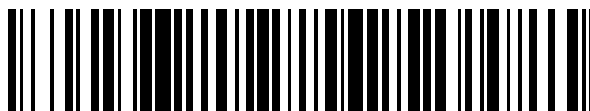


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 627 204**

51 Int. Cl.:

**D21F 11/00** (2006.01)

**D21F 11/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.02.2008 PCT/US2008/054350**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.09.2008 WO08106344**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.02.2008 E 08743496 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.04.2017 EP 2132380**

54 Título: **Proceso de crespado sobre un fieltro con ciclo de producción prolongado y secado mejorado**

30 Prioridad:

**27.02.2007 US 903789 P**  
**19.02.2008 US 33207**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.07.2017**

73 Titular/es:

**GEORGIA-PACIFIC CONSUMER PRODUCTS LP**  
**(100.0%)**  
**133 PEACHTREE STREET, N.E.**  
**ATLANTA, GEORGIA 30303, US**

72 Inventor/es:

**CHOU, HUNG LIANG;**  
**HUNTER, MARK S. y**  
**YEH, KANG CHANG**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 627 204 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**

Proceso de crespado sobre un fieltro con ciclo de producción prolongado y secado mejorado

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a un proceso mejorado de crespado sobre un fieltro para fabricar hojas absorbentes, como papel tisú o toallas. La adición de adhesivos a y sobre un cilindro secador Yankee se realiza a niveles relativamente bajos, proporcionando ciclos de producción prolongados entre separaciones del exceso de revestimiento de un cilindro secador Yankee. Un cilindro calentado de apoyo seca la hoja continua antes de transferirla al secador Yankee reduciendo la carga sobre éste (véase el documento WO-A-2007001837).

**Antecedentes**

10 Se ha empleado crespado sobre un fieltro en relación con procesos de fabricación de papel que incluyen desgote mecánico o compactador de la hoja continua de papel como medio para influir en las propiedades del producto. Véanse las patentes de los Estados Unidos números 4.689.119 y 4.551.199 concedida a Weldon, 4.849.054 y 4.834.838 a Klovak y 6.287.426 a Edwards et al. Aunque en muchos aspectos estos procesos tienen más potencial que procesos convencionales de fabricación de papel en cuanto a consumo de energía y aptitud de usar fibras  
15 recicladas, la operación de procesos de crespado sobre un fieltro ha sido obstaculizada por la dificultad de transferir eficazmente a un secador una hoja continua de papel de consistencia alta o intermedia. Véase también la patente de los Estados Unidos número 6.350.349 concedida a Hermans et al., que describe transferir en húmedo una hoja continua de papel desde una superficie rotativa de transferencia a un fieltro. Otras patentes de los Estados Unidos relativas a crespado sobre un fieltro incluyen las siguientes: 4.834.838, 4.482.429, 4.445.638 y 4.440.597  
20 concedidas a Wells et al.

Más recientemente se han desarrollado procesos de crespado sobre un fieltro a alta velocidad, como se ve en el documento US-A-2005217814 (solicitud de los Estados Unidos número de serie 10/679.862, presentada el 6 de octubre de 2003, titulada "Fabric-crepe Process for Making Absorbent Sheet")

25 El nivel de adherencia de la hoja continua de papel a un cilindro secador Yankee tiene importancia porque se refiere a la transferencia de la hoja continua desde un fieltro de crespado al cilindro secador así como al control de la hoja continua entre el secador y el mandril sobre el que se enrolla una bobina de papel. Las hojas continuas que se adhieren insuficientemente pueden formar ampollas o, lo que es peor, desprenderse de un cilindro secador y originar un incendio en la campana.

30 Además, la pegajosidad en húmedo es crítica en procesos de crespado sobre un fieltro cuando una pegajosidad insuficiente en húmedo puede originar un fallo en la transferencia desde un fieltro de crespado a un cilindro secador y permanece embebida en el fieltro originando paradas y pérdida de material y energía.

35 Además, el nivel de adherencia de la hoja continua de papel al secador tiene importancia porque está relacionado con el secado de la hoja continua. Niveles altos de adherencia reducen la impedancia a la transferencia de calor y originan un secado más rápido de la hoja continua, permitiendo una operación más eficiente de energía y de mayor velocidad, siempre que se evite una acumulación excesiva de adhesivo. Sin embargo hay que indicar que es deseable algo de acumulación puesto que la adherencia de la hoja al secador se produce principalmente por medio de adhesivo de crespado depositado en pasadas anteriores. El espesor de una capa de revestimiento en un cilindro  
40 secador Yankee tiende a incrementarse con el tiempo, aislando una hoja continua húmeda desde la superficie Yankee a la hoja continua. En otras palabras, la acumulación de revestimiento de adhesivo en la superficie del secador Yankee reduce la transferencia de calor desde la superficie del secador Yankee. Para mantener el mismo nivel de humedad en el producto acabado, se incrementa en consecuencia la temperatura de la campana del secador Yankee (y el aporte de energía a la hoja continua). Después de un intervalo de producción de dos horas o poco más o menos, la temperatura de la campana alcanza su límite superior y es necesario eliminar la capa de revestimiento para reducir la temperatura de la campana a una ventana operativa normal. Típicamente se usa una  
45 rasqueta nueva de limpieza para eliminar la acumulación de revestimiento antiguo.

50 Sin embargo, la separación del revestimiento origina problemas de transferencia de la hoja en el rodillo de presión debido a la formación de ampollas y flotación de los bordes. Más detalles se ven en el documento US-A-2007204966 (solicitud de patente provisional de los Estados Unidos pendiente de tramitación número de serie 60/779.614, titulada "Method of Controlling Adhesive Build-Up on a Yankee Dryer", presentada el 6 de marzo de 2006). Otro método para fabricar una hoja celulósica absorbente crespada sobre un fieltro se describe, por ejemplo, en el documento WO 2007/001837A2. En este documento se describe que una hoja continua se transfiere desde un fieltro de crespado a la superficie de un cilindro calentador de un secador Yankee. Después, la hoja continua seca se separa del cilindro calentador y se bobina.

55 La hoja absorbente tratada crespada sobre un fieltro tiene una longitud de curvado en la dirección longitudinal de aproximadamente 3,5 cm o más, así como una absorbencia de aproximadamente 3 g/g o más. Preferiblemente la hoja se produce sin secado con circulación de aire caliente a través de ella o sin crespado en seco y es un producto con bajo contenido de polvo que es especialmente conveniente para dispensadores automáticos de toallas.

Incluso si la operación de separación se realiza eficientemente, los tiempos de parada reducen significativamente la producción.

Inicialmente, la operación de procesos de crespado sobre un fieltro a alta velocidad se basó, en parte, en la creencia de que la pegajosidad en húmedo requerida para una transferencia eficaz desde un fieltro de crespado a un cilindro secador Yankee se conseguía mejor con hojas relativamente húmedas y con niveles relativamente altos de adhesivo de crespado, especialmente con un adhesivo higroscópico rehumectante, como una resina de poli(alcohol vinílico).

Sorprendentemente se ha encontrado, de acuerdo con la presente invención, que se emplean ventajosamente niveles bajos de adhesivo de crespado en un cilindro secador Yankee en un proceso de producción con un cilindro calentado corriente arriba del secador Yankee.

## Resumen de la invención

Para resolver los problemas antes mencionados, la presente invención proporciona un método para fabricar una hoja celulósica absorbente crespada sobre un fieltro y que tiene las características descritas en la reivindicación 1. Otras realizaciones preferidas del citado método se definen en las reivindicaciones dependientes.

La adición de adhesivo sobre un cilindro secador Yankee se realiza a niveles relativamente bajos y la velocidad del incremento de la temperatura de la campana del secador Yankee se mantiene por debajo de aproximadamente  $0,55^{\circ}\text{C}/\text{min}$  ( $1^{\circ}\text{F}/\text{min}$ ) durante la campaña de producción para fabricar la hoja crespada sobre un fieltro. Se obtienen incrementos sustanciales de la productividad, 20% y más en una máquina comercial de fabricación de papel, conservando baja la adición de adhesivo mientras se transfiere la hoja a un secador Yankee.

El proceso de la presente invención proporciona una hoja presecada a una zona de transferencia situado entre un fieltro de crespado y un cilindro secador Yankee por medio de prensado en húmedo y calentamiento de la hoja continua antes de transferirla al secador Yankee para secarla más. El proceso de la invención incluye desgotar compactamente una suspensión de pasta papelera para formar una hoja continua celulósica y aplicar simultáneamente la hoja continua a un cilindro de apoyo giratorio calentado. Desde el cilindro de apoyo, la hoja continua se cresa sobre un fieltro a una consistencia de aproximadamente 30 a aproximadamente 60% con un fieltro de crespado estructurado de modo que la hoja continua es crespada desde la superficie del cilindro de apoyo y transferida al fieltro de crespado. Se aplica a la superficie del cilindro secador calentado del secador Yankee una composición de un adhesivo resinoso; ventajosamente esta composición se añade a una dosis menor que  $20\text{ mg}/\text{m}^2$  de superficie del cilindro secador de modo que se forma un revestimiento del adhesivo resinoso. El secador Yankee puede tener una campana de secado con un límite operativo característico de la temperatura de aproximadamente  $454^{\circ}\text{C}$  ( $850^{\circ}\text{F}$ ) o más o menos. La hoja continua es transferida desde el fieltro de crespado a la superficie del cilindro secador calentado del secador Yankee y queda adherida al cilindro secador por el revestimiento del adhesivo resinoso, después de lo cual la hoja continua se seca sobre la superficie del cilindro secador. La hoja continua seca se separa de la superficie del cilindro secador, por ejemplo, mediante despegado o crespado. Puesto que el adhesivo tiende a acumularse sobre el cilindro secador Yankee, éste se limpia periódicamente cuando se alcanza el límite característico operativo de la temperatura de la campana del secador Yankee. Se seleccionan la composición del adhesivo y de la suspensión de pasta y se controlan los parámetros del proceso de modo que un intervalo de producción entre separaciones sucesivas de revestimientos de adhesivo del cilindro secador Yankee tenga una duración de por lo menos cuatro horas y preferiblemente de 5 horas o más.

Las ventajas de la presente invención incluyen, por lo tanto, mayor capacidad de secado y ciclos prolongados de producción, cuya combinación incrementa significativamente la cantidad de producción que se puede conseguir en una máquina de fabricación de papel.

Se puede conseguir mayor sequedad de la hoja continua antes de transferirla al secador Yankee, por ejemplo, calentando el rodillo de apoyo e incrementando la presión en la línea de transferencia al rodillo de apoyo. Cuando la hoja continua tiene un contenido de sólidos mayor lleva menos agua al secador Yankee. Sin pretender estar limitado por ninguna teoría particular, se cree que se mejora la adherencia al secador Yankee porque el revestimiento está más concentrado, eso es, menos diluido por agua bajo condiciones convencionales. Esto proporciona la oportunidad de reducir el adhesivo añadido durante el proceso y proporciona ciclos de producción más prolongados. Para incrementar la sequedad de la hoja continua antes del secador Yankee también se puede pensar con una prensa de zapata durante el desgote compactador. Por ejemplo, se puede fijar la carga de la prensa de zapata en la transferencia al cilindro de apoyo en  $129,5\text{ kg}/\text{cm}$  ( $725\text{ PLI}$ ) y la presión del vapor de agua aportado al cilindro de apoyo en aproximadamente  $6,55\text{-}6,89\text{ bares}$  ( $95\text{-}100\text{ psig}$ ). Esto produce una sequedad relativamente alta de la hoja continua antes de transferirla al secador Yankee en la línea de tangencia. Se puede reducir el revestimiento añadido en el cilindro secador Yankee a aproximadamente  $15\text{ mg}/\text{m}^2$  de superficie del cilindro secador o menos y se puede alargar fácilmente el ciclo de separación del revestimiento a 5 horas o más haciendo las modificaciones del proceso antes mencionadas. Es deseable un intervalo de producción entre separaciones sucesivas de revestimiento de 8-10 horas.

Se ha encontrado que las fibras papeleras presecadas proporcionan mayores velocidades de procesamiento y que alargan aún más el intervalo de producción entre operaciones de separación necesarias. Sin pretender estar ligado

por ninguna teoría particular, las explicaciones posibles incluyen menos desperdicios iónicos y menos finos que puedan interferir con la adherencia al cilindro secador Yankee. También se cree que el presecado de la pasta produce histéresis de secado en la pasta permitiendo un secado más eficiente de la suspensión de pasta, reduciendo así los tiempos de procesamiento. Esto es, se cree que pastas “desintegradas, con una sequedad menor que aproximadamente 80%, contienen cantidades relativamente grandes de agua unida firmemente en las fibras, lo cual requiere más calor para separarla que en el caso de pasta presecada comercial.

Una selección apropiada de la composición de revestimiento facilita también la práctica del proceso de la invención. Una composición de revestimiento preferida incluye resina de poli(alcohol vinílico) (PVOH), resina adhesiva de poliamidoamina y un modificador de crespado. Las composiciones de revestimiento preferidas proporcionan buena transferencia de la hoja continua con recuperación rápida del revestimiento después de un cambio de la rasqueta y permite reducir el revestimiento a 15 mg/m<sup>2</sup> de superficie del secador o menos durante la producción en funcionamiento continuo de la máquina de fabricación de papel. Preferiblemente, la composición de revestimiento es estable a una temperatura de por lo menos aproximadamente 148,9°C (300°F) de modo que se puede mantener esta temperatura durante una campaña de producción.

Se obtuvo un efecto sinérgico cuando se emplearon los aspectos antes mencionados de la invención durante los ensayos. Se aumentó la velocidad de la máquina un 14,2% en la fabricación de toallas y se incrementó la producción total un 20% debido al tiempo más corto de recuperación de revestimiento y al ciclo más largo de revestimiento/separación. Estas ventajas de la presente invención se aprecian por referencia a las figuras 1-5, que presentan datos operativos de la misma máquina de fabricación de papel funcionando bajo las diferentes condiciones indicadas en las figuras. La figura 1 es una gráfica de la temperatura de la campana del secador Yankee en función del tiempo para una máquina comercial de fabricación de papel funcionando con un límite de la temperatura de la campana de 454,4°C (850°F). Se ve que el funcionamiento de la máquina se mantiene por debajo del límite de la temperatura de la campana de 5-6 horas cuando se emplea un adhesivo añadido a una dosis de 10 mg/m<sup>2</sup>. Cuando se alcanza el límite operativo de la temperatura, se separa el revestimiento Yankee y se continúa la operación. Cuando la misma máquina fabricación de papel funciona bajo condiciones similares con una dosificación doble de adhesivo, se ve en la figura 2 que el revestimiento Yankee debe ser separado cada 3 horas más o menos.

Igualmente, de acuerdo con la invención se reduce el consumo de energía en la campana Yankee como se ve en las figuras 3-5. La figura 3 es una gráfica de consumo de gas en la campana Yankee en función del tiempo para la misma máquina de fabricación de papel y los mismos ensayos de producción discutidos anteriormente en relación con la figura 1. En la figura 3 se ve que el consumo de energía en la campana Yankee empieza a aproximadamente 2110 MJ/ton (2 MMBtu/ton) después de separar del secador Yankee un revestimiento y se incrementa a aproximadamente 4220 KJ/ton (4 MMBtu/ton) en un periodo de 5-6 horas. Hay que indicar también que el consumo de energía en la campana se mantiene por debajo de 3165 MJ/ton (3 MMBtu/ton) de hoja continua producida en 1-2 horas.

La figura 4 es una gráfica del consumo de energía en la campana del secador Yankee en función del tiempo para la misma máquina de fabricación de papel funcionando con una dosis mayor de adhesivo añadido y una hoja continua más húmeda proporcionada al secador Yankee. Aquí se ve que el consumo de energía en la campana del secador Yankee empieza entre 2638 y 3165 MJ/ton (2,5-3 MMBtu/ton) y se incrementa a aproximadamente 4220 MJ/ton (4 MMBtu/ton) en 2,5 horas más o menos. Hay que indicar que, en la figura 4, el consumo de energía en la campana supera 3165 KJ/ton (3 MMBtu/ton) de hoja continua producida casi inmediatamente cuando se inicia el intervalo de producción. Puesto que la campana del secador Yankee requiere una fuente de energía de calidad relativamente alta, gas natural, es mucho más preferido el proceso de la presente invención puesto que se utiliza vapor de agua producido con cualquier combustible, incluidos combustibles reciclados, y se puede obtener fácilmente en plantas de producción para calentar la hoja continua antes de transferirla a un secador Yankee.

La figura 5 es una gráfica similar para la misma máquina de fabricación de papel funcionando con una dosis de adhesivo añadido de 20 mg/m<sup>2</sup>, con una hoja secada que se usó en los ensayos de la figura 4 (que tiene una sequedad de la hoja en la transferencia al secador Yankee similar a la figura 1). Aquí se ve que aunque hay beneficio de secar la hoja antes de transferirla al secador Yankee, los resultados no son casi tan buenos como en los casos en los que se usa menos adhesivo añadido.

A continuación se describen detalles incluidos con respecto a las figuras 1-5.

#### Breve descripción de los dibujos

Se describe la invención en detalle con referencia a los dibujos, en los que números iguales designan partes similares y en los que:

la figura 1 es una gráfica de temperaturas del chorro de entrada a la campana del secador Yankee en función del tiempo de funcionamiento de una máquina de alta velocidad de fabricación de papel crespado sobre un fieltro, en la que la hoja continua se secó en el cilindro de crespado con vapor de agua de alta presión y el secador Yankee funcionó con poco adhesivo añadido de acuerdo con la presente invención;

la figura 2 es una gráfica de temperaturas del chorro de entrada a la campana del secador Yankee en función del tiempo durante el funcionamiento de una máquina de alta velocidad de fabricación de papel crespado sobre un fieltro, en la que la hoja continua se secó con vapor de agua de alta presión en el cilindro de crespado y el secador Yankee funcionó con el doble de adhesivo añadido en comparación con el proceso de la figura 1;

5 la figura 3 es una gráfica de consumo de gas en la campana del secador Yankee en función del tiempo para el proceso de la figura 1;

la figura 4 es una gráfica de consumo de gas en la campana del secador Yankee en función del tiempo para un proceso que utilizó como mucho el doble de adhesivo que en el proceso de la figura 1 y en el que se aportó al cilindro de apoyo vapor de agua a baja presión;

10 la figura 5 es una gráfica de consumo de gas en la campana del secador Yankee en función del tiempo para un proceso que utilizó como mucho el doble de adhesivo que en el proceso de la figura 1 y en el que se aportó al cilindro de apoyo vapor de agua a alta presión como en la figura 1;

la figura 6 es un diagrama esquemático de una primera máquina de fabricación de papel, conveniente para realizar el proceso de la presente invención, y

15 la figura 7 es un diagrama esquemático de una segunda máquina de fabricación de papel, conveniente para realizar la presente invención.

### Descripción detallada

A continuación se describe la invención en detalle con referencia a varias realizaciones y numerosos ejemplos. Esta discusión es sólo con fines ilustrativos.

20 En la presente memoria, la terminología usada tiene el significado concordante con las definiciones de ejemplo especificadas inmediatamente después; mg se refiere a miligramos y  $m^2$  se refiere a metros cuadrados, MM se refiere a millón, BTU se refiere a unidades térmicas británicas, psig se refiere a presión manométrica, etc.

25 La dosis "añadida" de adhesivo de crespado se calcula dividiendo la dosis de aplicación de adhesivo (mg/min) por la superficie del cilindro secador por el que pasa la hoja continua bajo una inyección de un aplicador de rociado ( $m^2/min$ ). Lo más preferiblemente, la composición del adhesivo resinoso incluye una resina de poli(alcohol vinílico), una resina de poliamidoamina-epiclorhidrina y un modificador de crespado. La dosis de adhesivo añadido se calcula referida a contenido de sólidos o ingredientes activos, esto es, con independencia del contenido de agua. Los componentes comerciales se pueden adquirir secos o en forma de suspensión y diluir con agua a la concentración deseada. Igualmente, el porcentaje en peso de los diversos componentes de la resina de adhesivo o de la composición de revestimiento se calculó sobre base seca.

30 En toda esta memoria y en las reivindicaciones, cuando se menciona una hoja continua naciente que tiene una distribución aparentemente al azar de orientación de las fibras, se refiere a la distribución de la orientación de las fibras que se origina cuando se usan técnicas de formación conocidas para depositar una suspensión de pasta sobre la tela de formación. Cuando se examinan al microscopio, las fibras tienen la apariencia de estar orientadas al azar incluso cuando, dependiendo del chorro a la velocidad de la tela, pueden tener una tendencia significativa a orientarse en la dirección longitudinal, haciendo que la resistencia a la tracción de la hoja continua en la dirección longitudinal sea mayor que la resistencia a la tracción en la dirección transversal.

35 Salvo que se especifique lo contrario, "gramaje" se refiere al peso de una resma de 278,7 metros cuadrados (3000 pies cuadrados) de producto. Consistencia se refiere a porcentaje de sólidos de una hoja continua naciente calculada, por ejemplo, sobre base seca. "Seco al aire" significa que incluye humedad residual, convencionalmente hasta aproximadamente 10% de humedad en el caso de pasta y hasta aproximadamente 6% en el caso de papel. Una hoja continua naciente que tiene 50% de agua y 50% de pasta seca al aire tiene una consistencia de 50%. La pasta seca al aire de 95% tiene una consistencia de 85% o más.

45 El límite operativo característico de la temperatura de una campana de secado se refiere a la temperatura máxima del chorro de entrada a la campana del secador Yankee, medida en la parte húmeda de la campana, salvo que se indique lo contrario. Este puede ser un límite del equipo o puede estar impuesto por consideraciones operativas en la parte húmeda de la campana, por ejemplo, para que el producto no se queme. Igualmente, la temperatura de la campana del secador Yankee y la temperatura operativa característica dependen de la temperatura del chorro en la parte húmeda de la campana.

50 En la presente memoria, el término "desgotar compactamente la hoja continua o suspensión de pasta" se refiere a desgotar mecánicamente mediante prensado en húmedo sobre un fieltro desgotador, por ejemplo, en algunas realizaciones usando presión mecánica aplicada en continuo sobre la superficie de la hoja continua, como en la zona de tangencia entre un rodillo prensa y una zapata de presión, en la que la hoja continua está en contacto con un fieltro de la máquina de fabricación de papel. El término "desgotar compactamente" se usa para diferenciar procesos en los que el desgotado inicial de la hoja continua se realiza principalmente por medios térmicos como es

el caso, por ejemplo, en las patentes de los Estados Unidos números 4.529.480 concedida a Trokhan y 5.607.551 concedida a Farrington et al. Por lo tanto, desgotar compactamente una hoja continua se refiere, por ejemplo, a eliminar agua de una hoja continua naciente que tiene una consistencia menor que 30% más o menos por aplicación de presión y/o incrementar la consistencia de la hoja continua aproximadamente un 15% o más por aplicación de presión.

El término “celulósico”, “hoja celulósica” y similares incluye cualquier producto que incorpora fibras papeleras como constituyente mayoritario. Las “fibras papeleras” incluyen fibras celulósicas de pastas vírgenes o de pastas recicladas (secundarias) o mezclas de fibras que comprenden fibras celulósicas. Las fibras convenientes para fabricar las hojas continuas de esta invención incluyen: fibras procedentes de especies no leñosas, como fibras de algodón o de derivados del algodón, abacá, kenaf, hierba sabai, lino, esparto, paja, yute, cáñamo, bagazo, fibras de algodoncillo y fibras de hojas de piña; y fibras procedentes de especies leñosas, como coníferas y frondosas, incluidas fibras de especies coníferas, como fibras kraft de coníferas del norte y del sur (Estados Unidos); fibras procedentes de especies frondosas, como eucalipto, arce, abedul, álamo, etc. Las fibras papeleras pueden ser liberadas de su material de origen por uno cualquiera de una serie de procesos de lejado familiares a los expertos en la materia, incluidos procesos a la sosa, al sulfato, bisulfito, polisulfuro, etc. Si se desea, la pasta se puede blanquear por medios químicos, incluidos el uso de cloro, dióxido de cloro, oxígeno, peróxidos alcalinos, etc. Los productos de la presente invención pueden comprender una mezcla de fibras convencionales (derivadas de pastas vírgenes o de pastas recicladas) y fibras tubulares ricas en lignina y de peso unitario alto, como pasta químico-termomecánica blanqueada (BCTMP). “Suspensión de pasta” y términos similares se refieren a composiciones acuosas que incluyen fibras papeleras, opcionalmente resinas de resistencia en húmedo, desligantes etc. para fabricar papel.

De acuerdo con la presente invención, se ha encontrado que se prefieren pastas presecadas a pastas desintegradas. Cuando se mencionan pastas presecadas, este término se refiere a pastas que tienen una sequedad de por lo menos 80%, esto es, han sido secadas hasta una consistencia de por lo menos 72% antes de usarlas en la suspensión de pasta aportada al proceso. La pasta “seca al aire” se calcula por la siguiente fórmula:  $[\text{Consistencia} / 90 \times 100]\%$ . Se prefieren pastas comerciales que tienen un contenido seco al aire de por lo menos 90% o 95% y pueden ser pastas kraft de frondosas, pastas kraft de coníferas, etc., como fibras kraft del Norte o del Sur de los Estados Unidos. Las pastas comerciales presecadas convenientes pueden tener una blancura GE de por lo menos 80, 85 o 90; en muchos casos las pastas convenientes pueden tener una blancura GE entre aproximadamente 85 y 95. En algunos casos preferidos, se usa por lo menos 60% de pasta presecada mientras que en otros se emplea por lo menos 75% de pasta presecada o más. Se puede usar pasta reciclada, según se desee.

Crespado sobre un fieltro y términos similares se refieren a un fieltro o cinta que tiene una estructura conveniente para realizar el proceso de la presente invención y preferiblemente es suficientemente permeable para que la hoja continua pueda ser secada mientras está sobre el fieltro de crespado. En casos en los que la hoja continua es transferida a otro fieltro o superficie (distinto del fieltro de crespado) para secarla, el fieltro de crespado puede tener una permeabilidad menor.

Cuando se mencione que un revestimiento o composición de adhesivo es duradero a una temperatura específica, significa que el revestimiento o composición no se endurece y se puede rehumedecer después de haber sido calentado a esa temperatura.

M/min se refiere a metros por minuto mientras que m/s se refiere a metros por segundo.

La blancura GE se mide de acuerdo con TAPPI T 452 om-02. La norma TAPPI 452 incorpora iluminación a 45° y geometría de observación a 0°.

MD significa dirección longitudinal y CD significa dirección transversal.

Los parámetros de tangencia incluyen, sin carácter limitativo, presión de tangencia, longitud de tangencia, dureza del rodillo de apoyo, ángulo de aproximación del fieltro, ángulo de retirada del fieltro, uniformidad y velocidad delta entre superficies de tangencia.

Ancho de tangencia significa la longitud sobre la que están en contacto las superficies de tangencia.

“Pegajosidad en húmedo” se refiere en general a la capacidad de un revestimiento adhesivo presente sobre un cilindro secador de adherir una hoja continua húmeda al cilindro con el fin de secar la hoja continua.

“Relación de crespado sobre un fieltro” es una expresión del diferencial de velocidad entre el fieltro de crespado y la tela de formación y típicamente se calcula como la relación de la velocidad de la hoja continua inmediatamente antes del fieltro de crespado y la velocidad inmediatamente después del fieltro de crespado, funcionando típicamente, aunque no necesariamente, la tela de formación y la superficie de transferencia a la misma velocidad:

Relación de crespado sobre un fieltro = velocidad del cilindro de transferencia / velocidad del fieltro de crespado

El crespado sobre un fieltro también se puede expresar como porcentaje calculado como:

Crespado sobre un fieltro (%) = (Relación de crespado sobre un fieltro – 1) x 100%

Una hoja continua crespada desde un cilindro de transferencia con una velocidad de la superficie de 228,6 m/min (750 ft/min) a un fieltro con una velocidad de 152,4 m/min (500 ft/min) tiene una relación de crespado de 1,5 y un crespado sobre el fieltro de 50%. Para el crespado en mandril, la relación de crespado en mandril se calcula como la velocidad del cilindro secador Yankee dividido por la velocidad del mandril. Para expresar el crespado en mandril como porcentaje, se resta 1 de la relación de crespado en la bobinadora y se multiplica el resultado por 100%.

La relación de crespado total se calcula como la relación de la velocidad de la tela de formación a la velocidad del mandril y el porcentaje de crespado total es:

Crespado total (%) = (Relación de crespado total – 1) x 100%

Un proceso con una velocidad de la tela de formación de 609,6 m/min (2000 ft/min) y una velocidad del mandril de 304,8 m/min (1000 ft/min) tiene una relación de crespado total de 2 y un crespado total de 100%.

Se considera un producto “despegado” del cilindro secador Yankee cuando se ha separado sin crespado sustancial en la bobina, bajo tensión. Típicamente, un producto despegado tiene menos de 1% de crespado en la bobina.

“Intervalo de producción” se refiere a un período de funcionamiento que es estable o casi estable durante el que se está produciendo hoja absorbente para consumo entre operaciones sucesivas de limpieza o separación, por ejemplo, cuando el material se recicla típicamente al proceso. Preferiblemente, la producción de papel se mantiene a una velocidad constante  $\pm 20\%$  de la velocidad objetivo durante el intervalo de producción.

PLI o pli significa fuerza (libras) por pulgada lineal.

La dureza Pusey y Jones (P&J) (indentación) se mide de acuerdo con ASTM D 531 y se refiere al número de indentación (muestra y condiciones estándar).

Velocidad delta significa una diferencia en velocidad lineal.

La composición de revestimiento de adhesivo resinoso usada para fijar la hoja continua al cilindro secador Yankee es preferiblemente una composición higroscópica, rehumectable y sustancialmente no reticulante. Típicamente, la composición de revestimiento de adhesivo resinoso incluye una o más resinas adhesivas, un modificador y uno o más aditivos. Ejemplos de composiciones de adhesivos son las que incluyen poli(alcohol vinílico) y resinas de poliamidoamina-epiclorhidrina (resinas PAE) de la clase general descrita en la patente de los Estados Unidos número 4.528.316 concedida a Soerens et al. Véanse también las patentes de los Estados Unidos números 5.660.687 y 5.833.806, concedidas ambas a Allen et al.

Las resinas adhesivas de poliamidas para uso en la presente invención pueden incluir resinas de poliamida-epihalohidrina, como las resinas PAE del mismo tipo general empleadas como resinas de resistencia en húmedo. Se describen resinas PAE, por ejemplo, en “Wet-Strenght Resins and Their Applications” de H. Epsy, capítulo 2, titulado Alkaline-Curing Polymeric Amine-Epichlorohydrin Resins. Resinas PAE convenientes para uso de acuerdo con la presente invención incluyen un producto polimérico soluble en agua de la reacción de una epihalohidrina, preferiblemente epiclorhidrina, y una poliamida soluble en agua que tiene grupos aminos secundarios derivados de una polialquilen-poliamina y un ácido carboxílico dibásico alifático saturado que contiene aproximadamente 3 a aproximadamente 10 átomos de carbono. Una resina PAE conveniente puede ser una basada en dietilentriamina (DETA), ácido glutárico y/o adípico y epiclorhidrina.

Las composiciones de resinas PAE para uso de acuerdo con la presente invención se pueden obtener de Process Applications Ltd., Washington Crossing, PA, y de Hercules Corporation, Wilmington, Delaware. Una composición de resina adhesiva PAE de crespado particularmente conveniente y que es útil en relación con la presente invención es Ultracrepe<sup>®</sup> HP. Las composiciones de resinas PAE comerciales pueden incluir otros componentes, como agentes de entrecruzamiento, aditivos, subproductos, etc.

El adhesivo de crespado también incluye preferiblemente un polímero semicristalino que forma una película. Los polímeros semicristalinos que forman una película para uso en la presente invención se pueden seleccionar, por ejemplo, de hemicelulosa y carboximetilcelulosa y, lo más preferiblemente, incluyen poli(alcohol vinílico) (PVOH). Los poli(alcoholes vinílicos) usados en el adhesivo de crespado pueden tener un peso molecular medio de aproximadamente 13000 a aproximadamente 124000 Da.

Las resinas de poli(alcohol vinílico) (PVOH) pueden ser resinas basadas en homopolímeros de acetato de vinilo o en copolímeros de acetato de vinilo con cualquier comonomero conveniente y/o mezclas de estos. Las resinas de PVOH empleadas en la presente invención se basan predominantemente (más de 75% en moles) en monómero de acetato de vinilo que se polimeriza e hidroliza posteriormente a poli(alcohol vinílico). En general, las resinas son resinas de 99% en moles o más de acetato de vinilo. Si se usan, los comonomeros pueden estar presentes en cantidades de aproximadamente 0,1 a 25% en moles con acetato de vinilo e incluyen comonomeros acrílicos, como AMPS o sales de estos. Otros comonomeros convenientes incluyen comonomeros de glicol, comonomeros de

versate, comonómeros de ácido maleico o láctico, comonómeros de ácido itacónico, etc. Igualmente pueden ser útiles versatato de vinilo que incluye grupos alquilo (veova). Véase Finch et al., Ed. Polyvinil Alcohol Developments (Wiley, 1992), páginas 84 y siguientes. Los comonómeros pueden estar injertados o copolimerizados con acetato de vinilo como parte de la estructura principal. Igualmente, si se desea, se pueden mezclar homopolímeros con copolímeros.

En general, un poli(acetato de vinilo) en una solución alcohólica se puede convertir en poli(alcohol vinílico), es decir, los grupos  $-\text{OCOCH}_3$  se reemplazan por grupos  $-\text{OH}$  mediante "hidrólisis", denominada también "alcoholisis". El grado de hidrólisis se refiere al porcentaje de moles del monómero de acetato de vinilo en la resina que ha sido hidrolizado. Los métodos de producir polímeros y copolímeros de poli(acetato de vinilo)-poli(alcohol vinílico) son bien conocidos por los expertos en la materia. Las patentes de los Estados Unidos números 1.971.951 y 2.109.883, así como diversas referencias de la bibliografía, describen estos tipos de polímeros y su preparación. Entre las referencias de la bibliografía se pueden citar "Vinyl Polymerization", volumen 1, parte 1, de Ham, publicado por Marcel Dekker Inc. (1967) y "Preparative Methods of Polymer Chemistry", de Sorenson y Campbell, publicado por Interscience Publishers Inc., Nueva York (1961).

Poli(alcoholes vinílicos) para uso de acuerdo con la presente invención incluyen los obtenibles de Monsanto Chemical Co. y Celanese Chemical. Poli(alcoholes vinílicos) apropiados de Monsanto Chemical Co. incluyen Gelvatol como, pero sin carácter limitativo, Gelvatol 1-90, Gelvatol 3-60, Gelvatol 20-30, Gelvatol 1-30, Gelvatol 20-90 y Gelvatol 20-60. Con respecto a los Gelvatol, el primer número indica el porcentaje de poli(acetato de vinilo) residual y el siguiente número multiplicado por 1000 da el número correspondiente al peso molecular medio. En general, las resinas de poli(alcohol vinílico) o resinas PVOH consisten principalmente en unidades repetitivas de poli(acetato de vinilo) hidrolizado (más de 50% en moles) pero pueden incluir monómeros distintos de poli(acetato de vinilo) en cantidades de hasta aproximadamente 10% en moles más o menos en resinas comerciales típicas.

A continuación se relacionan productos de poli(alcohol vinílico) de Celanese Chemical para uso en adhesivo de crespado (denominados anteriormente productos Airvol de Air Products hasta octubre de 2000):

Tabla 1

## Poli(alcohol vinílico) para adhesivo de crespado

Tipo	Hidrólisis (%)	Viscosidad <sup>1</sup> (cp)	pH	Volátiles (máximo) (%)	Cenizas (máximo) <sup>3</sup> (%)
Superhidrolizado					
Celvol <sup>®</sup> 125	99,3+	28-32	5,5-7,5	5	1,2
Celvol <sup>®</sup> 165	99,3+	62-72	5,5-7,5	5	1,2
Hidrolizado totalmente					
Celvol <sup>®</sup> 103	98,0-98,8	3,5-4,5	5,0-7,0	5	1,2
Celvol <sup>®</sup> 305	98,0-98,8	4,5-5,5	5,0-7,0	5	1,2
Celvol <sup>®</sup> 107	98,0-98,8	5,5-6,6	5,0-7,0	5	1,2
Celvol <sup>®</sup> 310	98,0-98,8	9,0-11,0	5,0-7,0	5	1,2
Celvol <sup>®</sup> 325	98,0-98,8	28,0-32,0	5,0-7,0	5	1,2
Celvol <sup>®</sup> 350	98,0-98,8	62-72	5,0-7,0	5	1,2
Hidrolizado intermedio					
Celvol <sup>®</sup> 418	91,0-93,0	14,5-19,5	4,5-7,0	5	0,9
Celvol <sup>®</sup> 425	95,5-96,5	27-31	4,5-6,5	5	0,9
Hidrolizado parcialmente					



Celvol <sup>®</sup> 502	87,0-89,0	3,0-3,7	4,5-6,5	5	0,9
Celvol <sup>®</sup> 203	87,0-89,0	3,5-4,5	4,5-6,5	5	0,9
Celvol <sup>®</sup> 205	87,0-89,0	5,2-6,2	4,5-6,5	5	0,7
Celvol <sup>®</sup> 513	86,0-89,0	13-15	4,5-6,5	5	0,7
Celvol <sup>®</sup> 523	87,0-89,0	23-27	4,0-6,0	5	0,5
Celvol <sup>®</sup> 540	87,0-89,0	45-55	4,0-6,0	5	0,5

(1) Solución acuosa al 4%; 20°C

Los modificadores de crespado que se pueden usar incluyen complejos de amonio cuaternario, polietilenglicoles, etc. Los modificadores incluyen los obtenibles de Goldschmidt Corporatio, Essen (Alemania), o de Process Applications Ltd., Washington Crossing, PA. Los modificadores de crespado de Goldschmidt incluyen, pero sin carácter limitativo, Varisoft<sup>®</sup> 222LM, Varisoft<sup>®</sup> 222, Varisoft<sup>®</sup> 110, Varisoft<sup>®</sup> 222LT, Varisoft<sup>®</sup> 110DEG y Varisoft<sup>®</sup> 238. Un modificador particularmente adecuado es Ultra FDA GB, disponible de Process Applications Ltd.

Las composiciones preferidas de revestimiento de adhesivo resinoso usadas en relación con la presente invención incluyen una resina de poli(alcohol vinílico), una resina PAE y un modificador. Una resina PAE conveniente puede ser una basada en ácido glutárico y DETA que tiene un peso molecular medio ponderal (GPC) de 150.000 o más, mientras que el modificador de crespado puede incluir sales de imidazolinio y polietilenglicoles como componentes mayoritarios. La composición de resina de adhesivo resinoso puede incluir convenientemente menos de 75% en peso de una resina de poli(alcohol vinílico), convenientemente entre aproximadamente 40% y 80% en peso de la composición de revestimiento de adhesivo resinoso. En algunas realizaciones preferidas, la composición de revestimiento de adhesivo resinoso incluye menos de 60% en peso de resina de poli(alcohol vinílico) y, en algunas realizaciones, menos de 50% en peso de resina de poli(alcohol vinílico). Se puede usar poli(alcohol vinílico) parcialmente hidrolizado, de viscosidad relativamente alta.

La composición de revestimiento de adhesivo resinoso también incluye convenientemente una porción mayoritaria de poli(alcohol vinílico) y aproximadamente 5% a aproximadamente 35% en peso de una composición de poliamidoamina, como las composiciones disponibles comercialmente antes mencionadas. Así, las composiciones convenientes de adhesivo resinoso incluyen por lo menos 10-30% en peso de una composición de poliamidoamina, como Ultracrepe<sup>®</sup> HT, así como aproximadamente 2,5 a aproximadamente 20% o a aproximadamente 30% en peso de un modificador, como Ultra FDA GB, siendo el resto el poli(alcohol vinílico) Celvaol<sup>®</sup> 523.

En relación con la presente invención, se fabrica un papel absorbente dispersando fibras papeleras para formar una suspensión acuosa (suspensión) y depositando esta suspensión acuosa sobre la malla de formación de una máquina de fabricación de papel. Se puede usar cualquier esquema conveniente de formación. Por ejemplo, una relación extensa, pero no limitativa, de formadores incluyen, además de formadores del tipo de máquina Fourdrinier, un formador creciente, un formador de dos telas de arrollamiento C, un formador de dos telas de arrollamiento S, o un formador con rodillo de cabecera aspirante. La tela de formación puede ser cualquier tela perforada, incluidas telas de una sola capa, telas de dos capas, telas de tres capas, telas fotopoliméricas, etc. Una relación no exhaustiva de documentos de la técnica anterior relativos a telas de formación incluye las patentes de los Estados Unidos números 4.157.276, 4.605.585, 4.161.195, 3.545.705, 3.549.742, 3.858.623, 4.041.989, 4.071.050, 4.112.982, 4.149.571, 4.182.381, 4.184.519, 4.314.589, 4.359.069, 4.376.455, 4.379.735, 4.453.573, 4.564.052, 4.592.395, 4.611.639, 4.640.741, 4.709.732, 4.759.391, 4.759.976, 4.942.077, 4.967.085, 4.998.568, 5.016.678, 5.054.525, 5.066.532, 5.098.519, 5.103.874, 5.114.777, 5.167.261, 5.199.261, 5.199.467, 5.211.815, 5.219.004, 5.245.025, 5.277.761, 5.328.565 y 5.379.808. Una tela de formación particularmente útil en la presente invención es la tela de formación Voith 2164, fabricada por Voith Fabrics Corporation, Shreveport, LA.

La suspensión de pasta puede contener aditivos químicos para alterar propiedades físicas del papel producido. Estos aditivos químicos son bien conocidos por los expertos en la materia y se pueden usar en forma de cualquier combinación conocida. Estos aditivos pueden ser modificadores de la superficie, suavizantes, desligantes, adyuvantes de resistencia, látices, agentes de opacidad, blanqueantes ópticos, colorantes, pigmentos, agentes de encolado, productos químicos de barrera, adyuvantes de retención, agentes de insolubilización, agentes de entrecruzamiento orgánicos o inorgánicos o combinaciones de estos aditivos, comprendiendo opcionalmente estos aditivos químicos polioles, ésteres de PPG, ésteres de PEG, fosfolípidos, tensioactivos, poliaminas, HMCP (polímeros catiónicos modificados hidrófobamente), HMAP (polímeros aniónicos modificados hidrófobamente), etc.

Se puede mezclar la pasta con agentes de ajuste de la resistencia, como agentes de resistencia en húmedo, agentes de resistencia en seco, desligantes/suavizantes, etc. Los agentes convenientes de resistencia en húmedo son bien conocidos por los expertos en la materia. Una relación extensa, pero no limitativa, de adyuvantes de resistencia útiles incluye resinas de urea-formaldehído, resinas de melanina-formaldehído, resinas de poli(acrilamidas glixiladas, resinas de poliamido-epiclorhidrina, etc. Se producen poli(acrilamidas termoestables por reacción de acrilamida con cloruro de dialildimetilamonio (DADMAC) para producir un copolímero catiónico de poli(acrilamida, que

se hace reaccionar finalmente con glioxal para producir poliacrilamida, una resina catiónica de entrecruzamiento de resistencia en húmedo, Estos materiales se describen en general en las patentes de los Estados Unidos números 3.556.932 concedida a Coscia et al. y 3.556.933 concedida a Williams et al. Hay disponibles comercialmente resinas de este tipo bajo el nombre comercial de Parez 631NC, de Bayer Corporation. Se pueden usar diferentes relaciones molares de acrilamida/DADMAC/glioxal para producir resinas de entrecruzamiento, que son útiles como agentes de resistencia en húmedo. Además, el glioxal puede ser sustituido por otros dialdehídos para producir resinas termoestables de resistencia en húmedo. De utilidad particular como resinas de resistencia en húmedo son las resinas de poliamida-epiclorhidrina, de las que son ejemplos Kymene 557LX y Kymene 557H, comercializadas por Hercules Incorporated, Wilmington, Delawaew, y Amres<sup>®</sup>, de Georgia-Pacific Resins Inc. Se describen estas resinas y procesos para fabricarlas en las patentes de los Estados Unidos números 3.700.623 y 3.772.076. Se da una descripción extensa de resinas de aminas poliméricas-epihalohidrina en *Wet Strenght Resins and Their Application*, capítulo 2, *Alkaline-Curing Polymeric Amine-Epicholorohydrin*, de Espy (L. Chan editor, 1994). Se describe una relación razonablemente comprensiva de resinas de resistencia en húmedo en Westfelt, *Cellulose Chemistry and Technology*, volumen 13, página 813, 1979.

Igualmente también se pueden incluir agentes convenientes de resistencia temporal en húmedo, particularmente en aplicaciones en las que se han de evitar toallas desechables con resinas de resistencia permanente en húmedo. Una lista comprensiva, pero no exhaustiva, de agentes útiles de resistencia temporal en húmedo incluyen aldehídos alifáticos y aromáticos, incluidos glioxal, dialdehído malónico, dialdehído succínico, glutaraldehído y almidones dialdehídicos, así como almidones sustituidos o reaccionados, disacáridos, polisacáridos, quitosano u otros productos poliméricos de la reacción de monómeros o polímeros que tienen grupos aldehído y, opcionalmente, grupos nitrogenados. Polímeros representativos nitrogenados que pueden reaccionar convenientemente con los monómeros o polímeros que contienen aldehídos, incluyen vinilamidas, acrilamidas y polímeros nitrogenados relacionados. Estos polímeros imparten una carga positiva al producto de la reacción que contiene aldehídos. Además, se pueden usar otros agentes disponibles comercialmente de resistencia temporal en húmedo, como Parez 745, fabricado por Bayer, junto con los descritos, por ejemplo, en la patente de los Estados Unidos número 4.605.702.

La resina de resistencia temporal en húmedo puede ser uno cualquiera de una diversidad de polímeros orgánicos solubles en agua que contienen unidades aldehídicas y unidades catiónicas, usados para incrementar la resistencia en seco y en húmedo del papel. Se describen estas resinas en las patentes de los Estados Unidos números 4.675.394, 5.240.562, 5.138.002, 5.085.736, 4.981.557, 5.008.344, 4.603.176, 4.983.748, 4.866.151, 4.804.769 y 5.217.576. Se pueden usar almidones modificados comercializados bajo los nombres comerciales CO-BOND<sup>®</sup> 1000 y CO-BON<sup>®</sup> 1000 Plus por National Starch and Chemical Company, Bridgewater, N.J. Antes de usarlo, se puede preparar el polímero aldehídico catiónico soluble en agua precalentando una suspensión acuosa de aproximadamente 5% de sólidos mantenida a una temperatura de aproximadamente 115,6°C (240°F) y a un pH de aproximadamente 2,7 durante aproximadamente 3,5 minutos. Finalmente, la suspensión se puede enfriar y diluir añadiendo agua para producir una mezcla de aproximadamente 1,0% de sólidos a menos de aproximadamente 54,4°C (130°F).

Otros agentes de resistencia temporal en húmedo, disponibles también de National Starch and Chemical Company, se comercializan bajo los nombres comerciales CO-BOND<sup>®</sup> 1600 y CO-BOND<sup>®</sup> 2300. Estos almidones se suministran en forma de dispersiones acuosas coloidales y no requieren precalentamiento antes de usarlas.

Se pueden usar agentes de resistencia temporal en húmedo, como poliacrilamida glioxilada. Se producen agentes de resistencia temporal en húmedo tales como resinas de poliacrilamidas glioxiladas por reacción de acrilamida con cloruro de dialildimetilamonio. (DADMAC) para producir un copolímero catiónico de poliacrilamida, que finalmente reacciona con glioxal para producir poliacrilamida glioxilada, una resina catiónica de entrecruzamiento, de resistencia temporal o semipermanente en húmedo. Se describen en general estos materiales en las patentes de los Estados Unidos números 3.556.932 concedida a Coscia et al. y 3.556.933 concedida a Williams et al. Hay disponibles comercialmente resinas de este tipo bajo los nombres comerciales de PAREZ 631NC, de Bayer Industries. Se pueden usar diferentes relaciones molares de acrilamida/DADMAC/glioxal para producir resinas de entrecruzamiento, que son útiles como agentes de resistencia en húmedo. Además, se puede sustituir el glioxal por otros dialdehídos para producir características de resistencia en húmedo.

Agentes convenientes de resistencia en húmedo incluyen almidón, goma guar, poliacrilamidas, carboximetilcelulosa, etc. De particular utilidad es carboximetilcelulosa, de la que un ejemplo lo comercializa Hercules Incorporated, Wilmington, Delaware, bajo el nombre comercial de Hercules CMC. De acuerdo con una realización, la pasta puede contener aproximadamente 0 a aproximadamente 7,5 kg de agente de resistencia en seco por tonelada de pasta (0 a aproximadamente 15 lb/ton). De acuerdo con otra realización, la pasta puede contener aproximadamente 0,5 a aproximadamente 2,5 kg de agente de resistencia en seco por tonelada de pasta (1 a aproximadamente 5 lb/ton).

Igualmente los desligantes convenientes son bien conocidos por los expertos en la materia. Los desligantes o suavizantes se pueden incorporar a la pasta o rociar sobre la hoja continua de papel después de su formación. También se puede usar la presente invención con materiales de reblandecimiento incluidos, pero sin carácter limitativo, la clase de sales de amidoaminas derivadas de aminas neutralizadas parcialmente por un ácido. Se describen dichos materiales en la patente de los Estados Unidos número 4.720.383. Evans, *Chemistry and Industry*,

5 de julio de 1969, páginas 893-903; Egan, *J. Am. Oil Chemist's Soc.*, volumen 55 (1978), páginas 118-121; y Trivedi et al., *J. Am. Oil Chemist's Soc.*, junio de 1981, páginas 754-756, indican frecuentemente que los agentes de reblandecimiento se pueden adquirir comercialmente sólo en forma de mezclas complejas y no como compuestos individuales. Aunque la siguiente discusión se enfocará sobre las especies predominantes, se debe entender que en la práctica se usan en general mezclas disponibles comercialmente.

Quasoft 202-JR es un material de reblandecimiento conveniente, que se puede obtener alquilando un producto de la condensación de ácido oleico y dietilentriamina. Las condiciones de la síntesis usando un défcil de agente de alquilación (por ejemplo, sulfato de dietilo) y sólo una etapa de alquilación, seguida de ajuste del pH para protonar las especies no alquiladas, originan una mezcla que consiste en especies catiónicas etiladas y especies catiónicas no etiladas. Una proporción minoritaria (por ejemplo, aproximadamente 10%) de la amidoamina resultante se cicla a compuestos de imidazolina. Puesto que sólo las porciones de imidazolina de estos materiales son compuestos de amonio cuaternario, las composiciones como conjunto son sensibles al pH. Por lo tanto, en la práctica de la presente invención con esta clase de productos químicos, el pH en la caja de cabeza de máquina será aproximadamente 6 a 8, más preferiblemente 6 a 7 y lo más preferiblemente 6,5 a 7.

También son convenientes compuestos de amonio cuaternario, como sales de dialquidimetilamonio cuaternario, particularmente cuando los grupos alquilo contienen aproximadamente 10 a 24 átomos de carbono. Estos compuestos tienen la ventaja de ser relativamente insensibles al pH.

Se pueden utilizar agentes de reblandecimiento biodegradables. Se describen agentes desligantes/de reblandecimiento catiónicos biodegradables representativos en las patentes de los Estados Unidos números 5.312.522, 5.415.737, 5.262.007, 5.264.082 y 5.223.096. Los compuestos son diésteres biodegradables de compuestos de amonio cuaternario, ésteres de aminas cuaternizadas y ésteres a base de aceites vegetales biodegradables funcionalizados con cloruro de amonio cuaternario y cloruro de diercildimetilamonio y son agentes biodegradables representativos de reblandecimiento.

En algunas realizaciones, una composición desligante particularmente preferida incluye un componente de amina cuaternaria así como un tensioactivo no iónico.

Típicamente la hoja continua naciente de papel se desgota sobre un fieltro de la máquina de fabricación de papel. Se puede usar cualquier fieltro conveniente. Por ejemplo, los fieltros pueden tener tejidos de dos capas, tejidos de tres capas o tejidos estratificados. Los fieltros preferidos son los que tienen el diseño de tejido estratificado. Un fieltro de prensa húmeda que puede ser particularmente útil en la presente invención es Vector 3, fabricado por Voith Fabric. Documentos de antecedentes relativos a fieltros de prensas incluyen las patentes de los Estados Unidos números 5.657.797, 5.368.696, 4.973.512, 5.023.132, 5.225.269, 5.182.164, 5.372.876 y 5.618.612. Igualmente se puede utilizar un fieltro de prensado diferencial como el descrito en la patente de los Estados Unidos número 4.533.437 concedida a Curran et al.

Los fieltros crespados o texturizados convenientes incluyen fieltros de una sola capa o de varias capas o estructuras compuestas, preferiblemente de malla abierta. La construcción del fieltro *per se* tiene menos importancia que la topografía de la superficie de crespado en la línea de tangencia de los rodillos de crespado como se discutirá más adelante con más detalle. En algunos productos se prefieren en general nudillos largos en la dirección longitudinal con nudillos ligeramente menores en la dirección transversal. Los fieltros deben tener al menos una de las siguientes características: (1) en la cara del fieltro de crespado que está en contacto con la hoja continua húmeda de papel (cara "superior") el número de hilos por centímetro en la dirección longitudinal (MD) es 25,4 a 508 (10 a 200 hilos por pulgada (malla)) y el número de hilos por centímetro en la dirección transversal (CD) es también 25,4 a 508 (10 a 200 hilos por pulgada (cuenta)); (2) típicamente el diámetro de los hilos es menor que 0,127 cm (0,050 in); (3) en la cara superior, la distancia entre el punto más alto de los nudillos en la dirección longitudinal y el punto más alto de los nudillos en la dirección transversal es aproximadamente 0,0025 a aproximadamente 0,51 o 0,076 cm (0,001 a aproximadamente 0,02 o 0,03 in); (4) entre estos niveles puede haber nudillos formados por hilos en la dirección longitudinal o en la dirección transversal que dan la topografía de una apariencia tridimensional de montaña/valle que se imparte a la hoja continua de papel; (5) el fieltro puede estar orientado de cualquier manera posible para conseguir en el producto el efecto deseado en el procesamiento y las propiedades deseadas; en la cara superior pueden estar los nudillos largos de urdimbre para incrementar en el producto aristas en la dirección longitudinal o los nudillos largos pueden estar en la cara superior si se desean más aristas en la dirección longitudinal para influir en las características de crespado cuando se transfiera la hoja continua desde el cilindro de apoyo al fieltro de crespado; y (6) se puede fabricar el fieltro para que presente ciertas estructuras geométricas que sean agradables a la vista, que se repiten entre cada 2 a 50 hilos de urdimbre. Un fieltro preferido es W013, un fieltro de varias capas fabricado por Albany International. Dichos fieltros se forman a partir de fibras poliméricas monofilamentos que tienen diámetros que varían típicamente de aproximadamente 0,25 a aproximadamente 1 mm. Dichos fieltros se forman a partir de fibras poliméricas monofilamentos que tienen diámetros que varían típicamente de aproximadamente 10 a aproximadamente 100 mm. Este fieltro se puede usar para producir una hoja continua celulósica absorbente que tiene gramaje local variable y que comprende un retículo de fibras papeleras provisto de (i) una pluralidad de regiones enriquecidas en fibras de gramaje local relativamente alto, que se extienden en la dirección transversal (CD), interconectadas por (ii) una pluralidad de regiones densificadas alargadas de fibras papeleras comprimidas, teniendo las regiones densificadas alargadas un peso molecular local relativamente bajo y orientadas en general a lo

largo de la dirección longitudinal (MD) de la hoja continua. Las regiones densificadas alargadas se caracterizan además por una relación de orientación MD/CD de por lo menos 1,5. Típicamente, las relaciones de orientación MD/CD de las regiones densificadas son mayores que 2 o mayores que 3, generalmente entre aproximadamente 2 y 10. En la mayoría de los casos las regiones enriquecidas en fibras tienen una orientación sesgada a lo largo de la dirección transversal de la hoja continua y las regiones densificadas de gramaje relativamente bajo se extienden en la dirección longitudinal y también tienen una orientación sesgada de las fibras a lo largo de la dirección transversal de la hoja continua. Este producto se describe también en la solicitud de patente de los Estados Unidos pendiente de tramitación número de serie 60/808.863 titulada "Fabric Creped Absorbent Sheet with Variable Local Basis Weight", presentada el 26 de mayo de 2006 (expediente número 20179; GP-06-11).

El fieltro de crespado puede ser de la clase descrita en la patente de los Estados Unidos número 5.607.551 concedida a Farrington et al., columnas 7-8, así como los fieltros descritos en las patentes de los Estados Unidos números 4.239.065 concedida a Trochen y 3.974.025 concedida a Ayers. Dichos fieltros pueden tener de aproximadamente 50,1 a aproximadamente 152,4 mallas por centímetro (20 a aproximadamente 60 mallas por pulgada) y se forman a partir de fibras poliméricas monofilamentos que tienen diámetros que varían típicamente de aproximadamente 0,020 a aproximadamente 0,064 cm (0,008 a aproximadamente 0,025 pulgadas). Los monofilamentos de la trama y de la urdimbre pueden tener, pero no necesariamente, el mismo diámetro.

En algunos casos los filamentos están tejidos y configurados complementariamente de forma sinuosa en por lo menos la dirección Z (el espesor del fieltro) para proporcionar un primer grupo o conjunto de cruzamientos coplanares en el plano de la superficie superior de ambos conjuntos de filamentos; y un segundo grupo o conjunto predeterminado de cruzamientos debajo de la superficie superior. Los conjuntos están entremezclados de modo que porciones de los entrecruzamientos del plano de la superficie superior definen un conjunto de cavidades similares a cestos de mimbre en la superficie superior del fieltro, cavidades que están dispuestas al tresbolillo en la dirección longitudinal (MD) y en la dirección transversal (CD) y, por lo que cada cavidad abarca por lo menos un entrecruzamiento por debajo de la superficie superior. Las cavidades están encerradas discreta y perimétricamente en la vista en planta por un alineamiento similar a postes que comprenden porciones de una pluralidad de los entrecruzamientos del plano de la superficie superior. El bucle del fieltro puede comprender monofilamentos termoestables de material termoplástico; las superficies superiores de los entrecruzamientos coplanares del plano de la superficie superior pueden ser superficies planas monoplanares. Realizaciones específicas de la invención incluyen ligamentos rasos así como ligamentos híbridos de tres o más caladas, y recuentos de malla de aproximadamente 4 x 4 a aproximadamente 47 x 47 por centímetro (10 x 10 a aproximadamente 120 x 120 filamentos por pulgada). Aunque el intervalo preferido de recuentos de malla es de aproximadamente 9 x 8 a aproximadamente 22 x 19 por centímetro (18 x 16 a aproximadamente 55 x 48 filamentos por pulgada).

En lugar de un fieltro de impresión, si se desea, como fieltro de crespado se puede usar un fieltro secador. Se describen fieltros convenientes en las patentes de los Estados Unidos números 5.449.026 (de estilo tejido) y 5.690.149 (de estilo de hilos superpuestos en la dirección longitudinal) concedidas a Lee, así como en la patente de los Estados Unidos número 4.490.925 concedida a Smith (de estilo en espiral).

Si se usa una máquina Fourdrinier o un formador de otro tipo, la hoja continua naciente puede ser acondicionada con cajas aspirantes y una corriente de vapor de agua hasta que alcance un contenido de sólidos conveniente para transferirla a un fieltro desgotador. La hoja continua naciente también puede ser transferida al fieltro con ayuda de vacío. En un formador creciente, no se necesita ayuda de vacío porque la hoja continua naciente se forma entre la tela de formación y el fieltro.

La figura 6 es un diagrama esquemático de una máquina de fabricación de papel **10** que tiene una sección de formación **12** convencional de dos telas, un recorrido del fieltro **14**, una sección de prensas de zapata **16**, un fieltro de crespado **18** y un secador Yankee **20**, conveniente para realizar la presente invención. La sección de formación **12** incluye un par de telas de formación **22, 24** soportadas por una pluralidad de rodillos **26, 28, 30, 32, 34, 36** y un rodillo de formación **38**. Una caja de entrada **40** proporciona una suspensión acuosa de pasta que sale de aquella en forma de chorro en la dirección longitudinal a la línea de tangencia **42** entre el rodillo de formación **38** y el rodillo **26** y las telas. La suspensión acuosa de pasta forma una hoja continua naciente **44** que desgota sobre las telas con ayuda de vacío, por ejemplo, mediante la caja aspirante **46**.

La hoja continua naciente avanza hacia el fieltro **48** que está soportado por una pluralidad de rodillos **50, 52, 54, 55** y el fieltro contacta con un rodillo de prensa de zapata **56** que tiene una zapata **62**. Cuando la hoja continua es transferida al fieltro tiene una consistencia baja. La transferencia puede ser ayudada por aspiración; por ejemplo, el rodillo **50** puede ser un rodillo aspirante, si así se desea, o una zapata de recogida o vacío, como es bien conocido en la técnica. Cuando la hoja continua alcanza el rodillo de la prensa de zapata puede tener una consistencia de 10-25%, preferiblemente de 20 a 25% más o menos cuando entra en la línea de tangencia **58** entre el rodillo de la prensa de zapata **56** y el rodillo de transferencia **60**. El rodillo de transferencia o apoyo **60** es calentado con vapor de agua. Se ha encontrado que incrementando la presión del vapor de agua aportado al rodillo **60** ayuda a alargar el tiempo entre la separación deseada del exceso de adhesivo en el cilindro del secador Yankee **20**. La presión conveniente del vapor de agua puede ser aproximadamente 6,55 bares (95 psig) más o menos, teniendo en cuenta que el rodillo **60** es un rodillo bombeado y el rodillo **70** tiene un bombeado negativo para acoplarse de modo que la

zona de contacto entre los rodillos está influenciada por la presión existente en el rodillo **60**. Así, se debe cuidar mantener el contacto de acoplamiento entre los rodillos **60, 70** cuando se emplea una presión elevada.

En lugar de un rodillo de prensa de zapata, el rodillo **56** puede ser un rodillo de prensa aspirante convencional. Si se emplea una prensa de zapata, es deseable y preferido que el rodillo **54** sea un rodillo de vacío eficaz para eliminar agua del fieltro antes de que éste en la zona de contacto de la prensa de zapata puesto que el agua de la suspensión de pasta será prensada en el fieltro en la zona de contacto de la prensa de zapata. En cualquier caso, usando un rodillo de vacío **54**, típicamente es deseable asegurar que la hoja continua permanece en contacto con el fieltro durante el cambio de dirección, como pueden apreciar por el diagrama los expertos en la materia.

La hoja continua **44** es prensada en húmedo sobre el fieltro en la línea de tangencia **58** con ayuda de la zapata de presión **62**. La hoja continua desgota así compactamente en **58**, incrementándose típicamente la consistencia 15 o más puntos en esta fase del proceso. La configuración mostrada en **58** se denomina generalmente prensa de zapata; en relación con la presente invención, el cilindro **60** funciona como cilindro de transferencia que funciona transportando la hoja continua **44** a gran velocidad, típicamente a 304,8-1828,8 m/min (1000 ft/min – 6000 ft/min), hacia el fieltro de crespado.

El cilindro **60** tiene una superficie lisa **64**, que puede estar provista de adhesivo (el mismo que el adhesivo de crespado usando en el cilindro del secador Yankee) y/o de agentes de desprendimiento si fuera necesario. La hoja continua **44** se adhiere a la superficie de transferencia **64** del cilindro **60** que gira a una velocidad angular alta cuando la hoja continua avance en la dirección longitudinal indicada por flechas **66**. Sobre el cilindro, la hoja continua **44** tiene una distribución aparente de fibras generalmente al azar,

La dirección **66** se denomina dirección longitudinal (MD) de la hoja continua así como de la máquina **10** de fabricación de papel, mientras que la dirección transversal (CD) es la dirección en el plano de la hoja continua perpendicular a la dirección longitudinal MD.

La hoja continua **44** entra en la línea de tangencia **58** típicamente a una consistencia de 10-25% más o menos y se desgota y seca hasta consistencias de aproximadamente 25 a aproximadamente 70 durante el tiempo en que es transferida al fieltro de crespado **18**, como se muestra en el diagrama.

El fieltro **18** está soportado por una pluralidad de rodillos **68, 70, 72** y el rodillo de la prensa de contacto **74** y forma una zona de contacto **76** de crespado en el fieltro con el cilindro de transferencia **60**, como se muestra.

El fieltro de crespado define una zona de contacto de crespado en la distancia o anchura en la que el fieltro de crespado **18** se adapta para contactar con el rodillo **60**; esto es, aplica una presión significativa a la hoja continua contra el cilindro de transferencia. Para este fin, el rodillo de apoyo (o crespado) **70** puede estar provisto de una superficie blanda deformable que incrementará la anchura de la zona de crespado y el ángulo de crespado en el fieltro entre el fieltro y la hoja continua y se puede usar como rodillo **70** el punto de contacto o un rodillo de la prensa de zapata para incrementar el contacto eficaz con la hoja continua en la zona de contacto **76** de crespado en el fieltro de alto impacto cuando la hoja continua **44** es transferida al fieltro **18** y avanza en la dirección longitudinal.

La zona contacto de crespado **76** se extiende por el ancho de la zona de crespado en fieltro desde aproximadamente 0,3175 cm hasta aproximadamente 5,08 cm (1/8 in a aproximadamente 2 in), típicamente desde 1,27 cm hasta 5,08 cm (0,5 in a 2 in). En un fieltro de crespado con 32 filamentos por centímetro en la dirección transversal, la hoja continua **44** encontrará de aproximadamente 4 a aproximadamente 64 filamentos de urdimbre en la zona de contacto.

La presión en la zona de contacto **76**, esto es, la carga entre el rodillo de apoyo **70** y el rodillo de transferencia **60** es convenientemente 3,6-35,7 kg por centímetro lineal (20-200 70 libras por pulgada lineal (PLI)), preferiblemente 7,1-12,5 kg por centímetro lineal (40-70 libras por pulgada lineal (PLI)).

Después del crespado en el fieltro, la hoja continúa avanzando a lo largo de la dirección longitudinal **66** donde es prensada en húmedo sobre el cilindro **80** del secador Yankee en la zona de contacto **82**. Opcionalmente, se aplica vacío a la hoja continua por medio de una caja aspirante **45**.

La transferencia en la zona de contacto **82** se produce a una consistencia de la hoja continua generalmente de aproximadamente 25 a aproximadamente 70%. A estas consistencias, es difícil adherir la hoja continua a la superficie **84** del cilindro **80** lo suficientemente firme para separar completamente del fieltro la hoja continua, Este aspecto del proceso es importante, particularmente cuando se desee usar una campana de secado de alta velocidad.

El uso de adhesivos particulares ayuda a adherirse una hoja continua moderadamente húmeda (25-70% de consistencia) al secador Yankee suficientemente para permitir un funcionamiento del sistema a alta velocidad y el secado y posterior despegado del secador Yankee de la hoja continua por un chorro de aire de choque a alta velocidad. A este respecto, si fuera necesario, se aplica a la superficie **86** una composición adhesiva de poli(alcohol vinílico)/poliamidoamina, preferiblemente en una proporción menor que aproximadamente 20 mg/m<sup>2</sup> de hoja continua. Se pueden emplear uno o más chorros de rociado.

La hoja continua se seca sobre el cilindro secador Yankee **80**, que es un cilindro calentado y por choque de aire a alta velocidad en la campana **88** del secador Yankee. La campana **88** puede funcionar a temperatura variable. Durante la operación, se puede monitorizar la temperatura en el extremo húmedo **A** de la campana (o en o cerca del punto por el que entra la hoja continua húmeda) y en el extremo seco **B** de la campana (o en o cerca del punto por el que sale la hoja continua húmeda) usando un detector de infrarrojos o cualquier otro medio conveniente, si así se desea. Cuando el cilindro gira, la hoja continua **44** se despegada del cilindro en **89** y se bobina alrededor del mandril **90**. El mandril **90** puede girar a 1,52-9,14 m/min, preferiblemente 3,05-6,1 m/min (5-30 ft/min, preferiblemente 10-20 ft/min), más rápidamente que el cilindro del secador Yankee en estado estacionario cuando la velocidad de la línea es, por ejemplo, 640,08 m/min (2100 ft/min). Se usa normalmente una rasqueta de crespado C y una rasqueta de limpieza D montadas para acoplamiento intermitente para controlar la acumulación. Cuando el adhesivo acumulado se separa del cilindro **80** del secador Yankee, la hoja continua se segrega del producto en el mandril **90**, siendo alimentada preferiblemente a una caída de rotos en **100** para ser reciclada al proceso de producción.

En lugar de ser despegada del cilindro **80** en **89** durante el funcionamiento en estado estacionario como se muestra, la hoja continua puede ser crespada en el cilindro secador **80** usando una rasqueta de crespado, como la rasqueta de crespado **C**, si así se desea.

En la figura 7 se muestra esquemáticamente otra máquina de fabricación de papel **10** que se puede usar en relación con la presente invención. La máquina de fabricación de papel **10** es una máquina de bucle de tres fieltros, que tiene una sección de formación **12** denominada generalmente en la técnica formador creciente. La sección de formación **12** incluye una tela metálica de formación **22** soportada por una pluralidad de rodillos, como los rodillos **32**, **35**. La sección de formación incluye también un rodillo de formación **38** que soporta aun fieltro papelerero **48** de modo que la hoja continua **44** se forma directamente sobre el fieltro **48**. El recorrido **14** del fieltro se extiende hasta una sección de prensas de zapata **16** en la que la hoja continua húmeda se deposita sobre un rodillo de transferencia **60** como el descrito anteriormente. Después, la hoja continua **44** es crespada sobre un fieltro en la línea de tangencia entre los rodillos **60**, **70** antes de ser depositada sobre el secador Yankee **20** en otra línea de tangencia de prensas **82**. Opcionalmente se aplica vacío mediante la capa aspirante **45** cuando la hoja continua está en el fieltro para conformar la hoja continua al fieltro texturizado. La caja de entrada **40** y la prensa de zapata **62** funcionan como se ha indicado anteriormente en relación con la figura 1. En algunas realizaciones, el sistema incluye un rodillo de vacío de retorno **54**; sin embargo el sistema de tres bucles se puede configurar de diversas maneras en las que no es necesario un rodillo de retorno-.

Entre el secador Yankee y el mandril **90** hay un instrumento de control Measurex<sup>®</sup> para medir la consistencia y el gramaje para proporcionar datos para el control de retroalimentación de la máquina de fabricación de papel. También se pueden ver otros detalles en las siguientes solicitudes pendientes de tramitación: solicitud de patente de los Estados Unidos número de serie 11/151.761, presentada el 14 de junio de 2005, titulada "High Solids Fabric-crepe Process for Producing Absorbent Sheet with In-Fabric Drying" (expediente 12633; GP-03-35); solicitud de patente de los Estados Unidos número de serie 11/402.609, presentada el 12 de abril de 2006, titulada "Multy-Ply Paper Towel With Absorbent Core" (expediente número 12601; GP-04-11); solicitud de patente de los Estados Unidos número de serie 11/451.112, presentada el 12 de junio de 2006, titulada "Fabric-Creped Sheet for Dispensers" (expediente 20195; GP-06-12); solicitud de patente provisional de los Estados Unidos número de serie 60/808.863, presentada el 26 de mayo de 2006, titulada "Fabric-creped Absorbent Sheet with Variable Local Basus Weight" (expediente número 20179; GP-06-11); y solicitud de patente de los Estados Unidos número de serie 10/679.862, presentada el 6 de octubre de 2003, titulada "Fabric-crepe Process for Making Absorbent Sheet" (expediente número 12389; GP-02-12), solicitudes que describen detalles particulares de máquinas de fabricación de papel, como técnicas, equipos y propiedades de crespado; la solicitud de patente de los Estados Unidos número de serie 11/108.375, presentada el 18 de abril de 2005, titulada "Fabric-crepe/Draw Process for Producing Absorbent Sheet" (expediente 12389P1; GP-02-12-1) proporciona también más información sobre procesamiento y composición; la solicitud de patente de los Estados Unidos número de serie 11/108.458, presentada el 18 de abril de 2005, titulada "Fabric-crepe and In Fabric Drying Process for Producing Absorbent Sheet" (expediente número 12611P1; GP-03-33-1); y la solicitud de patente de los Estados Unidos número de serie 11/104.014, presentada el 12 de abril de 2005, titulada "Wet-Pressed Tissue and Towel Products With Elevated CD Stretch and Low Tensile Ratios Made With a High Solids Fabric-crepe Process" (expediente 12636; GP-04-5); proporcionan más variación para la selección de componentes y técnicas de procesamiento. Otra solicitud de patente de los Estados Unidos, pendiente de tramitación, pendiente de tramitación, número de serie 11/451.111, presentada el 12 de junio de 2006, titulada "Method of Making Fabric-creped Sheet for Dispensers" (expediente número 20079; GP-05-10) proporciona información sobre secado y otras técnicas convenientes de fabricación.

Preferiblemente, la metodología empleada incluye: (a) desgotar compactamente una suspensión de pasta papelera para formar una hoja continua naciente que tiene una distribución aparentemente al azar de fibras papeleras; (b) aplicar la hoja continua desgotada que tiene una distribución aparentemente al azar de fibras a una superficie trasladable de transferencia que se mueve a una primera velocidad; y (c) crespado sobre un fieltro la hoja continua procedente de la superficie de transferencia a una consistencia de aproximadamente 30% a aproximadamente 60%, realizándose la etapa de crespado bajo presión en la línea de tangencia definida entre la superficie de crespado y el fieltro de crespado, en el que el fieltro se desplaza a una segunda velocidad más lenta que la velocidad de la citada superficie de transferencia, seleccionándose la estructura del fieltro, parámetros de la línea de tangencia, velocidad delta y consistencia de la hoja continua de modo que la hoja continua se crespado desde la superficie de transferencia

5 y se redistribuye sobre el fieltro de crespado para formar una hoja continua con un retículo opcionalmente extensible que tiene una pluralidad de regiones interconectadas de diferentes gramajes locales que incluyen por lo menos (i) una pluralidad de regiones enriquecidas en fibras de gramaje local alto, interconectadas por medio de (ii) una pluralidad de regiones densificadas opcionalmente alargadas de fibras papeleras comprimidas, teniendo las regiones densificadas un gramaje local relativamente bajo y estando preferiblemente orientadas generalmente a lo largo de la dirección longitudinal (MD) de la hoja continua. En una realización preferida, las regiones densificadas alargadas se caracterizan además por una relación de aspecto MD/CD de por lo menos 1,5.

En la siguiente tabla 2 se resumen diversas características y parámetros operativos de la presente invención.

Tabla 2

## Características operativas

10

Característica operativa	Intervalo(s) típico(s)	Intervalo(s) preferido(s)
Composición de adhesivo añadido al cilindro del secador Yankee (mg/m <sup>2</sup> )	5-25; 5-50; <20	<15; <10, 5-15
Intervalo de producción entre separaciones sucesivas de revestimiento del cilindro secador Yankee (horas)	5-15	>8
Temperatura media del chorro de aire de entrada a la campana del secador Yankee (°C (°F))	<454,4 (<850)	315,6-426,7 (600-800) opcionalmente hasta 454,4 (850)
Límite de la temperatura de duración de la composición de revestimiento (°C (°F))	115,6-148,9 (240-300)	148,9 (300)
Sequedad final de la hoja continua (%)	90-99	>95; >92,5
Crespado sobre el fieltro (%)	2-50	2-20
Crespado en el mandril (%)	0-25	2-15; 2,5-20
Presión de la prensa de zapata al rodillo de apoyo (kg/cm (PLI))	89,3-144 (500-800)	>107,1 (>600) 120,5-139,5 (675-775) >116,1 (>650)
Presión del vapor de agua saturado aportado al rodillo de apoyo (bares (psig))	3,44-10,34 (50-150); >4,14 (>60); 5,51-10,34 (80-150)	>5,17 (>75); >6,21 (>90); 6,21-7,59 (90-110)
Presión del vapor de agua saturado aportado al cilindro secador Yankee (bares (psig))	5,17-10,34 (75-150)	6,21-8,62 (90-125)

Característica operativa	Intervalo(s) típico(s)	Intervalo(s) preferido(s)
Velocidad de producción (m/min (ft/min))	>609,6 (2000)	>685,8 (2250) ≥762 (2500)

### Ejemplos

5 Utilizando una máquina de fabricación de papel de la clase mostrada en las figuras 6 y 7, se realizó una serie de ensayos de fabricación de hoja base absorbente en una máquina comercial de fabricación de papel. Las condiciones típicas aparecen en la Tabla 2 anterior. Se usaron composiciones de adhesivo de crespado que incluían composiciones comerciales de resinas de poliamidoamina, una resina comercial de poli(alcohol vinílico) y composiciones comerciales de modificadores de crespado. Las composiciones típicas de las resinas de crespado incluían 60-70% en peso de poli(alcohol vinílico) (PVOH), 25-35% en peso de resina de poliaminoamida-epiclorhidrina (PAE) y 5-20% en peso de modificador de crespado. La composición de la resina seleccionada debe ser eficaz para transferir la hoja continua desde el fieltro de crespado al cilindro del secador Yankee a las niveles de adición empleados. Las características y resultados más sobresalientes se presentan en las figuras 1-5.

15 La figura 1 es una gráfica de la temperatura de la campana en función del tiempo para tres intervalos de producción en una máquina comercial de fabricación de papel. La máquina funcionó a 746,8 m/min (2450 ft/min) con una dosis de adhesivo de crespado añadido al secador Yankee de 10 mg/m<sup>2</sup>. Durante estos ensayos se suministró al cilindro de apoyo 60 vapor de agua saturado de presión relativamente alta (aproximadamente 6,55 bares) (aproximadamente 95 psig) para secar la hoja continua antes de transferirla al secador Yankee. Durante las diversas campañas de producción mostradas en la figura 1, se vio que la velocidad de incremento de la temperatura de la campana se mantuvo relativamente baja, aproximadamente 0,28°C/min (0,5°F/min). Esto permitió el funcionamiento de la máquina durante seis horas más o menos hasta que se alcanzó el límite operativo de la temperatura del secador Yankee, aproximadamente 454°C (850°F).

25 La figura 2 es una gráfica de la temperatura de la campana en función del tiempo para varios intervalos de producción en la misma máquina funcionando a una velocidad ligeramente menor y con una dosis ligeramente mayor de revestimiento de adhesivo añadido en el secador Yankee (20 mg/m<sup>2</sup>). En la figura 2 se ve que la velocidad de incremento de la temperatura con el tiempo es mucho mayor que la que se ve en la figura 1. La temperatura se incrementó en los diversos ensayos de producción aproximadamente 0,55°C/min (1°F/min) y más durante los diversos intervalos de producción mostrados en la figura 2. En estos ensayos, se suministró vapor de agua de alta presión (6,55 bares) (95 psig) al cilindro de apoyo 60 y fue posible que la máquina funcionara durante tres horas o más cuando se aportó dicho calentamiento adicional corriente arriba del cilindro de apoyo, esto es, antes de la transferencia al secador Yankee. Sin embargo, comparando las figuras 1 y 2 se ve que se consiguen resultados mucho mejores con una dosis menor de adhesivo de crespado añadido en el secador Yankee.

35 Este último punto se ilustra más en la figura 3, que es una gráfica de consumo de gas por tonelada (MMBtu) en la campana del secador Yankee en función del tiempo para los ensayos de producción antes discutidos en relación con la figura 1. En la figura 3 se ve que el consumo de gas por tonelada es bastante bajo al inicio de un intervalo de producción, aproximadamente 2110 MJ/ton (2 MMBtu/ton). Además, el consumo de gas por tonelada en la campana del secador Yankee permanece por debajo de 3165 MJ/ton (3 MMBtu/ton) durante periodos prolongados de tiempo durante un intervalo de producción, generalmente más de una hora y hasta una hora y media o dos horas en algunos casos.

40 La figura 4 es una gráfica similar a la figura 3, en la que la máquina de fabricación de papel funcionó a una velocidad de producción ligeramente menor con una dosis de revestimiento de adhesivo de crespado añadido en el secador Yankee de 20 mg/m<sup>2</sup>. Durante los ensayos ilustrados en la figura 4, se suministró al cilindro de apoyo 60 vapor de agua de menor presión, aproximadamente 3,79 bares (55 psig). En la figura 4 se ve que el consumo de energía en la campana del secador Yankee es mucho mayor al inicio de un ensayo de producción, típicamente cerca de 3165 MJ/ton (3 MMBtu/ton) y se incrementa bastante rápidamente.

45 La figura 5 es una gráfica del consumo de gas en la campana del secador Yankee por tonelada a una velocidad de producción similar a la de la figura 4, en la que también se aplicó el revestimiento en el secador Yankee a 20 mg/m<sup>2</sup>. Los ensayos de producción de la figura 5 difieren de los de la figura 4 en que se suministró al cilindro de apoyo calentado vapor de agua de alta presión, de aproximadamente 6,55 bares (aproximadamente 95 psig), en lugar de vapor de agua de baja presión, de aproximadamente 3,79 bares (55 psig). En la figura 5 se ve que la presión elevada del vapor de agua o el secado adicional antes de la transferencia al secador Yankee originó un consumo inicial menor de gas en la campana del secador Yankee. Típicamente, los ensayos de producción de la figura 5 consumieron inicialmente menos de 2638 MJ de energía/ton (2,5 MMBtu/ton) en la campana al inicio de un ensayo de producción. Aunque la figura 5 muestra resultados sustancialmente mejores que los de la figura 4, una comparación de la figura 3 con la figura 5 revela que disminuyendo la dosis de adhesivo añadido en el secador



Yankee e incrementando el secado antes de la transferencia de la hoja continua al cilindro secador Yankee se obtienen resultados notablemente mejores.

Aunque se ha descrito la invención en detalle, serán evidentes a los expertos en la materia diversas modificaciones. En vista de la discusión anterior, conocimientos relevantes en la técnica y referencias, incluidas las solicitudes pendientes de tramitación antes mencionadas en relación con los Antecedentes y Descripción detallada, se considera innecesaria más descripción adicional.

5

**REIVINDICACIONES**

1. Un método de fabricar una hoja celulósica absorbente (44) crespada sobre un fieltro, que comprende

(a) desgotar compactamente una suspensión de pasta papelera para formar una hoja continua celulósica y aplicar simultáneamente la hoja continua a un cilindro de apoyo rotativo calentado (60);

5 (b) crespas sobre un fieltro la hoja continua procedente de la superficie (64) del cilindro de apoyo calentado, a una consistencia de aproximadamente 30% a aproximadamente 60%, utilizando un fieltro estructurado de crespado (18), produciéndose la etapa de crespado bajo presión en una línea de tangencia de crespado (76) definida entre la superficie (64) del cilindro de apoyo y el fieltro de crespado (18), en el que el fieltro se desplaza a una segunda velocidad más lenta que la velocidad de la superficie (64) del citado cilindro de apoyo, seleccionándose la estructura del fieltro, parámetros de la línea de tangencia, velocidad delta y consistencia de la hoja continua de modo que la hoja continua se cresa desde la superficie (64) del cilindro de apoyo y se transfiere al fieltro de crespado (18);

10 (c) proporcionar una composición de revestimiento de adhesivo resinoso a una superficie (86) de un cilindro secador calentado (80) de un secador Yankee (20) de modo que se forma un revestimiento de adhesivo resinoso, teniendo también el secador Yankee (20) una campana (88) del secador con un límite operativo característico de la temperatura;

15 (d) transferir la hoja continua desde el fieltro de crespado (18) a la superficie (86) del cilindro secador calentado (80) del secador Yankee (20) de modo que la hoja continua se adhiere al cilindro secador (80) por el revestimiento de adhesivo resinoso;

20 (e) secar la hoja continua sobre la superficie del cilindro secador (80);

(f) separar de la superficie (86) del cilindro secador la hoja continua seca;

caracterizado por

25 (g) separar periódicamente de la superficie (86) del cilindro secador por lo menos una porción del revestimiento de adhesivo resinoso cuando se alcanza el límite operativo característico de la temperatura de la campana de secado (88) del secador Yankee (20);

30 en el que se seleccionan la composición de la suspensión de pasta y del revestimiento de adhesivo resinoso y se controla el calentamiento del cilindro de apoyo (60) y del cilindro secador (80) de modo que un intervalo de producción entre separaciones sucesivas de revestimiento de adhesivo del cilindro secador (80) tenga una duración de por lo menos 4 horas y durante cuyo intervalo de producción se satisface una velocidad objetivo predeterminada de producción de hoja seca.

2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la dosis añadida de la composición de revestimiento de adhesivo resinoso es menor que 20 mg/m<sup>2</sup> de superficie (86) del cilindro secador.

35 3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la campana (88) del secador se configura para proporcionar a la hoja continua sobre el cilindro secador Yankee (80) una energía de secado en forma de corriente de aire caliente, teniendo la campana (88) una temperatura operativa característica y un límite característico de la temperatura operativa, y en el que el intervalo de producción se caracteriza además porque la velocidad media de incremento de la temperatura operativa característica de la campana del secador en todo el intervalo de producción es menor que 0,55°C/min (1°F/min).

4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además de las etapas (a) a (g):

40 (i) preparar una suspensión acuosa de pasta papelera que incluye pasta que comprende fibras papeleras secadas previamente, que han sido secadas a por lo menos 80% de pasta seca al aire antes de preparar la suspensión acuosa;

(ii) depositar la suspensión de pasta papelera sobre un soporte perforado (24, 48).

45 5. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el intervalo de producción entre separaciones sucesivas de revestimiento de adhesivo del cilindro secador (80) es por lo menos aproximadamente 7 horas.

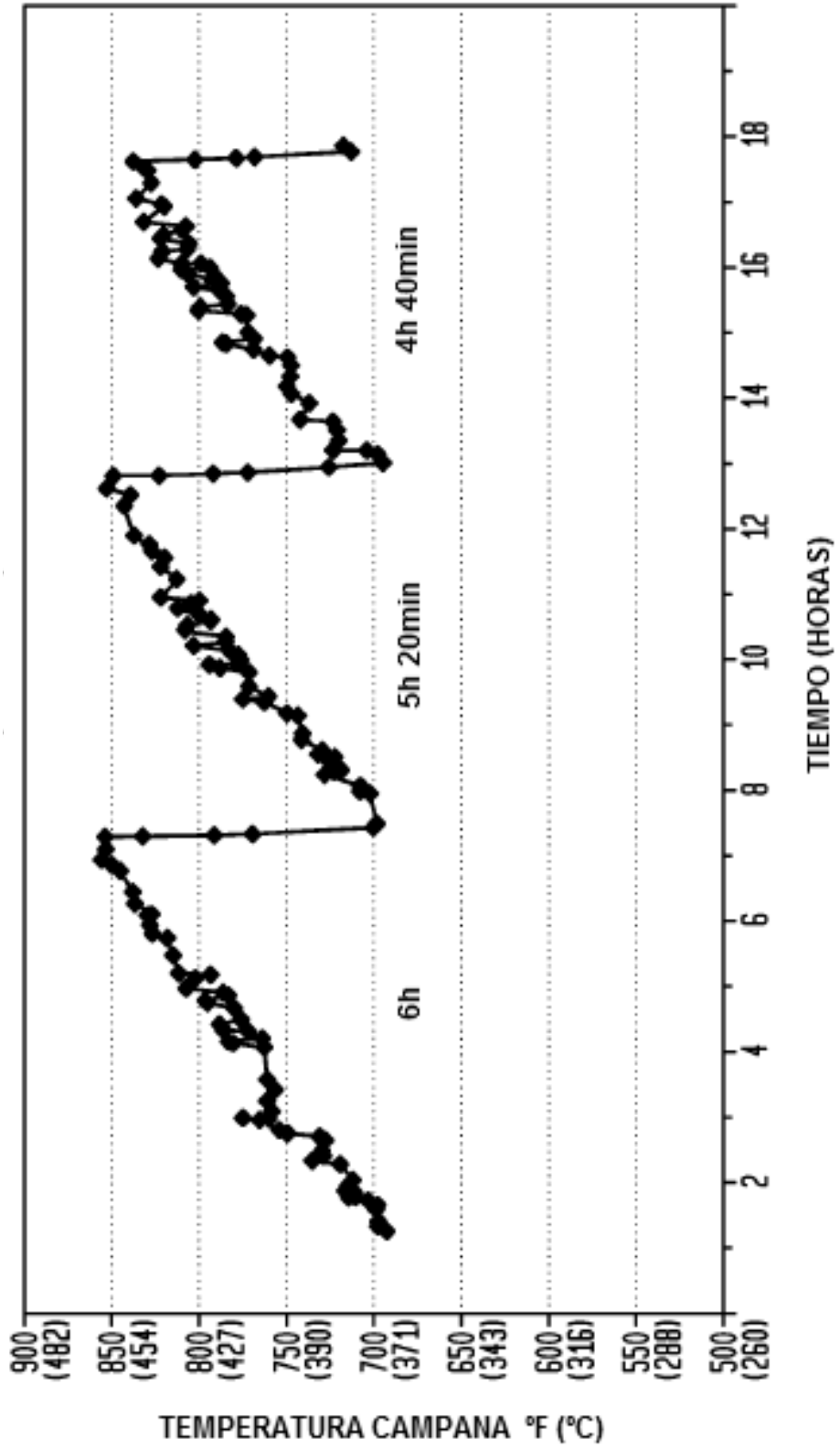
6. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el intervalo de producción entre separaciones sucesivas de revestimiento de adhesivo del cilindro secador (80) es por lo menos aproximadamente 10 horas.

7. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la hoja continua seca se despegas de la superficie (86) del cilindro secador.

8. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la producción de hoja seca es sustancialmente constante durante un intervalo de producción entre separaciones sucesivas de revestimiento de adhesivo del cilindro secador (80).
- 5 9. El método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la velocidad media de incremento de la temperatura operativa característica de la campana (88) del secador en todo el intervalo de producción es menor que 0,41°C/min (0,75°F/min).
- 10 10. El método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la velocidad media de incremento de la temperatura operativa característica de la campana (88) del secador en todo el intervalo de producción es menor que 0,28°C/min (0,5°F/min).
- 10 11. El método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que se proporciona a la campana (88) del secador energía de secado a una velocidad menor que 3165 MJ/ton (3 MMBtu/ton) durante una duración de por lo menos 30 minutos durante el intervalo de producción.
- 15 12. El método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que se proporciona a la campana (88) del secador energía de secado a una velocidad menor que 3165 MJ/ton (3 MMBtu/ton) durante una duración de por lo menos 60 minutos durante el intervalo de producción.
13. El método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la composición del revestimiento de adhesivo resinoso proporcionado al cilindro secador (80) incluye una resina de poli(alcohol vinílico) y una resina de poliamidoamina.
14. El método de acuerdo con la reivindicación 13, en el que la composición del revestimiento de adhesivo resinoso proporcionado al cilindro secador incluye menos de 65% en peso de resina de poli(alcohol vinílico).
- 20 15. El método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la pasta de la suspensión acuosa comprende por lo menos 60% en peso de fibras secadas previamente o en el que la pasta de la suspensión acuosa comprende por lo menos 75% en peso de fibras secadas previamente.

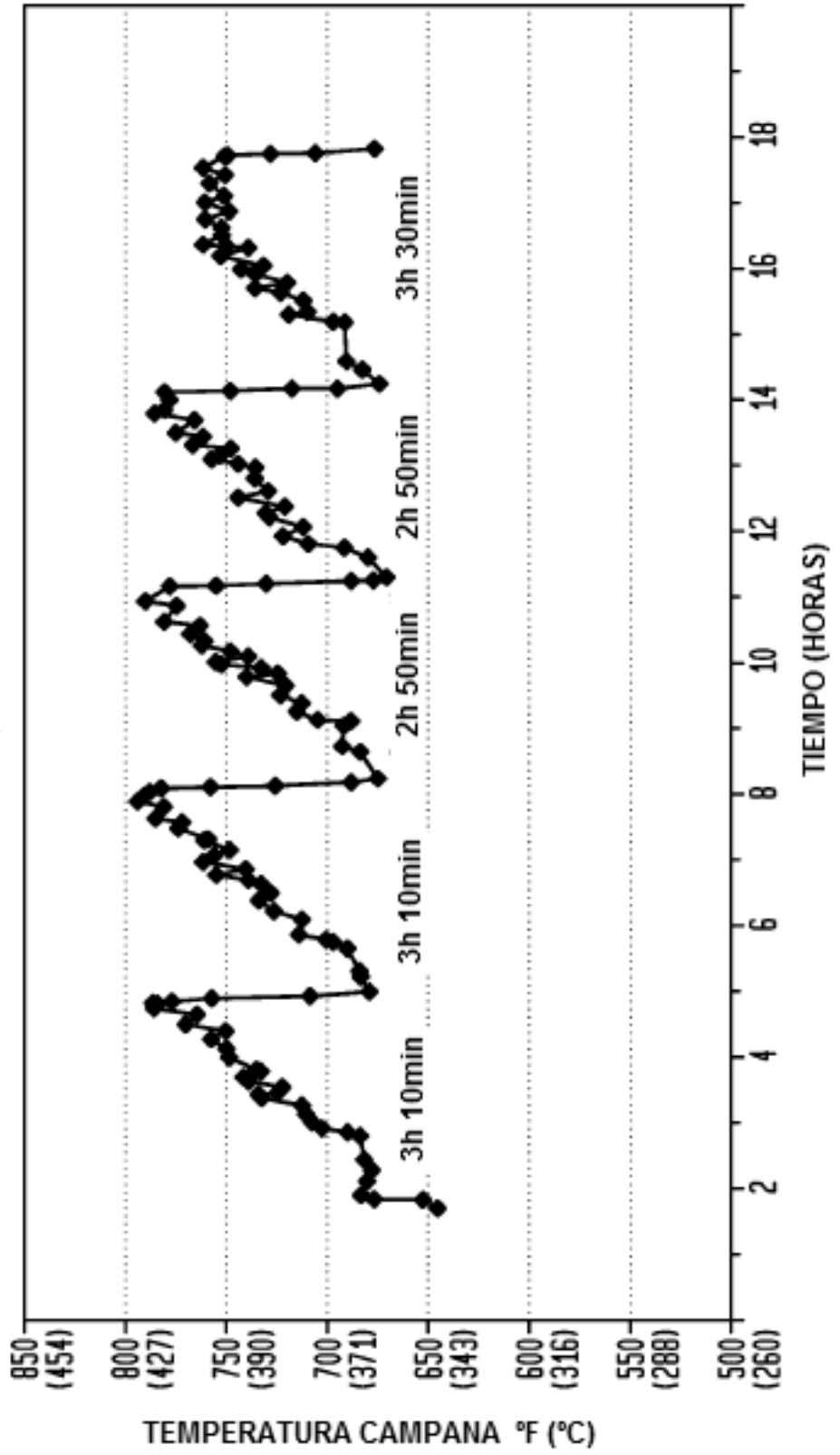
**FIG. 1**

TEMPERATURAS DEL CHORRO DE ENTRADA A LA CAMPANA YANKEE EN FUNCIÓN DEL TIEMPO  
 VELOCIDAD DEL SECADOR YANKEE 745 M/MIN (2450 ft/min) DOSIS DE REVESTIMIENTO AÑADIDO  
 10mg/m<sup>2</sup> (INVENCION)



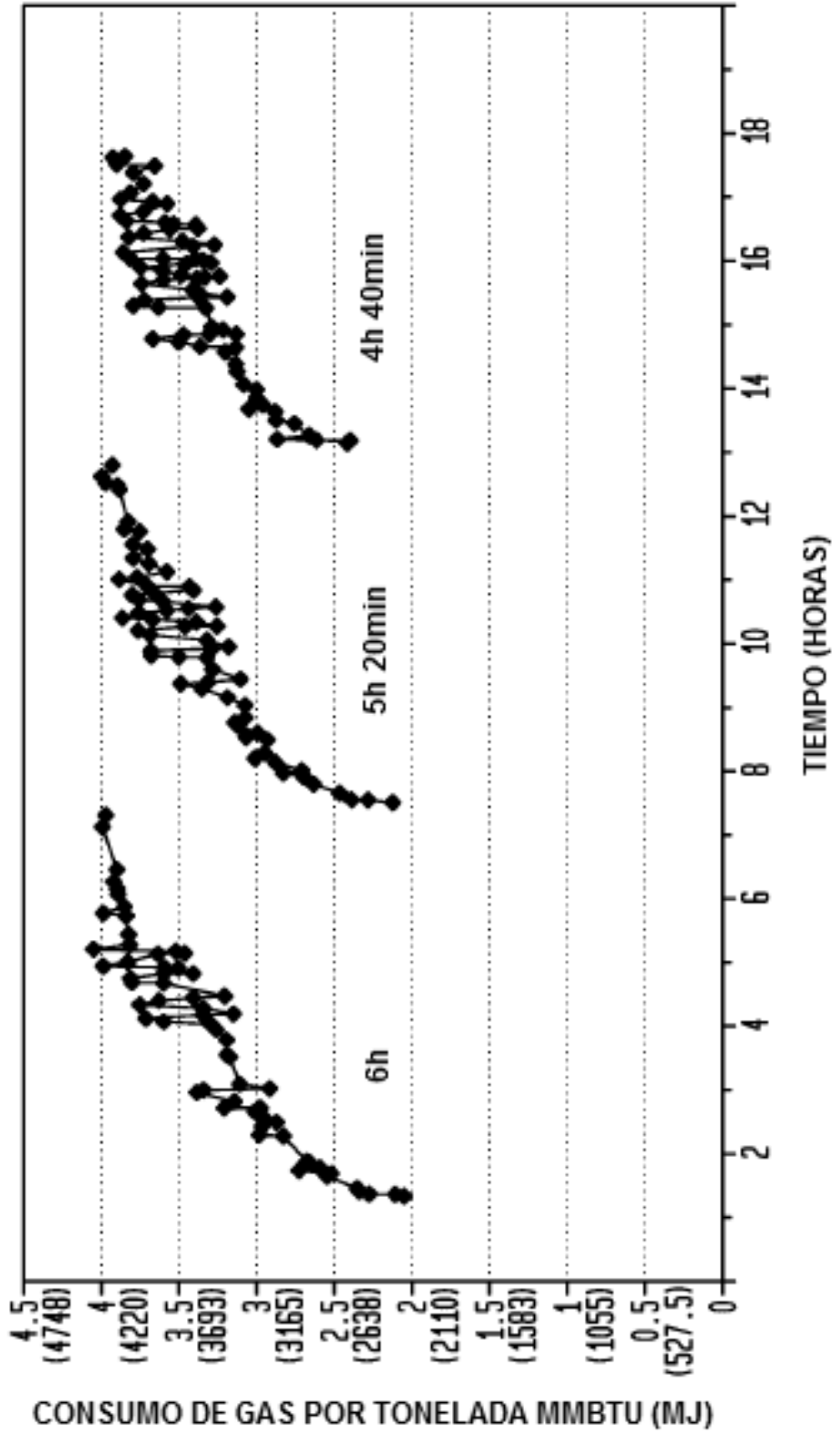
**FIG. 2**

TEMPERATURAS DEL CHORRO DE ENTRADA A LA CAMPANA YANKEE EN FUNCIÓN DEL TIEMPO  
 VELOCIDAD DEL SECADOR YANKEE 640 M/MIN (2100 ft/min) DOSIS DE REVESTIMIENTO AÑADIDO  
 20mg/m<sup>2</sup>



**FIG. 3**

CONSUMO DE GAS POR TONELADA EN FUNCIÓN DEL TIEMPO  
 VELOCIDAD DEL SECADOR YANKEE 745 M/M(2450 ft/min) DOSIS DE REVESTIMIENTO AÑADIDO  
 10mg/m<sup>2</sup> (INVENCION)



**FIG. 4**

CONSUMO DE GAS POR TONELADA EN FUNCIÓN DEL TIEMPO  
 VELOCIDAD DEL SECADOR YANKEE 640 M/MIR(2100 ft/min) DOSIS DE REVESTIMIENTO AÑADIDO 20 mg/m<sup>2</sup>  
 (PRESIÓN DEL VAPOR DE AGUA MENOR SOBRE EL RODILLO DE CRESPADO)

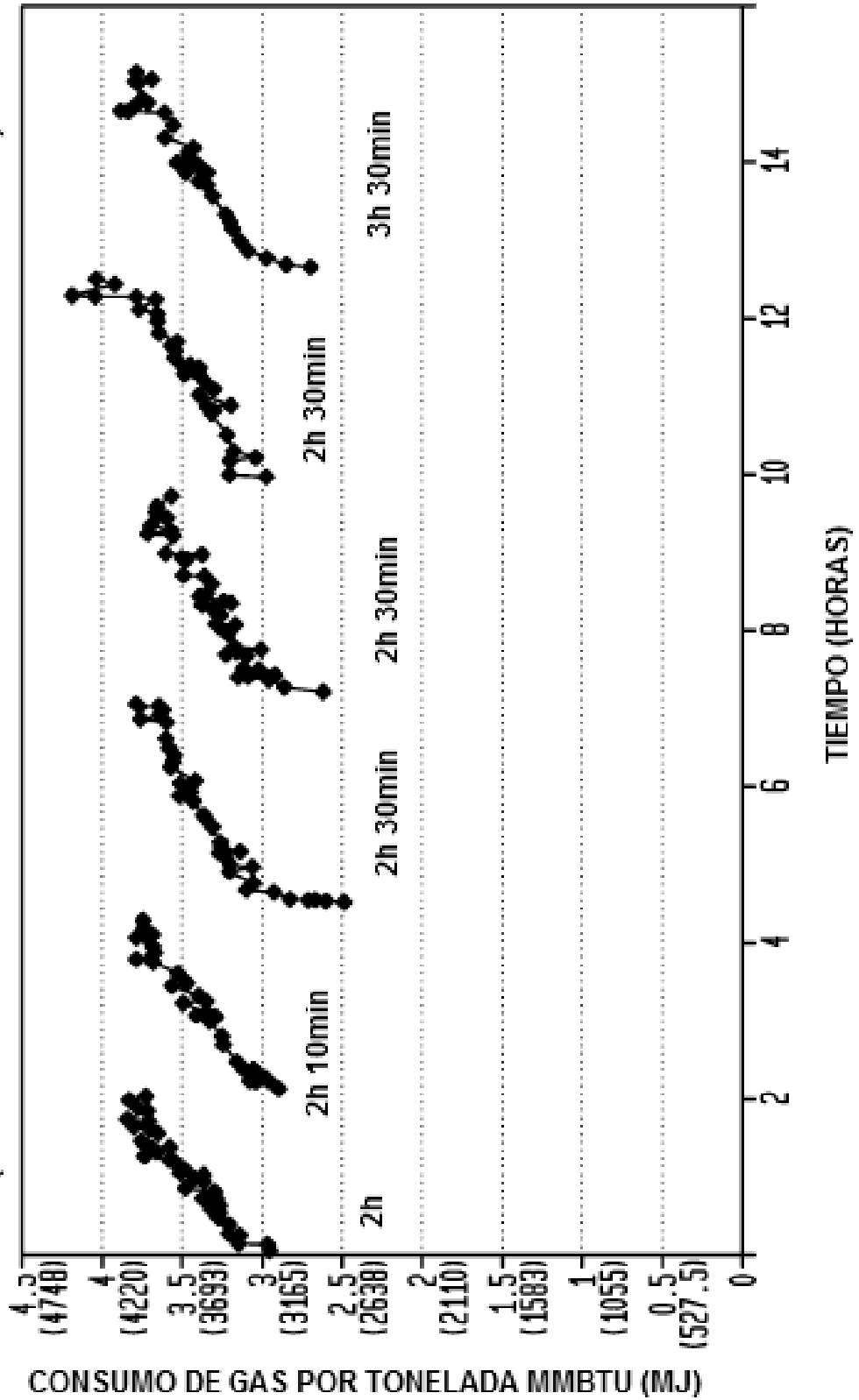


FIG. 5

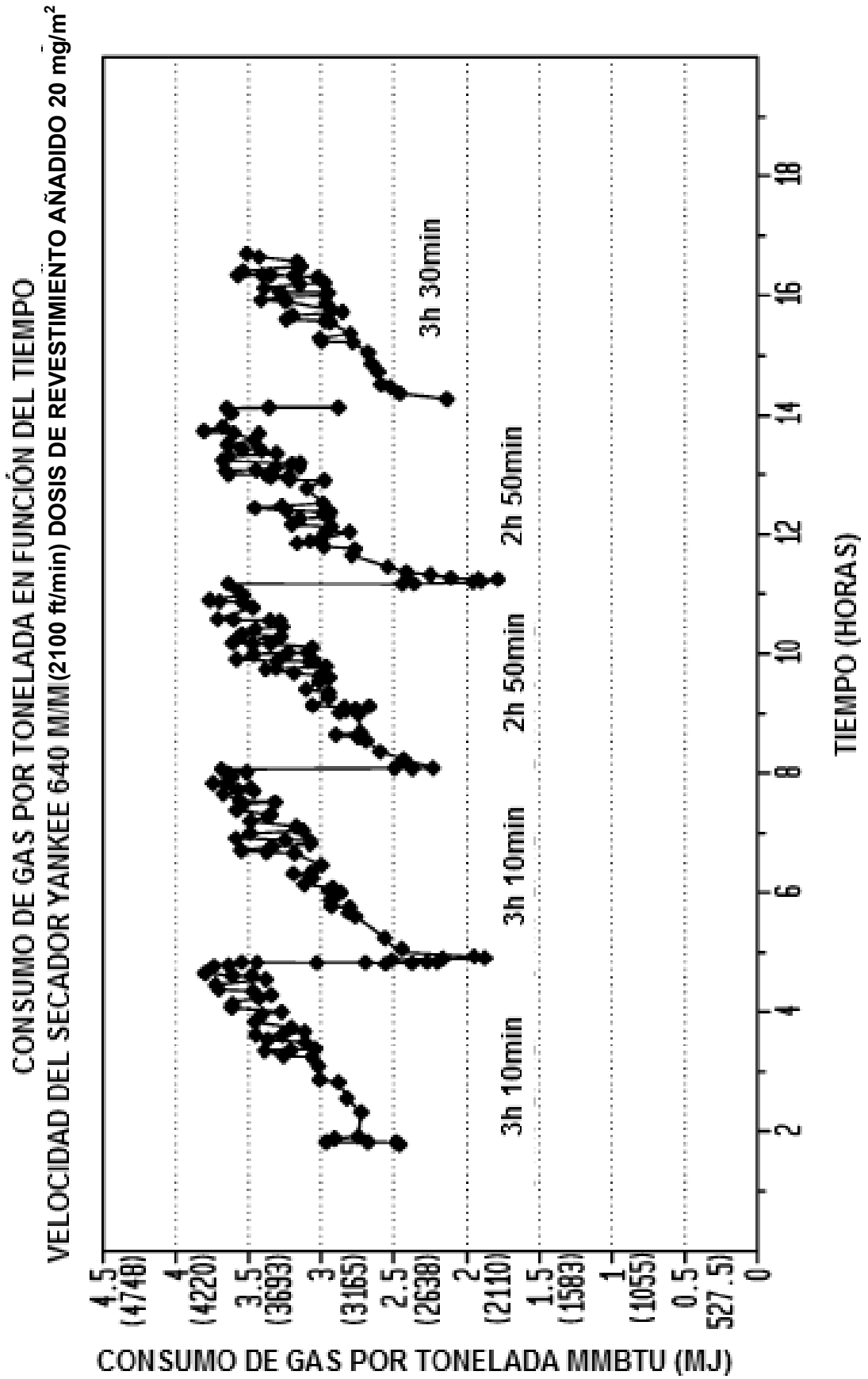






FIG. 7

