdes en la etapa e). De este modo, se puede obtener una torta de filtro que comprende el precipitado y residuos del filtro verdes.

La figura 2 ilustra un sistema, según una realización de la presente invención, para reducir el fósforo en un efluente o filtrado de un proceso de producción de pulpa química que comprende, como mínimo, una etapa en la que las condiciones son ácidas. Por simplicidad, no se han incluido en esta ilustración esquemática diversos componentes que pueden ser una parte del sistema. En particular, no se han incluido por simplicidad otros componentes del sistema de recuperación de productos químicos, excepto el aparato de filtración de residuos verdes -5- y cualquier conexión de flujo entre el aparato de digestión -1- y el aparato de filtración de residuos verdes -5-.

En esta realización de ejemplo, el sistema comprende un aparato de digestión -1- para la cocción de pulpa a partir de material lignocelulósico. Desde el aparato de digestión -1-, la pulpa (a menudo llamada "pasta cruda") se transporta a un aparato de lavado -2- para el lavado de la pulpa. El aparato de lavado -2- puede contener, por ejemplo, una o más máquinas de lavado de la pasta cruda, habitualmente utilizando un flujo en contracorriente. La pulpa lavada se transporta a un aparato de blanqueo -3-. En esta realización, el aparato de blanqueo contiene tres etapas de blanqueo denominadas -3'-, -3''- y -3'''-. La etapa -3'-, en esta realización la primera etapa de blanqueo, es una etapa de blanqueo en la que las condiciones son ácidas, por ejemplo, una etapa A/D1; las etapas -3''- y -3'''- pueden ser ácidas o alcalinas. El sistema también comprende un aparato -11- para secar la pulpa. El aparato de blanqueo -3- comprende un aparato -4- para separar el efluente o filtrado ácido de la pulpa obtenible a partir de la etapa de blanqueo -3'-. El sistema comprende, además, un aparato de purificación -6- que comprende un aparato -7- adaptado para mezclar un agente alcalino, como mínimo, con una parte del efluente o filtrado ácido y para dejar que el fósforo precipite en forma de una sal de fosfato y un aparato de separación -8- para separar el precipitado para producir un efluente o filtrado purificado y un lodo que comprende el precipitado. El aparato de separación puede ser, por ejemplo, un filtro de discos. Se dispone un primer conducto -9- para el transporte, como mínimo, de una parte del efluente o filtrado ácido desde el aparato -4- para separar el efluente o filtrado de la pulpa al aparato de purificación -6-, de manera específica al aparato -7-, adaptado para mezclar un agente alcalino con la, como mínimo, una parte del efluente o filtrado ácido y para dejar que el fósforo precipite en forma de una sal de fosfato. Se dispone un segundo conducto -10- para transportar el lodo que comprende el precipitado desde el aparato de purificación -6- y, de manera específica, desde el aparato de separación -8- al aparato de filtración de residuos de licor verde -5-. Esta realización comprende, además, un tercer conducto -13- para transportar una segunda parte del efluente o filtrado ácido obtenible a partir del aparato -4- para separar el efluente o filtrado de la pulpa; y un cuarto conducto -14- para transportar el efluente o filtrado purificado desde el aparato de separación -8-. El tercer conducto -13- está conectado al aparato -4- para separar el efluente o filtrado de la pulpa. El cuarto conducto -14- está conectado al aparato de separación -8- para separar el precipitado para producir un efluente o filtrado purificado. El tercer conducto -13- y el cuarto conducto -14- están conectados directa o indirectamente para combinar el efluente o filtrado purificado con la segunda parte del efluente o filtrado ácido. El tercer conducto -13- y el cuarto conducto -14- pueden estar conectados, por ejemplo, de manera que forman un conducto para transportar la combinación del efluente o filtrado purificado y la segunda parte del efluente o filtrado ácido a una planta de tratamiento de aguas residuales -12- y, adicionalmente, para la descarga.

Es obvio para un experto en la materia que con el avance de la tecnología, la idea básica de la presente invención puede implementarse de diversas maneras. De este modo, la presente invención y sus realizaciones no se limitan a los ejemplos descritos anteriormente; en cambio, pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento para reducir el fósforo en un efluente o filtrado de un proceso que comprende una etapa en la que los residuos de licor verde se filtran utilizando un filtro de residuos de licor verde y, como mínimo, una etapa en la que las condiciones son ácidas, **caracterizado por que** el procedimiento comprende las etapas de:
- 10 a) obtener un efluente o filtrado a partir de una etapa en la que las condiciones son ácidas, en la que el efluente o filtrado es un líquido acuoso que contiene fósforo;
- 10 b) ajustar el pH, como mínimo, de una parte del efluente o filtrado a pH alcalino con un agente alcalino;
- 10 c) dejar que el fósforo en la, como mínimo, parte del efluente o filtrado precipite en forma de una sal de fosfato;
- 10 d) separar el precipitado de la, como mínimo, parte del efluente o filtrado para producir un efluente o filtrado purificado y un lodo que comprende el precipitado; y
- 15 e) filtrar el lodo que comprende el precipitado obtenible a partir de la etapa d) utilizando el filtro de residuos de licor verde.
- 15 2. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que el procedimiento comprende las etapas de:
- 20 a1) obtener una primera parte de un efluente o filtrado a partir de una etapa en la que las condiciones son ácidas, en la que el efluente o filtrado es un líquido acuoso que contiene fósforo;
- 20 a2) obtener una segunda parte de un efluente o filtrado de la misma etapa o diferentes etapas en las que las condiciones son ácidas;
- 20 b) ajustar el pH de la primera parte del efluente o filtrado a pH alcalino con un agente alcalino;
- 20 c) dejar que el fósforo en la primera parte del efluente o filtrado precipite en forma de una sal de fosfato;
- 25 d) separar el precipitado de la primera parte del efluente o filtrado para producir un efluente o filtrado purificado y un lodo que comprende el precipitado;
- 25 e) filtrar el lodo que comprende el precipitado obtenible a partir de la etapa d) utilizando el filtro de residuos de licor verde; y
- 25 f) combinar el efluente o filtrado purificado con la segunda parte del efluente o filtrado.
- 30 3. Procedimiento, según la reivindicación 1 o 2, en el que el precipitado se separa en la etapa d) mediante decantación, clarificación, flotación, sedimentación o filtración.
- 35 4. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que el lodo que comprende el precipitado obtenible a partir de la etapa d) se filtra en la etapa e) para obtener una torta de filtro que comprende el precipitado filtrado; y el procedimiento comprende, además, la etapa g) de recuperación de la torta de filtro.
- 40 5. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que el lodo que comprende el precipitado obtenible a partir de la etapa d) y residuos de licor verde se filtran en la etapa e) para obtener una torta de filtro que comprende el precipitado y residuos de licor verde; y el procedimiento comprende, además, la etapa g) de recuperación de la torta de filtro.
- 45 6. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que el lodo que comprende el precipitado obtenible a partir de la etapa d) se filtra en la etapa e) utilizando un filtro de residuos de licor verde recubierto previamente con una capa de lodo de cal.
- 50 7. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que el procedimiento es un procedimiento de producción de pulpa química.
- 50 8. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que el efluente o filtrado se genera a partir de las operaciones en las líneas de fibras de una fábrica de pulpa química.
- 55 9. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que el efluente o filtrado se obtienen a partir de la primera etapa del proceso en la que las condiciones son ácidas.
- 55 10. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 2-9, en el que la primera parte del efluente o filtrado se obtiene a partir de una primera etapa en la que las condiciones son ácidas; y la segunda parte del efluente o filtrado se obtiene a partir de una segunda etapa en la que las condiciones son ácidas.
- 60 11. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que el procedimiento comprende las etapas de:
- 65 a) obtener un efluente o filtrado a partir de una etapa en la que las condiciones son ácidas, en la que el efluente o filtrado es un líquido acuoso que contiene fósforo;
- 65 a3) dividir el efluente o filtrado en una primera parte y una segunda parte;
- 65 b) ajustar el pH de la primera parte del efluente o filtrado a pH alcalino con un agente alcalino;

- 5 c) dejar que el fósforo en la primera parte del efluente o filtrado precipite en forma de una sal de fosfato;  
d) separar el precipitado de la primera parte del efluente o filtrado para producir un efluente o filtrado purificado y un lodo que comprende el precipitado;  
e) filtrar el lodo que comprende el precipitado obtenible a partir de la etapa d) utilizando el filtro de residuos de licor verde; y  
f) combinar el efluente o filtrado purificado con la segunda parte del efluente o filtrado.
- 10 12. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en el que el pH del efluente o filtrado obtenido en las etapas a), a1) y/o a2) es inferior a 7; o inferior a 6; o inferior a 3.
- 15 13. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1-12, en el que el efluente o filtrado es un efluente de blanqueo ácido o un filtrado de blanqueo ácido.
14. Procedimiento, según la reivindicación 13, en el que el filtrado de blanqueo ácido o efluente de blanqueo ácido es el filtrado de blanqueo ácido o efluente de blanqueo ácido obtenible a partir de la primera etapa de blanqueo ácido.
- 20 15. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1-14, en el que el pH de la, como mínimo, una parte del efluente o filtrado o el pH de la primera parte del efluente o filtrado se ajustan en la etapa b) a 8-14; u 8-12; o a 9-10; o 9,5-9,8.
- 25 16. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1-15, en el que el agente alcalino es CaO;  
un hidróxido de metal alcalino, tal como NaOH;  
Ca(OH)<sub>2</sub>;  
NH<sub>4</sub>OH;  
un efluente o filtrado alcalino;  
un efluente o filtrado de blanqueo alcalino; o  
un polvo, una solución acuosa, o cualquier mezcla de los mismos.
- 30 17. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1-16, en el que la, como mínimo, una parte del efluente o filtrado o la primera parte del efluente o filtrado consiste en el 2-95% (v/v); 5-50% (v/v); o 10-40% (v/v) del volumen total del efluente o filtrado.
- 35 18. Sistema para la reducción del fósforo en un efluente o filtrado de un proceso de producción de pulpa química que comprende, como mínimo, una etapa en la que las condiciones son ácidas; en el que el sistema comprende:  
un aparato de digestión (1) para la cocción de la pulpa;  
un aparato de lavado (2) para el lavado de la pulpa;  
40 un aparato de blanqueo (3) que comprende un aparato (4) para separar el efluente o filtrado ácido de la pulpa obtenible a partir de una etapa de blanqueo (3') en la que las condiciones son ácidas; y  
un aparato de filtración de residuos de licor verde (5);  
**caracterizado por que** el sistema comprende, además:  
45 un aparato de purificación (6) para eliminar el fósforo del efluente o filtrado ácido, que comprende un aparato (7) adaptado para mezclar un agente alcalino, como mínimo, con una parte del efluente o filtrado ácido y para dejar que el fósforo precipite en forma de una sal de fosfato, y un aparato de separación (8) para separar el precipitado para producir un efluente o filtrado purificado y un lodo que comprende el precipitado;  
un primer conducto (9) entre el aparato (4) para separar el efluente o filtrado ácido de la pulpa y el aparato de purificación (6) para transportar, como mínimo, una parte del efluente o filtrado ácido desde el aparato (4) para separar el efluente o filtrado ácido de la pulpa al aparato de purificación (6); y  
50 un segundo conducto (10) para transportar el lodo que comprende el precipitado desde el aparato de purificación (6) al aparato de filtración de residuos de licor verde (5).

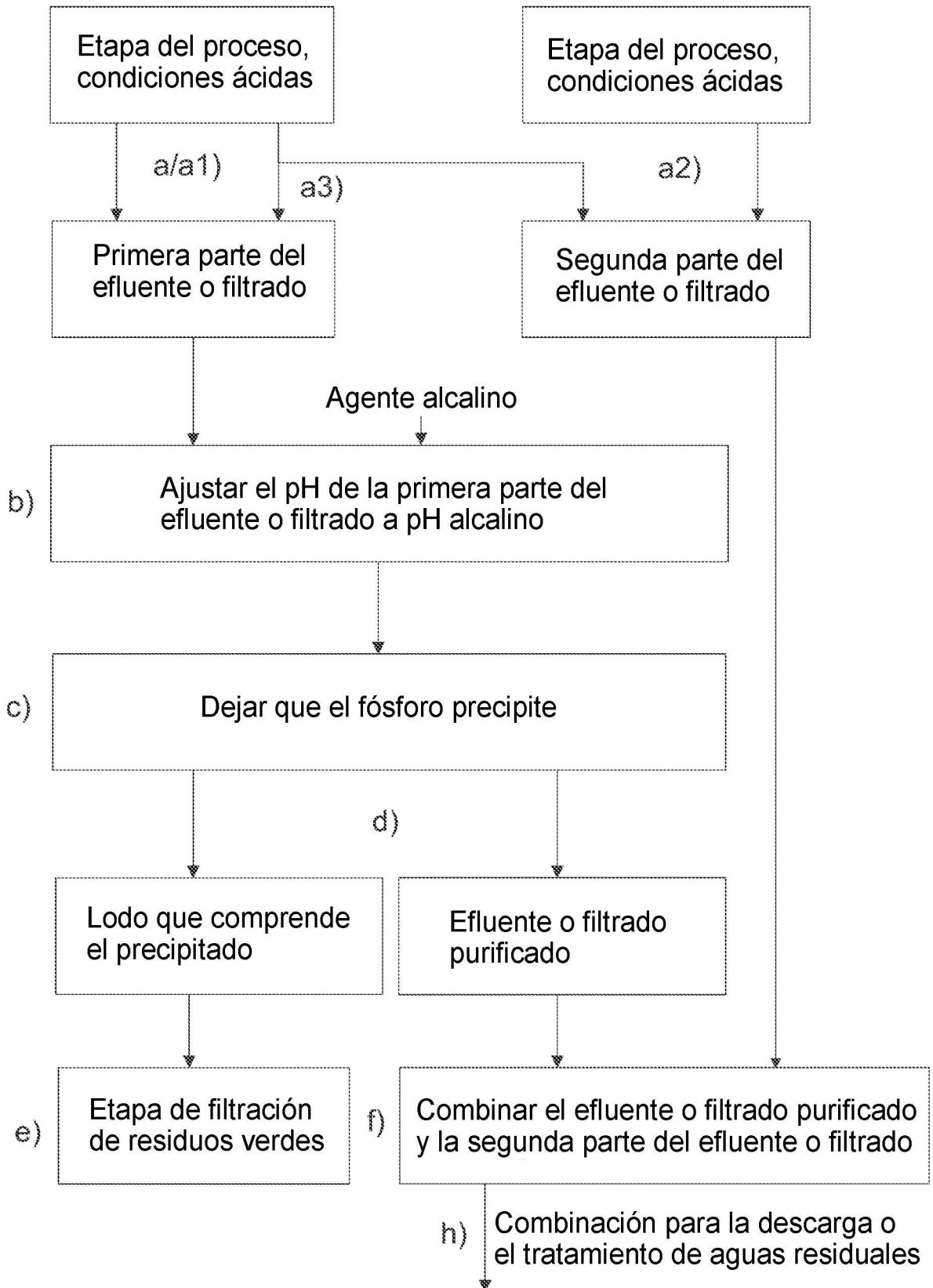


Fig. 1

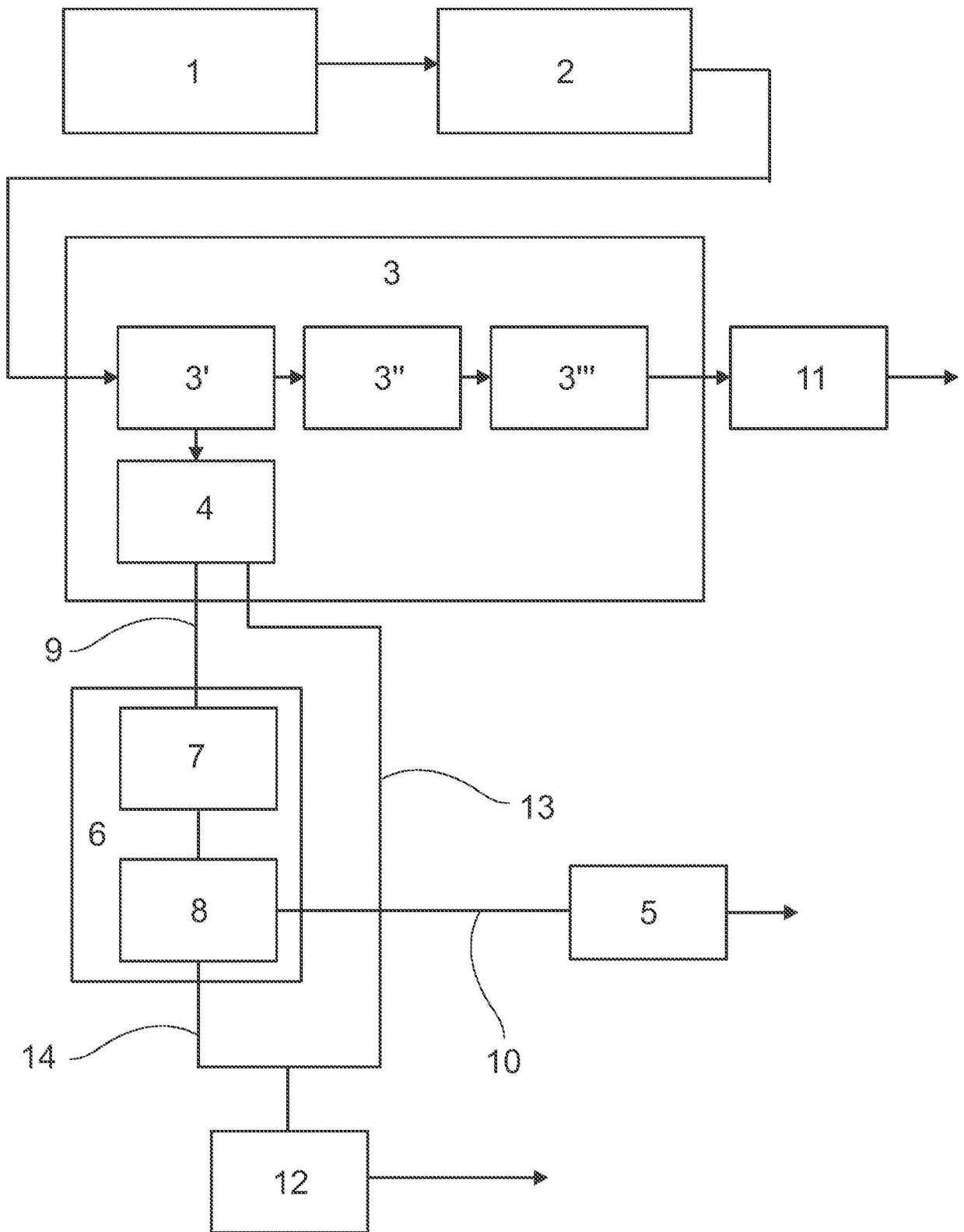


Fig. 2