



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 334 095**

51 Int. Cl.:  
**C01F 7/00** (2006.01)  
**C02F 1/52** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **00103669 .8**  
96 Fecha de presentación : **22.02.2000**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1127843**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.08.2001**

54 Título: **Policlorosulfatos de aluminio, proceso para su preparación y el uso de los mismos.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**05.03.2010**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**05.03.2010**

73 Titular/es: **Bernardo Pozzoli**  
**Rua Constante Ramos 93/503**  
**22051-010 Copacabana, Río de Janeiro, BR**

72 Inventor/es: **Pozzoli, Bernardo**

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 334 095 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).

# ES 2 334 095 T3

## DESCRIPCIÓN

Policlorosulfatos de aluminio, proceso para su preparación y el uso de los mismos.

5 La presente invención se refiere a los nuevos policlorosulfatos de aluminio que tienen elevada basicidad y estabilidad, un contenido bajo en sulfatos y una elevada potencia coagulante y floculante, y se refiere a un proceso de producción mejorado de los mismos, fácil de llevar a cabo, que tiene lugar a temperatura ambiente, y está libre de contaminación o residuos.

### 10 Lo más novedoso

15 Los policlorosulfatos de aluminio se utilizan en el tratamiento de agua potable y de aguas residuales, en la industria del papel y en muchos procesos de clarificación industrial. El funcionamiento y las aplicaciones de estos policlorosulfatos de aluminio dependen no sólo de sus características químicas, sino que en particular del proceso utilizado para su fabricación. En la mayoría de campos de aplicación se ha observado que los policlorosulfatos de aluminio con una fórmula empírica muy similar pueden presentar funcionamientos completamente diferentes dependiendo del método utilizado para su preparación. El motivo de este comportamiento se atribuye a la presencia en solución de especies policondensadas iónicas, cuya constitución y estructura dependen del proceso de fabricación.

20 A las diversas aplicaciones de policloruros y polisulfatos de aluminio pertenece la fabricación de composiciones antiperspirantes, la producción de soportes de catalizador, el tratamiento del papel en la industria del papel y el tratamiento de agua y aguas residuales.

25 En el tratamiento de agua y aguas residuales los policloruros y policlorosulfatos de aluminio han ido adquiriendo fuerza frente al detrimento de otros compuestos utilizados tradicionalmente, como las sales de hierro y sulfato de aluminio, debido a la mayor potencia coagulante y floculante de estas sales básicas de aluminio.

30 Las propiedades coagulantes y floculantes se pueden mejorar añadiendo iones sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), cuya sinergia es bien conocida desde hace mucho tiempo.

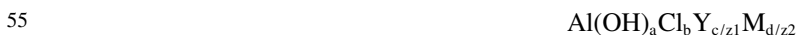
A diferencia de las soluciones de sulfato de aluminio que son muy estables, las soluciones de policlorosulfato de aluminio son únicamente estables en ciertas condiciones de concentración, basicidad y contenido en sulfatos.

35 Los policlorosulfatos de aluminio adecuados para el tratamiento de aguas, en particular para el tratamiento del agua potable deben presentar una basicidad suficientemente elevada y un contenido en sulfatos suficientemente bajo para garantizar un nivel mínimo de aluminio residual en el agua tratada. Por otro lado, el nivel de sulfatos debe ser suficientemente elevado para garantizar unas buenas propiedades coagulantes/floculantes. Basicidades demasiado altas alteran la potencia coagulante/floculante. Las temperaturas de basificación bajas promueven una buena floculación/coagulación. Las basicidades altas asociadas a niveles elevados de sulfatos alteran la estabilidad de los policlorosulfatos de aluminio.

45 Con el fin de obtener policlorosulfatos de aluminio adecuados para el tratamiento de aguas, en particular para el tratamiento de agua potable, se debe hallar un equilibrio entre un nivel suficientemente alto de sulfato que favorezca unas buenas propiedades coagulantes/floculantes, sin incrementar el contenido en aluminio soluble en el agua tratada, y una basicidad suficientemente elevada para garantizar niveles mínimos de aluminio residual, sin alterar las propiedades coagulantes/floculantes. Además el producto debe ser estable, el proceso de preparación debe ser simple y no liberar ningún tipo de agente contaminante.

50 Los policlorosulfatos de aluminio que satisfacen alguno de los requisitos anteriormente mencionados son conocidos:

a) La solicitud de patente francesa nº FR-A-2317227 describe el proceso, llevado a cabo a una temperatura inferior a 50°C, para la preparación de clorhidrato de aluminio con la fórmula general siguiente:



donde:

60 Y representa un anión con valencia Z1, típicamente  $\text{SO}_4^{2-}$

M representan un catión con valencia Z2, como el amonio, un metal alcalino, o un metal alcalino-terreo y

$$65 \quad 1.2 < a < 1.7,$$

$$0 < c \leq 0.6,$$

$$0.2 < d < 1.7,$$

## ES 2 334 095 T3

y

$$a + b + c = 3 + d.$$

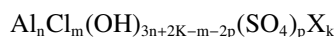
5 Sin embargo, las basicidades de los policloruros de aluminio anteriormente mencionadas son inferiores al 57% y no son suficientemente altas para algunas aplicaciones, como en el tratamiento de aguas.

b) La patente japonesa n° JP 52113384 describe un proceso para la preparación de policlorosulfato de aluminio que tiene elevada basicidad en el cual un reactivo alcalino como el  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  ó  $\text{MgO}$   
10 se añade a una temperatura inferior a  $60^\circ\text{C}$  a una solución de un compuesto de aluminio previamente preparado haciendo reaccionar un policlorosulfato de aluminio de basicidad baja con  $\text{CaCO}_3$ , obteniendo así yeso como producto secundario, que se separa luego. Los inconvenientes principales de este proceso son los siguientes: la basicidad de este compuesto de aluminio intermedio es del 50%, los niveles de aluminio residual son demasiado altos y la producción de yeso como producto secundario es considerable, lo que equivale a una eliminación o desechado difícil.

15 c) La patente japonesa n° JP 5300 1699 describe un proceso para la preparación de policlorosulfato de aluminio de alta basicidad, donde primero una basicidad media de policlorosulfato de aluminio se hace reaccionar con  $\text{CaCO}_3$  en cantidad equimolecular con respecto al sulfato, obteniendo así yeso, que luego se separa. En la etapa siguiente, el producto así obtenido con una basicidad entre el 55% y el 58%, reacciona con un compuesto elegido entre el  $\text{CaCO}_3$ ,  
20  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  y  $\text{MgO}$ .

Sin embargo, incluso si estos procesos conducen a compuestos de elevada basicidad (basicidad inferior al 70%), ellos presentan el mayor inconveniente de una coproducción de yeso ácida, que es su difícil eliminación.

25 d) La patente europea n° EP-327419 describe un proceso para la preparación de policlorosulfato de aluminio con la fórmula general



30 donde

X representa un metal alcalino-térreo, preferiblemente el calcio,

35 n, m, p, q representan las concentraciones molares (moles/litro) de los iones en solución,

$((3n+2K-m-2p)/3n) \cdot 100$  representa la basicidad.

40 La basicidad de los productos descritos en EP-327419 oscila entre un 45% y un 70%, por lo que es suficientemente alta y los productos satisfacen los requisitos anteriormente descritos para el tratamiento de aguas; sin embargo, presentan el inconveniente principal de generar yeso ácido como un producto secundario, cuya eliminación representa un problema ecológico difícil de resolver. Además, el proceso de producción es complicado, ya que incluye una etapa de filtración, el lavado de la torta de filtro y la recuperación del principio activo. Una fase de cocción a elevada temperatura es otro aspecto necesario. La inversión y los costes de fabricación son por tanto elevados.

45 e) La patente europea n° EP-0557153 describe un proceso para la preparación de policlorosulfatos de aluminio con una basicidad elevada que oscila entre un 65% y un 75% y una producción baja de efluente. Sin embargo, una gran desventaja de este proceso es su escasa reproducibilidad.

50 Esta falta de reproducibilidad se muestra claramente en la presencia de elevados niveles de aluminio residual en agua tratada en un 80% de los casos.

f) La patente europea n° EP-0794153 describe los policlorosulfatos de aluminio que tienen la fórmula general:



donde

60 Y representa un anión con valencia 2, como el  $\text{SO}_4^{2-}$ ,

M' representa un catión con valencia 2, como un metal alcalino-térreo,

M'' representa un catión con valencia 1, como un metal alcalino o el amonio,

65 a, b, c, d son enteros positivos diferentes del cero o bien fracciones positivas diferentes de cero,

e puede ser el cero o un entero positivo o una fracción positiva,

## ES 2 334 095 T3

donde:

$$1.8 < a < 2.25$$

$$0.001 < c < 0.15$$

$$b = 3 - 2c - a$$

$$2d + e + b \leq 3$$

El proceso descrito en EP-0794153 reduce pero no elimina la coproducción de yeso ilustrada en la patente EP-327419 anteriormente mencionada.

El proceso se complica porque incluye una operación de filtrado y una etapa de cocción a elevada temperatura.

Por otro lado, de acuerdo con el proceso anteriormente mencionado, el uso de un compuesto metálico alcalino-térreo en la etapa de basificación es necesario, lo que puede provocar la precipitación de sulfatos de metales alcalino-térreos, como el calcio, raramente soluble en una solución salina acuosa.

### 20 Resumen

Ahora el solicitante ha encontrado un proceso ventajoso para la preparación de nuevos policlorosulfatos de aluminio que tienen elevada basicidad y estabilidad, un contenido bajo en sulfatos y una potencia coagulante y floculante elevada, que corresponde a la fórmula general siguiente (I)



donde

M representa un metal alcalino,

l, m, n, p representan el número de moles por mol de aluminio de manera que

$$1.74 < l < 2.25,$$

$$0.065 < n < 0.17,$$

$$0.32 < p < 1.49,$$

y

$$l + m + 2n = p + 3$$

y cuyo basicidad definida como  $(l/3) \times 100$ , oscila entre el 58% y el 75%.

Estos compuestos se pueden obtener por un proceso que comprende las siguientes etapas, llevadas a cabo a temperatura ambiente:

a) reacción con un compuesto básico de un metal alcalino, de un policloruro o policlorosulfato de aluminio que tiene la fórmula general (I')



donde

$$1.1 \leq l' \leq 1.44,$$

$$0 \leq n' \leq 0.10,$$

$p' < p < (p \text{ de fórmula (I)})$ .

$$l' + m' + 2n' = p' + 3;$$

(b) reacción del producto obtenido de la etapa (a) con un compuesto que proporciona iones sulfato.

## ES 2 334 095 T3

Los objetivos de la presente invención son por lo tanto los policlorosulfatos de aluminio mencionados de fórmula (I) y el proceso de preparación de los mismos.

Los compuestos de fórmula general (I) han demostrado ser eficaces como agentes de coagulación y floculación; el uso de los presentes compuestos como agentes de coagulación y floculación por ejemplo en los procesos para el tratamiento de agua, en la industria del papel, en los procesos de clarificación industrial, en la preparación de soportes catalizadores y de compuestos antiperspirantes, constituye otro objetivo de la presente invención.

### Descripción detallada de la invención

El actual proceso permite preparar nuevos policlorosulfatos de aluminio de elevada basicidad, un contenido bajo en sulfatos, una potencia coagulante y floculante elevada y una buena estabilidad, sin la co-producción de yeso y de ningún tipo de efluente, y con un nivel bajo de aluminio residual en el agua tratada.

El actual proceso es fácil de realizar porque no precisa calentamiento, enfriamiento o filtrado de las corrientes del proceso. Se elimina por completo la co-producción de yeso o de algún otro efluente.

La basicidad de los compuestos de fórmula (I) oscila entre el 58 y el 75%, preferiblemente entre el 58 y el 66%, donde la basicidad viene definida por la fórmula

$$B\% = (I/3) \cdot 100$$

El proceso actual para obtener los compuestos de fórmula (I) comprende la reacción a temperatura ambiente de policloruro o policlorosulfato de aluminio, que tiene la fórmula general (I')



donde

$$1.1 \leq I' \leq 1.44,$$

$$0 \leq n' \leq 0.10,$$

$p' < p < (p \text{ de fórmula(I)})$ .

$$I' + m' + 2n' = p' + 3;$$

con un compuesto básico de un metal alcalino, hasta que la reacción ha finalizado.

Posteriormente se añade sulfato en forma de un sulfato de metal alcalino o de ácido sulfúrico.

A esto sigue una etapa de acondicionamiento de 1 a 5 horas, preferiblemente de 1 a 3 horas, a temperatura ambiente.

Los policloruros y policlorosulfatos de aluminio se pueden utilizar conforme a la invención y se obtienen haciendo reaccionar la alúmina hidratada con ácido clorhídrico o bien una mezcla de ácido clorhídrico y ácido sulfúrico a alta temperatura. Dichos productos se encuentran disponibles generalmente como soluciones acuosas o en un grado inferior como productos sólidos bajo diversos nombres comerciales como Prodefloc® de la empresa Prodeco o WAC® de la empresa Elf Atochem o Panfloc® de la empresa Panamericana.

Los compuestos básicos de un metal alcalino que puede ser utilizado en la reacción con el compuesto de fórmula (I) son, por ejemplo,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{KHCO}_3$  y  $\text{KOH}$ . Preferiblemente se utilizan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  o  $\text{NaOH}$ . Dichos compuestos pueden ser utilizados como tales, o bien de forma opcional se pueden utilizar en una mezcla con compuestos metálicos alcalino-térreos básicos, dependiendo de la solubilidad de los sulfatos metálicos alcalinotérreos en el medio de reacción.

Los compuestos básicos metálicos alcalino-térreos de posible uso conforme a la presente invención son, por ejemplo,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Ca(OH)}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Mg(OH)}_2$ ,  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{CaHCO}_3$ ,  $\text{MgHCO}_3$ .

Los iones sulfato pueden ser aportados por  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaHSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KHSO}_4$  y  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , preferiblemente se utilizan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  o  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Los compuestos básicos de los metales alcalinos y de los metales alcalino-térreos y los compuestos que contienen sulfatos se pueden utilizar en forma de sales sólidas o bien soluciones acuosas.

Tal como se muestra en la fórmula general anterior, los policloruros o policlorosulfatos de aluminio utilizados como material de partida pueden contener o no cationes M, que se pueden originar a partir de las materias primas

## ES 2 334 095 T3

usadas para preparar los compuestos de aluminio antes mencionados o bien a partir de una neutralización parcial de los compuestos de aluminio antes mencionados con un compuesto básico que contiene un catión M; el material de partida puede ser también un policlorosulfato de aluminio en lugar de un policloruro de aluminio con un nivel de sulfatos  $n' < 0,10$ . De este modo en una segunda etapa la cantidad correspondiente de sulfato se puede complementar hasta un nivel de  $n=0,17$ , conforme a la invención.

De acuerdo con la presente invención el orden de introducción de los reactantes en el medio de reacción es tal que primero se lleva a cabo la basificación con un compuesto básico de un metal alcalino. Una vez completada la reacción de basificación se añade el compuesto que contiene sulfato.

A ello sigue una etapa acondicionante con ligera agitación a temperatura ambiente, que dura preferiblemente entre 1 y 3 horas.

Los ejemplos siguientes se dan para proporcionar una ilustración no limitante de la presente invención.

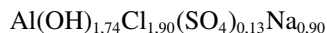
### Ejemplo 1

100 g de policloruro de aluminio con una basicidad del 37% y un contenido en  $Al_2O_3$  del 18,50% se hacían reaccionar agitando moderadamente a temperatura ambiente a una temperatura inferior a  $40^\circ C$ , con una solución de carbonato sódico obtenida disolviendo 8,13 g de carbonato sódico en 25,4 g de agua. La velocidad de adición del carbonato sódico era compatible con la liberación de  $CO_2$  gaseoso. Después de aproximadamente 30 minutos a 1 hora finalizaba la adición de carbonato sódico. La agitación continuaba durante otros 30 minutos hasta una disolución completa del carbonato de sodio.

Posteriormente se añadían 4,5 g de sulfato sódico anhidro sólido en pequeñas proporciones. Transcurridos unos 10 minutos finalizaba la adición de sulfato de sodio. Agitando de forma continuada la reacción se completaba, al cabo de más de 3 horas. La solución transparente obtenida presentaba la composición en peso siguiente determinada por análisis:

$Al_2O_3$  12,1%; Cl 16,0%;  $SO_4$  2,96%; basicidad 58%,

lo que corresponde a la siguiente fórmula empírica



### Ejemplo 2

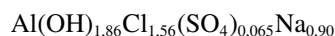
100 g de policloruro de aluminio con una basicidad del 48% y un contenido en  $Al_2O_3$  del 17,4% se hacían reaccionar agitando moderadamente a temperatura ambiente a una temperatura inferior a  $40^\circ C$ , con una solución de carbonato sódico obtenida disolviendo 5,1 g de carbonato sódico en 29 g de agua. La velocidad de adición del carbonato sódico era compatible con la liberación de  $CO_2$  gaseoso. Después de aproximadamente 30 minutos finalizaba la adición de carbonato sódico. La agitación continuaba durante otros 30 minutos hasta una disolución completa del carbonato de sodio.

Posteriormente se añadían 2,13 g de sulfato sódico anhidro sólido en pequeñas proporciones. Transcurridos unos 30 minutos finalizaba la adición de sulfato de sodio. Agitando de forma continuada la reacción se completaba, al cabo de más de 3 horas.

La solución transparente obtenida presentaba la composición en peso siguiente determinada por análisis:

$Al_2O_3$  11,5%; Cl 12,5%;  $SO_4$  1,4%; basicidad 62%,

lo que corresponde a la siguiente fórmula empírica



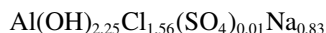
### Ejemplo 3

100 g de policloruro de aluminio con una basicidad del 48% y un contenido en  $Al_2O_3$  del 18,5% se hacían reaccionar agitando a  $30^\circ C$ , con 9,3 g de carbonato sódico disueltos en 35 g de agua a  $30^\circ C$ . Posteriormente se añadían 0,31 g de sulfato sódico anhidro sólido en unos 10 minutos y se continuaba agitando durante otras 3 horas. La solución transparente obtenida presentaba la composición en peso siguiente determinada por análisis:

$Al_2O_3$  10,9%; Cl 11,83%;  $SO_4$  0,21; basicidad 75%,

## ES 2 334 095 T3

lo que corresponde a la siguiente fórmula empírica



5

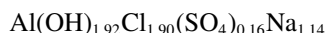
### Ejemplo 4

100 g de policloruro de aluminio con una basicidad del 43% y un contenido en  $\text{Al}_2\text{O}_3$  del 17,2% se hacían reaccionar agitando a 28°C, con 7,0 g de carbonato sódico disueltos en 33,8 g de agua a 28°C. Posteriormente se añadían 4,8 g de sulfato sódico anhidro sólido en unos 30 minutos y se continuaba agitando durante otras 3 horas. La solución transparente obtenida presentaba la composición en peso siguiente determinada por análisis:

$\text{Al}_2\text{O}_3$  10,6%; Cl 14,0%;  $\text{SO}_4$  3,2%; basicidad 64%,

15

lo que corresponde a la siguiente fórmula empírica



20

### Ejemplo 5

El ejemplo siguiente ilustra los resultados de las “jar tests” en agua del río Guandú, con turbidez de 9NT y pH 8,0, dureza 14 ppm de  $\text{CaCO}_3$  y alcalinidad de 16 ppm de  $\text{CaCO}_3$ . La turbidez y el aluminio residual en el agua decantada se determinaban al cabo de 10 minutos de la decantación.

Los resultados en comparación con el sulfato de aluminio comercial (S.A.) y con el cloruro de polialuminio comercial (PAC) se indican a continuación.

Los resultados de la turbidez y del aluminio residual se expresan en % de los valores obtenidos usando sulfato de aluminio comercial.

Turbidez relativa =  $(\text{NTU}(\text{PCSA})/\text{NTU}(\text{S.A.})) \cdot 100$

Al residual relativo =  $(\text{ppb Al}(\text{PCSA})/\text{ppb Al}(\text{S.A.}))100$

donde NTU (PCSA) = turbidez media en NTU usando como agente coagulante el policlorosulfato de aluminio de la invención

NTU (S.A.) = turbidez media en NTU usando como agente coagulante el sulfato de aluminio comercial

ppb Al (PCSA) = ppb de aluminio en el agua decantada usando como agente coagulante el policlorosulfato de aluminio de la invención

ppb Al(S.A.) = ppb de aluminio en el agua decantada usando como agente coagulante el sulfato de aluminio comercial

50

TABLA

	Turbidez relativa	Al residual relativo	Estabilidad a 45°C
Ejemplo 1	56	87	> 1 mes
Ejemplo 2	41	77	> 1 mes
Ejemplo 3	62	61	> 1 mes
Ejemplo 4	46	89	> 1 mes
PAC	97	95	> 1 mes
S.A.	100	100	> 1 mes

55

60

65

## ES 2 334 095 T3

Esta tabla indica que todos los policlorosulfatos de aluminio de la invención presentan una potencia coagulante/floculante muy superior a la del sulfato de aluminio (S.A.), determinada midiendo la turbidez del agua decantada al cabo de 10 minutos de la decantación. Muestra también un nivel suficientemente elevado de sulfatos y una basicidad media que favorece la escasa turbidez (Ejemplo 2 y Ejemplo 4). Los valores de basicidad elevados y los niveles bajos en sulfatos favorecen unos niveles bajos de aluminio residual (Ejemplo 3). Niveles de sulfato comparativamente altos asociados a una basicidad relativamente baja favorecen una buena coagulación, pero todo ello va asociado a unos niveles relativamente altos de aluminio residual (Ejemplo 1).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## ES 2 334 095 T3

### REIVINDICACIONES

1. Policlorosulfatos de aluminio que tienen la fórmula general (I)

5



donde

10

M representa un metal alcalino,

l, m, n, p representan el número de moles por mol de aluminio, de manera que:

15

$$1.74 \leq l \leq 2.25,$$

$$0.065 \leq n' \leq 0.17,$$

$$0.32 \leq p \leq 1.49,$$

20

y

$$l' + m' + 2n' = p' + 3,$$

25

y cuya basicidad, definida como  $(l/3) \times 100$  oscila entre el 58% y el 75%.

2. Los policlorosulfatos de aluminio conforme a la reivindicación 1, cuya basicidad definida como  $(l/3) \times 100$  oscila entre un 58 y un 66%.

30

3. Un proceso para la producción de policlorosulfatos de aluminio (I) tal como se han descrito en las reivindicaciones 1-2, que comprende las siguientes etapas, llevadas a cabo a temperatura ambiente:

(a) reacción de un compuesto básico de un metal alcalino con policloruro o policlorosulfato de aluminio que tiene la fórmula general (I')

35



donde

40

$$1.1 \leq l' \leq 1.44,$$

$$0 \leq n' \leq 0.10,$$

45

$p' < p$  (p de fórmula(I)).

$$l' + m' + 2n' = p' + 3;$$

(b) reacción del producto obtenido de la etapa (a) con un compuesto que aporta iones sulfato.

50

4. El proceso conforme a la reivindicación 3, en el que dicho compuesto básico de un metal alcalino en la etapa (a) se selecciona del grupo formado por  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{KHCO}_3$  y  $\text{KOH}$ .

55

5. El proceso conforme a la reivindicación 3, en el que dicho compuesto básico de un metal alcalino se añade en fase sólida o como solución acuosa.

6. El proceso conforme a la reivindicación 3, en el que dicho compuesto que aporta iones sulfato en la etapa (b) se elige entre un sulfato de metal alcalino y el  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

60

7. El proceso conforme a la reivindicación 6, en el que dicho sulfato de metal alcalino se elige del grupo formado por  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaHSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$  y  $\text{KHSO}_4$ .

8. El proceso conforme a la reivindicación 3, en el que dicho compuesto que aporta iones sulfato se añade en la etapa (b) en estado sólido o como solución acuosa.

65

9. El proceso conforme a la reivindicación 3, en el que la mezcla resultante al final de las etapas (a) y (b) se mantiene agitando a temperatura ambiente.

## ES 2 334 095 T3

10. El proceso conforme a la reivindicación 3, en el que la mezcla resultante al final de la etapa (b) se mantiene agitando a temperatura ambiente durante 1 a 5 horas.

5 11. Uso de compuestos que tienen la fórmula (I) tal como se describe en las reivindicaciones 1-2 y mezclas de los mismos, como agentes de coagulación y/o floculación.

12. El uso conforme a la reivindicación 11, en procesos de tratamiento de aguas, en la industria del papel, en los procesos de clarificación industrial, en la preparación de soportes de catalizador y de compuestos antiperspirantes.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65