

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 380 321**

51 Int. Cl.:  
**D21H 23/18** (2006.01)  
**D21H 21/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **03784048 .5**  
96 Fecha de presentación: **23.07.2003**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1529133**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **11.05.2005**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de papel, cartulina y cartón**

30 Prioridad:  
**07.08.2002 DE 10236252**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**10.05.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**10.05.2012**

73 Titular/es:  
**BASF SE**  
**67056 Ludwigshafen, DE**

72 Inventor/es:  
**BLUM, Rainer;**  
**HEMEL, Ralf;**  
**MAHR, Norbert y**  
**LORZ, Rudolf**

74 Agente/Representante:  
**Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 380 321 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 para la fabricación de papel, cartulina y cartón

5 La presente invención hace referencia a un procedimiento para la fabricación de papel, cartulina y cartón mediante corte de la pulpa de papel, adición de un sistema microparticulado constituido por un polímero catiónico y un componente inorgánico finamente dividido a la pulpa de papel tras la última etapa de corte antes de la acumulación de material, deshidratación de la pulpa de papel con formación de hojas y secado de las hojas.

El empleo de combinaciones de polímeros no-iónicos o aniónicos y bentonita como agente retenedor en la fabricación de papel se conoce, por ejemplo, gracias a la US-A-3,052,595 y a la EP-A-0 017 353.

10 Gracias a la EP-A-0 223 223 se conoce un procedimiento para la fabricación de papel y cartón por deshidratación de una pulpa de papel, añadiéndose a una pulpa de papel, con una concentración de sustancia del 2,5 al 5% en peso, primero bentonita; diluyéndose posteriormente la pulpa de papel, añadiéndose a continuación un polímero altamente catiónico con una densidad de carga de, como mínimo, 4 meq/g y finalmente un polímero de alto peso molecular a base de acrilamida y deshidratándose la pulpa así obtenida tras el mezclado.

15 Según el procedimiento para la fabricación de papel conocido gracias a la EP-A-0 235 893 se añade a una suspensión acuosa de material fibroso primero un polímero catiónico sintético esencialmente lineal con una masa molar de más de 500 000 en una proporción de más del 0,03% en peso, relativo a la pulpa de papel seca, se somete la mezcla entonces al influjo de un campo de corte, con lo que fraccionándose los primeros flóculos producidos en microfloculos, que porten una carga catiónica, se añade entonces bentonita y se deshidrata la pulpa así obtenida sin influencia ulterior de fuerzas de corte.

20 La EP-A-0 335 575 describe un procedimiento de fabricación de papel, en el que la pulpa se mezcla sucesivamente con 2 polímeros catiónicos hidrosolubles diferentes, se somete a continuación a por lo menos una etapa de corte y se flocula posteriormente por adición de bentonita.

25 En la EP-A-0 885 328 se describe un procedimiento para la fabricación de papel, añadiéndose a una suspensión acuosa de material fibroso primero un polímero catiónico, sometiéndose la mezcla entonces al influjo de un campo de corte, añadiéndose a continuación una dispersión de bentonita activada y deshidratándose la pulpa así obtenida.

30 Gracias a la EP-A 0 711 371 se conoce otro procedimiento para la fabricación de papel. En este procedimiento se aplica un polímero catiónico sintético de alto peso molecular a una suspensión de material consistente-celulosa. Tras la dilución del material consistente floculado se añade, antes de la deshidratación, un agente coagulante, consistente en un agente coagulante inorgánico y/o un segundo polímero hidrosoluble de bajo peso molecular y altamente catiónico.

35 En la EP-A-0 910 701 se describe un procedimiento para la fabricación de papel y cartón. Para ello se añaden a la pulpa de papel sucesivamente un polímero catiónico de peso molecular bajo o medio a base de polietilimina o amina polivinílica y a continuación un polímero catiónico de alto peso molecular como poliacrilamida, amina polivinílica o almidón catiónico. Después de que esta pulpa se haya sometido a por lo menos una etapa de corte, se flocula por adición de bentonita y se deshidrata la pulpa de papel.

Gracias a la EP-A-0 608 986 se sabe que en la fabricación del papel se añade un agente retenedor catiónico al material consistente. Otro procedimiento para la fabricación de papel y cartón se conoce gracias a la US-A-5,393,381, a la WO-A-99/66130 y a la WO-A-99/63159, utilizándose asimismo un sistema microparticulado constituido por un polímero catiónico y bentonita. Como polímero catiónico se integra una poliacrilamida ramificada hidrosoluble.

40 En la WO-A-01/34910 se describe un procedimiento para la fabricación de papel, en el que se añade un polisacárido o un polímero sintético de alto peso molecular a la suspensión de pulpa de papel. A continuación tiene que realizarse un cizallamiento mecánico de la pulpa de papel. La refloculación se lleva a cabo por dosificación de un componente inorgánico como ácido silícico, bentonita o arcilla y de un polímero hidrosoluble.

45 Gracias a la US-A-6,103,065 se conoce un procedimiento para la mejora de la retención y de la deshidratación de la pulpa de papel. Para ello se añade a una pulpa de papel, tras el último corte, un polímero catiónico con una masa molar de 100 000 a 2 millones y una densidad de carga de más de 4,0 meq./g, al mismo tiempo o posteriormente un polímero con una masa molar de al menos 2 millones y una densidad de carga de menos de 4,0 meq./g y posteriormente bentonita. En este procedimiento no es necesario someter a la pulpa de papel, tras la adición de los polímeros, a un cizallamiento. Tras la adición del polímero y de la bentonita puede deshidratarse la pulpa, sin influencia ulterior de fuerzas de corte, con formación de hojas.

50

En los procedimientos de fabricación de papel conocidos, en los que se usa un sistema microparticulado como agente retenedor, se necesitan mayores concentraciones de polímero y bentonita. Aquellos procedimientos, que requieran obligatoriamente el empleo conjunto de polímeros catiónicos con una densidad de carga de más de 4,0, ofrecerán papeles, que tiendan al amarillamiento.

- 5 La presente invención toma por base el objeto de proporcionar otro procedimiento para la fabricación de papel con empleo de un sistema microparticulado; precisándose, en comparación con los procedimientos conocidos, menores concentraciones requeridas de polímero y bentonita, lográndose al mismo tiempo una retención y deshidratación mejoradas y papeles, que tiendan menos al amarillamiento.

10 El objeto se resuelve, conforme a la invención, con un procedimiento para la fabricación de papel, cartulina y cartón mediante corte de la pulpa de papel, adición de un sistema microparticulado constituido por un polímero catiónico y un componente inorgánico finamente dividido a la pulpa de papel tras la última etapa de corte y antes de la acumulación de material, deshidratación de la pulpa de papel con formación de hojas y secado de las hojas, cuando se empleen como polímero catiónico del sistema microparticulado poliacrilamidas catiónicas, polímeros conteniendo unidades vinilamínicas y/o cloruro de polidialildimetilamonio con una masa molar media  $M_w$  de en cada caso, por lo menos 15 500 000 Dalton y una densidad de carga de, en cada caso, más de 4,0 meq./g, estando el sistema microparticulado utilizado como agente retenedor libre de polímeros con una densidad de carga de más de 4 meq./g.

Por el procedimiento conforme a la invención se pueden fabricar papeles de todas las calidades, por ejemplo, cartón, cartón de cajas plegables uni-/multicapa, fundas uni-/multicapa, cartón ondulado, papeles para la impresión de prensa, los llamados papeles semifinos de escritura e impresión, papeles de impresión por huecograbado natural y 20 papeles pintados brutos livianos. Para preparar tales papeles, se puede partir, por ejemplo, de talla de madera, material termomecánico (TMP), material quimotermomecánico (CTMP), pulpa mecánica presurizada (PGW), pasta de madera así como sulfito y sulfato de celulosa  $C_6H_{10}O_5$ . Las celulosas  $C_6H_{10}O_5$  pueden ser tanto de fibra corta como también de fibra larga. Por el procedimiento conforme a la invención se fabrican preferentemente calidades libres de madera, que den por resultado papeles producto altamente blancos.

25 Los papeles pueden contener, si fuera necesario, hasta un 40% en peso, la mayoría de las veces del 5 al 35% en peso, de materiales de relleno. Son materiales de relleno apropiados, por ejemplo: dióxido de titanio, tiza natural y precipitada, talco, caolín, blanco satén, sulfato de calcio, sulfato de bario, arcilla u óxido de aluminio.

El sistema microparticulado consiste, conforme a la invención, en un polímero catiónico y un componente aniónico finamente dividido. Como polímero catiónico entran en consideración las poliacrilamidas catiónicas, polímeros 30 conteniendo unidades vinilamínicas, cloruro de polidialildimetilamonio o sus mezclas con una masa molar media  $M_w$  de en cada caso, por lo menos 500 000 Dalton y una densidad de carga de en cada caso, más de 4,0 meq./g. Se prefieren especialmente las poliacrilamidas catiónicas con una masa molar media  $M_w$  de al menos 5 millones de Dalton y una densidad de carga de 0,1 a 3,5 meq./g y las aminas polivinílicas, obtenibles por hidrólisis de polímeros conteniendo unidades vinilformamida, ascendiendo el grado de hidrólisis de las unidades vinilformamida a del 20 al 35 100% molar y la masa molar media de las aminas polivinílicas a al menos 2 millones de Dalton. Las aminas polivinílicas se elaboran preferentemente por hidrólisis de homopolímeros de la vinilformamida, ascendiendo el grado de hidrólisis, por ejemplo, a del 70 al 95%.

Poliacrilamidas catiónicas son, por ejemplo, los copolímeros obtenibles por copolimerización de acrilamida y por lo menos un (met)acrilato di-C<sub>1</sub>-a C<sub>2</sub>-alquilamino- C<sub>2</sub>- a C<sub>4</sub>-alquilo o una acrilamida básica en forma de las bases 40 libres, de las sales con ácidos orgánicos o inorgánicos o de los compuestos cuaternizados con haluros alquílicos. Ejemplos de estos compuestos son metacrilato de dimetilaminoetilo, metacrilato de dietilaminoetilo, acrilato de dimetilaminoetilo, metacrilato de dietilaminoetilo, metacrilato de dimetilaminopropilo, acrilato de dimetilaminopropilo, metacrilato de dietilaminopropilo, acrilato de dietilaminopropilo y/o dimetilaminoetilacrilamida. Otros ejemplos de poliacrilamidas catiónicas y polímeros conteniendo unidades vinilamínicas pueden extraerse de las referencias 45 bibliográficas pertenecientes al estado actual de la técnica como la EP-A-0 910 701 y la US-A-6,103,065. Se pueden emplear poliacrilamidas tanto lineales como también ramificadas. Estos polímeros son productos comerciales habituales. Los polímeros ramificados que pueden producirse, por ejemplo, por copolimerización de acrilamida o metacrilamida con por lo menos un monómero catiónico en presencia de bajas concentraciones de reticulantes, se describen, por ejemplo, en las referencias bibliográficas indicadas para el estado actual de la técnica US-A- 5,393,381, WOA- 99/66130 y WO-A-99/63159.

Otros polímeros catiónicos apropiados son cloruro de polidialildimetilamonio (poliDADMAC) con una masa molar media de al menos 500 000 Dalton, preferentemente por lo menos 1 millón de Dalton. Los polímeros de este tipo son productos comerciales.

Los polímeros catiónicos del sistema microparticulado se añaden a la pulpa de papel en una proporción del 0,005 al 55 0,5%, preferentemente del 0,01 al 0,2% en peso.

5 Como componente inorgánico del sistema microparticular entran en consideración por ejemplo, bentonita, ácido silícico coloidal, silicatos y/o carbonato cálcico. Por ácido silícico coloidal deben entenderse aquellos productos, basados en silicatos, por ejemplo, microgel de sílice, sol de sílice, polisilicatos, silicatos de aluminio, silicatos de boro, silicatos de poliboro, arcilla o zeolitas. El carbonato cálcico puede usarse, por ejemplo, en forma de tiza,  
 10 carbonato cálcico molido o precipitado como componente inorgánico del sistema microparticular. Por bentonitas se entienden en general los silicatos laminares hinchables en agua. En este contexto, se trata especialmente del mineral arcilloso montmorillonita, así como similares minerales arcillosos como nontronita, hectorita, saponita, sauconita, beidellita, allevardita, illita, halloisita, attapulgita y sepiolita. Estos silicatos laminares se activan preferentemente antes de su aplicación, es decir, se transforman en una forma hinchable en agua, en la que se  
 15 tratan los silicatos laminares con una base acuosa como las disoluciones acuosas de hidróxido sódico, hidróxido cálcico, carbonato sódico ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) o carbonato potásico. Como componente inorgánico del sistema microparticular se usa preferentemente bentonita en la forma tratada con hidróxido sódico.

15 El diámetro de plaqueta de la bentonita dispersa en agua asciende en la forma tratada con sosa alcalina por ejemplo, a de 1 a 2 nm, el grosor de plaqueta vale aproximadamente 1nm. Dependiendo del tipo y activación, la bentonita tiene una superficie específica de 60 a 800  $\text{m}^2/\text{g}$ . Bentonitas típicas se describen, por ejemplo, en la EP-B-0235893. En el proceso de fabricación del papel se añade bentonita a la suspensión de celulosa típicamente en forma de lodo acuoso de bentonita. Este lodo de bentonita puede contener hasta un 10% en peso de bentonita. Los lodos contienen normalmente aprox. un 3 - 5% en peso de bentonita.

20 Como ácido silícico coloidal pueden integrarse productos del grupo de las partículas a base de silicio, microgeles de sílice, soles de sílice, silicatos de aluminio, silicatos de boro, silicatos de poliboro o zeolitas. Estas tienen una superficie específica de 50 - 1000  $\text{m}^2/\text{g}$  y una distribución media de tamaños de partícula de 1 - 250 nm, normalmente en el rango de 40 - 100 nm. La fabricación de estos componentes se describe, por ejemplo, en la EPA-0041056, la EP-A-0185068 y la US-A-5176891.

25 La arcilla o también el caolín es un silicato de aluminio acuoso con estructura en forma de plaquetas. Los cristales tienen una estructura laminar y una relación de aspecto (relación diámetro a grosor) de hasta 30:1. El tamaño de partícula es por lo menos un 50% menor de 2  $\mu\text{m}$ .

30 Como carbonatos, preferentemente carbonatos cálcicos, puede integrarse carbonato cálcico natural (ground calcium carbonate, GCC) o carbonato cálcico precipitado (precipitated calcium carbonate, PCC). El carbonato cálcico natural GCC se elabora mediante molienda- y procesos de clasificación con empleo de auxiliares de molienda. Posee un tamaño de partícula un 40 - 95% menor de 2  $\mu\text{m}$ ; la superficie específica se encuentra en el rango de 6 - 13  $\text{m}^2/\text{g}$ . el carbonato cálcico precipitado PCC se elabora por introducción de dióxido de carbono a una disolución de hidróxido cálcico. El tamaño medio de partícula se encuentra en el rango de 0,03 - 0,6  $\mu\text{m}$ ; la superficie específica puede influirse fuertemente mediante la selección de las condiciones de precipitación. Se encuentra en el rango de 6 - 13  $\text{m}^2/\text{g}$ .

35 El componente inorgánico del sistema microparticular se añade a la pulpa de papel en una proporción del 0,01 al 1,0% en peso, preferentemente en una proporción del 0,1 al 0,5% en peso.

40 La densidad de la pulpa asciende, por ejemplo, a de 1 a 100 g/l, preferentemente de 4 bis a g/l. La lechada acuosa de fibra se somete a por lo menos una etapa de corte. Recorre además al menos una etapa de limpieza, mezcla y/o bombeo. El corte de la pulpa puede realizarse, por ejemplo, en una empulpadora, clasificadora o en una refinadora. Tras la última etapa de corte y antes de la acumulación de material sobre el tamiz se añade conforme a la invención el sistema microparticular. Se prefiere especialmente además un funcionamiento, en el que se añada primero el polímero catiónico y a continuación el componente inorgánico del sistema microparticular a la pulpa de papel, que ha sido cortada anteriormente. También se puede incorporar primero el componente inorgánico del sistema microparticular y posteriormente el polímero catiónico o añadir a la pulpa de papel ambos componentes al mismo  
 45 tiempo. Posteriormente se lleva a cabo la deshidratación de la pulpa de papel sin influencia ulterior de fuerzas de corte sobre un tamiz con formación de hojas. Las hojas de papel se secan a continuación.

Además del sistema microparticular, se pueden añadir a la pulpa de papel los productos químicos de proceso usados convencionalmente en la fabricación del papel en las concentraciones habituales, por ejemplo, fijadores, agentes de resistencia en húmedo y en seco, agentes de encolado en masa, biocidas y/o colorantes.

50 Con el procedimiento conforme a la invención se logra, frente a los procedimientos conocidos, un aumento de la retención de materiales finos y de relleno, así como de productos químicos de proceso como almidón, colorantes y agentes de resistencia en húmedo, y una mejora de la velocidad de deshidratación, sin empeorar las propiedades de formación y del papel. Aparte de esto, se obtiene una clara mejora de la recuperación de fibra y, por tanto, una descarga del dispositivo de aclarado.

Las descripciones porcentuales en los ejemplos significan porcentaje en peso, si no se infiere lo contrario del contexto.

5 La retención del primer paso (retención FP) se determinó por cálculo de la relación del contenido en sólidos en el agua blanca respecto al contenido en sólidos en la acumulación de material. La indicación se lleva a cabo en porcentaje.

La retención FPA (retención de cenizas del primer paso) se determinó de manera análoga a la retención FP, aunque sólo se tuvo en cuenta la proporción de cenizas.

### Ejemplo 1

10 Una pulpa de papel de una celulosa  $C_6H_{10}O_5$  blanqueada libre de madera, con una densidad de 7 g/l y una proporción de material de relleno del 30% de carbonato cálcico se procesó en una máquina Fourdrinier con mecanismo híbrido para dar un papel con calidad de escritura y de impresión. Se usó la siguiente ejecución de dispositivos de mezcla y de corte: cuba de mezclado, dilución a 7 g/l, bomba de mezclado, limpiador, bomba de acumulación de material, pantalla y acumulación de material. Por hora se fabricaron 32 t de papel.

15 Tras la pantalla (última etapa de corte antes de la acumulación de material) se dosifican primero 270 g/t de una poliacrilamida catiónica de alto peso molecular comercial habitual, (polimina PR 8140, masa molar media  $M_w$  7 millones) y posteriormente 2500 g/t de bentonita. La retención FP alcanzó el 81,5%, la retención FPA el 60,2%.

### Ejemplo comparativo 1

20 El ejemplo se repitió con la excepción de que se dosifican 410 g/t de la poliacrilamida catiónica antes de la pantalla y la bomba y 3000 g/t de bentonita tras la pantalla antes de la acumulación de material. Estas concentraciones eran necesarias para obtener una formación igualmente buena que la del ejemplo. La retención FP valió en este contexto un 79,9%, la retención FPA un 59,1%.

25 Tal y como muestra una comparación de los resultados de los ejemplos con los resultados del ejemplo comparativo, el ahorro de polímero ascendió al 30% y el ahorro de bentonita al 17%. Para una formación igualmente buena podía lograrse una mejora de la retención en el ejemplo conforme a invención. La mejora en la deshidratación del tamiz alcanzó aprox. Un 10%.

### Ejemplo 2

30 Una pulpa de papel conteniendo madera, constituida por talla de madera y celulosa  $C_6H_{10}O_5$  con una densidad de 7 g/l y una proporción de material de relleno del 30% de una mezcla de arcilla y carbonato cálcico (1:1) se procesó en máquinas de papel con un formador con intersticio para dar un papel con calidad LWC. Se usó la siguiente ejecución de dispositivos de mezcla y de corte: cuba de mezclado, dilución, deculador, bomba, pantalla, acumulación de material. Por hora se fabricaron 30 t de papel.

Tras la pantalla (última etapa de corte antes de la acumulación de material) se dosifican primero 200 g/t de una poliacrilamida catiónica de alto peso molecular comercial habitual, (polimina KP 2520, masa molar media  $M_w$  5 millones) y posteriormente 1400 g/t de bentonita. La retención FP alcanzó el 69%, la retención FPA el 40%.

### 35 Ejemplo comparativo 2

Se repitió el ejemplo 2 con la excepción de que se dosifican 280 g/t de la poliacrilamida catiónica antes de la bomba y la pantalla y 1400 g/t de bentonita tras la pantalla antes de la acumulación de material. Esta cantidad era necesaria para obtener una retención igualmente buena. La retención FP alcanzó en este contexto el 69% y la retención FPA, el 40%.

40 Tal y como muestra una comparación de los resultados del ejemplo 2 con los resultados del ejemplo comparativo 2, el ahorro de polímero ascendió a aproximadamente el 30%. Aunque en el ejemplo 2 se integró una menor cantidad de agente retenedor que en el ejemplo comparativo 2, en el ejemplo 2 pudo lograrse una formación y propiedades del papel igualmente buenas.

45

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la fabricación de papel, cartulina y cartón mediante corte de la pulpa de papel, adición de un sistema microparticulado constituido por un polímero catiónico y un componente inorgánico finamente dividido a la pulpa de papel tras la última etapa de corte antes de la acumulación de material, deshidratación de la pulpa de papel con formación de hojas y secado de las hojas, **caracterizado porque** como polímero catiónico del sistema microparticulado se emplean polímeros conteniendo poli(acrilamidas catiónicas, unidades vinilamínicas y/o cloruro de polidialildimetilamonio con una masa molar media  $M_w$  de, en cada caso, por lo menos 500 000 Dalton y una densidad de carga de en cada caso, más de 4,0 meq./g, siendo el sistema microparticulado utilizado como agente retenedor libre de polímeros con una densidad de carga de más de 4 meq./g.
- 10 2. Procedimiento acorde a la reivindicación 1, **caracterizado porque** como polímero catiónico del sistema microparticulado se emplean poli(acrilamidas catiónicas con una masa molar media  $M_w$  de al menos 5 millones de Dalton y una densidad de carga de 0,1 a 3,5 meq./g.
- 15 3. Procedimiento acorde a la reivindicación 1, **caracterizado porque** como polímero catiónico del sistema microparticulado se emplean aminas polivinílicas, obtenibles por hidrólisis de polímeros conteniendo unidades vinilformamida, ascendiendo el grado de hidrólisis de las unidades vinilformamida a del 20 al 100% molar y la masa molar media de las aminas polivinílicas a por lo menos 2 millones de Dalton.
- 20 4. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el polímero catiónico del sistema microparticulado se añade a la pulpa de papel en una proporción del 0,005 al 0,5% en peso, relativo a la pulpa de papel seca.
- 25 5. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** el polímero catiónico del sistema microparticulado se añade a la pulpa de papel en una proporción del 0,01 al 0,2% en peso, relativo a la pulpa de papel seca.
6. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** como componente inorgánico del sistema microparticulado se emplea por lo menos una bentonita, ácido silícico coloidal, silicatos y/o carbonato cálcico.
7. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** el componente inorgánico del sistema microparticulado se añade a la pulpa de papel en una proporción del 0,01 al 1,0% en peso, relativo a la pulpa de papel seca.
- 30 8. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** el componente inorgánico del sistema microparticulado se añade a la pulpa de papel en una proporción del 0,1 al 0,5% en peso, relativo a la pulpa de papel seca.
9. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** primero se añade a la pulpa de papel el polímero catiónico y posteriormente el componente inorgánico del sistema microparticulado.