

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 664 608**

51 Int. Cl.:

B31F 1/07 (2006.01)

B31F 1/12 (2006.01)

B31F 1/16 (2006.01)

B31F 1/18 (2006.01)

D21F 1/00 (2006.01)

D21H 27/02 (2006.01)

D21H 27/00 (2006.01)

D21F 11/14 (2006.01)

D21F 2/00 (2006.01)

D21F 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.01.2010** **E 14001119 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.02.2018** **EP 2752289**

54 Título: **Hoja absorbente de peso base local variable acresponada con banda preparada con banda polimérica perforada**

30 Prioridad:

28.01.2009 US 206146 P

27.01.2010 US 694650

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.04.2018

73 Titular/es:

GPCP IP HOLDINGS LLC (100.0%)

133 Peachtree Street, N.E.

Atlanta GA 30303, US

72 Inventor/es:

SUPER, GUY H.;

RUTHVEN, PAUL J.;

MCCULLOUGH, STEPHEN J.;

SZE, DANIEL H.;

WENDT, GREG A. y

MILLER, JOSEPH H.

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 664 608 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

Hoja absorbente de peso base local variable acresponada con banda preparada con banda polimérica perforada

5 **Campo técnico**

La presente solicitud se refiere a una hoja absorbente de peso base local variable. Los productos típicos para toallas y papel tisú incluyen una pluralidad de regiones arqueadas o convexas interconectadas por una red fibrosa densificada y generalmente plana, que incluye por lo menos algunas áreas de fibra consolidada que bordean las áreas convexas. Las regiones convexas tienen un borde delantero con un peso base local relativamente alto y, en sus porciones inferiores, secciones de transición que incluyen áreas de paredes laterales inflexadas hacia arriba y hacia abajo de fibra consolidada.

15 **Antecedentes**

Se conocen los métodos para fabricar papel tisú, toallas y similares, e incluyen diversas características tales como secado Yankee, secado con aire pasante, acresponamiento de tela, acresponamiento seco, acresponamiento húmedo, etc. Los procedimientos de prensado húmedo poseen ciertas desventajas en comparación con los procedimientos de secado por aire pasante (TAD) que incluyen: (1) menores costes de energía asociados con la eliminación mecánica de agua en lugar de secado por transpiración con aire caliente; y (2) mayores velocidades de producción que se logran más fácilmente con los procedimientos que utilizan prensado húmedo para formar una trama. Véase, Klerelid et al., Advantage™ NTT™: low energy, high quality, pág. 49-52, Tissue World, octubre/noviembre, 2008. Por otra parte, los procedimientos de secado por aire se han convertido en el método de elección para nuevas inversiones de capital, particularmente para la producción a granel de productos de toalla suave de alta calidad.

La patente de Estados Unidos n.º 7.435.312 para Lindsay et al. sugiere un método para fabricar un producto secado con aire pasante que incluye la transferencia rápida de la trama seguida de estructuración de la trama en un miembro de deflexión y aplicación de un aglutinante de látex. La patente sugiere además la variación del peso base entre las áreas convexas y de red en la hoja. Véase Col. 28, renglones 55+. La patente de Estados Unidos n.º 5.098.522 para Smurkoski et al. describe un miembro de deflexión o una banda con orificios en ella para fabricar una estructura de trama texturada. El revés, o el lado de la máquina de la banda, posee una superficie texturada irregular que se describe que reduce la acumulación de fibra en el equipo durante la fabricación. La patente de Estados Unidos n.º 4.528.239 para Trokhan describe un procedimiento de secado con aire pasante que usa una tela de deflexión con conductos de deflexión para producir una hoja absorbente con una estructura convexa. El miembro de deflexión se fabrica usando litografía fotopolimérica. La publicación de solicitud de patente de Estados Unidos n.º 2006/0088696 sugiere una hoja de fibra que incluye áreas convexas y nudillos CD que tienen un producto calibrador y módulo CD de por lo menos 10 000. La hoja se prepara formando sobre una tela, transfiriendo la hoja a un miembro de deflexión, secando con aire pasante la hoja e imprimiéndola en una secadora Yankee. Se elimina el agua de la trama con medios compresivos; véase párrafo 156, página 10. La publicación de solicitud patente de Estados Unidos n.º 2007/0137814 de Gao describe un procedimiento de secado con aire pasante para fabricar una hoja absorbente que incluye transferir rápidamente una trama a una tela de transferencia y transferir la trama a una tela de secado con aire pasante que tiene porciones elevadas. La tela de secado con aire pasante puede viajar a la misma velocidad o a una velocidad diferente que la tela de transferencia. Véase párrafo 39. Obsérvese también la publicación de solicitud de patente de Estados Unidos n.º 2006/0088696 de Manifold et al.

También se ha hecho referencia al acresponamiento de tela en relación con procedimientos de fabricación de papel que incluyen deshidratación mecánica o por compactación de la trama de papel como un medio para influir en las propiedades del producto. Véanse las patentes de Estados Unidos n.º 5.314.584 para Grinnell et al.; 4.689.119 y 4.551.199 para Weldon; 4.849.054 para Klowat, y 6.287.426 para Edwards et al. En muchos casos, la operación de los procedimientos de acresponamiento de tela ha sido obstaculizada por la dificultad de transferir eficazmente una trama de consistencia alta o intermedia a una secadora. Otras patentes relacionadas con el acresponamiento de tela incluyen las siguientes: 4.834.838; 4.482.429 como también 4.445.638. Obsérvese también la patente de Estados Unidos n.º 6.350.349 para Hermans et al. que describe la transferencia húmeda de una trama desde una superficie de transferencia giratoria a una tela. Véase también la publicación de solicitud de patente de Estados Unidos n.º 2008/0135195 de Hermans et al. que describe una composición de resina aditiva que se puede utilizar en un procedimiento de acresponamiento de tela para aumentar la resistencia. Obsérvese la figura 7. La publicación de solicitud de patente de Estados Unidos n.º 2008/0156450 de Klerelid et al. describe un procedimiento para fabricación de papel con un nip (punto de contacto) de prensado húmedo seguido por transferencia a una banda con microdepresiones seguida por transferencia hacia debajo a una tela de estructuración.

En relación con los procedimientos de fabricación de papel, el moldeo de tela como medio para proveer textura y volumen se describe en la bibliografía. La patente de Estados Unidos n.º 5.073.235 para Trokhan describe un procedimiento para fabricar una hoja absorbente que usa una banda fotopolimérica que se estabiliza por aplicación de antioxidantes a la banda. Se describe que la trama tiene una estructura convexa de red que puede tener una variación en el peso base. Véase Col. 17, líneas 48 + y la figura IE. Se observa en la patente de Estados Unidos n.º

6.610.173 para Lindsay et al. un método para imprimir una trama de papel durante un evento de prensado en húmedo que resulta en salientes asimétricos que corresponden a los conductos de deflexión de un miembro de deflexión. La patente '173 describe que una transferencia de velocidad diferencial durante un evento de prensado sirve para mejorar el modelo y la impresión de una trama con un miembro de deflexión. Se describe que las tramas de 5 de tisú producidas tienen conjuntos particulares de propiedades físicas y geométricas, tales como una red densificada de patrones y un patrón repetido de salientes que tienen estructuras asimétricas. La patente de Estados Unidos n.º 6.998.017 para Lindsay et al. describe un método para imprimir una trama de papel prensando la trama con un miembro de deflexión hacia una secadora Yankee y/o prensando en húmedo la trama desde una tela formadora hacia el miembro de deflexión. El miembro de deflexión puede formarse perforando con láser la hoja de 10 copolímero de tereftalato (PETG) y fijando la hoja a una tela de secado con aire pasante. Véase el ejemplo 1, Col. 44. Se describe que la hoja tiene cúpulas asimétricas en algunas realizaciones. Obsérvense las figuras 3A, 3B.

La patente de Estados Unidos n.º 6.660.362 para Lindsay et al. enumera diversas construcciones de miembros de deflexión para imprimir tisú. En una construcción típica, se utiliza un fotopolímero labrado. Véase Col. 19, línea 39 a 15 Col. 31, línea 27. Con respecto al moldeo húmedo de una trama usando telas texturadas, véanse también las siguientes patentes de Estados Unidos: 6.017.417 y 5.672.248 ambas para Wendt et al.; 5.505.818 para Hermans et al. y 4.637. 859 para Trokhan. La patente de Estados Unidos n.º 7.320.743 para Freidbauer et al. describe un procedimiento de prensado en húmedo que utiliza un fieltro de fabricación de papel absorbente labrado que tiene proyecciones elevadas para impartir textura a una trama y a la vez prensar la trama en una secadora Yankee. Se describe que el procedimiento reduce la tracción. Véase la Col. 7. Con respecto al uso de telas utilizadas para impartir textura a una hoja principalmente seca, véase la patente de Estados Unidos n.º 6.585.855 para Drew et al, como también la publicación de Estados Unidos n.º US 2003/0000664.

La patente de Estados Unidos n.º 5.503.715 para Trokhan et al. se refiere a una estructura de fibra celulósica que 25 tiene múltiples regiones distinguidas unas de otras por el peso base. Se indica que la estructura tiene una red de peso base esencialmente continuo, y regiones discretas de peso base inferior que circunscriben regiones discretas de peso base intermedio. Las fibras celulósicas que forman las regiones de peso base inferior pueden estar radialmente orientadas en relación a los centros de las regiones. El papel se describe como formado usando una banda formadora que tiene zonas con distintas resistencias de flujo. Se dice que el peso base de una región del 30 papel es en general inversamente proporcional a la resistencia de flujo de la zona de la banda formadora, tras la cual se formó dicha región. Véase también la patente de Estados Unidos n.º 7.387.706 para Herman et al. Una estructura similar se indica en la patente de Estados Unidos n.º 5.935.381 también para Trokhan et al. en donde se describe el uso de distintos tipos de fibras. Véase también la patente de Estados Unidos n.º 6.136.146 para Phan et al. Cabe destacar también en este sentido la patente de Estados Unidos n.º 5.211.815 para Ramasubramanian et al. que describe un procedimiento de prensado húmedo para elaborar una hoja absorbente usando una tela formadora 35 estratificada con sacos. Se indica que el producto tiene un gran volumen y alineación de fibras, en donde muchos segmentos de fibra o extremos fibrosos están sustancialmente paralelos unos a otros dentro de los sacos que se forman en la hoja, que están interconectados con una región de red sustancialmente en el plano de la hoja. Véase también la patente de Estados Unidos n.º 5.098.519 para Ramasubramanian et al.

Los productos secados por aire pasante (TAD), acresponados también se describen en las siguientes patentes: 40 patente de Estados Unidos n.º 3.994.771 para Morgan, Jr. et al.; patente de Estados Unidos n.º 4.102.737 para Morton; patente de Estados Unidos n.º 4.440.597 para Wells et al. y patente de Estados Unidos n.º 4.529.480 para Trokhan. Los procedimientos descritos en estas patentes comprenden, muy en general, formar una trama en un soporte foraminoso, presecar térmicamente la trama, aplicar la trama a una secadora Yankee con un nip definido, en 45 parte, por una tela de impresión, y acresponar el producto de la secadora Yankee. La transferencia a la secadora Yankee típicamente tiene lugar a consistencias de la trama entre aproximadamente 60 % y aproximadamente 70 %. Típicamente, se requiere una trama permeable relativamente uniforme.

Los productos de secado con aire pasante tienden a proveer atributos deseables tales como mejor volumen y suavidad; no obstante, la deshidratación térmica con aire caliente tiende a liberar energía intensiva y requiere un sustrato permeable relativamente uniforme, que necesita el uso de fibra virgen o fibra de reciclaje equivalente. Las 50 pastas papeleras más rentables, preferibles desde el punto de vista del medio ambiente y fácilmente disponibles para reciclaje con elevado contenido de hilos finos, por ejemplo, tienden a ser mucho menos adecuadas para procedimientos de secado con aire pasante. Por lo tanto, las operaciones de prensado en húmedo en donde las tramas se deshidratan mecánicamente son preferibles desde una perspectiva energética y se aplican más fácilmente a pastas papeleras que contienen fibra de reciclaje que tiende a formar tramas con permeabilidad usualmente inferior y menos uniforme que las tramas formadas con fibra virgen. Una secadora Yankee puede emplearse más 55 fácilmente porque la trama se transfiere allí a consistencias de aproximadamente 30 %, lo que posibilita que la trama se adhiera firmemente para el secado. En un método propuesto para mejorar los productos prensados en húmedo, la publicación de solicitud de patente de Estados Unidos n.º 2005/0268274 de Beuther et al. describe una trama colocada secada al aire combinada con una trama colocada en húmedo. Se indica que esta estratificación aumenta la suavidad, pero sin duda sería costosa y difícil de operar de manera eficiente.

A pesar de los muchos avances de la técnica, las mejoras en las calidades de las hojas absorbentes tales como 65 volumen, suavidad y resistencia a la tracción en general implican comprometer una propiedad con el fin de

aprovechar otra o implican un gasto prohibitivo y/o dificultad en la operatoria. Asimismo, los productos existentes de alta calidad en general utilizan cantidades limitadas de fibra de reciclaje o ninguna en absoluto, a pesar de que el uso de fibra de reciclaje es beneficioso para el medio ambiente y mucho menos costoso en comparación con la fibra Kraft virgen.

5

La técnica anterior se divulga en los documentos WO 2005/103375 A1 y US 2005/241786 A1.

Compendio de la invención

- 10 La presente invención se refiere a una hoja absorbente de fibras celulósicas de acuerdo con la reivindicación 1. Las reivindicaciones dependientes se refieren a características ventajosas y realizaciones de la invención.

Se da a conocer, de acuerdo con la presente invención, un producto mejorado de peso base variable que exhibe, entre otras propiedades preferidas, un calibre o volumen sorprendente. Un producto típico contiene una estructura de repetición de porciones elevadas arqueadas que definen áreas huecas en su lado opuesto. En una realización, las porciones arqueadas elevadas o cúpulas tienen un peso base local relativamente alto interconectado con una red de fibra densificada. Áreas de transición que unen las regiones de conexión y las cúpulas incluyen fibra consolidada inflexada hacia arriba y opcionalmente hacia adentro. En una realización, en términos generales, se selecciona la pasta papelera y las etapas de acresponamiento con banda, aplicación de vacío y secado se controlan de modo tal que se forma una trama seca que tiene: una pluralidad de regiones convexas huecas enriquecidas con fibra que sobresalen de la superficie superior de la hoja, donde dichas regiones convexas huecas tienen una pared lateral de peso base local relativamente alto formada a lo largo de por lo menos uno de sus bordes delanteros, y regiones de conexión que forman una red que interconecta las regiones convexas huecas enriquecidas con fibra de la hoja, en donde los grupos consolidados de fibras se extienden hacia arriba desde las regiones de conexión hacia las paredes laterales de dichas regiones convexas huecas enriquecidas con fibra a lo largo de por lo menos uno de sus bordes delanteros. Preferiblemente, dichos grupos consolidados de fibras están presentes por lo menos en los bordes delantero y posterior de las áreas convexas. En muchos casos, los grupos consolidados de fibras forman regiones con forma de montura que se extienden al menos parcialmente alrededor de las áreas convexas. Estas regiones parecen ser especialmente eficaces para impartir volumen acompañado de alta firmeza del rodillo para la hoja absorbente.

30

En otros aspectos preferidos de la invención, las regiones de la red forman una retícula densificada (pero no tan altamente densificada como para consolidarse) que imparte mejor resistencia a la trama.

- 35 La presente invención se refiere, en parte, a productos absorbentes producidos acresponando con banda una trama desde una superficie de transferencia con una banda de acresponamiento perforada formada a partir de material polimérico, tal como poliéster. En varios aspectos, los productos se caracterizan por una matriz de fibra que es redispuesta mediante acresponamiento con banda a partir de una estructura de prensado húmedo aparentemente aleatoria a una estructura conformada con regiones enriquecidas con fibra y/o una estructura con orientación de fibra y forma que define un patrón de repetición de tipo cúpula hueca en la trama. Incluso en otros aspectos de la invención, la orientación CD sesgada no aleatoria en un patrón regular es impartida a la fibra en la trama.

40

El acresponamiento de la banda tiene lugar bajo presión en un nip de acresponamiento mientras la trama está en una consistencia entre aproximadamente 30 y 60 por ciento. Sin desear estar influenciados por la teoría, creemos que la delta velocidad en el nip de acresponamiento de la banda, la presión empleada y la geometría de la banda y el nip cooperan con la trama naciente de 30 a 60 por ciento de consistencia para reordenar la fibra mientras la trama está todavía lo suficientemente lábil para someterse a cambio estructural y reformar los enlaces de hidrógeno entre las fibras reordenadas en la trama debido a las interacciones de Campbell cuando se seca la trama. En consistencias por encima de aproximadamente 60 por ciento, se cree que hay insuficiente cantidad de agua presente para proporcionar suficiente reformación de enlaces de hidrógeno entre las fibras a medida que se seca la trama para impartir la integridad estructural deseada a la microestructura de la trama, mientras que por debajo de aproximadamente 30 por ciento, la trama tiene muy poca cohesión para retener las características de la estructura acresponada de tela con alto contenido de sólidos provista mediante la operación de acresponamiento de la banda.

45

50

- 55 Los productos son únicos en numerosos aspectos que incluyen uniformidad, absorbencia, volumen y aspecto.

El procedimiento puede ser más eficiente que los procedimientos TAD que usan telas convencionales, especialmente con respecto al uso de energía y vacío, que se emplea en la producción para potenciar el calibre y otras propiedades. Una banda generalmente plana puede sellar más eficazmente una caja de vacío con respecto a las áreas sólidas de la banda, de modo tal que el flujo de aire debido al vacío es dirigido eficientemente a través de las perforaciones de la banda y a través de la trama. De este modo además las porciones sólidas de la banda entre las perforaciones son mucho más uniformes que una tela tejida, proporcionando un mejor "tacto" o lisura en un lado de la hoja en la forma de cúpulas cuando se aplica succión en el otro lado de la hoja, lo que aumenta el calibre, el volumen y la absorbencia. Sin aplicación de succión o vacío, las regiones "con sobreespesor" incluyen estructuras arqueadas o convexas adyacentes a regiones crestadas enriquecidas con fibra en comparación con otras áreas de la hoja.

60

65

En la producción de hilo, la textura enriquecida con fibra o de "sobreespesor" se producen incluyendo longitudes no uniformes de fibra en la hilandería, proporcionando una textura voluminosa y agradable con áreas enriquecidas con fibra en el hilo. De acuerdo con la invención, las regiones con "sobreespesor" o enriquecidas con fibra se introducen en la trama redistribuyendo la fibra hacia perforaciones de la banda para formar regiones enriquecidas con fibra locales que definen una estructura de repetición convexa, hueca y crestada que ofrece calibre, especialmente cuando se aplica vacío a la trama mientras se mantiene en la banda de acresponamiento. Las regiones convexas de la hoja parecen tener fibra con una orientación inclinada, parcialmente erguida que está inflexada hacia arriba y consolidada o muy altamente densificada en las áreas de la pared que se cree contribuyen sustancialmente al sorprendente calibre y a la firmeza del rodillo observada. La orientación de la fibra en las paredes laterales de las regiones arqueadas o convexas está sesgada en CD en algunas regiones, mientras que la orientación de la fibra está sesgada hacia el capuchón como se observa en las fotomicrografías, las micrografías de electrones de barrido (SEM) y las imágenes β -radiográficas que se adjuntan. También se provee una red densificada pero no necesariamente consolidada, generalmente plana, que interconecta las regiones convexas o arqueadas, también de peso base local variable.

La operación de acresponamiento de la banda puede ser eficaz para teselar la hoja hacia áreas adyacentes distintas de formas de repetición similares y/o intermontantes si así se desea, como se apreciará a partir de la siguiente descripción y de las figuras adjuntas.

Las exclusivas estructuras se entenderán mejor con referencia a las figuras 1A-E, 2A y 2B y a la figura 3.

Haciendo referencia a la figura 1A, se muestra una fotomicrografía de vista en planta (10X) de una porción del lado de la banda de una hoja absorbente 10 producida de acuerdo con la invención. La hoja 10 tiene en su superficie del lado de la banda, una pluralidad de regiones convexas enriquecidas con fibra 12, 14, 16, etc dispuestas en un patrón repetitivo regular correspondiente al patrón de una banda polimérica perforada utilizada para su fabricación. Las regiones 12, 14, 16 están separadas unas de otras e interconectadas por una pluralidad de áreas circundantes 18, 20, 22 que forman una red consolidada y tienen menos textura, pero no obstante exhiben pliegues diminutos, como puede observarse en las figuras 1B-1E y 3. Se observará en las diversas figuras que los pliegues diminutos forman rebordes en el lado de la "cúpula" de la hoja y surcos en el lado opuesto al lado de la cúpula de la hoja. En otras fotomicrografías como también en las radiografías de la presente invención, será obvio que el peso base en las regiones convexas puede variar considerablemente de un punto a otro.

Haciendo referencia a la figura 1B, se muestra una fotomicrografía de vista en planta (en mayor aumento, 40X) de otra hoja 10 producida de acuerdo con la presente invención. La hoja no calandrada de las figuras 1B-1E se produjo en una máquina para fabricar papel de la clase que se muestra en las figuras 10B, 10D con una banda de acresponamiento del tipo que se muestra en las figuras 4-7 en donde se aplicaron 77,9 kPa (23" Hg) de vacío a la trama mientras estaba en la banda 50 (figuras 10B, 10D). La figura 1B muestra el lado de la banda de la hoja 10 con las superficies superiores de las regiones convexas tales como las que se observan en 12 adyacentes a áreas de red más planas, como se observa en el área 18. La figura 1C es una vista inclinada a 45° de la hoja de la figura 1B ligeramente a mayor amplificación (50X). La orientación de la fibra CD se observa a lo largo de los bordes delantero y posterior de las áreas convexas como también a lo largo de las áreas delantera y posterior de los rebordes tal como el reborde 19 en las áreas de red. Obsérvese la orientación CD en 11, 13, 15 y 17, por ejemplo (figuras 1B, 1C).

La figura 1D es una fotomicrografía de vista en planta (40X) del lado Yankee de la hoja de las figuras 1B, 1C, y la figura 1E es una vista inclinada a 45° del lado Yankee. Se observa en estas fotomicrografías que las regiones huecas 12 tienen una orientación en CD en sus bordes delantero y posterior como también alto peso base en estas áreas. Obsérvese también que la región 12, particularmente en el sitio indicado en 21, ha sido altamente densificada como para consolidarse y curvada hacia arriba, hacia la cúpula, lo que genera un volumen muy mejorado. Obsérvese también la orientación de la fibra en dirección transversal en 23.

El peso base local elevado en el borde delantero de las áreas convexas se observa quizás de forma óptima en la figura 1E en 25. Las acanaladuras en el lado Yankee de la hoja en el área de red son relativamente superficiales, como se observa en 27.

Incluso otra característica destacable de la hoja es la orientación de la fibra hacia arriba en los bordes delantero y posterior de las áreas convexas, especialmente en las áreas delanteras, como se observa, por ejemplo, en 29. Esta orientación no aparece en los bordes "CD" de las cúpulas, en donde la orientación parece ser más aleatoria.

La figura 2A es una imagen β -radiográfica de una hoja base de la invención, la calibración del peso base también aparece a la derecha. La hoja de la figura 2A se produjo en una máquina fabricadora de papel de la clase que se muestra en las figuras 10B, 10D usando una banda de acresponamiento de la geometría ilustrada en las figuras 4-7. Esta hoja se produjo sin aplicar vacío a la banda de acresponamiento y sin calandrar. También se observa en la figura 2B que hay una variación sustancial de peso base regularmente recurrente en la hoja.

La figura 2B es un microperfil del peso base de la hoja de la figura 2A en una distancia de 40 mm a lo largo de la línea 5-5 de la figura 2a que está a lo largo de la MD. Se observa en la figura 2B que la variación de peso base local es de frecuencia regular, exhibiendo mínimos y máximos alrededor de un valor promedio de aproximadamente 30,2 g/m (18,5 libras/3000 pies) con picos pronunciados cada 2-3 mm, apenas el doble de frecuencia que la hoja de las figuras 17A y 17B, analizadas en lo sucesivo. Esto coincide con las fotomicrografías de la figura 11A y siguientes, que se analizarán luego en esta solicitud, en donde se observa que la hoja sin aplicación de vacío posee más regiones de alto peso base adyacentes a las áreas convexas. En la figura 2B, la variación del perfil de peso base parece sustancialmente mono condicional, en el sentido que el peso base promedio permanece relativamente constante y la variación del peso base es regularmente recurrente alrededor del valor promedio.

Se observa en las figuras 2A, 2B que la hoja exhibe un microperfil de peso base que muestra un patrón extremadamente regular y una gran variación, típicamente en donde las regiones de alto peso base exhiben un peso base local por lo menos 25 % superior, 35 % superior, 45 % superior o más que las regiones de peso base bajo adyacentes de la hoja.

La figura 3 es una micrografía de electrones de barrido (SEM) a lo largo de la dirección de la máquina de una hoja tal como la hoja 10 de la figura 1A que muestra una sección transversal de una región convexa tal como la región 12 y su área circundante 18. El área 18 tiene pliegues diminutos 24, 26 que parecen tener peso base local relativamente alto en comparación con las regiones densificadas 28, 30. Las regiones de peso base alto parecen tener una orientación de la fibra en la dirección transversal (CD) como se evidencia por el número de "cortes terminales" de fibra que se observa en la figura 3 además de SEM y de las fotomicrografías analizadas más adelante.

La región convexa 12 tiene cierta forma de cúpula hueca asimétrica con un capuchón 32 que está enriquecido con fibra con un peso base local relativamente alto, particularmente en el borde "delantero" hacia el lado derecho 35 de la figura 3 en donde la cúpula y las paredes laterales 34,36 se forman en perforaciones de la banda, como se analizará a continuación. Obsérvese que la pared lateral en 34 está altamente densificada y tiene una estructura consolidada curvada hacia adentro y hacia arriba, y se extiende hacia adentro y hacia arriba desde la región de red generalmente plana circundante, formando áreas de transición con fibra consolidada curvada hacia arriba y hacia adentro, en donde la transición tiene lugar desde las regiones de conexión hacia las regiones convexas. Las áreas de transición pueden extenderse completamente alrededor y limitar las bases de las cúpulas, o pueden densificarse en forma de herradura o de arco, o solo parcialmente rodear, las bases de las cúpulas, como principalmente en un lado de la cúpula. Las paredes laterales nuevamente se curvan hacia adentro en la línea de reborde 40, por ejemplo, hacia una región de ápice o porción elevada de la cúpula.

Sin intentar estar influenciados por la teoría, se cree que esta exclusiva estructura de cúpula hueca contribuye sustancialmente a los sorprendentes valores de calibre observados con la hoja, como también a los valores de compresión del rodillo observados con los productos de la invención.

En otros casos, las regiones convexas huecas enriquecidas con fibra se proyectan desde el lateral superior de la hoja y tienen peso base local relativamente alto y capuchones consolidados, donde los capuchones consolidados tienen la forma general de una porción de vaina esferoidal, más preferiblemente tienen la forma general de una porción apical de una vaina esferoidal.

A continuación se analizan más detalles y atributos de los productos y procedimientos inventivos para fabricarlos.

Breve descripción de los dibujos

La invención se describe en detalle a continuación con referencia a las diversas figuras, en donde los números similares designan partes similares. El archivo de esta patente contiene por lo menos un dibujo realizado a color. Las copias de esta patente o la publicación de solicitud de patente con dibujos a color se proporcionarán a la oficina de marcas y patentes a solicitud y tras el pago de la tasa necesaria. En las figuras:

La figura 1A es una fotomicrografía de vista en planta (10X) del lado de la banda de una hoja base absorbente calandrada producida con la banda de las figuras 4 a 7 que utilizan 18" Hg (60,9 kPa) de vacío aplicado después de la transferencia a la banda;

La figura 1B es una fotomicrografía de vista en planta (40X) de una hoja base no calandrada acresponada con banda preparada con una banda perforada que tiene la estructura que se muestra en las figuras 4-7 a la que se le aplicaron 23" Hg (77,9 kPa) de vacío después de la transferencia a la banda, que muestra el lado de la banda de la hoja;

La figura 1C es una fotomicrografía de vista inclinada a 45° (50X) del lado de la banda de la hoja de la figura 1B;

La figura 1D es una fotomicrografía de vista en planta (40X) del lado Yankee de la hoja de las figuras 1B, 1C;

La figura 1E es una fotomicrografía de vista inclinada a 45° (50X) del lado Yankee de la hoja de las figuras 1B, 1C y 1D;

La figura 2A es una imagen β -radiográfica de una lamina no calandrada de la invención preparada con la banda de las figuras 4-7 en una máquina fabricadora de papel de la clase que se muestra en las figuras 10B, 10D sin aplicación de vacío a la trama mientras estaba en la banda de acresponamiento;

La figura 2B es un gráfico que muestra el microperfil de peso base a lo largo de la línea 5-5 de la hoja de la figura 2A, distancia en 10^{-4} m;

La figura 3 es una micrografía de electrones de barrido (SEM) de una región convexa de una hoja tal como la hoja de la figura 1 en corte a lo largo de la dirección de la máquina (MD);

Las figuras 4 y 5 son fotomicrografías en planta (20X) de las partes superior e inferior de una banda de acresponamiento utilizada para fabricar la hoja absorbente de las figuras 1 y 2;

Las figuras 6 y 7 son análisis de perfilometría láser, en corte, de la banda perforada de las figuras 4 y 5;

Las figuras 8 y 9 son fotomicrografías (10X) de las partes superior e inferior de otra banda de acresponamiento de la presente invención;

La figura 10A es una vista esquemática que ilustra la transferencia de prensado húmedo y el acresponamiento de la banda como se realizan en conexión con la presente invención;

La figura 10B es un diagrama esquemático de una máquina fabricadora de papel que se puede utilizar para fabricar productos de la presente invención;

La figura 10C es una vista esquemática de otra máquina para fabricar papel que puede usarse para fabricar los productos de la presente invención;

La figura 10D es un diagrama esquemático de otra máquina para fabricar papel útil para llevar a cabo la presente invención;

La figura 11A es una fotomicrografía de vista en planta (10X) del lado de la banda de una hoja base absorbente no calandrada producida con la banda de las figuras 4 a 7 producida sin vacío en la banda;

La figura 11B es una fotomicrografía de vista en planta (10X) del lado Yankee de la hoja de la figura 11A;

La figura 11C es un corte SEM (75X) de la hoja de las figuras 11A y 11B a lo largo de la MD;

La figura 11D es otro corte SEM (120X) a lo largo de la MD de la hoja de las figuras 11A, 11B y 11C;

La figura 11E es un corte SEM (75X) a lo largo de la dirección transversal de la máquina (CD) de la hoja de las figuras 11A, 11B, 11C y 11D;

La figura 11F es un análisis de perfilometría láser de la estructura superficial del lado de la banda de la hoja de las figuras 11A, 11B, 11C, 11D y 11E;

La figura 11G es un análisis de perfilometría láser de la estructura superficial del lado Yankee de la hoja de las figuras 11A, 11B, 11C, 11D, 11E y 11F;

La figura 12A es una fotomicrografía de vista en planta (10X) del lado de la banda de una hoja base absorbente no calandrada con la banda de las figuras 4 a 7 y 18" Hg (60,9 kPa) de aplicación de vacío;

La figura 12B es una fotomicrografía de vista en planta (10X) del lado Yankee de la hoja de la figura 12A;

La figura 12C es un corte SEM (75X) de la hoja de las figuras 12A y 12B a lo largo de la MD;

La figura 12D es otro corte SEM (120X) de la hoja de las figuras 12A, 12B y 12C a lo largo de la MD;

La figura 12E es un corte SEM (75X) a lo largo de la CD de la hoja de las figuras 12A, 12B, 12C y 12D;

La figura 12F es un análisis de perfilometría láser de la estructura superficial del lado de la banda de las figuras 12A, 12B, 12C, 12D y 12E;

La figura 12G es un análisis de perfilometría láser de la estructura superficial del lado Yankee de la hoja de las

figuras 12A, 12B, 12C, 12D, 12E y 12F;

La figura 13A es una fotomicrografía de vista en planta (10X) del lado de la banda de una hoja base absorbente calandrada producida con la banda de las figuras 4 a 7 que utiliza 60,9 kPa (18" Hg) de vacío aplicado;

La figura 13B es una fotomicrografía de vista en planta (10X) del lado Yankee de la hoja de la figura 13A;

La figura 13C es un corte SEM (120X) de la hoja de las figuras 13A y 13B a lo largo de la MD;

La figura 13D es otro corte SEM (120X) de la hoja de las figuras 13A, 13B y 13C a lo largo de la MD;

La figura 13E es un corte SEM (75X) a lo largo de la CD de la hoja de las figuras 13A, 13B, 13C y 13D;

La figura 13F es un análisis de perfilometría láser de la estructura superficial del lado de la banda de la hoja de las figuras 13A, 13B, 13C, 13D y 13E;

La figura 13G es un análisis de perfilometría láser de la estructura superficial del lado Yankee de la hoja de las figuras 13A, 13B, 13C, 13D, 13E y 13F;

La figura 14A es un análisis de perfilometría láser de la estructura superficial del lado de la tela de una hoja preparada con una tela de acresponamiento tejida WO13 como se describe en la solicitud de patente de Estados Unidos de serie n.º 11/804.246, (Publicación de solicitud de patente de Estados Unidos n.º US 2008-0029235) (Expediente de Abogado n.º 20179, GP-06-11); ahora patente de Estados Unidos n.º 7.494.563; y

La figura 14B es un análisis de perfilometría láser de la estructura superficial del lado Yankee de la hoja de la figura 14A;

La figura 15 es un histograma que compara los valores de fuerza promedio de la textura de superficie de la hoja de la invención con una hoja fabricada por un procedimiento de acresponamiento correspondiente que usa tela tejida;

La figura 16 es otro histograma que compara los valores de fuerza promedio de la textura superficial de la hoja de la invención con la hoja fabricada por un procedimiento de acresponamiento correspondiente que usa tela tejida;

La figura 17A es una imagen β -radiográfica de una hoja calandrada de la invención preparada con la banda de las figuras 4 a 7 en una máquina fabricadora de papel de la clase que se muestra en las figuras 10B, 10D con 60,9 kPa (18" Hg) de vacío aplicado a la trama mientras estaba en la banda de acresponamiento;

La figura 17B es un gráfico que muestra el microperfil de peso base a lo largo de la línea 5-5 de la hoja de la figura 17A, distancia en 10^{-4} m;

La figura 18A es una imagen β -radiográfica de una hoja no calandrada de la invención preparada con la banda de las figuras 4 a 7 en una máquina fabricadora de papel de la clase que se muestra en las figuras 10B, 10D con 77,9 kPa (23" Hg) de vacío aplicado a la trama mientras estaba en la banda de acresponamiento;

La figura 18B es un gráfico que muestra el microperfil de peso base a lo largo de la línea 5-5 de la hoja de la figura 18A, distancia en 10^{-4} m;

La figura 19A es otra imagen β -radiográfica de la hoja de la figura 2A;

La figura 19B es un gráfico que muestra el microperfil de peso base a lo largo de la línea 5-5 de la hoja de las figuras 2A y 19A, distancia en 10^{-4} m;

La figura 20A es una imagen β -radiográfica de una hoja no calandrada de la invención preparada con la banda de las figuras 4-7 en una máquina fabricadora de papel de la clase que se muestra en las figuras 10B, 10D con 60,9 kPa (18" Hg) de vacío aplicado a la trama mientras estaba en la banda de acresponamiento;

La figura 20B es un gráfico que muestra el microperfil de peso base a lo largo de la línea 5-5 de la hoja de la figura 20A, distancia en 10^{-4} m;

La figura 21A es una imagen β -radiográfica de una hoja producida con una tela tejida;

La figura 21B es un gráfico que muestra el microperfil de peso base a lo largo de la línea 5-5 de la hoja de la figura 21A, distancia en 10^{-4} m;

La figura 22A es una imagen β -radiográfica de un tisú comercial;

La figura 22B es un gráfico que muestra el microperfil de peso base a lo largo de la línea 5-5 de la hoja de la figura 22A, distancia en 10^{-4} m;

5 La figura 23A es una imagen β -radiográfica de una toalla comercial;

La figura 23B es un gráfico que muestra el microperfil de peso base a lo largo de la línea 5-5 de la hoja de la figura 23 A, distancia en 10^{-4} m;

10 Las figuras 24A-24D ilustran el análisis de transformación rápida de Fourier de las imágenes β -radiográficas de la hoja absorbente de la presente invención;

Las figuras 25A-25D ilustran respectivamente la formación promediada (variación en peso base); el espesor (calibre); perfil de densidad e imagen fotomicrográfica de una hoja preparada con una tela de acresponamiento tejida WO13 tal como se describe en la solicitud de patente de Estados Unidos de serie n.º 11/804,246 (publicación de solicitud de patente de Estados Unidos n.º US 2008-0029235), ahora patente de Estados Unidos n.º 7.494.563;

15

Las figuras 26A-26F ilustran respectivamente radiografías tomadas con la parte inferior, luego la parte superior de la hoja en contacto con la película, y los perfiles de densidad generados a partir de cada una de estas imágenes; de una hoja preparada de acuerdo con la presente invención [19680];

20

La figura 27A es una imagen fotomicrográfica de una hoja de la presente invención formada sin el uso de vacío subsiguiente a la etapa de acresponamiento de la banda [19676];

25 Las figuras 27B-27G ilustran respectivamente radiografías tomadas con la parte inferior, luego la parte superior de la hoja en contacto con la película, y los perfiles de densidad generados a partir de cada una de estas imágenes; de la hoja de la figura 27A preparada de acuerdo con la presente invención [19676];

La figura 28A es una imagen fotomicrográfica de un doblez de una toalla competitiva que se cree está formada mediante secado con aire pasante [Bounty];

30

Las figuras 28B-28G ilustran respectivamente aquellas características de la hoja de la figura 28A como se muestra en las figuras 26A-26E de una hoja de la presente invención;

35 Las figuras 29A-29F son imágenes SEM que ilustran las características superficiales de una toalla de la presente invención que es muy preferida para uso en aplicaciones de extracción central;

La figura 29G es una fotomicrografía óptica de la banda utilizada para acresponar con banda la toalla que se muestra en las figuras 29A-29F, mientras que la figura 29H es la figura 29G dimensionada para mostrar los tamaños de sus diversas características;

40

Las figuras 30A-30D son imágenes SEM en corte que ilustran las características estructurales de la toalla de las figuras 29A-29F;

45 Las figuras 31A-31F son imágenes micrográficas ópticas que ilustran características de superficie de una toalla de la presente invención que es muy preferida para uso en aplicaciones de extracción central;

La figura 32 ilustra esquemáticamente una región consolidada con forma de montura como se observa en las toallas de la presente invención;

50

Las figuras 33A-33D ilustran la distribución de los espesores y las densidades que se encuentran en las toallas de las figuras 25-28 y los ejemplos 13-19;

Las figuras 34A-34C son SEM que ilustran las características de superficie de una hoja base de tisú de la presente invención;

55

La figura 35 ilustra una imagen fotomicrográfica de una hoja de bajo peso base preparada de acuerdo con la presente invención;

60 Las figuras 36A-36D ilustran respectivamente la formación promediada (variación en peso base); espesor (calibre); perfil de densidad e imagen fotomicrográfica de una hoja preparada de acuerdo con la presente invención;

Las figuras 36E-36G son SEM que ilustran las características de superficie de una toalla de la presente invención;

65 Las figuras 37A-37D ilustran respectivamente la formación promediada (variación en peso base); espesor (calibre); perfil de densidad e imagen fotomicrográfica de una hoja de alta densidad preparada de acuerdo con la presente invención;

invención;

La figura 38 ilustra las sorprendentes combinaciones de suavidad y resistencia de una toalla fabricada de acuerdo con la presente invención para una aplicación de extracción central en comparación con una toalla acresponada con tela de la técnica anterior y TAD también fabricada para esa aplicación;

La figura 39 es un radiotomograma de la porción X-Y (vista en planta) de una cúpula en una hoja de la invención;

Las figuras 40A-40C son radiotomogramas de porciones a través de la cúpula de la figura 39 tomadas a lo largo de las líneas que se indican en la figura 39; y

La figura 41 es una perspectiva isométrica esquemática de una banda para uso de acuerdo con la presente invención, que tiene una ordenación interpenetrante escalonada de perforaciones generalmente triangulares que tienen una pared trasera arqueada para impactar la hoja.

En conexión con las fotomicrográficas, las ampliaciones indicadas en este documento son aproximadas, excepto cuando se presentan como parte de una micrografía de electrones de barrido en donde se muestra una escala absoluta. En muchos casos, si las hojas fueron cortadas, puede haber instrumentos presentes a lo largo de este borde de corte, pero solo se hace referencia y se describen estructuras observadas fuera del borde de corte o que no fueron alteradas por los procedimientos de corte.

Descripción detallada

La invención se describe a continuación con referencia a las numerosas realizaciones. Este análisis es para fines de ilustración únicamente. Las modificaciones de los ejemplos particulares dentro del alcance de la presente invención, expuestas en las reivindicaciones adjuntas, serán fácilmente evidentes para cualquier experto en la técnica.

La terminología empleada en este documento se expone con su significado común concordante con las definiciones ilustrativas expuestas inmediatamente a continuación; mg se refiere a miligramos y m² se refiere a metros cuadrados, etc.

El índice de acresponamiento con adhesivo se calcula dividiendo el índice de aplicación de adhesivo (mg/min) por el área superficial del cilindro de secado que pasa por debajo de un aplicador pulverizador (m²/min). La composición resinosa del adhesivo más preferiblemente consiste esencialmente en una resina de alcohol polivinílico y una resina de poliamida-epiclorhidrina en donde la relación en peso de la resina de alcohol polivinílico a la resina de poliamida-epiclorhidrina oscila entre aproximadamente 2 y aproximadamente 4. El adhesivo de acresponamiento puede incluir también un modificador suficiente para mantener una buena transferencia entre la banda de acresponamiento y el cilindro Yankee; en general menos de 5 % en peso de modificador y más preferiblemente menos de aproximadamente 2 % en peso de modificador, para productos desprendidos. Para productos acresponados con cuchilla, se puede utilizar entre aproximadamente 5 %-25 % de modificador o más.

En toda la memoria y en las reivindicaciones, cuando se hace referencia a una trama naciente que tiene una distribución aparentemente aleatoria de la orientación de la fibra (o se emplea terminología similar), se hace referencia a la distribución de la orientación de la fibra que resulta cuando se utilizan técnicas de formación conocidas para depositar una pasta papelerá en la tela formadora. Cuando se examinan microscópicamente, las fibras dan la apariencia de estar orientadas aleatoriamente aunque, dependiendo de la relación de velocidad del chorro a la tela, puede haber un sesgo significativo hacia la orientación en dirección de la máquina, haciendo que la resistencia a la tracción en dirección de la máquina de la trama exceda la resistencia a la tracción en la dirección transversal.

A menos que se especifique lo contrario, "peso base", BWT, bwt, BW, etc se refiere al peso de una resma de 278,7 m² (3000 pies cuadrados) de producto (el peso base también se expresa en g/m² o gsm). Asimismo, "resma" significa una resma (278,7 m² (3000 pies cuadrados) a menos que se especifique lo contrario. Los peso bases locales y las diferencias entre estos se calculan midiendo el peso base local en 2 o más áreas de bajo peso base representativas dentro de las regiones de bajo peso base y comparando el peso base promedio con el peso base promedio en dos o más áreas representativas dentro de regiones de peso base local relativamente alto. Por ejemplo, si las áreas representativas dentro de regiones de peso base bajo tienen una resma de peso base promedio de 24,5 g/m² (15 libras/3000 pies²) y el peso base local medido promedio para las áreas representativas dentro de las regiones de peso base local relativamente alto es 32,6 g/m² (20 libras/3000 pies² resma), las áreas representativas dentro de las regiones de peso base local alto tienen un peso base característico de ((20-15)/15) × 100 % o 33 % superior a las áreas representativas dentro de las regiones de peso base bajo. Preferiblemente, el peso base local se mide usando una técnica de atenuación de beta partículas, como se indica en este documento.

"Relación de acresponamiento de la banda" es una expresión del diferencial de velocidad entre la banda de acresponamiento y la tela formadora y típicamente se calcula como la relación de la velocidad de la trama inmediatamente antes del acresponamiento de la banda, donde la tela formadora y la superficie de transferencia

operan típicamente, aunque no necesariamente, a la misma velocidad:

Relación de acresponamiento de la banda = velocidad del cilindro de transferencia ÷ velocidad de la banda de acresponamiento

La banda de acresponamiento puede expresarse como un porcentaje calculado como:

$$\text{Acresponamiento de la banda} = [\text{relación de acresponamiento de la banda} - 1] \times 100$$

Una trama acresponada desde un cilindro de transferencia con una velocidad de superficie de 3,81 m/s (750 fpm) hacia una banda con una velocidad de 2,54 m/s (500 fpm) tiene una relación de acresponamiento de 1,5 y un acresponamiento de la banda de 50 %.

Para acresponamiento de carrete, la relación de acresponamiento del carrete típicamente se calcula como la velocidad Yankee dividida por la velocidad del carrete. Para expresar acresponamiento del carrete como un porcentaje, se resta 1 de la relación carrete a acresponamiento y el resultado se multiplica por 100 %.

La relación de acresponamiento de la banda/acresponamiento del carrete se calcula dividiendo el acresponamiento de la banda por el acresponamiento del carrete.

La línea o relación de acresponamiento del carrete general se calcula como la relación de la velocidad de la tela formadora a la velocidad del carrete y un % de acresponamiento total es:

$$\text{Acresponamiento de línea} = [\text{Relación de acresponamiento de línea} - 1] \times 100$$

Un procedimiento con una velocidad de tela formadora de 10,2 m/s (2000 fpm) y una velocidad del carrete de 5,08 m/s (1000 fpm) tiene una línea o relación de acresponamiento total de 2 y un acresponamiento total del 100 %.

"Lado de la banda" y terminología similar hacen referencia al lado de la trama que está en contacto con la banda de acresponamiento. "Lado de la secadora" o "lado Yankee" es el lado de la trama en contacto con el cilindro de secado, típicamente opuesto al lado de la banda de la trama.

Los calibres y/o el volumen indicados en este documento se pueden medir a 8 o 16 calibres de la hoja como se especifica. Las hojas se apilan y la medición del calibre se realiza alrededor de la porción central de la pila. Preferiblemente, las muestras de prueba se acondicionan en una atmósfera de 23 °C ± 1,0 °C (73,4 °F ± 1,8 °F) a 50 % de humedad relativa durante por lo menos 2 horas y luego se miden con un medidor de espesor electrónico Modelo Thwing-Albert 89-II-JR o Progage con anvils de 50,8 mm (2 pulgadas) de diámetro, carga de peso muerto de 539 ± 10 gramos y 5,87 mm/seg (0,231 pulg/seg) de índice de inclinación. Para pruebas del producto terminado, cada hoja de producto a ensayar debe tener el mismo número de dobleces que el producto comercializado. Para pruebas en general, se seleccionan ocho hojas y se apilan entre sí. Para pruebas de servilletas, las servilletas se desdoblan antes de ser apiladas. Para pruebas de hoja base fuera de la bobinadora, cada hoja a ensayar debe tener el mismo número de dobleces que se producen fuera de la bobinadora. Para pruebas de la hoja base fuera del carrete de la máquina fabricadora de papel, se deben usar dobleces individuales. Las hojas se apilan entre sí alineadas en MD. El volumen también puede expresarse en unidades de volumen/peso dividiendo el calibre por el peso base.

Los términos "celulósico", "hoja celulósica" y similares tienen como fin incluir cualquier producto húmedo que se incorpora a la fibra para fabricación de papel que tiene celulosa como un constituyente principal. "Fibras para fabricación de papel" incluyen pulpas vírgenes o fibras celulósicas recicladas (secundarias) o mezclas de fibras que comprenden fibras celulósicas. Las fibras adecuadas para fabricar las tramas de la presente invención incluyen: fibras no de madera, tales como fibras de algodón o derivados de algodón, abacá, cáñamo, gramínea sabai, lino, esparto, paja, yute, bagazo, fibras de algodocillo y fibras de hoja de piña; y fibras de madera tales como aquellas obtenidas a partir de árboles deciduos y de coníferas, incluidas fibras de madera blanda, como fibras de kraft de madera blanda del norte y del sur; fibras de madera dura, tales como eucaliptus, maple, abedul, álamo o similar. Las fibras para fabricación de papel pueden liberarse de su fuente mediante uno cualquiera de una serie de procedimientos químicos de extracción de pulpa familiares para el experto en la técnica que incluyen sulfato, sulfito, polisulfuro, fabricación de pulpa con hidróxido sódico, etc. La pulpa puede blanquearse, si se desea, mediante métodos químicos que incluyen el uso de cloro, dióxido de cloro, oxígeno, peróxido alcalino, etc. Los productos de la presente invención pueden comprender una mezcla de fibras convencionales (o bien derivadas de pulpa virgen o de fuentes recicladas) y fibras tubulares ricas en lignina y de gran aspereza, pulpas mecánicas tales como pulpa termomecánica química blanqueada (BCTMP). "Pastas papeleras" y terminología similar hacen referencia a composiciones acuosas que incluyen fibras para fabricación de papel, opcionalmente resinas de fortaleza húmeda, sustancias de desunión y similares para fabricar productos de papel. La fibra reciclada típicamente contiene más de 50 % en peso fibra de madera dura y puede ser 75 %-80 % o más fibra de madera dura.

Como se emplea en la presente memoria, el término deshidratar en forma compacta la trama o pasta papelera se refiere a la deshidratación mecánica prensando en húmedo de forma general tal como sobre un fieltro de deshidratación, por ejemplo, en algunas realizaciones mediante el uso de presión mecánica aplicada continuamente sobre la superficie de la trama como en un nip entre un rodillo de prensado y una zapata de prensado en donde la trama está en contacto con un fieltro para fabricación de papel. La terminología "deshidratar de manera compacta" se utiliza para distinguir de procedimientos en donde la deshidratación inicial de la trama se lleva a cabo en gran medida con medios térmicos, como en el caso, por ejemplo, de la patente de Estados Unidos n.º 529.480 para Trokhan y la patente de Estados Unidos n.º 5.607.551 para Farrington et al. Deshidratar de manera compacta una trama se refiere entonces, por ejemplo, a eliminar el agua de una trama naciente que tiene una consistencia de aproximadamente menos de 30 % mediante aplicación de presión y/o incrementando la consistencia de la trama en aproximadamente 15 % o más por aplicación de presión; es decir, aumentando la consistencia, por ejemplo, de 30 % a 45 %.

Consistencia se refiere al % de sólidos de una trama naciente, por ejemplo, calculado en una base totalmente seca. "Secar al aire" significa incluir humedad, por convención hasta aproximadamente 10 % de humedad para pulpa y hasta aproximadamente 6 % para papel. Una trama naciente que tiene 50 % de agua y 50 % de pulpa totalmente seca tiene una consistencia de 50 %.

Las estructuras fibrosas consolidadas son aquellas que han sido tan altamente densificadas que sus fibras se han comprimido hasta estructuras de tipo cinta y el volumen de vacío se reduce hasta niveles que se aproximan o quizá incluso que exceden aquellos hallados en papeles planos tales como los que se utilizan para propósitos de comunicación. En estructuras preferidas, las fibras se empaquetan tan densamente y se deslustran tan estrechamente que la distancia entre las fibras adyacentes es típicamente inferior al ancho de la fibra, a menudo menos de la mitad o incluso menos de un cuarto del ancho de la fibra. En las estructuras más preferidas, las fibras son ampliamente colineales y fuertemente sesgadas en dirección MD. La presencia de fibra consolidada o estructuras fibrosas consolidadas puede confirmarse examinando secciones delgadas que han sido embebidas en resina y luego microtomizadas de acuerdo con técnicas conocidas. Alternativamente, si las SEM de ambas caras de una región están tan deslustradas como para asemejarse al papel plano, entonces esa región puede considerarse consolidada. Las secciones preparadas por pulidoras de sección transversal por haz de iones, tal como aquellas ofrecidas por JEOL, son especialmente adecuadas para observar la densificación a fin de determinar si las regiones en los productos de tejido de la presente invención han sido tan altamente densificadas como para consolidarse.

Banda de acresponamiento y terminología similar se refieren a una banda que posee un patrón perforado adecuado para practicar el procedimiento de la presente invención. Además de perforaciones, la banda puede tener características tales como porciones elevadas y/o rebajos entre las perforaciones, si se desea. Preferiblemente, las perforaciones son cónicas, lo que parece facilitar la transferencia de la trama, especialmente desde la banda de acresponamiento a la secadora, por ejemplo. En algunas realizaciones, la banda de acresponamiento puede incluir rasgos decorativos tales como diseños geométricos, diseños florales, etc formados por reordenación, eliminación y/o combinación de perforaciones que tienen formas y tamaños variables.

"Convexo", "con forma de cúpula" y similares, se usan en la descripción y en las reivindicaciones para hacer referencia en general a protuberancias huecas y arqueadas en la hoja de la clase que se observa en las diversas figuras y no se limita a un tipo específico de estructura convexa. La terminología se refiere a configuraciones abovedadas en general, o bien simétricas o asimétricas alrededor de un plano que biseciona el área convexa. Por consiguiente, "convexo" se refiere en general a cúpulas esféricas, cúpulas esferoidales, cúpulas elípticas, cúpulas ovales, cúpulas con bases poligonales y estructuras relacionadas, que en general incluyen un capuchón y paredes laterales preferiblemente inclinadas hacia adentro y hacia arriba; es decir, las paredes laterales inclinadas hacia el capuchón a lo largo de por lo menos una porción de su longitud.

Fpm se refiere a pies por minuto, mientras que fps se refiere a pies por segundo.

MD significa dirección de la máquina y CD significa dirección transversal de la máquina.

Si corresponde, la longitud de curvatura MD (cm) de un producto se determina de acuerdo con el método de prueba ASTM D 1388-96, opción voladiza. Las longitudes de curvatura indicadas se refieren a longitudes de curvatura MD a menos que se especifique expresamente una longitud de curvatura CD. La prueba de longitud de curvatura MD se realizó con un aparato Cantilever Bending Tester disponible de Research Dimensions, 1720 Oakridge Road, Neenah, Wisconsin, 54956 que es sustancialmente el aparato que se muestra en el método de prueba ASTM, artículo 6. El instrumento se coloca en una superficie estable a nivel, donde se confirma la posición horizontal con una burbuja de nivelación incorporada. El indicador del ángulo de curvatura se fija a 41,5° debajo del nivel de la mesa de la muestra. Esto se logra fijando el borde de la cuchilla de manera apropiada. La muestra se corta con una cortadora de tiras de 25,4 mm (una pulgada) JD disponible de Thwing-Albert Instrument Company, 14 Collins Avenue, W. Berlin, NJ 08091. Se cortan seis (6) muestras de 25,4 mm × 203 mm (1 pulgada × 8 pulgadas) en dirección de la máquina. Las muestras se acondicionan a 23 °C ± 1 °C (73,4 °F ± 1,8 °F) a 50 % de humedad relativa durante por lo menos dos horas. Para muestras en dirección de la máquina, la dimensión más larga es paralela a la dirección de la máquina. Las muestras deben ser planas, estar libres de arrugas, curvaturas o

desgarros. El lado Yankee de las muestras también se etiqueta. La muestra se coloca en la plataforma horizontal del medidor alineando el borde de la muestra con el borde derecho. Se coloca el portaobjetos móvil sobre la muestra, teniendo la precaución de no cambiar su posición inicial. El borde derecho de la muestra y el portaobjetos móvil deben fijarse en el borde derecho de la plataforma horizontal. El portaobjetos móvil se desplaza hacia la derecha en un modo suave y lento, a aproximadamente 127 mm/minuto (5 pulgadas/minuto) hasta que la muestra toca el borde del cuchillo. La longitud colgante se registra lo más próxima a 0,1 cm. Esto se realiza leyendo el borde izquierdo del portaobjetos móvil. Se pasan preferiblemente tres muestras con el lado Yankee hacia arriba y tres muestras con el lado Yankee hacia abajo en la plataforma horizontal. La longitud de curvatura MD se indica como el porcentaje de longitud colgante promedio en centímetros dividido por dos para dar cuenta de la localización del eje de curvatura.

Los parámetros del nip incluyen, sin limitación, presión del nip, ancho del nip, dureza del rodillo posterior, dureza del rodillo de acresponamiento, ángulo de aproximación de la banda, ángulo de quite de la banda, uniformidad, penetración del nip y delta velocidad entre las superficies del nip.

El ancho del nip (o la longitud como indica el contexto) significa la longitud MD sobre la cual están en contacto las superficies del nip.

PLI o pli significa libras fuerza por pulgada lineal. El procedimiento empleado se distingue de otros procedimientos, en parte, porque el acresponamiento de la banda se lleva a cabo bajo presión en un nip de acresponamiento. Típicamente, se llevan a cabo transferencias apuradas usando succión para ayudar en la separación de la trama de la tela donante y de allí en más unirla a la tela receptora. En contraste, no se requiere succión en una etapa de acresponamiento de la banda, entonces cuando hacemos referencia al acresponamiento de la banda como "bajo presión", nos estamos refiriendo a la carga de la banda receptora contra la superficie de transferencia, aunque puede emplearse succión a costa de complicaciones del sistema siempre y cuando la cantidad de succión no sea suficiente como para interferir de manera indeseable con la reordenación o redistribución de la fibra.

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).

"Predominantemente" significa más de 50 % del componente especificado, en peso a menos que se indique lo contrario.

La compresión del rodillo se mide comprimiendo el rodillo bajo una platina plana de 1500 g. Los rodillos de muestra se acondicionan y ensayan en una atmósfera de 23,0 °C ± 1,0 °C (73,4 °F ± 1,8 °F). Un aparato de prueba adecuado con una platina móvil de 1500 g (denominada Height Gauge) es comercializado por:

Research Dimensions
1720 Oakridge Road
Neenah, WI 54956
920-722-2289
920-725-6874 (FAX)

El procedimiento de prueba en general es el siguiente:

(a) Se eleva la platina y se posiciona el rodillo o la manga que se va a ensayar en su lado, centrado debajo de la platina, con el sello del extremo hacia el frente del medidor y el núcleo paralelo a la parte posterior del medidor.

(b) Se baja lentamente la platina hasta que yace sobre el rodillo o la manga

(c) Se lee el diámetro del rodillo comprimido o la altura de la manga desde el indicador del medidor hacia lo más próximo a 0,254 mm (0,01 pulgada).

(d) Se eleva la platina y se quita el rodillo o la manga.

(e) Se repite con cada rodillo o manga que se ha de ensayar.

Para calcular la compresión del rodillo en porcentaje, se utiliza la siguiente fórmula:

$$100 \times [(\text{diámetro del rodillo inicial} - \text{diámetro del rodillo comprimido}) / \text{diámetro del rodillo inicial}]$$

Las resistencias a la tracción en seco (MD y CD), estiramiento, sus índices, módulo, módulo de ruptura, tensión y deformación se miden con un dispositivo de prueba Instron estándar u otro medidor de tracción y estiramiento adecuado que puede configurarse de diversas formas, típicamente usando tiras de 76,2 mm (3 pulgadas) o 25,4 mm (1 pulgada) de ancho de tisú o toalla, acondicionadas en una atmósfera de 23 °C ± 1 °C (73,4 °F ± 1 °F) a 50 % de humedad relativa durante 2 horas. La prueba de tracción se efectúa a una velocidad de cruceta de 50,8 mm/min (2

pulgadas/min). El módulo de ruptura se expresa en gramos/3 pulgadas/% deformación o su equivalente SI de g/mm/% deformación. El % de deformación no tiene dimensiones y no necesita especificarse. A menos que se indique otra cosa, los valores son los valores de ruptura. GM se refiere a la raíz cuadrada del producto de los valores MD y CD para un producto en particular. La absorción de energía de tracción (T.E.A.), que se define como el área bajo la curva de carga/estiramiento (tensión/deformación), también se mide durante el procedimiento para determinar la resistencia a la tracción. La absorción de energía de tracción se relaciona con la resistencia percibida del producto en uso. Los productos que tienen un valor T.E.A. superior pueden percibirse por los usuarios como más fuertes que productos similares que tienen valores T.E.A. inferiores, incluso si la resistencia a la tracción real de los dos productos es la misma. De hecho, al tener una absorción de energía de tracción superior, es posible que un producto se perciba como más fuerte que uno con T.E.A. inferior, incluso si la resistencia a la tracción del producto con valor T.E.A. superior es menor que aquella del producto que tiene la absorción de energía de tracción inferior. Cuando se usa el término "normalizado" en relación con una resistencia a la tracción, simplemente se refiere a la resistencia a la tracción apropiada de la que se ha eliminado el efecto del peso base dividiendo la resistencia a la tracción por el peso base. En muchos casos, se provee información similar con el término "longitud de quiebre".

Las relaciones de tracción son simplemente relaciones de los valores determinadas con los métodos anteriormente mencionados. A menos que se especifique algo distinto, una propiedad de tracción es una propiedad de la hoja seca.

"Superior", "hacia arriba" y terminología similar se usan puramente para comodidad y hacen referencia a la posición y dirección hacia los capuchones de las estructuras convexas, es decir, el lado de la banda de la trama, que en general es opuesto al lado Yankee a menos que el contexto indique claramente otra cosa.

La tracción húmeda del tisú de la presente invención se mide usando una tira de 76,2 mm (tres pulgadas) de ancho que se pliega en un lazo, se afianza a un artefacto especial denominado Finch Cup, luego se sumerge en agua. Un artefacto Finch Cup adecuado, 76,2 mm (3 pulgadas), con base para ajustar un agarre de 76,2 mm (3 pulgadas) es comercializado por:

High-Tech Manufacturing Services, Inc.
3105-BNE 65th Street
Vancouver, WA 98663
360-696-1611
360-696-9887 (FAX)

Para hojas base nuevas y producto terminado (de 30 días o menos para productos de toalla; de 24 horas o menos para productos de tisú) que contienen aditivo de resistencia húmeda, las muestras de prueba se disponen en un horno de aire forzado calentado a 105 °C (221 °F) durante cinco minutos. No se necesita añejamiento del horno para otras muestras. El artefacto Finch cup se monta a un medidor de tracción equipado con una celda de carga de 8,9 Newtons (2,0 libras) con la pestaña del Finch cup afianzada a la mordaza inferior del medidor y los extremos del lazo del tisú afianzados a la mordaza superior del medidor de tracción. La muestra se sumerge en agua con el pH ajustado de $7,0 \pm 0,1$ y se ensaya la tracción después de una inmersión de 5 segundos usando una velocidad de cruceta de 50,8 mm/minuto (2 pulgadas/minuto). Los resultados se expresan en g/3" o (g/mm), dividiendo la lectura por dos para dar cuenta del lazo según sea apropiado.

Una superficie de transferencia de transformación se refiere a la superficie desde la cual la trama se acrespona hacia la banda de acresponamiento. La superficie de transferencia de transformación puede ser la superficie de un tambor giratorio como se describe más adelante, o puede ser la superficie de una banda móvil uniforme continua u otra tela móvil que puede tener textura superficial, etc. La superficie de transferencia de transformación debe soportar la trama para facilitar el acresponamiento de grandes sólidos como se apreciará a partir del análisis que sigue.

Delta velocidad significa una diferencia en la velocidad lineal.

El volumen vacío y/o la relación de volumen vacío a las que se hace referencia en lo sucesivo se determinan saturando una hoja con un líquido no polar POROFIL® y midiendo la cantidad de líquido absorbido. El volumen de líquido absorbido es equivalente al volumen vacío dentro de la estructura de la hoja. El aumento de % en peso (PW1) se expresa como gramos de líquido absorbido por gramo de fibra en 100 veces la estructura de la hoja, como se observa a continuación. Más específicamente, para cada muestra de hoja de una sola capa que se va a ensayar, se seleccionan 8 hojas y se cortan en cuadrados de 25,4 mm por 25,4 mm (1 pulgada por 1 pulgada) (25,4 mm (1 pulgada) en dirección de la máquina y 25,4 mm (1 pulgada) en dirección transversal de la máquina). Para muestras de productos con múltiples capas, cada capa se mide como una entidad separada. Se deben separar múltiples muestras en capas individuales y se deben usar 8 hojas de cada posición de la capa para las pruebas. Se pesa y registra el peso seco de cada muestra de prueba hasta lo más próximo a 0,0001 gramo. Se coloca la muestra en un plato que contiene el líquido POROFIL® que tiene una gravedad específica de aproximadamente 1,93 gramos por centímetro cúbico, disponible de Coulter Electronics Ltd., Northwell Drive, Luton, Beds, Inglaterra, pieza n.º 9902458). Después de 10 segundos, se toma la muestra desde el borde (1-2 milímetros) de un vértice con pinzas y

se extrae del líquido. Se sostiene la muestra con ese vértice superior y se permite gotear el exceso de líquido durante 30 segundos. Se frota apenas (contacto menos de ½ segundo) el vértice inferior de la muestra en el papel de filtro n.º 4 (Whatman Lt., Maidstone, Inglaterra) para eliminar cualquier exceso de la última gota parcial. Se pesa inmediatamente la muestra, dentro de 10 segundos, se registra el peso hasta lo más próximo a 0,0001 gramo. El PWI de cada muestra, expresado como gramos de líquido POROFIL® por gramo de fibra, se calcula de la siguiente manera:

$$\text{PWI} = [(W2-W1)/W1] \times 100$$

en donde:

"W1" es el peso seco de la muestra, en gramos; y

"W2" es el peso húmedo de la muestra, en gramos.

El PWI de las ocho muestras individuales se determina como se describió anteriormente y el promedio de las ocho muestras es el PWI para la muestra.

El volumen vacío se calcula dividiendo el PWI por 1,9 (densidad de fluido) para expresar la relación como un porcentaje, mientras que el volumen vacío (gms/gm) es simplemente la relación de incremento del peso; es decir, PWI dividido por 100.

El índice de absorbencia de agua o WAR se mide en segundos y es el tiempo que toma que la muestra absorba una gota de agua de 0,1 gramo dispuesta sobre su superficie mediante una jeringa automática. Las muestras de prueba preferiblemente se acondicionan a 23 °C ± 1 °C (73,4 °F ± 1,8 °F) a 50 % de humedad relativa durante 2 horas. Para cada muestra, se preparan 4 muestras de prueba de 76,2 × 76,2 mm (3 × 3 pulgadas). Cada muestra se dispone en un sujetador de muestras de modo tal que una lámpara de alta intensidad se dirija hacia la muestra. Se deposita 0,1 ml de agua en la superficie de la muestra y se inicia un cronómetro. Cuando el agua se absorbe, según lo indicado por la falta de reflexión de luz desde la gota, el cronómetro se detiene y se registra el tiempo hasta los 0,1 segundos más próximos. El procedimiento se repite para cada muestra y los resultados se promedian para la muestra. Se mide el WAR de acuerdo con el método TAPPI T-432 cm-99.

La composición adhesiva de acresponamiento utilizada para afianzar la trama al cilindro de secado Yankee es preferiblemente un adhesivo higroscópico que se puede volver a humedecer, sustancialmente no reticulante. Los ejemplos de adhesivos preferidos son aquellos que incluyen alcohol poli(vinílico) de la clase general descrita en la patente de Estados Unidos n.º 4.528.316 para Soerens et al. Otros adhesivos adecuados se describen en la patente de Estados Unidos conjuntamente en trámite de serie n.º 10/409,042, presentada el 9 de abril de 2003, (Publicación n.º US 2005-0006040) titulada "Improved Creping Adhesive Modifier and Process for Producing Paper Products" (Expediente de abogado n.º 12394). Los adhesivos adecuados se proveen opcionalmente con reticulantes, modificadores, etc, dependiendo del proceso particular seleccionado.

Los adhesivos de acresponamiento pueden comprender una resina termoestable o no termoestable, un polímero semi-cristalino formador de película y opcionalmente un agente de reticulación inorgánico, como también modificadores. Opcionalmente, el adhesivo de acresponamiento de la presente invención puede también incluir otros componentes, incluidos, aunque sin limitarse a ello, aceites hidrocarbonados, tensioactivos o plastificantes. Se encuentran más detalles sobre adhesivos de acresponamiento útiles en relación con la presente invención en la solicitud de patente de Estados Unidos conjuntamente en trámite de serie n.º 11/678,669 (Publicación n.º US 2007-0204966), titulada "Method of Controlling Adhesive Build-Up on a Yankee Dryer", presentada el 26 de febrero de 2007 (Expediente de abogado n.º 20140; GP-06-1).

El adhesivo de acresponamiento se puede aplicar como una composición individual o se puede aplicar en sus partes componentes. Más particularmente, la resina de poliamida puede aplicarse por separado a partir del alcohol polivinílico (PVOH) y el modificador.

En relación con la presente invención, una trama de papel absorbente se fabrica dispersando fibras de fabricación de papel en pasta papelera acuosa (lechada) y depositando la pasta papelera acuosa sobre la tela formadora de una máquina para fabricar papel. Se puede utilizar cualquier esquema formador adecuado. Por ejemplo, una lista extensa pero no exhaustiva además de los formadores Fourdrinier incluye un formador creciente, un formador de doble tela de envoltura C, un formador de doble tela de envoltura S, o un formador con rodillo de succión. La tela formadora puede ser cualquier miembro foraminoso adecuado que incluya telas de una sola capa, telas de dos capas, telas de tres capas, telas fotopoliméricas y similares. La técnica anterior no exhaustiva en el área de telas formadoras incluye las patentes de Estados Unidos n.ºs 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. Una tela formadora particularmente útil con la presente invención es Voith Fabrics Forming Fabric 2164 hecha por Voith Fabrics Corporation, Shreveport, LA.

5 Puede emplearse la formación de espuma de la pasta papelera acuosa en una tela formadora como medio de control de la permeabilidad o el volumen vacío de la hoja tras el acresponamiento de la banda. Las técnicas de formación de espuma se describen en las patentes de Estados Unidos n.^{os} 6.500.302; 6.413.368; 4.543.156 y en la patente de Canadá n.^o 2053505.

10 La pasta papelera con fibra de espuma está compuesta por una lechada acuosa de fibras mixtas con un vehículo líquido de espuma justo antes de su introducción a la caja de cabeza. La lechada de pulpa provista al sistema tiene una consistencia en el intervalo de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 7 % en peso de fibras, preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 2,5 a aproximadamente 4,5 % en peso. La lechada de pulpa se añade a un líquido espumado que comprende agua, aire y tensioactivo que contiene 50 a 80 % de aire en volumen que forma
15 una pasta papelera con fibra espumada que tiene una consistencia en el intervalo de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 3 % en peso de fibra mediante mezclado simple de la turbulencia natural y mezcla inherente en los elementos del procedimiento. La adición de la pulpa como una lechada de baja consistencia resulta en exceso de líquido espumado recuperado de las telas formadoras. El exceso de líquido espumado se descarga del sistema y se puede utilizar en otra parte o tratarse para recuperación del tensioactivo allí presente.

20 La pasta papelera puede contener aditivos químicos para alterar las propiedades físicas del papel producido. El experto en la técnica entiende bien estas sustancias químicas, y se pueden usar en cualquier combinación conocida. Dichos aditivos pueden ser modificadores de superficie, suavizantes, agentes de desunión, auxiliares de resistencia, látex, opacificadores, abrillantadores ópticos, tintes, pigmentos, agentes de formación de tamaño, químicos de
25 barrera, auxiliares de retención, insolubilizantes, reticuladores orgánicos e inorgánicos o sus combinaciones; dichos químicos opcionalmente comprenden polioles, almidones, ésteres de PPG, ésteres de PEG, fosfolípidos, tensioactivos, poliaminas, HMCP (polímeros catiónicos hidrófobamente modificados), HMAP (polímeros aniónicos hidrófobamente modificados) o similares.

30 La pulpa puede mezclarse con agentes de ajuste de resistencia tales como agentes de resistencia en húmedo, agentes de resistencia en seco y agentes de desunión/suavizantes, etc. Los agentes de resistencia en húmedo adecuados se conocen en la técnica. Una lista completa pero no exhaustiva de auxiliares de resistencia útiles incluye resinas de urea-formaldehído, resinas de melamina y formaldehído, resinas de poliácridamida glioxilada, resinas de poliamida y epiclorhidrina y similares. Las poliácridamidas termoestables se producen haciendo reaccionar
35 acrilamida con cloruro de dialil dimetil amonio (DADMAC) para producir un copolímero catiónico de poliácridamida que en última instancia reacciona con glioxal para producir una resina de resistencia en húmedo de reticulación catiónica, poliácridamida glioxilada. Estos materiales se describen en general en las patentes de Estados Unidos n.^o 3.556.932 para Coscia et al. y 3.556.933 para Williams et al. Las resinas de este tipo se comercializan con la marca PAREZ 631NC por Bayer Corporation. Se pueden usar distintas relaciones molares de acrilamida/-DADMAC/glioxal para producir resinas de reticulación, que son útiles como agentes de resistencia en húmedo. Asimismo, se puede sustituir glioxal por otros dialdehídos para producir características de resistencia en húmedo termoestables. Son de particular utilidad las resinas de resistencia en húmedo de poliamida-epiclorhidrina. Un ejemplo de estas se
40 comercializa con las marcas Kymene 557LX y Kymene 557H de Hercules Incorporated of Wilmington, Delaware y Amres® de Georgia-Pacific Resins, Inc. Estas resinas y los procedimientos para elaborarlas se describen en la patente de Estados Unidos n.^o 3.700.623 y en la patente de Estados Unidos n.^o 3.772.076. Una descripción extensa de resinas poliméricas-epiclorhidrina se expone en el Capítulo 2: Alkaline-Curing Polymeric Amine-Epiclorohvdrrin de Espy en Wet Strength Resins and Their Application (L. Chan, Editor, 1994). Una lista razonablemente amplia de resinas de resistencia en húmedo es descrita por Westfelt en Cellulose Chemistry and Technology Volumen 13, pág. 813, 1979.

50 Asimismo, pueden incluirse agentes de resistencia en húmedo temporales adecuados, particularmente en aplicaciones en donde deben evitarse toallas desechables o, más típicamente, tisú con resina de resistencia en húmedo permanente. Una lista completa pero no exhaustiva de agentes de resistencia en húmedo temporales útiles incluye aldehídos alifáticos y aromáticos que incluyen glioxal, dialdehído malónico, dialdehído succínico, glutaraldehído y almidones de dialdehído, como también almidones sustituidos o sometidos a reacción, disacáridos, polisacáridos, quitosano u otros productos de reacción poliméricos sometidos a reacción de monómeros o polímeros que tienen grupos aldehído y, opcionalmente grupos nitrógeno. Los polímeros que contienen nitrógeno representativos, que pueden hacerse reaccionar adecuadamente con los polímeros o monómeros que contienen
55 aldehído, incluyen vinilamidas, acrilamidas y polímeros que contienen nitrógeno relacionados. Estos polímeros imparten una carga positiva al producto de reacción que contiene el aldehído. Además, se pueden emplear otros agentes de resistencia en húmedo temporales comercialmente disponibles, tales como PAREZ FJ98, fabricado por Kemira, junto con aquellos descritos, por ejemplo, en la patente de Estados Unidos n.^o 4.605.702.

65 La resina de resistencia en húmedo temporal puede ser una cualquiera de una diversidad de polímeros orgánicos solubles en agua que comprenden unidades aldehídicas y unidades catiónicas utilizadas para aumentar la resistencia a la tracción en seco y en húmedo de un producto de papel. Dichas resinas se describen en las patentes

de Estados Unidos n.^{os} 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 los almidones modificados comercializados bajo las marcas CO-BOND® 1000 y CO-BOND® 1000 Plus, por National Starch and Chemical Company of Bridgewater, N.J. Antes del uso, el polímero soluble en agua aldehídico catiónico puede prepararse precalentando una lechada acuosa de

5 aproximadamente 5 % de sólidos mantenida a temperatura de aproximadamente 116 °C (240 °F) y a un pH de aproximadamente 2,7 durante aproximadamente 3,5 minutos. Finalmente, la lechada puede inactivarse y diluirse añadiendo agua para producir una mezcla de aproximadamente 1,0 % de sólidos a menos de aproximadamente 54,4 °C (130 °F).

10 Otros agentes de resistencia en húmedo temporales, también disponibles de National Starch and Chemical Company, se comercializan con las marcas CO-BOND® 1600 y CO-BOND® 2300. Estos almidones se proveen como dispersiones coloidales acuosas y no requieren precalentamiento antes del uso.

15 Los agentes de resistencia en seco adecuados incluyen almidón, goma guar, poliacrilamidas, carboximetilcelulosa y similares. Es de particular utilidad la carboximetilcelulosa. Un ejemplo de esta se comercializa con la marca Hercules CMC, de Hercules Incorporated of Wilmington, Delaware. De acuerdo con una realización, la pulpa puede contener entre aproximadamente 0 y aproximadamente 0,0075 % (15 libras/tonelada) de agente de resistencia en seco. De acuerdo con otra realización, la pulpa puede contener entre aproximadamente 0,0005 % (1) y aproximadamente 0,0025 % (5 libras/tonelada) de agente de resistencia en seco.

20 Los agentes de desunión adecuados son asimismo conocidos por el experto en la técnica. Los agentes de desunión o suavizantes pueden también incorporarse a la pulpa o pulverizarse a la trama después de su formación. La presente invención puede usarse también con materiales suavizantes que incluyen, aunque sin limitarse a ello, la clase de sales de amidoamina derivadas de aminas parcialmente neutralizadas. Dichos materiales se describen en

25 la patente de Estados Unidos n.º 4.720.383. Evans, Chemistry and Industry, 5 de julio de 1969, pág. 893-903; Egan, J. Am. Oil Chemist's Soc, Vol. 55 (1978), pág. 118-121; y Trivedi et al., J. Am. Oil Chemist's Soc, junio de 1981, pág. 754-756, indican que los suavizantes por lo general se comercializan solamente como mezclas complejas en lugar de compuestos simples. Si bien el siguiente análisis se centrará en especies predominantes, se ha de entender que en la práctica en general se utilizarán mezclas comerciales.

30 Hercules TQ 218 o equivalente es un material suavizante adecuado, que se puede derivar alquilando un producto de condensación de ácido oleico y dietilentriamina. Las condiciones de síntesis que usan una deficiencia de agente de alquilación (p. ej., dietilsulfato) y solamente una etapa de alquilación, seguida por ajuste de pH para protonar la especie no etilada, produce una mezcla que consiste en especies etiladas catiónicas y no etiladas catiónicas. Una

35 proporción menor (p. ej., aproximadamente 10 %) de la amido amina resultante se cicla a compuestos imidazolina. Ya que solamente las porciones imidazolina de estos materiales son compuestos de amonio cuaternario, las composiciones como un todo son sensibles al pH. Por consiguiente, en la práctica de la presente invención con esta clase de sustancias químicas, el pH en la caja de cabeza debe ser aproximadamente 6 a 8, más preferiblemente entre aproximadamente 6 y aproximadamente 7, y lo más preferiblemente entre aproximadamente 6,5 y

40 aproximadamente 7.

Los compuestos de amonio cuaternario, tales como sales de amonio cuaternario y dialquil dimetil, son también adecuadas particularmente cuando los grupos alquilo contienen entre aproximadamente 10 y 24 átomos de carbono. Estos compuestos tienen la ventaja de ser relativamente insensibles al pH.

45 Se pueden emplear suavizantes biodegradables. Los suavizantes/agentes de desunión catiónicos biodegradables representativos se describen en las patentes de Estados Unidos n.^{os} 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 amina cuaternizados y ésteres basados en aceite vegetal y biodegradables funcionales con cloruro de amonio cuaternario y

50 cloruro de diéster didicildimetil amonio, y son suavizantes biodegradables representativos.

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

55 La trama naciente puede deshidratarse de manera compacta en un fieltro para fabricación de papel. Se puede utilizar cualquier fieltro adecuado. Por ejemplo, los fieltros pueden tener ondas base bicapa, ondas base tricapa u ondas base laminadas. Los fieltros preferidos son aquellos que tienen el diseño de onda base laminada. Un fieltro de prensado húmedo que puede ser particularmente útil con la presente invención es Vector 3, fabricado por Voith Fabric. La técnica anterior en el campo de fieltros de prensado incluye las patentes de Estados Unidos n.^{os}

60 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. A su vez, se puede usar un fieltro de prensado diferencial como se describe en la patente de Estados Unidos n.º 4.533.437 para Curran et al.

Los productos de la presente invención se producen ventajosamente de acuerdo con una prensa en húmedo o con un procedimiento de deshidratación de manera compacta, en donde la trama es acresponada con banda después de deshidratar a una consistencia entre 30-60 % como se describe en lo sucesivo. La banda de acresponamiento empleada es una banda de polímero perforado de la clase que se muestra en las figuras 4 a 9.

La figura 4 es una fotografía de vista en planta (20X) de una porción de una primera banda polimérica 50 que tiene una superficie superior 52 que es generalmente plana y una pluralidad de perforaciones cónicas 54, 56 y 58. La banda tiene un espesor de aproximadamente 0,2 mm a 1,5 mm, y cada perforación tiene un saliente superior tal como los salientes 60, 62, 64 que se extienden desde la superficie 52 alrededor de la periferia superior de las perforaciones cónicas como se muestra. Las perforaciones sobre la superficie superior se separan con una pluralidad de porciones o partes planas 66, 68 y 70 entremedio que separan las perforaciones. En la realización que se muestra en la figura 4, las porciones superiores de las perforaciones tienen un área abierta de aproximadamente 1 mm cuadrado de forma oval con una longitud de aproximadamente 1,5 mm a lo largo del eje más largo 72 y un ancho de aproximadamente 0,7 mm a lo largo de un eje más corto 74 de las aberturas.

En el procedimiento de la invención, la superficie superior 52 de la banda 50 es normalmente el lado "de acresponamiento" de esta banda, es decir, el lado de la banda en contacto con la trama, mientras que la superficie opuesta o inferior 76 que se muestra en la figura 5 y que se describe a continuación es el lado de la "máquina" de la banda que contacta las superficies que soportan la banda. La banda de las figuras 4 y 5 está montada de modo tal que los ejes más largos 72 de las perforaciones están alineados con la CD de la máquina para fabricar el papel

La figura 5 es una fotografía de vista en planta de la banda polimérica de la figura que muestra una superficie inferior 76 de la banda 50. La superficie inferior 76 define las aberturas inferiores 78, 80 y 82 de las perforaciones 56 y 58. Las aberturas inferiores de las perforaciones cónicas tienen también forma oval, pero son más pequeñas que las correspondientes aberturas superiores de las perforaciones. Las aberturas inferiores tienen una longitud del eje más largo de aproximadamente 1,0 mm, y un ancho más corto de aproximadamente 0,4 mm, y un área de aproximadamente 0,3 mm cuadrados o aproximadamente 30 % del área abierta de las aberturas superiores. Si bien parece haber un leve saliente alrededor de las aberturas inferiores, el saliente es mucho menos pronunciado, como se observa en la figura 5 y se aprecia mejor con referencia a las figuras 6 y 7. Se cree que la construcción cónica de la perforación facilita la separación de la trama de la banda después del acresponamiento de la banda en conexión con los procedimientos descritos en la presente memoria.

Las figuras 6 y 7 son análisis de perfilometría láser de una perforación tal como la perforación 54 de la banda 50 tomados a lo largo de la línea 72 de la figura 4 hasta el eje más largo de la perforación 54, que muestra diversas características. La perforación 54 posee una pared interior cónica 84 que se extiende desde la abertura superior 86 hasta la abertura inferior 78 por una altura 88 de aproximadamente 0,65 mm que incluye una altura del reborde 90 como se aprecia a partir de la leyenda a color que indica la altura aproximada. La altura del reborde se extiende desde la porción más superior del reborde hacia la superficie adyacente tal como la superficie 70 y está en el intervalo de aproximadamente 0,15 mm.

Se ha de apreciar a partir de las figuras 4 y 5 que la banda 50 posee una estructura relativamente "cerrada" en la parte inferior de la banda, donde menos de 50 % del área proyectada constituye las aberturas de perforación, mientras que la superficie superior de la banda posee un área relativamente "abierta", que constituye el área de perforación superior. Los beneficios de esta construcción en el proceso inventivo son por lo menos triples. Por un lado, la conicidad de las perforaciones facilita la recuperación de la trama de la banda. Por otra parte, una banda polimérica con perforaciones cónicas tiene más material polimérico en su porción inferior, lo que puede proveer la resistencia y rigidez necesarias para sobrevivir a los rigores del procedimiento de fabricación. Incluso otro beneficio es la parte inferior relativamente "cerrada", la estructura generalmente plana de la banda puede usarse para "sellar" una caja de vacío y permitir el flujo a través de las perforaciones en la banda, concentrando el flujo de aire y la eficacia del vacío para tratar con vacío la trama a fin de mejorar la estructura y ofrecer calibre adicional, como se describe aquí en lo sucesivo. Este efecto de sellado se obtiene incluso con los rebordes leves observados en el lado de la máquina de la banda.

Las formas de las perforaciones cónicas a través de la banda se pueden variar para lograr estructuras particulares en el producto. Las formas ilustrativas se indican en las figuras 8 y 9 que ilustran una porción de otra banda 100 que se puede usar para fabricar los productos inventivos. Se pueden usar perforaciones circulares y ovaloides que tienen diámetros mayores y menores en un amplio intervalo de tamaños, y la invención no debe interpretarse como limitada a los tamaños específicos representados en los dibujos ni a la perforación específica por cm² ilustrada.

La figura 8 es una fotografía de vista en planta (10X) de una porción de una banda polimérica 100 que tiene una superficie superior (acresponamiento) 102 y una pluralidad de perforaciones cónicas de sección transversal ligeramente ovales, principalmente circulares 104, 106 y 108. Esta banda también tiene un espesor de aproximadamente 0,2 a 1,5 mm y cada perforación tiene un saliente superior tal como los salientes 110, 112 y 114, que se extiende hacia arriba alrededor de la periferia superior de la perforación, como se muestra. Las perforaciones de la superficie superior a su vez están separadas por una pluralidad de porciones o partes planas 116, 118 y 120 entremedio que separan las perforaciones. En la realización que se muestra en las figuras 8 y 9, las porciones superiores de las perforaciones tienen un área abierta de aproximadamente 0,75 mm cuadrados, mientras que las aberturas inferiores de las perforaciones cónicas son mucho más pequeñas, aproximadamente 0,12 mm cuadrados; aproximadamente 20 % del área de las aberturas superiores. Las aberturas superiores tienen un eje mayor de aproximadamente 1,1 mm de longitud y un eje ligeramente más corto que tiene un ancho de aproximadamente 0,85

mm.

La figura 9 es una fotografía de vista en planta (10X) de una superficie inferior (lado de la máquina) 122 de la banda 100 en donde se observan las aberturas inferiores que tienen ejes mayores y menores 124 y 126 de aproximadamente 0,37 y 0,44 mm respectivamente. Aquí una vez más, la parte inferior de la banda tiene un área mucho menos "abierta" que el lado superior de la banda (en donde la trama es acresponada). La superficie inferior de la banda está sustancialmente menos de 50 % abierta, mientras que la superficie superior parece tener por lo menos aproximadamente 50 % de área abierta y más.

Las bandas 50 o 100 pueden estar hechas por cualquier técnica adecuada, incluidas técnicas fotopoliméricas, moldeo, prensado en caliente o perforación con cualquier medio. El uso de bandas que tienen una capacidad importante de estirarse en dirección de la máquina sin alabeo, arrugas o desgarre puede ser particularmente beneficioso; ya que, si la longitud del trayecto alrededor de los rodillos que definen el trayecto de una tela o banda en una máquina para fabricar papel se mide con precisión, en muchos casos la longitud del trayecto varía de manera significativa en el ancho de la máquina. Por ejemplo, en una máquina de papel que tiene un ancho de corte de 7,11 metros (280 pulgadas), una pasada de tela o banda típica podría ser de aproximadamente 60,96 metros (200 pies). No obstante, si bien los rodillos que definen la pasada de banda o tela tienen forma prácticamente cilíndrica, a menudo varían significativamente de cilíndrica que tiene leves coronas, envolturas, conicidades o pliegues, o bien inducidos intencionalmente o como producto de cualquiera de una diversidad de otras causas. Además, ya que muchos de estos rodillos voladizos como soportes en el lado de la máquina por lo general son removibles, incluso si los cilindros podrían considerarse como perfectamente cilíndricos, los ejes de estos cilindros no serían en general precisamente paralelos entre sí. Por lo tanto, la longitud del trayecto alrededor de estos rodillos podría ser de 60,96 metros (200 pies) precisamente a lo largo de la línea central del ancho de corte pero de 60,8 metros (199' 6") en la línea de corte del lado de la máquina y de 61,4 metros (201' 4") en la línea de corte del lado de la carga con una variación no lineal en la longitud que corre entremedio de las líneas de corte. Por consiguiente, hemos observado que es conveniente para las bandas poder acomodar ligeramente esta variación. En la fabricación de papel convencional, como así también en el acresponamiento de tela, las telas tejidas tienen la capacidad de contraerse transversalmente hacia la dirección de la máquina para acomodar deformaciones o estiramientos en la dirección de la máquina, de manera de ajustar casi automáticamente las desuniformidades en la longitud del trayecto. Hemos observado que muchas bandas poliméricas formadas uniendo una gran cantidad de secciones de banda monolíticamente formadas son incapaces de adaptarse fácilmente a las variaciones en la longitud del trayecto en el ancho de la máquina sin desgarres, alabeo o arrugas. No obstante, dicha variación puede a menudo acomodarse con una banda que puede estirarse de manera significativa en la dirección de la máquina, contrayéndose en la dirección transversal sin desgarre alabeo o arrugas. Una ventaja particular de las bandas formadas encapsulando una tela tejida convencional en un polímero es que dichas bandas pueden tener una capacidad importante de resolver la varianza en la longitud del trayecto contrayéndose ligeramente en la dirección transversal de la máquina, en donde la longitud del trayecto es más larga, particularmente si las regiones poliméricas están libres para seguir la tela. En general preferimos que las bandas tengan la capacidad de adaptarse a las variaciones entre aproximadamente 0,01 % y 0,2 % de longitud sin desgarre, alabeo o arrugas.

La figura 41 es un esquema isométrico de una banda que tiene una ordenación interpenetrante escalonada de perforaciones que permiten que la banda se estire más libremente en respuesta a dichas variaciones en la longitud del trayecto, en donde las perforaciones 54, 56 y 58 tienen una forma generalmente triangular con la pared posterior arqueada 59 que impacta en la hoja durante la etapa de acresponamiento de la banda.

Para formar las perforaciones a través de la banda, preferimos particularmente grabar con láser o perforar una hoja polimérica. La hoja puede ser un sólido estratificado, monolítico u opcionalmente un material de hoja polimérica relleno o reforzado con microestructura y longitud adecuadas. Los materiales poliméricos adecuados para formar la banda incluyen poliésteres, copoliésteres, poliamidas, copoliamidas y otros polímeros adecuados para formación de hojas, películas o fibras. Los poliésteres que se pueden utilizar en general se obtienen por técnicas de polimerización conocidas a partir de ácidos alifáticos o aromáticos con dioles alifáticos y/o aromáticos saturados. Los monómeros de diácidos aromáticos incluyen los ésteres de alquilo inferior tales como ésteres de dimetilo de ácido tereftálico o ácido isoftálico. Los ácidos dicarboxílicos alifáticos típicos incluyen ácido adípico, sebácico, azelaico, dodecanodioico, o 1,4-ciclohexanodicarboxílico. Los ácidos dicarboxílicos aromáticos preferidos o su éster o anhídrido se estratifican o trans-esterifican y policondensan con el diol saturado alifático o aromático. Los dioles alifáticos saturados típicos incluyen los dioles de alcano inferior tales como etilenglicol. Los dioles cicloalifáticos típicos incluyen 1,4-ciclohexano diol y 1,4-ciclohexano dimetanol. Los dioles aromáticos típicos incluyen dioles aromáticos tales como hidroquinona, resorcinol, y los isómeros de naftaleno diol (1,5-; 2,6-; y 2,7-). Se pueden utilizar también diversas mezclas de ácidos dicarboxílicos alifáticos y aromáticos, y dioles alifáticos y aromáticos saturados. Más típicamente, los ácidos dicarboxílicos aromáticos se polimerizan con dioles alifáticos para producir poliésteres, tales como polietilentereftalato (ácido tereftálico + etilenglicol, que opcionalmente incluye algo de diol cicloalifático). Además, los ácidos dicarboxílicos aromáticos pueden polimerizarse con dioles aromáticos para producir poliésteres totalmente aromáticos, tales como polifenilentereftalato (ácido tereftálico + hidroquinona). Algunos de estos poliésteres totalmente aromáticos forman fases cristalinas líquidas en la mezcla y por lo tanto se denominan "poliésteres cristalinos líquidos" o LCP.

Los ejemplos de poliésteres incluyen; polietilentereftalato; poli(1,4-butilen) tereftalato; y copolímero de 1,4-ciclohexilendimetileno tereftalato/isoftalato y otros ésteres de homopolímero lineales derivados de ácidos dicarboxílicos aromáticos, incluidos ácido isoftálico, ácido bibenzoico, ácido naftaleno-dicarboxílico que incluye los ácidos 1,5-; 2,6-; y 2,7-naftaleno-dicarboxílico; ácido 4,4'-difenileno-dicarboxílico; ácido bis(*p*-carboxifenil) metano; ácido etileno-bis-*p*-benzoico; ácido 1,4-tetrametileno bis(*p*-oxibenzoico); ácido bis(*p*-oxibenzoico); ácido 1,3-trimetileno bis(*p*-oxibenzoico); y dioles seleccionados del grupo que consiste en 2,2-dimetil-1,3-propano diol; ciclohexano dimetanol y glicoles alifáticos de la fórmula general $\text{HO}(\text{CH}_2)_n\text{OH}$ en donde *n* es un entero entre 2 y 10, p. ej., etilenglicol; 1,4-tetrametilenglicol; 1,6-hexametilenglicol; 1,8-octametilenglicol; 1,10-decametilenglicol; y 1,3-propilenglicol; y polietilenglicoles de la fórmula general $\text{HO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$ en donde *n* es un entero entre 2 y 10.000, y dioles aromáticos tales como hidroquinona, resorcinol y los isómeros de naftaleno diol (1,5-; 2,6-; y 2,7). También puede estar presente uno o más ácidos dicarboxílicos alifáticos, tales como ácido adípico, sebácico, azelaico, dodecanodioico o ácido 1,4-ciclohexanodicarboxílico.

También se incluyen copolímeros que contienen poliéster tales como poliesteramidas, poliesterimidas, poliesteranhídridos, poliéster-éteres, poliesteracetonas y similares.

Las resinas de poliamida que pueden ser útiles en la práctica de la invención son conocidas en la técnica e incluyen resinas semicristalinas y amorfas, que pueden producirse, por ejemplo, por polimerización de condensación de cantidades equimolares de ácidos dicarboxílicos saturados que contienen entre 4 y 12 átomos de carbono con diaminas, por polimerización de anillo abierto de lactamas, o por copolimerización de poliamidas con otros componentes, p. ej., para formar copolímeros en bloque de poliamida de poliéter. Los ejemplos de poliamidas incluyen polihexametileno adipamida (nylon 66), polihexametileno azelaamida (nylon 69), polihexametileno sebacamida (nylon 610), polihexametileno dodecanoamida (nylon 612), polidodecametileno dodecanoamida (nylon 1212), policaprolactam (nylon 6), lactama poliláurica, ácido poli-11-aminoundecanoico y copolímeros de ácido adípico, ácido isoftálico y diamina de hexametileno.

Si se emplea un formador Fourdrinier u otro formador de espacios, la trama naciente puede acondicionarse con cajas de succión y un refuerzo de vapor hasta que alcanza un contenido de sólidos adecuado para transferir a un fieltro de deshidratación. La trama naciente puede transferirse con ayuda de succión al fieltro. En un formador creciente, el uso de succión es en general innecesario ya que la trama naciente se forma entre la tela formadora y el fieltro.

Un modo preferido de fabricar los productos inventivos implica deshidratar de manera compacta una pasta para fabricación de papel que tiene una distribución aparentemente aleatoria de la orientación de la fibra y acresponar con la banda la trama como para redistribuir la pasta con el fin de alcanzar las propiedades deseadas. Las características destacadas de un aparato típico para producir los productos de la invención se muestra en la figura 10A. La sección de prensado 150 incluye un fieltro para fabricación de papel 152, un rodillo de succión 156, una zapata de prensado 160, y un rodillo auxiliar 162. En todas las realizaciones en las que se utiliza un rodillo auxiliar, el rodillo auxiliar 162 puede opcionalmente calentarse, preferiblemente internamente por calor. Se provee además un rodillo de acresponamiento 172, una banda de acresponamiento 50 que tiene la geometría anteriormente descrita, como también una caja de succión opcional 176.

En funcionamiento, el fieltro 152 transporta una trama naciente 154 alrededor de un rodillo de succión 156 hacia un nip de prensado 158. En el nip de prensado 158 la trama se deshidrata compactamente y se transfiere a un rodillo auxiliar 162 (algunas veces denominado rodillo de transferencia en lo sucesivo) en donde la trama es transportada hacia la banda de acresponamiento. En un nip de acresponamiento 174, la trama 154 es transferida hacia la banda 50 (lado superior) como se analiza en más detalle a continuación. El nip de acresponamiento se define entre el rodillo auxiliar 162 y la banda de acresponamiento 50 que es presionada contra el rodillo auxiliar 162 por el rodillo de acresponamiento 172 que puede ser un rodillo blando cubierto como también se analiza en lo sucesivo. Después de que la trama es transferida hacia la banda 50, puede utilizarse opcionalmente una caja de succión 176 para aplicar succión a la hoja con el fin de extraer parcialmente algunos pliegues diminutos, como se observará en los productos de extracción de vacío que se describen en lo sucesivo. Es decir, con el fin de proporcionar volumen adicional, se acrespona una trama húmeda hacia una banda perforada y se expande dentro de la banda perforada por succión, por ejemplo.

Una máquina para fabricación de papel adecuada para elaborar el producto de la invención puede tener distintas configuraciones, como se observa en las figuras 10B, 10C y 10D analizadas a continuación.

Se muestra en la figura 10B una máquina para fabricar papel 220 para uso en relación con la presente invención. La máquina fabricadora de papel 220 es una máquina de tela de tres circuitos que tiene una sección formadora 222 a la que en general se denomina en la técnica formadora creciente. La sección formadora 222 incluye una caja de cabeza 250 que deposita una pasta papelera en la tela formadora 232 soportada por una pluralidad de rodillos tales como los rodillos 242, 245. La sección formadora incluye un rodillo formador 248 que soporta el fieltro para fabricación de papel 152 de manera tal que la trama 154 se forma directamente sobre el fieltro 152. La pasada de fieltro 224 se extiende hacia una sección de la prensa de zapata 226 en donde la trama húmeda se deposita en el rodillo auxiliar 162 y se prensa en húmedo concurrentemente con la transferencia. Luego la trama 154 es

acresponada hacia la banda 50 (aberturas grandes del lado superior) en el nip de acresponamiento de la banda 174 antes de que se le extraiga opcionalmente vacío con la caja de succión 176 y después se deposita en una secadora Yankee 230 en otro nip de prensado 292 que usa un adhesivo de acresponamiento, como se observó anteriormente. La transferencia a la secadora Yankee desde la banda de acresponamiento difiere de las transferencias convencionales en un CWP desde un fieltro a la secadora Yankee. En un procedimiento CWP, las presiones en el nip de transferencia pueden ser de aproximadamente 87,6 kN/metro (500 PLI), y el área de contacto por presión entre la superficie Yankee y la trama es cercana a 100 %. El rodillo de presión puede ser un rodillo de succión que tiene una dureza P&J de 25-30. Por otra parte, un procedimiento de acresponamiento de la banda de la presente invención típicamente implica transferir a una secadora Yankee con 4-40 % de área de contacto por presión entre la trama y la superficie Yankee a una presión de 43,8-61,3 kN/metro (250-350 PLI). No se aplica succión en el nip de transferencia y se usa el rodillo de presión más suave, dureza , P&J 35-45. El sistema incluye un rodillo de succión 156, en algunas realizaciones; no obstante, el sistema de tres circuitos se puede configurar en una diversidad de formas en donde no es necesario un rodillo giratorio. Esta característica es particularmente importante en conexión con la reconstrucción de una máquina de papel, dado que el gasto de recolocar el equipo asociado, es decir, la caja de cabeza, el equipo de procesamiento de pulpa o fibra y/o el equipo de secado grande y costoso tal como la secadora o una pluralidad de secadoras harían que la reconstrucción fuese prohibitivamente costosa, a menos que las mejoras pudiesen configurarse para ser compatibles con la instalación existente.

Haciendo referencia a la figura 10C, se muestra esquemáticamente una máquina para fabricar papel 320 que puede usarse para practicar la presente invención. La máquina para fabricar papel 320 incluye una sección formadora 322, una sección de prensado 150, un rodillo de acresponamiento 172, como también una sección de secadora 328. La sección formadora 322 incluye una caja de cabeza 330, una tela o bastidor formador 332, que está soportado en una pluralidad de rodillos para proveer una mesa formadora de sección 322. Se provee por lo tanto un rodillo formador 334, rodillos de soporte 336, 338 como también un rodillo de transferencia 340.

La sección de prensado 150 incluye un filtro para fabricación de papel 152 soportado sobre rodillos 344, 346, 348, 350 y un rodillo de prensa de zapata 352. El rodillo de prensa de zapata 352 incluye una zapata 354 para prensar la trama contra el tambor de transferencia o rodillo auxiliar 162. El tambor de transferencia o rodillo auxiliar 162 puede calentarse, si se desea. En una realización preferida, la temperatura se controla como para mantener un perfil de humedad en la trama, de manera que se prepara una hoja lateral que tiene una variación local en la humedad de la hoja que no se extiende a la superficie de la trama en contacto con el rodillo auxiliar 162. Típicamente, se utiliza vapor para calentar el rodillo auxiliar 162 como se observa en la patente de Estados Unidos n.º 6.379.496 para Edwards et al. El rodillo auxiliar 162 incluye una superficie de transferencia 358 en la que se deposita la trama durante la fabricación. El rodillo de acresponamiento 172 soporta, en parte, una banda de acresponamiento 50 que también está soportada en una pluralidad de rodillos 362, 364 y 366.

La sección de la secadora 328 también incluye una pluralidad de secadoras cilíndricas 368, 370, 372, 374, 376, 378 y 380 como se muestra en el diagrama, en donde los cilindros 376, 378 y 380 están en un primer nivel y los cilindros 368, 370, 372 y 374 están en un segundo nivel. Los cilindros 376, 378 y 380 están en contacto directo con la trama, mientras que los cilindros en el otro nivel están en contacto con la banda. En esta disposición de dos niveles en donde la trama está separada de los cilindros 370 y 372 por la banda, algunas veces es ventajoso proveer el choque de las secadoras de aire en los cilindros 370 y 372, que pueden ser cilindros perforados, de modo que el flujo de aire se indica esquemáticamente en 371 y 373.

Se provee también una sección de carrete 382 que incluye un rodillo guía 384 y un carrete de enrollamiento 386 que se muestran esquemáticamente en el diagrama.

La máquina de papel 320 se hace funcionar de manera que la trama se transporta en la dirección de la máquina indicada por las flechas 388, 392, 394, 396 y 398 como se observa en la figura 10C. Una pasta para fabricación de papel de baja consistencia, menos de 5 %, típicamente 0,1 % a 0,2 %, se deposita en la tela o bastidor 332 para formar una trama 154 en la sección formadora 322 como se muestra en el diagrama. La trama 154 se transporta en la dirección de la máquina hacia la sección de prensado 150 y se transfiere a un fieltro de prensado 152. En este sentido, la trama típicamente se deshidrata hasta una consistencia entre aproximadamente 10 y 15 % en la tela o bastidor 332 antes de ser transferida al fieltro. De modo que además, el rodillo 344 puede ser un rodillo de succión que ayude en la transferencia al fieltro 152. En el fieltro 152, la trama 154 se deshidrata hasta una consistencia típicamente alrededor de 20 a alrededor de 25 % antes de ingresar en un nip de prensado como se indica en 400. En el nip 400, la trama se prensa contra el rodillo auxiliar 162 mediante el rodillo de prensa de zapata 352. En este sentido, la zapata 354 ejerce presión mientras la trama es transferida hacia la superficie 358 del rodillo auxiliar 162, preferiblemente a una consistencia de aproximadamente 40 a 50 % en el rodillo de transferencia. El tambor de transferencia 162 se traslada en la dirección de la máquina indicada por 394 a una primera velocidad.

La banda 50 viaja en la dirección indicada por la flecha 396 y levanta la trama 154 en el nip de acresponamiento indicado en 174 en la parte superior, o en el lado más abierto de la banda. La banda 50 viaja a una segunda velocidad más lenta que la primera velocidad de la superficie de transferencia 358 del rodillo auxiliar 162. Por ende, la trama es provista con una banda de acresponamiento típicamente en una cantidad entre aproximadamente 10 y aproximadamente 100 % en la dirección de la máquina.

La banda de acresponamiento define un nip de acresponamiento en la distancia en la que la banda de acresponamiento 50 se adapta para entrar en contacto con la superficie 358 del rodillo auxiliar 162; es decir, aplica presión suficiente a la trama contra el cilindro de transferencia. Con este fin, el rodillo de acresponamiento 172 puede estar provisto con una superficie deformable blanda que aumentará el ancho del nip de acresponamiento y el ángulo de acresponamiento de la banda entre la banda y la hoja en el punto de contacto, o podría usarse un rodillo de prensa de zapata o dispositivo similar como rodillo auxiliar 162 o 172 para aumentar el contacto eficaz con la trama en el nip de acresponamiento de la banda de alto impacto 174, en donde la trama 154 se transfiere a la banda 50 y se avanza en dirección de la máquina. Usando configuraciones conocidas de equipos existentes, es posible ajustar el ángulo de acresponamiento de la banda desde el nip de acresponamiento. Se puede usar una cubierta en el rodillo de acresponamiento 172 que tiene una dureza Pusey and Jones de aproximadamente 25 a aproximadamente 90. Por lo tanto, es posible influir en la naturaleza y la cantidad de redistribución de la fibra, deslaminación/desunión que puede ocurrir en el de acresponamiento de la banda 174 ajustando estos parámetros del nip. En algunas realizaciones, puede ser conveniente reestructurar las características entre las fibras en dirección z, mientras que en otros casos puede ser conveniente influir en las propiedades solamente en el plano de la trama. Los parámetros del nip de acresponamiento pueden influir en la distribución de la fibra en la trama en una diversidad de direcciones, incluida la inducción de cambios en la dirección z, como también MD y CD. En cualquier caso, la transferencia desde el cilindro de transferencia hacia la banda de acresponamiento tiene alto impacto, ya que la banda viaja más lentamente que la trama y ocurre un cambio de velocidad significativo. Típicamente, la trama es acresponada en cualquier parte entre 5-60 % e incluso más durante la transferencia desde el cilindro de transferencia a la banda. Una de las ventajas de la invención es que se pueden emplear altos grados de acresponamiento, que se aproximan o incluso exceden 100 %.

El nip de acresponamiento 174 en general se extiende en la distancia del nip de acresponamiento de la banda o el ancho de aproximadamente 3,18 mm a 50,8 mm (1/8" a aproximadamente 2"), típicamente 12,7 mm a 50,8 mm (1/2" a 2").

La presión del nip en el nip 174, es decir, la carga entre el rodillo de acresponamiento 172 y el tambor de transferencia 162 es adecuadamente 3,5-17,5 kN/metro (20-100), preferiblemente 7-12,25 kN/metro (40-70 libras por pulgada lineal (PLI)). Es necesaria una presión mínima en el nip de 1,75 kN/metro (10 PLI) o 3,5 kN/metro (20 PLI); no obstante, el experto en la técnica apreciará en una máquina comercial, que la presión máxima puede ser lo más alta posible, limitada solamente por la máquina particular empleada. Por ende, se pueden usar presiones superiores a 17,5 kN/metro (100 PLI), 87,5 kN/metro (500 PLI), 175 kN/metro (1000 PLI) o más, si resulta práctico y siempre que se pueda mantener una delta velocidad.

Después del acresponamiento de la banda, la trama 154 es retenida en la banda 50 y alimentada a la sección de la secadora 328. En la sección de la secadora 328 la trama se seca hasta una consistencia entre aproximadamente 92 y 98 % antes de bobinarse en un carrete 386. Obsérvese que se provee en la sección de secado una pluralidad de rodillos de secado calientes 376, 378 y 380 que están en contacto directo con la trama en la banda 50. Los cilindros o rodillos de secado 376, 378 y 380 se calientan al vapor hasta una temperatura elevada operativa para secar la trama. Los rodillos 368, 370, 372 y 374 se calientan también aunque estos rodillos contactan la banda directamente y no la trama directamente. Opcionalmente, se provee una caja de succión 176 que se puede usar para expandir la trama dentro de las perforaciones de la banda a fin de aumentar el calibre, como se observó anteriormente.

En algunas realizaciones de la invención, es conveniente eliminar las extracciones de corrientes en el procedimiento, tal como la corriente abierta entre la banda de acresponamiento y secado y el carrete 386. Esto se consigue fácilmente extendiendo la banda de acresponamiento hacia el tambor del carrete y transfiriendo la trama directamente desde la banda hacia el carrete, como se describe en general en la patente de Estados Unidos n.º 5.593.545 para Rugowski et al.

Los productos y procedimientos de la presente invención son por ende también para uso en conexión con dispensadores de toallas automáticos no al tacto, de la clase descrita en la solicitud de patente de Estados Unidos conjuntamente en trámite de serie n.º 11/678.770 (Publicación n.º US 2007-0204966), titulada "Method of Controlling Adhesive Build-Up on a Yankee Dryer", presentada el 26 de febrero de 2007 (Expediente de abogado n.º 20140; GP-06-1) y en la solicitud de patente de Estados Unidos de serie n.º 11/451,111 (Publicación n.º US 2006-0289134), titulada "Method of Making Fabric-Creped Sheet for Dispensers", presentada el 12 de junio de 2006 (Expediente de abogado n.º 20079; GP-05-10), ahora patente de Estados Unidos n.º 7.585.389. En este sentido, la hoja base se produce adecuadamente en una máquina para fabricación de papel que se muestra en la figura 10D.

La figura 10D es un diagrama esquemático de una máquina para fabricación de papel 410 que tiene una sección formadora de doble tela 412, una pasada de fieltro 414, una sección de prensa de zapata 416, una banda de acresponamiento 50 y una secadora Yankee 420 adecuada para practicar la presente invención. La sección formadora 412 incluye un par de telas formadoras 422, 424 soportadas por una pluralidad de rodillos 426, 428, 430, 432, 434, 436 y un cilindro formador 438. Una caja de cabeza 440 proporciona pasta papelera allí emitida como un chorro en la dirección de la máquina hacia un nip 442 entre el rodillo formador 438 y el rodillo 426 y la tela. La pasta papelera forma una trama naciente 444 que se deshidrata en la tela con la ayuda de succión, por ejemplo, mediante

la caja de succión 446.

La trama naciente se avanza hacia un fieltro para fabricar papel 152 que está soportado por una pluralidad de rodillos 450, 452, 454, 455, y el fieltro está en contacto con un rodillo de la prensa de zapata 456. La trama tiene baja consistencia a medida que es transferida hacia el fieltro. La transferencia puede asistirse por succión, por ejemplo el rodillo 450 puede ser un rodillo de succión si así se desea o una zapata de recogida o succión como se conoce en la técnica. A medida que la trama alcanza el rodillo de la prensa de zapata puede tener una consistencia de 10-25 %, preferiblemente 20 a 25 % o similar, a medida que ingresa en el nip 458 entre el rodillo de la prensa de zapata 456 y el tambor de transferencia 162. El tambor de transferencia 162 puede ser un rodillo calentado, si se desea. Se ha descubierto que aumentar la presión de vapor para transferir el tambor 162 ayuda a alargar el tiempo entre la extracción requerida de adhesivo del cilindro de la secadora Yankee 420. La presión de vapor adecuada puede ser de aproximadamente 95 psig o similar, teniendo en cuenta que el rodillo auxiliar 162 es un rodillo corona y un rodillo de acresponamiento 172 tiene una corona negativa para combinar, de modo tal que el área de contacto entre los rodillos esté influenciada por la presión en el rodillo auxiliar 162. Por consiguiente, se debe tomar la precaución de mantener el contacto compatible entre los rodillos 162, 172 cuando se emplea presión elevada.

En lugar de un rodillo de prensa de zapata, el rodillo 456 podría ser un rodillo de presión de succión convencional. Si se emplea una prensa de zapata, es conveniente y preferible que el rodillo 454 sea un rodillo de succión eficaz para eliminar el agua del fieltro antes de ingresar en el nip de la prensa de zapata, ya que el agua de la pasta papelera se presionara hacia el fieltro en el nip de la prensa de zapata. En cualquier caso, el uso de un rodillo de succión en 454 es típicamente conveniente para asegurar que la trama permanezca en contacto con el fieltro durante el cambio de dirección, como apreciará el experto en la técnica a partir del diagrama.

La trama 444 se prensa en húmedo en el fieltro en el nip 458 con la ayuda de la zapata de prensa 160. La trama es por lo tanto deshidratada de forma compacta en el nip 458, típicamente aumentando la consistencia por 15 puntos o más en esta etapa del procedimiento. La configuración que se muestra en el nip 458 en general se denomina prensa de zapata; en relación con la presente invención, el rodillo auxiliar 162 es operativo como cilindro de transferencia que opera para transportar la trama 444 a alta velocidad, típicamente 5,08 m/s-30,5 m/s (1000 fpm-6000 fpm), hacia la banda de acresponamiento. El nip 458 puede configurarse como una prensa de zapata de nip amplio o extendido como se detalla, por ejemplo, en la patente de Estados Unidos n.º 6.036.820 para Schiel et al.

El cilindro auxiliar 162 tiene una superficie lista 464 que puede estar provista con adhesivo (el mismo que el adhesivo de acresponamiento utilizado en el cilindro Yankee) y/o agentes de liberación, si es necesario. La trama 444 se adhiere a la superficie de transferencia 464 del rodillo auxiliar 162 que gira a una alta velocidad angular a medida que la trama sigue avanzando en la dirección de la máquina indicada por las flechas 466. En el cilindro, la trama 444 tiene una distribución aparente en general aleatoria de la orientación de la fibra.

La dirección 466 se refiere a la dirección de la máquina (MD) de la trama como también a aquella de la máquina para fabricar papel 410; mientras que la dirección transversal de la máquina (CD) es la dirección en el plano de la trama perpendicular a la MD.

La trama 444 ingresa en el nip 458 típicamente a consistencias de 10-25 % o similares y se deshidrata y seca a consistencias de aproximadamente 25 a aproximadamente 70 al momento que es transferida a la parte superior de la banda de acresponamiento 50 como se muestra en el diagrama.

La banda 50 está soportada sobre una pluralidad de rodillos 468, 472 y un rodillo de prensado 474, y forma un nip de acresponamiento de la banda 174 con tambor de transferencia 162 como se muestra.

La banda de acresponamiento define un nip de acresponamiento en la distancia en la cual la banda de acresponamiento 50 se adapta para entrar en contacto con el rodillo auxiliar 162; es decir, aplica presión significativa a la trama contra el cilindro de transferencia. Con este fin, el rodillo de acresponamiento 172 puede estar provisto con una superficie deformable blanda que aumentará con el ancho del nip de acresponamiento y aumentará el ángulo de acresponamiento de la banda entre la banda y la hoja en el punto de contacto, o podría usarse un rodillo de prensa de zapata como rodillo 172 para aumentar el contacto eficaz con la trama en el nip de acresponamiento de la banda de alto impacto 174, en donde la trama 444 es transferida a la banda 50 y avanzada en la dirección de la máquina.

La presión del nip en el nip 174, es decir, la carga entre el rodillo de acresponamiento 172 y el rodillo auxiliar 162 es adecuadamente 3,5-35 kN/metro (20-200), preferiblemente 7-12,25 kN/metro (40-70 libras por pulgada lineal (PLI)). Es necesaria una presión mínima en el nip de 1,75 kN/m (10 PLI) o 3,5 kN/m (20 PLI); no obstante, el experto en la técnica apreciará en una máquina comercial, que la presión máxima puede ser lo más alta posible, limitada solamente por la máquina particular empleada. Por consiguiente, se podrán usar presiones que superen 17,5 kN/m (100 PLI), 87,5 kN/m (500 PLI), 175 kN/m (1000 PLI) o más si resulta práctico, y siempre y cuando se pueda mantener una delta velocidad suficiente entre el rodillo de transferencia y la banda de acresponamiento.

Después del acresponamiento de la banda, la trama continúa avanzado a lo largo de la MD 466 en donde se prensa

en húmedo hacia el cilindro Yankee 480 en el nip de transferencia 482. Opcionalmente, se aplica succión a la trama mediante una caja de succión 176, para extraer pliegues diminutos como también expandir la estructura convexa como se analiza a continuación.

5 La transferencia en el nip 482 ocurre a una consistencia de la trama en general de aproximadamente 25 a aproximadamente 70 %. En estas consistencias, es difícil adherir la trama a la superficie 484 del cilindro Yankee 480 lo suficientemente firme para extraer la trama de la banda completamente. Este aspecto del procedimiento es importante, particularmente cuando se desea usar una cubierta de secado de alta velocidad.

10 El uso de adhesivos particulares colabora con una trama moderadamente húmeda (25-70 % de consistencia) para adherirla a la secadora Yankee lo suficiente como para permitir una operación a alta velocidad del sistema y secado al aire con choque a alta velocidad del chorro y posterior desprendimiento de la trama de la secadora Yankee. En este sentido, una composición adhesiva de poli(alcohol vinílico)/poliamida como se observó anteriormente se aplica en cualquier sitio conveniente entre el limpiador D y el nip 482 tal como en el sitio 486 según sea necesario, 15 preferiblemente a un índice de menos de aproximadamente 40 mg/m² de hoja.

La trama se seca en un cilindro Yankee 480 que es un cilindro calentado por aire de choque de chorro a alta velocidad en una cubierta Yankee 488. La cubierta 488 es capaz de tener temperatura variable. Durante el funcionamiento, la temperatura de la trama puede monitorearse en el extremo húmedo A de la cubierta y en el 20 extremo seco B de la cubierta usando un detector infrarrojo o cualquier otro medio adecuado, si se desea. A medida que el cilindro rota, la trama 444 se desprende del cilindro en 489 y se enrolla en un carrete de enrollamiento 490. El carrete 490 puede funcionar a 0,025-0,152 metros/segundo (preferiblemente 0,051-0,102 m/s) (5-30 fpm (preferiblemente 10-20 fpm)) más rápido que el cilindro Yankee en estado estable cuando la velocidad de la línea es 10,7 m/s (2100 fpm), por ejemplo. En lugar de desprender la hoja, se puede usar un auxiliar de acresponamiento C 25 convencionalmente para acresponar en seco la hoja. En cualquier caso, un limpiador D montado para enganche intermitente se usa para controlar la acumulación. Cuando se extrae la acumulación adhesiva del cilindro Yankee 480, la trama típicamente se segrega del producto en el carrete 490, preferiblemente alimentado a un conducto en 495 para reciclaje al procedimiento de producción.

30 En muchos casos, las técnicas de acresponamiento de la banda reveladas en las siguientes solicitudes y patentes serán especialmente adecuadas para fabricar los productos: solicitud de patente de Estados Unidos de serie n.º 11/678,669 (Publicación n.º US 2007-0204966), titulada "Method of Controlling Adhesive Build-Up on a Yankee Dryer", presentada el 26 de febrero de 2007 (Expediente de abogado n.º 20140; GP-06-1); solicitud de patente de Estados Unidos de serie n.º 11/451,112 (Publicación n.º US 2006-0289133), titulada "Fabric-Creped Sheet for 35 Dispensers", presentada el 12 de junio de 2006 (Expediente de abogado n.º 20195; GP-06-12), ahora patente de Estados Unidos n.º 7.585.388; solicitud de patente de Estados Unidos de serie n.º 11/451,111 (Publicación n.º US 2006-0289134), titulada "Method of Making Fabric-creped Sheet for Dispensers", presentada el 12 de junio de 2006 (Expediente de abogado n.º 20079; GP-05-10) ahora patente de Estados Unidos n.º 7.585.389; solicitud de patente de Estados Unidos de serie n.º 11/402,609 (Publicación n.º US 2006-0237154), titulada "Multi-Ply Paper Towel With Absorbent Core", presentada el 12 de abril de 2006 (Expediente de abogado n.º 12601; GP-04-11); solicitud de 40 patente de Estados Unidos de serie n.º 11/151,761 (Publicación n.º US 2005/0279471), titulada "High Solids Fabric-crepe Process for Producing Absorbent Sheet with In-Fabric Drying", presentada el 14 de junio de 2005 (expediente de abogado 12633; GP-03-35) ahora patente de Estados Unidos n.º 7.503.998; solicitud de patente de Estados Unidos de serie n.º 11/108.458 (Publicación n.º US 2005-0241787), titulada "Fabric-Crepe and In Fabric Drying 45 Process for Producing Absorbent Sheet", presentada el 18 de abril de 2005 (Expediente de abogado 12611 P1; GP-03-33-1) ahora patente de Estados Unidos n.º 7.442.278; solicitud de patente de Estados Unidos de serie n.º 11/108.375, (Publicación n.º US 2005-0217814), titulada "Fabric-Crepe/Draw Process for Producing Absorbent Sheet", presentada el 18 de abril de 2005 (Expediente de abogado n.º 12389P1; GP-02-12-1); solicitud de patente de Estados Unidos de serie n.º 11/104.014 (Publicación n.º US 2005-0241786), titulada "Wet-Pressed Tissue and 50 Towel Products With Elevated CD Stretch and Low Tensile Ratios Made With a High Solids Fabric-Crepe Process", presentada el 12 de abril de 2005 (Expediente de abogado 12636; GP-04-5) ahora patente de Estados Unidos n.º 7.588.660; solicitud de patente de Estados Unidos de serie n.º 10/679.862 (Publicación n.º US 2004-0238135), titulada "Fabric-Crepe Process for Making Absorbent Sheet", presentada el 6 de octubre de 2003 (Expediente de abogado. 12389; GP-02-12), ahora patente de Estados Unidos n.º 7.399.378; solicitud de patente de Estados Unidos de serie n.º 12/033.207 (Publicación n.º US 2008-0264589), titulada "Fabric Crepe Process With Prolonged Production Cycle", presentada el 19 de febrero de 2008 (Expediente de abogado 20216; GP-06-16) ahora patente de Estados Unidos n.º 7.608.164; y solicitud de patente de Estados Unidos de serie n.º 11/804.246, titulada "Fabric-creped Absorbent Sheet with Variable Local Basis Weight", presentada el 16 de mayo de 2007 (Expediente de abogado n.º 20179; GP-06-11) ahora patente de Estados Unidos n.º 7.494.563. Información útil adicional puede 60 hallarse en la patente de Estados Unidos n.º 7.399.378, cuya descripción también se incorpora por referencia.

Los productos de la invención se producen con o sin aplicación de vacío para extraer pliegues diminutos para reestructurar la trama y con y sin calandrado; no obstante, en muchos casos es conveniente usar ambos para promover un producto más absorbente y uniforme.

Los procedimientos de la presente invención son especialmente adecuados en casos en los que se desea reducir la

huella de carbono de las operaciones existentes y a la vez mejorar la calidad del tisú, ya que la hoja típicamente entrará en contacto con la secadora Yankee a aproximadamente 50 % de sólidos, de modo que los requerimientos de eliminación de agua pueden ser de aproximadamente 1/3 aquellos del procedimiento del documento US 2009/0321027 A1, "Environmentally-Friendly Tissue". Si bien la cantidad total de vacío puede contribuir más a la huella que el llamado prensado al aire, el procedimiento tiene el potencial de crear emisiones de carbono que son mucho menos que aquellas aplicaciones de tisú ecológicas, adecuadamente en exceso de 1/3 menos, hasta incluso 50 % menos para cantidades equivalentes de tisú en general equivalente.

Utilizando el aparato de la clase que se muestra en las figuras 10A-10D, se produjo la hoja base de acuerdo con la invención. Los datos del equipo, las condiciones de procesamiento y los materiales se exponen en la tabla 1. Los datos de la hoja base se exponen en la tabla 2.

Ejemplos 1-12

En los ejemplos 1-4, se usó la banda 50, como se muestra en las figuras 4-7, y una pasta papelera de tisú mezcla 50 % Eucalyptus, 50 % madera blanda nortea. Las figuras 39-40C son secciones de una tomografía con rayos x de la cúpula de una hoja preparada de acuerdo con el ejemplo 3, en donde la figura 39 es una vista en planta de una sección de la cúpula, mientras que las figuras 40A, 40B y 40C ilustran secciones tomadas a lo largo de las líneas indicadas en la figura 39. En cada una de las figuras 40A, 40B y 40C, se puede observar que las regiones que se proyectan hacia arriba y hacia adentro del borde delantero de la cúpula están altamente consolidadas.

En los ejemplos 5-8, se usó una banda similar a la banda 100 pero con menos perforaciones y una pasta papelera de toalla con mezcla 20 % Eucalyptus, 80 % madera blanda nortea.

En los ejemplos 9-10, se usó una banda similar a la banda 100 pero con menos perforaciones, y se empleó una pasta papelera de tisú estratificada con 80 % Eucalyptus, 20 % madera blanda nortea.

En los ejemplos 11-12, se usó la banda 100 y se empleó una pasta papelera de tisú estratificada 60 % Eucalyptus, 40 % madera blanda nortea.

Hercules D-1145 es un adhesivo de acresponamiento de 18 % sólidos que es una poliaminamida-epiclorhidrina de alto peso molecular que tienen baja capacidad termoestable.

Rezosol 6601 es una solución de 11 % sólidos de un modificador de acresponamiento en agua, en donde el modificador de acresponamiento es una mezcla de un 1-(2-alquenilamidoetil)-2-alquilenil-3-etilimidazolinio etilsulfato y un polietilenglicol.

Varisoft GP-B100 es un ablandador de pares de iones de 100 % activos, basado en un compuesto cuaternario de imidazolinio y una silicona aniónica como se describe en la patente de Estados Unidos n.º 6.245.197 B1.

Tabla 1												
Ejemplo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Rodillo n.º	19676	19680	19682	19683	19695	19696	19699	19701	19705	19706	19771	19772
Figuras y tablas	11A-G, 18 A, 19 A, 24A	2A	12A-G, 20A	1,3, 13A-G, 17A	Tab. 5, col. 2	Tab. 5, col. 2	Tab. 5, col. 3	Tab. 5, col. 3	Taba 7, col. 3	Tabla 7, col. 3	Tabla 6, col. 2, 3, 4	Tabla 6, col. 2, 3, 4
Formación	Doble tela	Doble tela	Doble tela	Doble tela	Doble tela	Doble tela	Doble tela	Doble tela	Doble tela	Doble tela	Doble tela	Doble tela
Suministro a caja de cabeza	Mezclado en PULPER	Mezclado en PULPER	Mezclado en PULPER	Mezclado en PULPER	Mezclado en PULPER	Mezclado en PULPER	Mezclado en PULPER	Mezclado en PULPER	Mezclado en PULPER	Mezclado en PULPER	Mezclado en PULPER	Mezclado en PULPER
Tipo de fieltro	Albany Tis-Shoe 200	Albany Tis-Shoe 200	Albany Tis-Shoe 200	Albany Tis-Shoe 200	Albany Tis-Shoe 200	Albany Tis-Shoe 200	Albany Tis-Shoe 200	Albany Tis-Shoe 200	Albany Tis-Shoe 200	Albany Tis-Shoe 200	Albany Tis-Shoe 200	Albany Tis-Shoe 200
Tipo de prensa	ViscoNip	ViscoNip	ViscoNip	ViscoNip	ViscoNip	ViscoNip	ViscoNip	ViscoNip	ViscoNip	ViscoNip	ViscoNip	ViscoNip
Tipo de manga de prensado	VENTA - BELT	VENTA - BELT	VENTA - BELT	VENTA - BELT	VENTA - BELT	VENTA - BELT	VENTA - BELT	VENTA - BELT	VENTA - BELT	VENTA - BELT	VENTA - BELT	VENTA - BELT
Cuchilla acresponamiento Yankee	15 grados acero	15 grados acero	15 grados acero	15 grados acero	15 grados acero	15 grados acero	15 grados acero	15 grados acero	15 grados acero	15 grados acero	15 grados acero	15 grados acero
Yankee Quím. 1	1145	1145	1145	1145	1145	1145	1145	1145	1145	1145	1145	1145
Yankee Quím. 2	6601	6601	6601	6601	6601	6601	6601	6601	6601	6601	6601	6601
Yankee Quím. 3	PVOH	PVOH	PVOH	PVOH	PVOH	PVOH	PVOH	PVOH	PVOH	PVOH	PVOH	PVOH

ES 2 664 608 T3

Químico del rodillo auxiliar 4	GPB 100	GPB 100	GPB 100	GPB 100	GPB 100	GPB 100	GPB 100	GPB 100	GPB 100	GPB 100	GPB 100	GPB 100
Rodillo n.º	19676	19680	19682	19683	19695	19696	19699	19701	19705	19706	19771	19772
Resistencia en seco, resistencia en húmedo o químico suavizante 5	CMC	CMC	CMC	CMC	CMC	CMC	CMC	CMC	FJ98	FJ98	GPB 100	GPB 100
Resistencia en húmedo o químico suavizante 6	Amres	Amres	Amres	Amres	Amres	Amres	Amres	Amres	Amres	Amres	FJ 98	FJ 98
Quím. 5 lb/ton (kg/tonelada métrica)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	5,7 (2,85)	5,6 (2,80)	5,5 (2,75)	5,7 (2,85)	1,7 (0,85)	1,9 (0,95)	3,1 (1,55)	3,2 (1,60)
Quím. 6 lb/tonelada (kg/ton métrica)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	19,2 (9,60)	18,6 (9,30)	19,1 (9,55)	19,2 (9,60)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	2,0 (1,0)	4,1 (2,05)
Quím. 1 mg/m²	8,8	8,6	9,3	9,4	9,3	9,3	9,3	9,3	9,4	9,4	8,3	8,3
Quím. 2 mg/m²	10,5	7,1	8,7	8,7	8,4	8,5	8,6	8,6	8,6	8,7	9,2	9,2
Quím. 3 mg/m²	30,0	26,3	28,0	28,0	34,4	34,4	34,5	34,4	28,2	28,1	25,7	25,6
Ejemplo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Quím.4 mg/m²	23,3	30,6	30,5	29,5	29,6	29,7	29,4	29,9	30,3	29,9	25,8	25,9
Veloc. chorro fpm (m/s)	2471 (12,55)	1985 (10,08)	2010 (10,21)	2014 (10,23)	2192 (11,14)	2195 (11,15)	2212 (11-24)	2212 (11,24)	2132 (10,83)	2131 (10,83)	1997 (10,14)	1999 (10,15)
Veloc. rodillo form., fpm (m/s)	2232 (11,34)	1744 (8,86)	1744 (8,86)	1744 (8,86)	1742 (8,85)	1742 (8,85)	1742 (8,85)	1742 (8,85)	1742 (8,85)	1742 (8,85)	1648 (8,37)	1648 (8,37)
Veloc. secadora pequeña, fpm (m/s)	2239 (11,37)	1743 (8,85)	1743 (8,85)	1743 (8,85)	1744 (8,86)	1744 (8,86)	1745 (8,86)	1745 (8,86)	1743 (8,85)	1743 (8,85)	1642 (8,34)	1643 (8,35)
Rodillo n.º	19676	19680	19682	19683	19695	19696	19699	19701	19705	19706	19771	19772
Veloc. Yankee, fpm (m/s)	1802 (9,15)	1402 (7,12)	1401 (7,12)	1402 (7,12)	1401 (7,12)	1401 (7,12)	1402 (7,12)	1402 (7,12)	1402 (7,12)	1402 (7,12)	1402 (7,12)	1402 (7,12)
Veloc. carrrete, fpm (m/s)	1712 (8,70)	1332 (6,77)	1332 (6,77)	1332 (6,77)	1361 (6,91)	1363 (6,92)	1363 (6,92)	1363 (6,92)	1336 (6,79)	1336 (6,79)	1305 (6,63)	1304 (6,62)
Relación chorro/tela	1,11	1,14	1,15	1,15	1,26	1,26	1,27	1,27	1,22	1,22	1,21	1,21
Relación acresponamiento tela	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,25	1,25	1,24	1,24	1,17	1,17
Relación acresponamiento carrete	1,05	1,05	1,05	1,05	1,03	1,03	1,03	1,03	1,05	1,05	1,07	1,07
Relación acresponamiento total	1,31	1,31	1,31	1,31	1,28	1,28	1,28	1,28	1,30	1,30	1,26	1,26
pH blanco - agua	5,60	5,62	5,62	5,62	7,87	7,87	7,93	7,85	6,77	6,76	7,43	7,43
Pulgadas de apertura porción (mm)	1,043 (26,5)	1,061 (26,9)	1,061 (26,9)	1,061 (26,9)	1,009 (25,6)	1,009 (25,6)	1,009 (25,6)	1,009 (25,6)	1,009 (25,6)	1,009 (25,6)	1,269 (32,2)	1,269 (32,2)
Flujo HB total, gpm (l/m)	sin datos	sin datos	sin datos	sin datos	sin datos	sin datos	sin datos	sin datos	sin datos	sin datos	2613 (2,613)	2614 (2,614)
Refinador HP (kW)	29,9 (22,3)	29,1 (21,7)	28,8 (21,5)	28,9 (21,6)	32,2 (24,0)	32,1 (23,9)	31,9 (23,8)	32,4 (24,2)	16,7 (12,5)	15,0 (11,2)	33,2 (24,8)	33,1 (24,7)
REFINER HP-días/tonelada (kW-h/m tonelada)	1,3 (21,1)	1,5 (24,3)	1,5 (24,3)	1,6 (26,0)	2,0 (32,5)	1,9 (30,8)	2,0 (32,5)	2,0 (32,5)	0,4 (6,5)	0,3 (4,9)	3,2 (51,9)	3,2 (51,9)
Rodillo n.º	19676	19680	19682	19683	19695	19696	19699	19701	19705	19706	19771	19772
Temp. cubierta WE Yankee., F. (°C)	609 (320,5)	605 (318,3)	562 (294,4)	551 (288,3)	432 (222,2)	430 (221,1)	446 (230)	436 (224,4)	520 (271,1)	535 (279,4)	556 (291,1)	533 (278,3)
Temp. cubierta DE Yankee., F. (°C)	558 (292,2)	550 (287,8)	512 (266,7)	502 (261,1)	392 (200)	391 (199,4)	379 (192,8)	392 (200)	479 (248,3)	473 (245)	510 (265,6)	488 (253,3)
Vacio del rodillo de succión, (pulg. Hg) (kPa)	10,5 (35,6)	10,5 (35,6)	10,5 (35,6)	10,5 (35,6)	10,5 (35,6)	10,5 (35,6)	10,5 (35,6)	10,5 (35,6)	10,5 (35,6)	10,5 (35,6)	10,5 (35,6)	10,5 (35,6)
Carga del rodillo de presión, PLI (kN/metro)	374 (65,5)	411 (71,9)	409 (71,6)	408 (71,4)	359 (62,8)	359 (62,8)	361 (63,2)	361 (63,2)	352 (61,6)	352 (61,6)	188 (32,9)	372 (65,1)

ES 2 664 608 T3

RELACIÓN VISCO - NIP C1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
RELACIÓN VISCO - NIP C2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
RELACIÓN VISCO - NIP C3	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Carga ViscoNip, PLI (kN/metro)	500 (87,5)	550 (96,3)	550 (96,3)	550 (96,3)	550 (96,3)	550 (96,3)	550 (96,3)	550 (96,3)	550 (96,3)	550 (96,3)	500 (87,5)	500 (87,5)
VAPOR YANKEE PSIG	105	105	105	105	90	90	90	90	90	90	105	105
Rodillo n.º	19676	19680	19682	19683	19695	19696	19699	19701	19705	19706	19771	19772
(kPa)	(724)	(724)	(724)	(724)	(621)	(621)	(621)	(621)	(621)	(621)	(724)	(724)
Vapor secadora pequeña, PSI (kPa)	25 (172,4)	25 (172,4)	25 (172,4)	25 (172,4)	25 (172,4)	25 (172,4)	25 (172,4)	25 (172,4)	25 (172,4)	25 (172,4)	25 (172,4)	11 (75,8)
Rodillo acresponamiento PLI de celdas de carga (kN/metro)	74 (251)	75 (251)	75 (251)	75 (251)	62 (210)	62 (210)	62 (210)	62 (210)	65 (220)	65 (220)	79 (268)	75 (251)
Vacío caja moldeo, (pulg, Hg) (kPa)	0,0 (0)	23,0 (78,9)	18,0 (61)	18,0 (61)	24,0 (81,4)	24,0 (81,4)	24,0 (81,4)	24,0 (81,4)	24,0 (81,4)	24,0 (81,4)	23,6 (80)	23,5 (79,7)
Posición calandra	abierta	abierta	abierta	cerrada	abierta	abierta	cerrada	cerrada	abierta	abierta	abierta	abierta

Tabla 2 - Datos de la hoja base												
Ejemplo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Muestra	27-1	31-1	33-1	34-1	44-1	45-1	48-1	49-1	52-1	53-1	60-1	61-1
Rodillo n.º	19676	19680	19682	19683	19695	19696	19699	19701	19705	19706	19771	19772
8 Hojas Calibre mils/8 hojas (mm/8 hojas)	70 (1,78)	109 (2,77)	102 (2,59)	80 (2,03)	110 (2,79)	111 (2,82)	94 (2,39)	92 (2,34)	125 (3,18)	109 (2,77)	91 (2,31)	89 (2,26)
Peso base libra/3000 pies² (g/m²)	17,1 (27,9)	17,3 (28,2)	17,4 (28,4)	16,7 (27,2)	13,5 (22,0)	13,7 (22,3)	13,0 (21,2)	13,6 (22,2)	16,9 (27,5)	16,1 (26,2)	14,1 (23,0)	13,6 (22,2)
Volumen específico (mils/8 hojas)/(libra /resma) (mm/8 hojas/gsm)	4,09 (0,169)	6,30 (0,261)	5,84 (0,242)	4,76 (0,197)	8,15 (0,337)	8,09 (0,335)	7,20 (0,298)	6,78 (0,281)	7,38 (0,306)	6,78 (0,281)	6,50 (0,269)	6,54 (0,271)
Tracción MD g/3 pulg, (g/mm)	1356 (17,8)	1491 (19,6)	1534 (20,1)	1740 (22,8)	2079 (27,3)	2047 (26,9)	1888 (24,8)	2072 (27,2)	1297 (17,0)	1157 (15,2)	1211 (15,9)	1064 (14,0)
Estiramiento MD, %	32,6	32,6	33,2	32,4	31,0	30,4	31,1	31,6	30,6	30,3	28,7	27,9
Tracción CD g/3 pulg, (g/mm)	894 (11,7)	732 (9,61)	861 (11,3)	899 (11,8)	1777 (23,3)	1889 (24,8)	1934 (25,4)	2034 (26,7)	938 (12,3)	783 (10,3)	955 (12,5)	840 (11,0)
Estiramiento CD, %	6,4	7,5	7,2	6,9	8,8	8,7	9,0	8,2	7,6	6,8	5,4	6,4
Tracción en húmedo Finch Curada-CD g/3 pulg, (g/mm)					534 (7,01)	502 (6,59)	517 (6,79,)	572 (7,51)	97 (1,27)	74 (0,97)	70 (0,92)	105 (1,38)
Capacidad SAT g/m²	347	454	447	421	460	478	461	547				
Tracción GM, g/3 pulg, (g/mm)	1100 (14,4)	1043 (13,7)	1148 (15,1)	1250 (16,4)	1919 (25,2)	1966 (25,8)	1910 (25,1)	2050 (26,9)	1102 (14,5)	952 (12,5)	1075 (14,1)	945 (12,4)
Mód. ruptura. GM gms/%	77	69	78	85	117	122	117	125	71	70	87	71
Relación tracción en seco, %	1,52	2,05	1,78	1,94	1,18	1,08	0,98	1,02	1,39	1,48	1,27	1,27

Tracción GM, g/3 pulg. (g/mm)	1100 (14,4)	1043 (13,7)	1148 (15,1)	1250 (16,4)	1919 (25,2)	1966 (25,8)	1910 (25,1)	2050 (26,9)	1102 (14,5)	952 (12,5)	1075 (14,1)	945 (12,4)
Mód. ruptura, GM gms/%	77	69	78	85	117	122	117	125	71	70	87	71
Relación tracción en seco %	1,52	2,05	1,78	1,94	1,18	1,08	0,98	1,02	1,39	1,48	1,27	1,27
Volumen vacío Wt Inc., %	725	853	797		740	638	728	712				
Tracción CD húmedo/seco					0,30	0,27	0,27	0,28	0,10	0,09	0,07	0,12
T.E.A. CD mm-g/mm	0,439	0,432	0,485	0,481	1,065	1,165	1,164	1,120	0,512	0,385	0,372	0,384
T.E.A. MD mm-g/mm ²	2,380	2,327	2,449	2,579	3,654	3,408	3,165	3,463	1,483	1,751	1,414	1,318
Índice SAT, g/s ^{0.5}	0,0853	0,1593	0,1263	0,0920	0,1897	0,2150	0,2167	0,2583				
Tiempo SAT, seg	81	45	70	111	32	27	27	104				
Mód. ruptura, CD, g/%	133	102	125	135	208	217	220	248	121	118	178	132
Mód ruptura, MD g/%	45	47	49	54	65	69	62	64	42	42	43	38

Se muestran en las figuras 11A a 11G, varias fotomicrografías SEM y análisis de perfilometría láser de la hoja base en una máquina para fabricar papel de la clase que se muestra en las figuras 10B, 10D que usan una banda polimérica perforada del tipo que se muestra en las figuras 4, 5, 6 y 7 sin vacío y sin calandrado.

5

La figura 11A es una fotomicrografía de vista en planta (10X) del lado de la banda de una hoja base 500 que muestra áreas hiladas en 512, 514, 516 dispuestas en un patrón correspondiente a las perforaciones de la banda 50. Cada una de las áreas de sobreespesor o tupidas está centralmente situada con respecto a un área circundante tal como las áreas 518, 520 y 522 que son mucho menos texturadas. Las áreas de sobreespesor tienen un pliegue diminuto tal como los pliegues diminutos en 524, 526, 528 que en general son de configuración crestada en la conformación que se muestra y proporcionan regiones enriquecidas con fibra de peso base relativamente alto.

10

Las áreas circundantes 518, 520 y 522 también incluyen pliegues diminutos relativamente estirados en 530, 532, 534 que también se extienden en la dirección transversal de la máquina y proporcionan una estructura crestada a la hoja, como se observará a partir de los cortes transversales analizados a continuación. Obsérvese que estos pliegues diminutos no se extienden por todo el ancho de la trama.

15

La figura 11B es una fotomicrografía en planta (10X) que muestra el lado Yankee de la hoja base 500, es decir, el lado de la hoja opuesto a la banda 50. Se observa en la figura 11B que la superficie del lado Yankee de la hoja base 500 tiene una pluralidad de huecos 540, 542, 544 dispuestos en un patrón correspondiente a las perforaciones de la banda 50; como también áreas planas y relativamente lisas 546, 548, 550 entre los huecos.

20

La microestructura de la hoja base 500 también se aprecia con referencia a las figuras 11C a 11G que son cortes transversales y análisis de perfilometría láser de la hoja base 500.

25

La figura 11C es un corte SEM (75X) a lo largo de la dirección de la máquina (MD) de la hoja base 500 que muestra el área en 552 de la trama que corresponde a la perforación de una banda como también a la estructura densificada y crestada de la hoja. Se observa en la figura 11C que las regiones hiladas, como el área 552 formada sin extracción de vacío hacia la banda tienen una estructura crestada con un pliegue diminuto central 524 como así también áreas "huecas" o convexas con paredes laterales inclinadas tales como el hueco 540. Las áreas 554, 560 están consolidadas e inflexadas hacia adentro y hacia arriba, mientras que las áreas en 552 tienen un peso base local elevado y el área alrededor del pliegue diminuto 524 parece tener un sesgo de la orientación de la fibra en CD que se observa mejor en la figura 11D.

30

La figura 11D es otro SEM a lo largo de la MD de la hoja base 500 que muestra el hueco 540, el pliegue diminuto 524 como también las áreas 554 y 560. Se observa en este SEM que el capuchón 562 y la cresta 564 del pliegue diminuto 524 están enriquecidos con fibra y tienen peso base relativamente alto en comparación con las áreas 554, 560, que están consolidadas y son más densas, además de parecer tener un peso base inferior. Obsérvese que el área 554 está consolidada e inflexada hacia arriba y hacia adentro hacia el capuchón convexo 562.

35

40

La figura 11E es incluso otro SEM (75X) de la hoja base 500 en corte transversal, que muestra la estructura de la hoja base 500 en corte a lo largo de la CD. Se observa en la figura 11E que el área de sobreespesor 512 está enriquecida con fibra en comparación con el área circundante 518. Asimismo, se observa en la figura 11E que la fibra en el área convexa es una configuración curvada que forma la cúpula, en donde la orientación de la fibra está inclinada a lo largo de las paredes de la cúpula hacia arriba y hacia adentro hacia el capuchón, proporcionando un gran calibre o espesor a la hoja.

45

Las figuras 11F y 11G son análisis de perfilometría láser de la hoja base 500, la figura 11F es esencialmente una vista en planta del lado de la banda de la hoja base absorbente 500 que muestra regiones de sobreespesor tales como las regiones 512, 514, 516 que están relativamente elevadas, como también pliegues diminutos 524, 526, 528 en las regiones de sobreespesor o enriquecidas con fibra, como también pliegues diminutos 530, 532, 534 en las áreas que rodean las regiones de sobreespesor. La figura 11G es esencialmente un análisis de perfilometría láser del lado Yankee de la hoja base 500 que muestra huecos 540, 542, 544 que están opuestos a las regiones de sobreespesor y crestadas de las cúpulas. Las áreas que circundan los huecos son relativamente lisas, como se puede apreciar a partir de la figura 11G.

Se muestran en las figuras 12A a 12G diversas fotomicrografías SEM y análisis de perfilometría láser de hojas producidas en una máquina para fabricar papel de la clase que se muestra en las figuras 10B, 10D que usa una banda polimérica perforada del tipo que se muestra en las figuras 4, 5, 6 y 7 con vacío a 61 kPa (18" Hg) aplicado mediante una caja de vacío 176, sin calandrado de la hoja base.

La figura 12A es una fotomicrografía de vista en planta (10X) del lado de la banda de una hoja base 600 que muestra áreas convexas 612, 614, 616 dispuestas en un patrón correspondiente a las perforaciones de la banda 50. Cada una de las áreas convexas está centralmente ubicada respecto de un área circundante generalmente plana, tal como las áreas 618, 620 y 622 que son mucho menos texturadas. Las áreas de sobreespesor, a las que se les ha extraído vacío en esta realización, no tienen pliegues diminutos aparentes que parecen haber sido extraídos de la hoja. Incluso así, el peso base relativamente alto permanece en la cúpula. En otros términos, la acumulación de fibras crestadas se ha combinado con la sección de la cúpula.

Las áreas circundantes 618, 620 y 622 todavía incluyen pliegues diminutos relativamente estirados que se extienden en la dirección transversal de la máquina (CD) y proporcionan una estructura crestada a la hoja, como se observará a partir de los cortes transversales que se analizan a continuación.

La figura 12B es una fotomicrografía en planta (10X) que muestra el lado Yankee de la hoja base 600, es decir, el lado de la hoja opuesto a la banda 50. Se observa en la figura 12B que la superficie del lado Yankee de la hoja base 600 tiene una pluralidad de huecos 640, 642, 644 dispuestos en un patrón correspondiente a las perforaciones de la banda 50; como también áreas planas y relativamente lisas 646, 648, 650 entre los huecos. Se observa en las figuras 12A y 12B que los confines entre las distintas áreas o superficies de la hoja están más definidos que en las figuras 11A y 11B.

La microestructura de la hoja base 600 se aprecia más con referencia a las figuras 12C a 12G que son cortes transversales y los análisis de perfilometría láser de la hoja base 600.

La figura 12C es un corte SEM (75X) a lo largo de la dirección de la máquina (MD) de la hoja base 600 que muestra un área convexa correspondiente a la perforación de una banda, como también la estructura crestada densificada de la hoja. Se observa en la figura 12C que las regiones convexas, tales como la región 640, tienen una estructura "hueca" o convexa con áreas de pared lateral inclinadas y por lo menos parcialmente densificadas, mientras que las áreas circundantes 618, 620 están densificadas pero menos que las áreas de transición. Las áreas de pared lateral 658, 660 están inflexadas hacia arriba y hacia adentro, y están tan altamente densificadas como para consolidarse, especialmente alrededor de la base de la cúpula. Se cree que estas regiones contribuyen a muy alto calibre y a la firmeza del rollo observada. Las áreas de pared lateral consolidadas son áreas de transición de la red plana fibrosa densificada entre las cúpulas y las características convexas de la hoja y forman regiones distintas que pueden extenderse completamente alrededor y circunscribir las cúpulas en sus bases, o pueden densificarse en forma de herradura o en forma encorvada solamente alrededor de parte de las bases de las cúpulas. Por lo menos porciones de las áreas de transición están consolidadas y también inflexadas hacia arriba y hacia adentro.

Obsérvese que los pliegues diminutos en las regiones previamente tupidas o de sobreespesor, ahora convexas, ya no son aparentes en la fotomicrografía de corte transversal en comparación con los productos seriales de la figura 11.

La figura 12D es otro SEM a lo largo de la MD de la hoja base 600 que muestra el hueco 640 como también áreas de pared lateral consolidadas 658 y 660. Se observa en este SEM que el capuchón 662 es rico en fibras de peso base relativamente alto en comparación con las áreas 618, 620, 658, 660. La inclinación de orientación de la fibra CD es también aparente en las paredes laterales y la cúpula.

La figura 12E es incluso otro SEM (75X) de la hoja base 600 en corte transversal, que muestra la estructura de la hoja base 600 en corte a lo largo de CD. Se observa en la figura 12E que el área convexa 612 es rica en fibra en comparación con el área circundante 618, y la fibra de las paredes laterales convexas está sesgada a lo largo de la pared lateral hacia arriba y hacia adentro en dirección hacia el capuchón de la cúpula.

Las figuras 12F y 12G son análisis de perfilometría láser de la hoja base 600. La figura 12F es una vista en planta del lado de la banda de la hoja base absorbente 600 que muestra regiones de sobreespesor tales como las cúpulas

612, 614, 616 que están relativamente elevadas, como también pliegues diminutos 630, 632, 634 en las áreas que rodean a las regiones de sobreespesor. La figura 12G es un análisis de perfilometría láser en planta del lado Yankee de la hoja base 600 que muestra los huecos 640, 642, 644 opuestos a las regiones de sobreespesor o crestadas. Las áreas que rodean los huecos son relativamente lisas, como se puede apreciar a partir del diagrama.

5 Se muestran en las figuras 13A a 13G diversas fotomicrografías SEM y análisis de perfilometría láser de las hojas producidas en una máquina para fabricar papel de la clase que se muestra en las figuras 10B, 10D que usa una banda polimérica perforada del tipo que se muestra en las figuras 4, 5, 6 y 7 con vacío y calandrado.

10 La figura 13A es otra fotomicrografía de vista en planta (10X) que ilustra otras características del lado de la banda de una hoja base 700 como se muestra en la figura 1A que muestra áreas convexas 712, 714, 716 dispuestas en un patrón correspondiente a las perforaciones de la banda 50. Cada una de las áreas convexas está centralmente dispuesta con respecto a un área circundante tal como las áreas 718, 720 y 722 que son mucho menos texturadas. Aquí nuevamente, los pliegues diminutos adyacentes a la cúpula se han combinado en la cúpula.

15 Las áreas circundantes o de red 718, 720 y 722 también incluyen pliegues diminutos relativamente estirados que también se extienden en dirección de la máquina y proporcionan una estructura crestada a la hoja, como se observará a partir de los cortes transversales analizados a continuación.

20 La figura 13B es una fotomicrografía en planta (10X) que muestra el lado Yankee de la hoja base 700, es decir, el lado de la hoja opuesto a la banda 50. Se observa en la figura 13B que la superficie del lado Yankee de la hoja base 700 tiene una pluralidad de huecos 740, 742, 744 dispuestos en un patrón correspondiente a las perforaciones de la banda 50; como también áreas planas y relativamente lisas 746, 748, 750 entre los huecos, como se observa en los productos seriales de las hojas de la figura 11 y de la figura 12.

25 La microestructura de la hoja base 700 también se aprecia con referencia a las figuras 13C a 13G que son cortes transversales y análisis de perfilometría láser de la hoja base 700.

30 La figura 13C es un corte SEM (120X) a lo largo de la dirección de la máquina (MD) de la hoja base 700. Las áreas de pared lateral 758, 760 están densificadas e inflexadas hacia adentro y hacia arriba.

Obsérvese que aquí nuevamente los pliegues diminutos en las regiones de sobreespesor ya no son aparentes en comparación con los productos seriales de la figura 11.

35 La figura 13D es otro SEM a lo largo de la MD de la hoja base 700 que muestra un hueco 740, como también áreas de pared lateral 758 y 760. Se observa en la figura 13D el hueco 740 que es asimétrico y algo aplanado por el calandrado. También se observa en este SEM que el capuchón en el hueco 740 es rico en fibra de peso base relativamente alto, en comparación con las áreas 718, 720, 758 y 760.

40 La figura 13E es otro SEM (120X) de la hoja base 700 en corte transversal que muestra la estructura de la hoja base 700 en corte a lo largo de la CD. Aquí nuevamente se observa que el área 712 es rica en fibra en comparación con el área circundante 718, sin perjuicio de que los pliegues diminutos son aparentes en el área de red entre las cúpulas.

45 Las figuras 13F y 13G son análisis de perfilometría láser de la hoja base 700, la figura 13F es una vista en planta del lado de la banda de la hoja base absorbente 700 que muestra regiones convexas tales como las áreas 712, 714, 716 que están relativamente elevadas, como también pliegues diminutos 730, 732, 734 en las áreas que rodean a las regiones convexas. La figura 13G es un análisis de perfilometría láser en planta del lado Yankee de la hoja base 700 que muestra huecos 740, 742, 744 que están opuestos a las regiones de sobreespesor o crestadas. Las áreas que rodean los huecos son relativamente lisas, como se puede apreciar a partir del diagrama y de los datos de la prueba de fricción TMI que se analizan en lo sucesivo.

50 La figura 14A es un análisis de perfilometría láser de la estructura superficial del lado de la tela de una hoja preparada a partir de tela de acresponamiento W013 como se describe en la solicitud de patente de Estados Unidos de serie n.º 11/804,246 (Expediente de abogado n.º 20179; GP-06-11), ahora patente de Estados Unidos n.º 7.494.563; y la figura 14B es un análisis de perfilometría láser de la estructura superficial del lado Yankee de la figura 14A. La figura 14A es una vista en planta del lado de la tela de una hoja base absorbente 800 que muestra regiones convexas tales como las áreas 812, 814 que están relativamente elevadas. La figura 14B muestra huecos 840, 842 que están opuestos a las regiones convexas. Comparando la figura 14B con la figura 13G se observa que el lado Yankee de la hoja calandrada de la invención es sustancialmente más liso que la hoja provista con la tela W013, que se calandró de manera similar. La diferencia en lisura se manifiesta especialmente en los datos de fricción cinética TMI que se analizan a continuación.

Valores de desviación de textura superficial y fuerza media

65 Se tomaron mediciones de fricción en general como se describe en la patente de Estados Unidos n.º 6.827.819 para

Dwiggins et al., usando un medidor de deslizamiento y fricción Lab Master, con la opción de medición de carga de alta sensibilidad especial y bloque de soporte de la muestra y superior convencional, Modelo 32-90 disponible de:

Testing Machines Inc.
2910 Expressway Drive South
Islandia, N.Y. 11722
800-678-3221
www.testingmachines.com

El medidor de fricción se equipó con un sensor de fricción KES-SE, disponible de:

Noriyuki Uezumi
Kato Tech Co., Ltd.
Kyoto Branch Office
Nihon-Seimei-Kyoto-Santetsu Bldg. 3F
Higashishiokoji-Agaru, Nishinotoin-Dori
Shimogyo-ku, Kyoto 600-8216
Japón
81-75-361-6360
katotech@mxl.alpha-web.ne.jp

La velocidad de recorrido de la guía utilizada fue de 10 mm/minuto y la fuerza requerida se indica en este documento como la fuerza media de textura superficial. Antes de la prueba, las muestras de prueba se acondicionaron en una atmósfera de $23,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$. ($73,4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,8\text{ }^{\circ}\text{F}$) y $50\text{ \%} \pm 2\text{ \%}$ HR.

Utilizando un medidor de fricción como el descrito anteriormente, se generaron los valores de fuerza media de textura superficial y los valores de desviación para la hoja en serie de las figuras 12A-12G, la hoja en serie de las figuras 13A-13G y la hoja calandrada fabricada usando una tela WO13 que se muestra en las figuras 14A y 14B. Se desechó cualquier dato recogido mientras la sonda se encontraba en reposo o acelerando a velocidad constante. El valor medio de los datos de fuerza en gf o mN se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Fuerza media, } F = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n}$$

en donde x_1-x_n son los puntos de datos muestreados individuales. La desviación media de estos datos de fuerza alrededor del valor medio se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Desviación media, } F_d = \frac{\sum_{j=1}^n (F - x_j)}{n}$$

Los resultados para los barridos 5-7 se exponen en la tabla 3 para el lado Yankee de la hoja y los valores de fuerza media de textura superficial se presentan gráficamente en la figura 15. Los resultados repetidos para 20 barridos se exponen en la tabla 4 y en la figura 16.

Tabla 3 - Valores de textura superficial		
	Textura superficial Desviación media MD superior gf	Textura superficial Desviación media CD Superior-S 1 gf
	MD Superior- Promedio	CD Superior- Promedio
Papel base de banda serie 12 sin calandrado	1,921	0,618
Papel base de banda serie 13 calandrado	0,641	0,411
Papel base WO 13 (calandrado)	0,721	0,409
Fuerza media de textura superficial		
	MD superior-Promedio	CD-superior-Promedio
Papel base de banda serie 12 sin calandrado	11,362	9,590

Papel base de banda serie 13 calandrado	8,133	7,715
Papel base WO 13 calandrado	9,858	8,329

Tabla 4 - Valores de textura superficial		
	Textura superficial Desviación media MD-superior gf	Textura superficial Desviación media CD superior-S1 gf
	MD superior- promedio	CD superior-promedio
Papel base de banda serie 12 sin calandrado	0,968	0,622
Papel base de banda serie 13 calandrado	0,859	0,400
Papel base W013 (calandrado)	0,768	0,491
	Fuerza media de textura superficial	
	MD superior-promedio	CD-superior promedio
Papel base de banda serie 12 sin calandrado	9,404	9,061
Papel base de banda serie 13 calandrado	9,524	8,148
Papel base WO 13 calandrado	10,387	9,280

Se observa a partir de los datos que los productos calandrados de la invención exhibieron uniformemente menores valores de fuerza media de textura superficial que la hoja fabricada con tela tejida, lo cual concuerda con los análisis de perfilometría láser.

Producto convertido

Los datos del producto terminado para toallas de 2 capas se exponen en la tabla 5 y los datos del producto terminado para tisú de 2 capas se exponen en la tabla 6, junto con datos comparables acerca de productos premium comerciales que se cree son productos secados con aire pasante.

Tabla 5 - Productos de toalla de 2 capas				
Propiedades	Toalla de 2 capas de hoja base de ejemplos 5, 6	Toalla de 2 capas de hoja base de ejemplos 7, 8	Toalla comercial	Toalla comercial
Peso base (libra/3000 pies ²), (g/m ²)	26,9 (43,8)	26,9 (43,8)	27,1 (44,2)	26,7 (43,50)
Calibre (mils/8 hojas), (mm/8 hojas)	226 (5,74)	214 (5,44)	183 (4,65)	188 (4,78)
Volumen (mils/8 hojas) (libra/rm), (mm/8 hojas/gsm)	8,4 (0,348)	8,0 (0,331)	6,7 (0,277)	7,0 (0,290)
Tracción en seco MD (g/3 pulg.), (g/mm)	3452 (45,3)	3212 (42,2)	2764 (36,3)	3050 (40,0)
Estiramiento MD (%)	28,1	28,2	17,9	15,7
Tracción en seco CD (g/3 pulg.), (g/mm)	2929 (38,4)	2993 (39,3)	2061 (28,4)	2327 (30,5)
Estiramiento CD (%)	9,7	9,0	15,3	13,5
Tracción en seco GM (g/3 pulg.), (g/mm)	3178 (41,7)	3099 (40,7)	2386 (31,3)	2664 (35,0)
Relación tracción en seco	1,18	1,08	1,34	1,31
Tracción perf (g/3 pulg.) (g/mm)	867 (11,4)	802 (10,5)	718 (9,42)	829 (10,9)
Tracción Finch en húmedo CD (g/3 pulg.) (g/mm)	864 (11,3)	834 (10,9)	708 (9,29)	769 (10,1)
Relación seco/húmedo CD (%)	29,5	27,9	0,3	33,0
Capacidad SAT (g/m ²)	498	451	525	521
Índice SAT (g/s ^{0.5})	0,194	0,167	0,176	0,158
Tiempo SAT (s)	34,0	35,7	55,7	47,4
Módulo ruptura MD (g/% deformación)	121	112	156	192

Módulo ruptura CD (g/% deformación)	297	328	134	172
Módulo ruptura GM (g/% deformación)	190	192	145	182
Módulo MD (g/% deformación)	24,1	23,5	37,1	50,2
Módulo CD (g/% deformación)	91,2	85,7	38,6	53,2
Módulo GM (g/% deformación)	46,8	44,8	37,8	51,5
MD T.E.A. (mm-g/mm ²)	5,192	4,934	3,141	3,276
CD T.E.A. (mm-g/mm ²)	1,934	1,812	2,157	2,208
Diámetro del rodillo (pulg.) (mm)			4,84 (123)	5,45 (138)
Compresión del rodillo (%)	—	—	13,4	9,1
Suavidad sensorial	7,5	7,5	8,3	—

En los productos de toalla, se observa que la hoja de la invención exhibe propiedades comparables en general, e incluso exhibe un sorprendente calibre en comparación con el producto comercial premium, más de 10 % de volumen adicional.

5 Los productos de tisú terminados a su vez exhiben sorprendente volumen. Se muestran en la tabla 6 datos de productos gofrados con 2 capas, el producto de 2 capas con 1 capa gofrada y el producto de 2 capas en donde el producto está convencionalmente gofrado. El producto de 2 capas con 1 capa gofrada se preparó de acuerdo con la patente de Estados Unidos n.º 6.827.819 para Diggins et al. El tisú de 2 capas de la tabla 6 se preparó a partir de la hoja base de los ejemplos 11 y 12 anteriores.

Tabla 6 - Productos de tisú de 2 capas			
Atributos	Banda 100 2 capas, 200ct Sin gofrado	Banda 100 2 capas, 200ct Una sola capa - con gofrado	Banda 100 2 capas, 200ct Convencional - con gofrado
Peso base (libras/resma)*, (gsm)	26,9, (43,8)	25,8,(42,1)	24,8, (40,4)
Calibre (mils/8 hojas), (mm/8 hojas)	158,5, (4,03)	168,8, (4,29)	151,2,(3,84)
Volumen específico (mils/8 hojas)/(libra/resma), (mm/8 hojas)/(gsm)	5,9 (0,244)	6,5 (0,269)	6,1 (0,253)
Tracción en seco MD (g/3")	1849 (24,6)	1579 (20,7)	1578 (20,7)
Tracción CD (g/3") (g/mm)	1674 (22,0)	1230 (16,1)	1063 (14,0)
Tracción GM (g/3") (g/mm)	1759 (23,1)	1394 (18,3)	1295 (17)
Compresión del rodillo (%)	12	13,5	14,5
Diámetro del rodillo (pulgadas), (mm)	4,95, (125,7)	4,96, (126,0)	5,07, (128,8)

15 Se observa a partir de los datos de producto de tisú que los productos absorbentes de la presente invención exhiben sorprendentes relaciones calibre/peso base. Los productos de tisú premium secados con aire pasante en general exhiben una relación calibre/peso base de no más de aproximadamente 5 (mils/8 hojas) / (libra/resma), mientras que los productos de la presente invención exhiben relaciones calibre/peso base de 6 (mils/8 hojas) / (libra/resma) o 2,48 (mm/8 hojas) / (gsm) y más.

20 Se muestran en la tabla 7 datos adicionales tanto del tisú de la invención (preparado a partir de la hoja base de los ejemplos 9, 10) como de tisú comercial. Aquí, una vez más, el inesperadamente alto volumen es fácilmente aparente. Además, se observa también que el tisú de la invención exhibe valores de compresión del rodillo sorprendentemente bajos, especialmente en vista del alto volumen.

Tabla 7 - Propiedades del tisú		
Atributo	Tisú comercial	Acresponamiento de banda
Capas	2	2
Recuento de hoja	200	200
Peso base (libras/resma), (gsm)	29,9 (48,7)	34,1 (55,6)

Calibre (mils/8 hojas), (mm/8 hojas)	150,4(3,82)	208,7 (5,30)
Volumen específico (mils/8 hojas) / (libra/resma), (mm/8 hojas/gsm)	5,0 (0,207)	6,1 (0,253)
Tracción en seco MD (g/3"), (g/mm)	798 (10,5)	2064 (27,1)
Tracción en seco CD (g/3"), (g/mm)	543 (7,13)	1678 (22,0)
Tracción media geométrica (g/3"), (g/mm)	657 (8,62)	1861 (24,4)
Peso base (libras/resma), (gsm)	29,9 (48,7)	34,1 (55,6)
Módulo de ruptura GM (g/% deformación)	50,4	132,7
Diámetro del rodillo (pulgadas), (mm)	4,72(119,9)	5,41 (137,4)
Compresión del rodillo (%)	20,1	9,3
Suavidad sensorial	20,3	—

Análisis de imágenes β -radiográficas

- Se analizaron la hoja absorbente de la invención y varios productos comerciales usando imágenes β -radiográficas con el fin de detectar la variación de peso base. Las técnicas empleadas se exponen en Keller et al, β -Radiographic Imaging of Paper Formation Using Storage Phosphor Screens, Journal of Pulp and Paper Science. Vol. 27, No. 4, pág. 115-123, abril de 2001.
- La figura 17A es una imagen β -radiográfica de una hoja base de la invención en donde la calibración para peso base aparece en la leyenda a la derecha. La hoja de la figura 17A se produjo en una máquina fabricadora de papel de la clase que se muestra en las figuras 10B, 10D usando una banda de la geometría ilustrada en las figuras 4-7. Se aplicó vacío a 60,9 kPa (18" Hg) a la hoja acresponada con banda, y se calandaron ligeramente la banda y la hoja.
- Se observa en la figura 17A que hay una variación sustancial del peso base local regularmente recurrente en la hoja.
- La figura 17B es un microperfil de peso base, es decir, un gráfico del peso base frente a la posición en una distancia de aproximadamente 40 mm a lo largo de la línea 5-5 que se muestra en la figura 17A, en donde la línea se encuentra a lo largo de la MD del patrón.
- Se observa en la figura 17B que la variación de peso base local es de frecuencia relativamente regular, exhibiendo mínimas y máximas alrededor de un valor medio de aproximadamente 26,1 gsm (16 libras/3000 pies²) con picos pronunciados. La variación del microperfil de peso base aparece sustancialmente monomodal en el sentido que el peso base medio permanece relativamente constante y la oscilación en el peso base con posición es regularmente recurrente alrededor de un valor medio individual.
- La figura 18A es otra imagen β -radiográfica de un corte de una hoja de la invención que exhibe un peso base local variable. La hoja de la figura 18A es una hoja no calandrada de la invención preparada con la banda de las figuras 4 a 7 en una máquina para fabricar papel de la clase que se muestra en las figuras 10B, 10D con 77,9 kPa (23" Hg) de vacío aplicado a la trama mientras estaba en la banda de acresponamiento. La figura 18B es un gráfico del peso base local a lo largo de la línea 5-5 de la figura 18A, que está sustancialmente a lo largo de la dirección de la máquina del patrón. Aquí nuevamente, se observa la variación de peso base característica.
- La figura 19A es una imagen β -radiográfica de la hoja base de las figuras 2A, 2B, y la figura 19B es un microperfil de peso base a lo largo de la línea diagonal 5-5 que está inclinada a lo largo de la MD del patrón y a través de aproximadamente 6 regiones convexas en una distancia de aproximadamente 9 mm.
- En la figura 19B se observa que la variación de peso base es de nuevo regularmente recurrente, pero que el valor medio tiende de alguna manera hacia abajo a lo largo del perfil más corto.
- La figura 20A es otra imagen β -radiográfica de una hoja base de la invención, donde la leyenda de calibración aparece a la derecha. La hoja de la figura 20A se produjo en una máquina para fabricar papel de la clase que se muestra en las figuras 10B, 10D usando una banda de acresponamiento de la geometría ilustrada en las figuras 4-7. Se aplicó vacío equivalente a 60,9 kPa (18" Hg) a la hoja acresponada con la banda, que no se calandró.
- La figura 20B es un microperfil de peso base de la hoja de la figura 20A sobre una distancia de 40 mm a lo largo de la línea 5-5 de la figura 20A que está a lo largo de la MD del patrón de la hoja. Se observa en la figura 20B que la variación de peso base local es de frecuencia sustancialmente regular, pero menos regular que la hoja de la figura 17B que está calandrada. La frecuencia pico es 4-5 mm, concordante con la frecuencia observada en la hoja de las figuras 17A y 17B.

La figura 21A es una imagen β -radiográfica de una hoja base preparada con una tela de acresponamiento tejida WO 13 como se describe en la solicitud de patente de Estados Unidos de serie n.º 11/804.246 (ahora patente de Estados Unidos 7.494.563; publicada el 24 de febrero de 2009). Aquí hay una variación sustancial en el peso base local en muchos sentidos similares a las figuras 17A, 18A, 19A y 20A anteriormente analizadas.

La figura 21B es un microperfil de peso base a lo largo de la MD. línea 5-5 de la figura 21A que ilustra la variación en el peso base local en 40 mm. En la figura 21B, se observa que la variación de peso base es en algún punto más irregular que en las figuras 17B, 18B, 19B y 20B; no obstante, el patrón es otra vez sustancialmente monomodal en el sentido que el peso base medio permanece relativamente constante en todo el perfil. Esta característica es común a la tela de altos sólidos y a la hoja de acresponamiento con banda; no obstante, los productos comerciales con pesos base variables tienden a tener variación más compleja del peso base local que incluye tendencias en el peso base promedio superimpuesto sobre más variaciones locales como se observa en las figuras 22A-23B analizadas a continuación.

La figura 22A es una imagen β -radiográfica de una hoja de tisú comercial que exhibe peso base variable y la figura 22B es un microperfil de peso base a lo largo de la línea 5-5 de la figura 22A en 40 mm. Se observa en la figura 22B que el perfil de peso base exhibe unos 16-20 picos sobre 40 mm y que la variación de peso base promedio sobre 40 mm aparece algo sinusoidal, exhibiendo máximas en aproximadamente 140 y 290 mm. La variación de peso base también parece algo irregular.

La figura 23A es una imagen β -radiográfica de una hoja de toalla comercial que exhibe peso base variable y la figura 23B es un microperfil de peso base a lo largo de la línea 5-5 de la Figura 23A sobre 40 mm. Se observa en la figura 23B que la variación de peso base es relativamente modesta alrededor de los valores promedio (excepto tal vez a 150-200 micrómetros, figura 23B). Asimismo, la variación parece algo irregular y el valor medio del peso base parece arrastrarse hacia arriba y hacia abajo.

Análisis de Fourier de imágenes β -radiográficas

Se aprecia a partir de la descripción anterior de las imágenes β -radiográficas de las muestras, como así también de las fotomicrografías analizadas anteriormente, que el peso base variable de los productos de la presente invención exhibe un patrón bidimensional en muchos casos. Este aspecto de la invención se confirmó usando un análisis de Transformación Rápida de Fourier de dos dimensiones de una imagen β -radiográfica de una hoja preparada de acuerdo con la invención. La figura 24A muestra la imagen β -radiográfica de partida de una hoja preparada en una máquina para fabricar papel de la clase que se ilustra en las figuras 10B, 10D usando una banda de acresponamiento que tiene la geometría que se muestra en las figuras 4-7. La imagen de la figura 24A se transformó por FFT de 2D al dominio de frecuencia que se muestra esquemáticamente en la figura 24B, en donde se generó una "máscara" para bloquear las regiones de alto peso base en el dominio de frecuencia. Se realizó una FFT de 2D inversa en el dominio de frecuencia enmascarada para generar el dominio espacial (físico) de la figura 24C, que es esencialmente la hoja de la figura 24A sin las regiones de alto peso base que se enmascararon en base a su periodicidad.

Sustrayendo el contenido de la imagen de la figura 24C a la figura 24A, se obtiene la figura 24D que se puede contemplar o bien como una imagen del peso base local de la hoja o como una imagen negativa de la banda 50 que se usó para preparar la hoja, confirmando que se forman las regiones de alto peso base en las perforaciones. La figura 24D se presenta como un positivo, en donde áreas más pesadas de la hoja son más livianas, de manera similar, en la figura 24A, las áreas más pesadas son más livianas.

Las muestras de toalla preparadas usando las técnicas descritas en la presente invención se analizaron y compararon con la técnica anterior y con muestras competitivas usando radiografía de transmisión y medición de espesor con un perfilómetro láser doble sin contacto. Las densidades aparentes se calcularon fusionando los mapas adquiridos por estos dos métodos. Las figuras 25-28 exponen los resultados comparando una muestra de la técnica anterior, WO13 (figura 25), dos muestras de acuerdo con la presente invención, 19680, y 19676, figuras 26 y 27, y una muestra de 2 capas competidora, figura 28.

Ejemplos 13-19

Con el fin de cuantificar los resultados demostrados por las fotomicrografías presentadas anteriormente, se llevó a cabo un conjunto de exámenes más detallados en varias de las hojas previamente examinadas, como se expone junto con una hoja de acresponamiento de tela de la técnica anterior y una toalla TAD competitivas, como se describe en la tabla 8.

Tabla 8

Ejemplo n.º	Identificación	Peso base (Promedio) g/m ²	Calibre (Promedio) μ	Fig.
13	W013	28,1	107,6	25 A-D
14	19682-GP	28,0	59,3	—
15	19680	28,8	71,2	26 A-F
16	19683	28,3	49,1	—
18	19676	29,4	-	27 A-G
19	Bounty 2 capas			28 A-G

Más específicamente, para demostrar cuantitativamente la microestructura de las hojas preparadas de acuerdo con la presente invención en comparación con las hojas acresponadas con tela de la técnica anterior y también con toallas TAD comercialmente disponibles, se llevaron a cabo mediciones de formación y espesor en una escala detallada de modo de poder calcular la densidad para cada ubicación en la hoja en una escala medida con la escala de la estructura que se impone en las hojas por los procesos de acresponamiento de banda. Estas técnicas se basan en tecnología descrita en: (1.) Sung Y-J, Ham CH, Kwon O, Lee HL, Keller DS, 2005, Applications of Thickness and Apparent Density Mapping by Laser Profilometry. Trans. 13th Fund. Res. Symp. Cambridge, Frecheville Court (Reino Unido), pág. 961-1007; (2.) Keller DS, Pawlak JJ, 2001, β -Radiographic imaging of paper formation using storage phosphor screens. J Pulp Pap Sci 27:117-123; y (3.) Cresson TM, Tomimasu H, Luner P 1990 Characterization Of Paper Formation Part 1: Sensing Paper Formation. Tappi J 73:153-159.

Las mediciones de espesores localizados se llevaron a cabo usando un perfilómetro láser doble mientras que las mediciones de formación se realizaron usando una radiografía de transmisión con película, contactando las superficies superior e inferior. Esto proporcionó una mayor resolución espacial como una función de la distancia de la película. Usando los mapas de formación superior e inferior, se determinaron y compararon las densidades aparentes. Se observó la estructura fina de los capuchones y las bases, como también las diferencias entre las muestras. En algunas muestras, se observó una asimetría MD de la densidad aparente en las estructuras del capuchón y en la estructura base.

Las figuras 25 A-D presentan respectivamente las imágenes iniciales obtenidas para formación, espesor y densidad calculada de una muestra cuadrada de 12 mm de toalla para un producto preparado siguiendo las descripciones de la patente de Estados Unidos 7.494.563 (W013). La densidad calculada se muestra con un intervalo de densidad de cero a 1500 kg/m³. Las regiones azules indican baja densidad y las rojas indican regiones de alta densidad. Las regiones azul oscuro indican cero densidad pero en la figura 25D también representan regiones donde no se midió ningún espesor. Esto puede ocurrir si el sensor láser del perfilómetro láser doble no detecta la superficie como en las muestras, especialmente una muestra de bajo peso base con agujeros, en donde existe una discontinuidad de la trama. A estos se los llama "puntos muertos". Los puntos muertos no se identifican específicamente en la figura 25D.

Las figuras 26 A-F presentan datos similares aquellos presentados en las figuras 25 A-D para una muestra de la hoja preparada de acuerdo con la presente invención. No obstante, estas imágenes se prepararon usando un examen ligeramente más detallado de la muestra que se llevó a cabo usando β -radiografías separadas de las exposiciones superior e inferior para obtener imágenes de más alta resolución de la cúspide de los capuchones (figura 26 A superior) y la periferia de la base de los capuchones (figura 26 B inferior) en lugar de usar un mapa de formación compuesta combinado como en la figura 25A. A partir de estos, se prepararon mapas de densidad aparente más precisos, figuras 26 E-F donde las figuras 26 C, D muestran la densidad en aumento de blanco a azul profundo y las regiones de puntos muertos indicadas en amarillo, mientras que las figuras 26 E, F presentan los mismos datos como un gráfico multicolor similar a aquel de la figura 25D. La inspección de las radiografías de las figuras 26 A, B revela diferencias importantes entre las radiografías contactadas superior e inferior, donde la inferior muestra un patrón enrejado de base de alto peso base que muestra características fibrosas y puntos de contacto con la región de capuchón desenfocada e indicada como de peso base inferior en la mayoría de los casos; mientras que la superior muestra puntos oscuros en donde existen agujeros, indicando un peso base superior en la región del capuchón en comparación con la región de base desenfocada.

No obstante, comparando los mapas de densidad aparente generados por las radiografías superior e inferior, se puede ver que hay diferencias muy sutiles entre las dos. Si bien las radiografías superior e inferior muestran diferencias visibles, una vez que las imágenes se fusionan con los mapas de espesor, las diferencias de densidad no son fácilmente evidentes entre esos mapas de densidad preparados usando las radiografías superior e inferior y aquellos preparados usando el compuesto.

Sin embargo, la representación de color blanco/azul de las figuras 26 C, D, que incluye la región de puntos muertos marcada en amarillo, fue muy útil para identificar los datos válidos dentro de los mapas, particularmente para localizar regiones específicas en las que existen orificios, o en donde el mapeo de espesores encuentra un

problema.

En los mapas de densidad de las figuras 26 E y F, se puede apreciar que las porciones de las cúpulas, incluidos los capuchones de las cúpulas, están altamente densificadas. En particular, las regiones convexas huecas y ricas en fibra se proyectan desde el lado superior de la hoja y tienen tanto peso base local relativamente alto como capuchones consolidados, donde los capuchones consolidados tienen la forma general de una porción apical de una vaina esferoidal.

En la figura 27A, se presenta una imagen fotomicrográfica de una hoja de la presente invención formada sin el uso de vacío posterior a la etapa de acresponamiento de la banda. Hay regiones de sobreespesor claramente presentes dentro de las cúpulas de la figura 27A. En los mapas de densidad de las figuras 27 B-G, se puede apreciar que no solamente hay porciones de las cúpulas altamente densificadas sino que también hay tiras altamente densificadas entre las cúpulas que se extienden en dirección transversal.

Las figuras 28A-G presentan datos similares a aquellos presentados en las figuras 25 A-27G precedentes, pero de la capa posterior de una muestra de una hoja de toalla competitiva que se cree que se prepara usando un procedimiento TAD. En los mapas de densidad de las figuras 28 D-G, se puede apreciar que la mayoría de las regiones densificadas de la hoja son exteriores a la proyección en lugar de extenderse desde las áreas entre la proyección y hacia arriba, hacia su pared lateral.

Tabla 9 - Valores medios para mapas estructurales					
Ejemplo n.º ID de la muestra	Punto muerto %	Gramaje medio g/m²	Espesor medio µm	Densidad media kg/m³	Figuras
13-WO13	7,5	28,1	107	260	25 A
14-19682	11,4	28,0	59	470	
15-19680	8,9	28,8	69	460	26 A-F
16-19683	11,9	28,1	49	570	—
17-19676	3,4	29,4	58	500	27 A-G
18: cara posterior de la capa	13,9	22,9	55	410	28 A-G

Ejemplos 20-25

Se prepararon muestras de toalla con fines de aplicación para extracción central a partir de pasta papelera como la descrita en la tabla 10, que incluye datos para toalla TAD actualmente utilizada para esa aplicación, como así también sus propiedades junto con datos comparables para una toalla control actualmente comercializada para esa aplicación producida por tecnología de acresponamiento de banda y una toalla que cumple con EPA para las mismas aplicaciones, que tiene suficiente contenido de fibra post-consumo como para satisfacer o superar las Pautas Integrales de Compra de EPA (EPA Comprehensive Procurement Guidelines). La toalla TAD es un producto producido con tecnología TAD que también se vende para esa aplicación.

De estas, la toalla identificada como 22624 se considera excepcionalmente adecuada para aplicación de extracción central, ya que exhibe suavidad del panel manual excepcional (según lo medido por un panel sensorial capacitado) combinada con muy rápido WAR, y alta tracción húmeda CD. Las figuras 29 A-F son electromicrografías de barrido de las superficies de la toalla 22624, mientras que las figuras 29 G y H ilustran la forma y las dimensiones de la banda utilizada para preparar la toalla identificada como 22624. La tabla 11 expone un informe más exhaustivo de las hojas bases de las toallas preparadas en relación con este ensayo, mientras que la tabla 12 indica las propiedades de fricción de la toalla seleccionada en comparación con toallas de la técnica anterior "control" y TAD que actualmente se comercializan para esa aplicación.

Las figuras 30A-30D son imágenes SEM en corte que ilustran características estructurales de la toalla de las figuras 29A-29F, mientras que en la figura 30D se puede apreciar que el capuchón de la cúpula está consolidado. Las regiones convexas huecas ricas en fibra se proyectan desde el lado superior de la hoja y tienen peso base local relativamente alto y capuchones consolidados. Se ha observado un avance en textura, en general relacionable a lisura y suavidad percibidas cuando los capuchones consolidados tienen la forma general de una porción apical de una vaina esferoidal.

Las figuras 31A-31F son imágenes micrográficas ópticas que ilustran características de la superficie de la toalla de la presente invención de las figuras 30A-30D que es muy preferida para uso en aplicaciones de extracción central;

La figura 38 presenta los resultados de un estudio de suavidad de un panel que compara la toalla 22624 y las otras

toallas de extracción central de la tabla 12. En la figura 38, una diferencia de 0,5 PSU (unidades de suavidad del panel) representa una diferencia que debería ser notable en aproximadamente 95 % del nivel de confianza.

Tabla 10						
Identificación	22617	22618	22624	Control	EPA	TAD
Boise Walulla				64 %		
Marathon Black					45 %	
Spruce						
Dryden Spruce	60 %	60 %	60 %			
Douglas Fir						100 %
Quinnebec					10 %	
Fibra reciclada	20 %	20 %	20 %	20 %		
Lighthons('. SFK (PCW)					45 %	
Diseño tela/banda	166	166	166	AJ168	AJ168	Prolux 005
% acresponamiento tela	17,0 %	17,0 %	13,0 %	20,0 %	15,0 %	
% acresponamiento carrrete	3,0 %	3,0 %	7,0 %		3,0 %	
Caja de moldeo (en HG)	0	0	24			
Carga de calandra	30	26	29			
Propiedades del producto						
Parámetro	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
Peso base (libras/resma), (gsm)	21,0, (34,2)	21,1, (34,4)	21,5, (35,0)	21,0, (34,2)	21,1, (34,4)	
Peso base (libras/rm), (gsm)	21,0, (34,2)	21,1, (34,4)	21,5, (35,0)	21,0, (34,2)	21,1, (34,4)	
Tracción en seco CD (g/3"), (g/mm)	1,766, (23,2)	1,913, (25,1)	2,013, (26,4)	1,833, (24,1)	1,956, (25,7)	
Relación tracción	1,6	1,5	1,4	1,7	1,5	
Tracción total (g/3"), (g/mm)	4,661, (61,2)	4,774, (62,7)	4,807, (63,1)	5,024, (65,9)	4,796, (62,9)	
Estiramiento MD (%)	26,0	24,7	26,6	22,1	22,5	
Tracción en húmedo CD (Finch) (g/3"), (g/mm)	430, (5,64)	464, (6,09)	486, (6,38)	410, (5,38)	465, (6,10)	
Tracción perforación (g/3"), (g/mm)				377, (4,95)	410, (5,38)	
WAR (segundos)	4,2	4,6	3,1	4,8	4,6	
Tracción en húmedo CD (Finch) (g/3"), (g/mm)	430, (5,64)	464, (6,09)	486, (6,38)	410, (5,38)	465, (6,10)	
Suavidad panel manual (PSU)	5,57	5,04	5,37	4,19	4,16	4,91

- 5 Las figuras 33 A y B muestran gráficos de la distribución de probabilidad (histograma) de densidad para los conjuntos de datos de las figuras 25-29 a partir de los cuales se calcularon los valores medios de la tabla 9. La figura 33A está graficada en una escala logarítmica, mientras que la figura 33 B es lineal. Las figuras 33 C y D muestran gráficos similares de la distribución de probabilidad (histograma) de espesor aparente para los conjuntos de datos a partir de los cuales se calcula la densidad media en la tabla 9. Las figuras 33 C y D también muestran distribuciones de probabilidad para las muestras competidoras comerciales 17: lado posterior de la capa.
- 10

ES 2 664 608 T3

Tabla 11 - Ensayos de bandas - Datos de prueba de hoja base																	
Descripción	Peso base libra/3000 pies ² (gsm)	Calibre 8 hojas MiniB hojas (mm/8 hojas)	Tracción MD g/3 pulg. (g/mm)	Estramiento MD %	Tracción CD g/3 pulg. (g/mm)	Estramiento CD %	Tracción húmedo Finch Curado-CD g/3 pulg. (g/mm)	Tracción GM g/3 pulg. (g/mm)	Módulo ruptura GM g%	Relación tracción seco %	Tracción seco total g/3 pulg. (g/mm)	Índice abs agua 0.1 ms	Módulo ruptura MD g%	%FC ²	%RC	Caja moldeo en Hg (kPa)	Calandra PLI (kNm)
22603 231	16.8 (27.4)	84.3 (2.14)	2.809 (36.9)	23.1	1.619 (21.2)	5.3	18 (0.24)	2.132 (28.0)	199	1.7	4.428 (58.1)		122				
22604 241	21.2 (34.6)	88.5 (2.25)	3.980 (52.2)	27.2	1.708 (22.4)	7.6	121 (1.59)	2.607 (34.2)	196	2.3	5687 (74.6)		149				
22605 254	20.1 (32.8)	78.5 (1.99)	1.915 (23.8)	26.3	1.142 (15.0)	8.5	197 (2.59)	1439 (18.9)	97	1.6	2.957 (38.8)		89				
22606 850	20.3 (33.1)	74.0 (1.88)	1.557 (20.4)	24.	1.108 (14.5)	8.2	240 (3.15)	1.313 (17.2)	95	1.4	2.665 (35.0)		64				
22607 907	19.9 (32.4)	75.2 (1.91)	1.744 (22.9)	22.8	979 (12.8)	9.4	215 (2.82)	1.306 (17.1)	91	1.8	2.723 (35.7)		77				
22608 924	20.4 (33.3)	72.9 (1.85)	1.992 (26.1)	23.4	1.026 (13.5)	8.6	240 (3.15)	1.428 (18.7)	102	2.0	3.018 (39.6)		87				
22609 940	21.0 (34.2)	73.0 (1.85)	3.002 (39.4)	24.1	2.140 (28.1)	8.8	490 (6.43)	2.534 (33.3)	175	1.4	5.142 (67.5)		125				
22610 957	21.3 (34.7)	74.8 (1.90)	3.078 (40.4)	23.7	2.298 (29.8)	8.6	506 (6.64)	2.641 (34.7)	188	1.4	5.344 (70.1)	3.9	134	20	0.5	24 (81.3)	30 (5.34)
22611 1015	21.7 (35.4)	77.8 (1.98)	3.004 (39.4)	23.2	2.272 (29.8)	7.9	537 (7.05)	2.612 (34.3)	200	1.3	5.276 (69.2)		132				
22612 1025	21.2 (34.6)	67.7 (1.72)	3.014 (39.6)	23.4	2.323 (30.5)	7.3	534 (7.00)	2.646 (34.7)	209	1.3	5.337 (70.0)		133			12 (40.6)	
22613 1042	21.9 (35.7)	72.7 (1.85)	3.111 (40.8)	23.4	2.430 (31.9)	7.7	571 (7.49)	2.750 (36.1)	205	1.3	5.542 (72.7)	3.7	134				27 (4.81)
22614 1055	22.0 (35.9)	71.8 (1.82)	2.871 (37.7)	24.0	2.174 (28.5)	7.1	522 (6.85)	2.498 (32.8)	194	1.3	5.045 (66.2)		122				
22615 1112	22.4 (36.5)	74.8 (1.90)	2.792 (36.6)	24.3	2.127 (27.9)	7.9	454 (5.96)	2.436 (32.0)	175	1.3	4.918 (64.5)	3.3	114				25.5 (4.54)
22616 1130	21.3 (34.7)	74.4 (1.89)	2.933 (38.5)	26.4	1.899 (24.9)	8.0	390 (5.12)	2.360 (31.0)	161	1.5	4.832 (63.4)	3.5	112				
22617 1208	20.8 (33.9)	63.5 (1.61)	2.826 (37.1)	24.0	1.838 (24.1)	8.3	418 (5.49)	2.276 (29.9)	168	1.5	4.464 (58.6)	4.7	123	17	3.0	0	30 (5.34)
22618 1221	21.0 (34.2)	75.0 (1.91)	3.116 (40.9)	24.0	2.145 (28.1)	8.2	498 (6.54)	2.565 (33.9)	187	1.5	5.261 (69.0)		131				26 (4.63)
22619 1234	21.5 (35.0)	86.2 (2.24)	3.106 (40.7)	24.6	1.971 (25.9)	8.2	462 (6.06)	2.473 (32.5)	174	1.6	5.076 (66.6)	3.9	129			24 (8.13)	
22620 1246	20.8 (33.9)	76.3 (1.94)	2.764 (36.3)	24.1	2.000 (26.2)	8.0	476 (6.25)	2.351 (30.9)	171	1.4	4.764 (62.5)		117				29 (5.16)
22621 1259	20.7 (33.7)	74.0 (1.88)	2.665 (35.0)	23.6	2.031 (26.7)	7.5	513 (6.73)	2.327 (30.5)	173	1.3	4.687 (61.6)		115				
22622 1101	21.8 (35.5)	76.5 (1.94)	3.321 (43.6)	26.1	2.373 (31.1)	8.0	530 (6.96)	2.807 (36.8)	195	1.4	5.694 (74.7)	2.9	128	13	7.0		
22623 122	20.9 (34.1)	81.6 (2.07)	2.852 (37.4)	25.2	2.056 (27.0)	7.6	503 (6.60)	2.421 (31.6)	174	1.4	4.908 (64.4)		112				
22624 135	21.5 (35.0)	78.4 (1.99)	2.878 (37.8)	25.0	2.150 (28.2)	8.4	504 (6.61)	2.487 (32.6)	174	1.3	5.028 (65.9)		116				
22625 147	21.0 (34.2)	74.7 (1.90)	3.296 (43.3)	26.1	2.482 (32.6)	8.6	535 (7.02)	2.890 (37.5)	191	1.3	5.777 (75.8)		126				
22626 200	20.4 (33.3)	75.8 (1.93)	2.724 (35.7)	27.4	2.268 (29.8)	8.5	567 (7.31)	2.483 (32.6)	162	1.2	4.962 (65.5)		100	25	0.5		
22627 212	20.6 (33.6)	75.5 (1.92)	2.955 (38.8)	28.5	2.089 (27.2)	9.1	571 (7.49)	2.473 (32.5)	158	1.4	5.024 (65.9)		107				
22628 226	20.4 (33.3)	73.5 (1.87)	2.959 (38.8)	28.7	2.154 (28.3)	9.1	518 (6.80)	2.524 (33.1)	160	1.4	5.113 (67.1)		104				
22629 240	20.5 (33.4)	61.1 (1.55)	2.756 (36.2)	26.6	2.123 (27.9)	8.2	459 (6.02)	2.418 (31.7)	166	1.3	4.879 (64.0)		105				
22630 254	20.8 (33.9)	63.9 (1.62)	2.550 (33.5)	31.7	1.879 (24.7)	9.4	413 (5.42)	2.189 (28.7)	127	1.4	4.429 (58.1)		82	30	0.5		
22631 308	20.3 (33.1)	77.6 (1.97)	2.560 (33.6)	33.4	1.756 (23.0)	9.7	399 (5.24)	2.119 (27.8)	121	1.5	4.316 (56.6)		79		24		
Blancos	21.0 (34.2)	78.0 (1.98)	2.750 (36.1)	23.0	1.900 (24.9)		450 (5.91)	2.286 (30.0)		1.4	4.650 (61.0)	5					

Tabla 12 - Datos de fricción									
Descripción	TMI Fric MD Sup-S1 g	TMI Fric MD Sup-S2 g	TMI Fric CD Sup-S1 g	TMI Fric CD Sup-S2 G	TMI Fric MD Inf-S1 g	TMI Fric MD Inf-S2 g	TMI Fric CD Inf-S1 g	TMI Fric CD Inf-S2 g	TMI Fric GMMMD 8 barridos-SD G
TAD	1,133	1,106	0,640	0,631	0,842	1,164	0,500	0,491	0,773
Control	0,995	1,677	0,785	0,536	0,925	1,156	0,484	0,659	0,843
22624	0,404	0,599	0,382	0,438	1,102	1,032	0,541	0,677	0,628

Ejemplos 26-39

Se preparó también un conjunto de muestras de las hojas de la invención intencionadas para aplicaciones de baño y/o tisú facial (véase tabla 12A) y luego se analizó como para los ejemplos 13-18. Los resultados de estos análisis se exponen en las figuras 34A-37D. La tabla 13 expone las propiedades físicas de los productos de tisú. La figura 35 es una imagen fotomicrográfica de una hoja de tisú de acuerdo con la muestra 20513. Las figuras 34A-C presentan micrografías electrónicas de barrido de las superficies de la hoja del ejemplo 26, mientras que las figuras 36 E-G presentan micrografías electrónicas de barrido de la hoja del ejemplo 28. Se ha de observar que tanto en las figuras 34A-C como en las figuras 36 E-G, en muchos casos, los capuchones de las cúpulas están consolidados sorprendentemente produciendo una hoja remarcadamente lisa y suave. Esta construcción parecer ser especialmente deseable para productos de baño y tisú facial, particularmente cuando los capuchones consolidados tienen la forma general de una porción apical de una vaina esferoidal.

Las figuras 37 A-D presentan los mapas de formación y densidad de la muestra 20568 junto con una imagen fotomicrográfica de su superficie.

Tabla 12A				
Ejemplo n.º	Identificación	Peso base (Promedio) g/m ²	Calibre (Promedio) μ	Fig.
26	20509	21,7	113,2	34 A-c
27	20513	13,7	27,3	35
28	20526	25,2	89,2	36 E-G
29	20568	22,0	39,7	37 A-D

ES 2 664 608 T3

Tabla 13 - Propiedades del tsú																
ID banda ID muestra	Calibre mils/8 hojas (mm/8 hojas)	Peso base libra/resma (gsm)	Tracción MD g/3 pulg (kg/m)	Estramiento MD %	Tracción CD g/3 pulg	Estramiento CD %	CD Tracción húmedo Finch curado g/3 pulg	GM Tracción g/3 pulg	Modulo ruptura g/%	Relac. tracción húmedo %	Tracción seco total g/3 ulg	Tracción húmedo/seco CD	T.E.A CD mm- g/mm²	T.E.A. MD mm- gm/mm²	Modulo ruptura CD g/%	Modulo ruptura MD g/%
SR-145 20509	71.55 (1,82)	12,86 (20.1)	503 (6,61)	26.2	292 (3,83)	5.9	42.71 (0,560)	383 (5,03)	31,01	1.72	795 (10,4)	0.15	0,128	0.669	49.83	19.31
SR-145 20513	52.8 (1,34)	7.96 (13,0)	432 (5,67)	29.7	286 (3,75)	7.9	33.23 (0,436)	351 (4,61)	22,95	1.51	718 (9,42)	0.12	0,169	0.751	35.52	14.86
SR-147 20526	80.55 (2,05)	14.59 (23,8)	375 (4,92)	29.9	232 (3,04)	8.3	31.71 (4,16)	295 (3,87)	19,41	1.61	607 (7,97)	0.14	0.15	0.388	28.53	13.23
SR-147 20568	68.5 (1,74)	12.76 (20,8)	589 (7,73)	24.1	269 (3,53)	8.8	38.25 (0,502)	398 (5,22)	27,24	2.18	858 (11,3)	0.14	0.18	0.814	30.69	24.18

Tabla 14 - Datos de resistencia/suavidad			
	Productos	GMT	Suavidad
TISÚ	QNBT S&S	663	18,1
	QN Ultra (2 capas)	585	19,2
	Angel Soft	653	17,0
	QNUP	632	20,0
	Scott ES	738	16,6
	Cottonelle	562	18,3
	Cottonelle Ultra	800	18,6
	Charmin Basic	700	17,8
	Charmin UltraSoft	657	20,2
	Charmin UltraStrong	998	18,5
	Primera calidad	1200	18,3
TELA ACRESPONADA	Punto 1	600	20,0
	Punto 2	686	19,8
	Punto 3	848	19,0
	Punto 4	876	19,1
	Punto 5	990	19,2
	Punto 6	1010	18,8
	Punto 7	1019	19,0
	Punto 8	1029	19,1
	Producto HUT	839	19,1
BANDA ACRESPONADA	Punto 1	585	20,7
	Punto 2	945	19,6
	Punto 3	719	20,2
	Punto 4	1134	19,4

REIVINDICACIONES

1. Una hoja absorbente (500) de fibras celulósicas, comprendiendo la hoja absorbente (500):
 - 5 (a) una pluralidad de regiones enriquecidas con fibra (512) de un peso base local relativamente alto, incluyendo las regiones enriquecidas con fibra:
 - (i) porciones convexas huecas (12, 540), y
 - 10 (ii) porciones crestadas enriquecidas con fibra (524) con una desviación de la orientación de la fibra en dirección transversal de la máquina (CD) adyacente a la porción convexa hueca (540); y
 - (b) regiones de conexión (528) de un peso base local relativamente más bajo, interconectando las regiones de conexión (518) las regiones enriquecidas con fibra;
 - 15 en donde las porciones convexas huecas tienen paredes laterales densificadas que sobresalen hacia arriba, comprendiendo al menos una porción de cada pared lateral densificada que sobresale hacia arriba una región densificada que sobresale hacia dentro.
- 20 2. La hoja absorbente (500) según la reivindicación 1, estando además la hoja absorbente (500) caracterizada por:
 - (c) áreas de transición (554, 560) con regiones fibrosas consolidadas que se someten a transición desde las regiones de conexión (518) a las regiones enriquecidas con fibra (512).
- 25 3. La hoja absorbente (500) según la reivindicación 1, que comprende además grupos consolidados de fibras que se extienden hacia arriba desde las regiones de conexión hacia las paredes laterales de las porciones convexas huecas enriquecidas con fibra (12, 540) a lo largo de por lo menos uno de sus bordes delanteros, formando los grupos consolidados de fibras regiones con forma de montura que se extienden al menos parcialmente alrededor de las porciones convexas huecas (12, 540).
- 30 4. La hoja absorbente (500) según la reivindicación 1, en donde las porciones convexas huecas (12, 540) tienen paredes laterales inclinadas.
5. La hoja absorbente (500) según la reivindicación 1, en donde las porciones convexas huecas enriquecidas con fibra (12, 540) exhiben un peso base local por lo menos 5 % superior que el peso base medio de la hoja (500).
- 35 6. La hoja absorbente (500) según la reivindicación 1, en donde las porciones convexas huecas enriquecidas con fibra (12, 540) exhiben un peso base local por lo menos 10 % superior que el peso base medio de la hoja (500).
7. La hoja absorbente (500) según la reivindicación 1, en donde las regiones enriquecidas con fibra (512) exhiben un peso base local por lo menos 25 % superior que el peso base local de las regiones de conexión (518).
8. La hoja absorbente (500) según la reivindicación 1, en donde las regiones enriquecidas con fibra (512) exhiben un peso base local por lo menos 35 % superior que el peso base local de las regiones de conexión (518).
- 45 9. La hoja absorbente (500) según la reivindicación 1, en donde las regiones enriquecidas con fibra (512) exhiben un peso base local por lo menos 45 % superior que el peso base local de las regiones de conexión (518).
10. La hoja absorbente (500) según la reivindicación 1, en donde la hoja absorbente (500) exhibe una variación del peso base que oscila alrededor de un valor medio del peso base sustancialmente constante.
- 50

Figura 1A
18" Hg vacío, calandrada, banda 50, lado de la banda, 10x

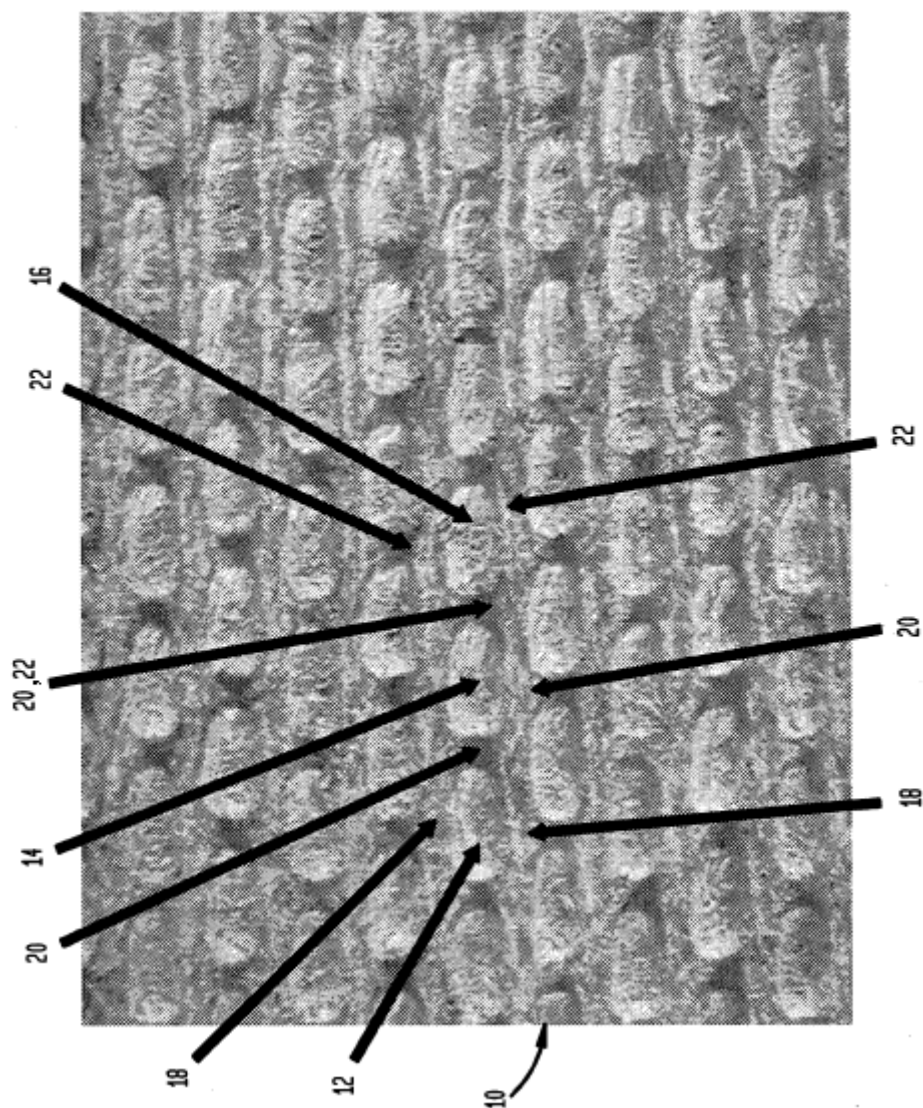


Figura 1B
23" Hg vacío, sin calandrar, banda 50, lado de la banda, 40x

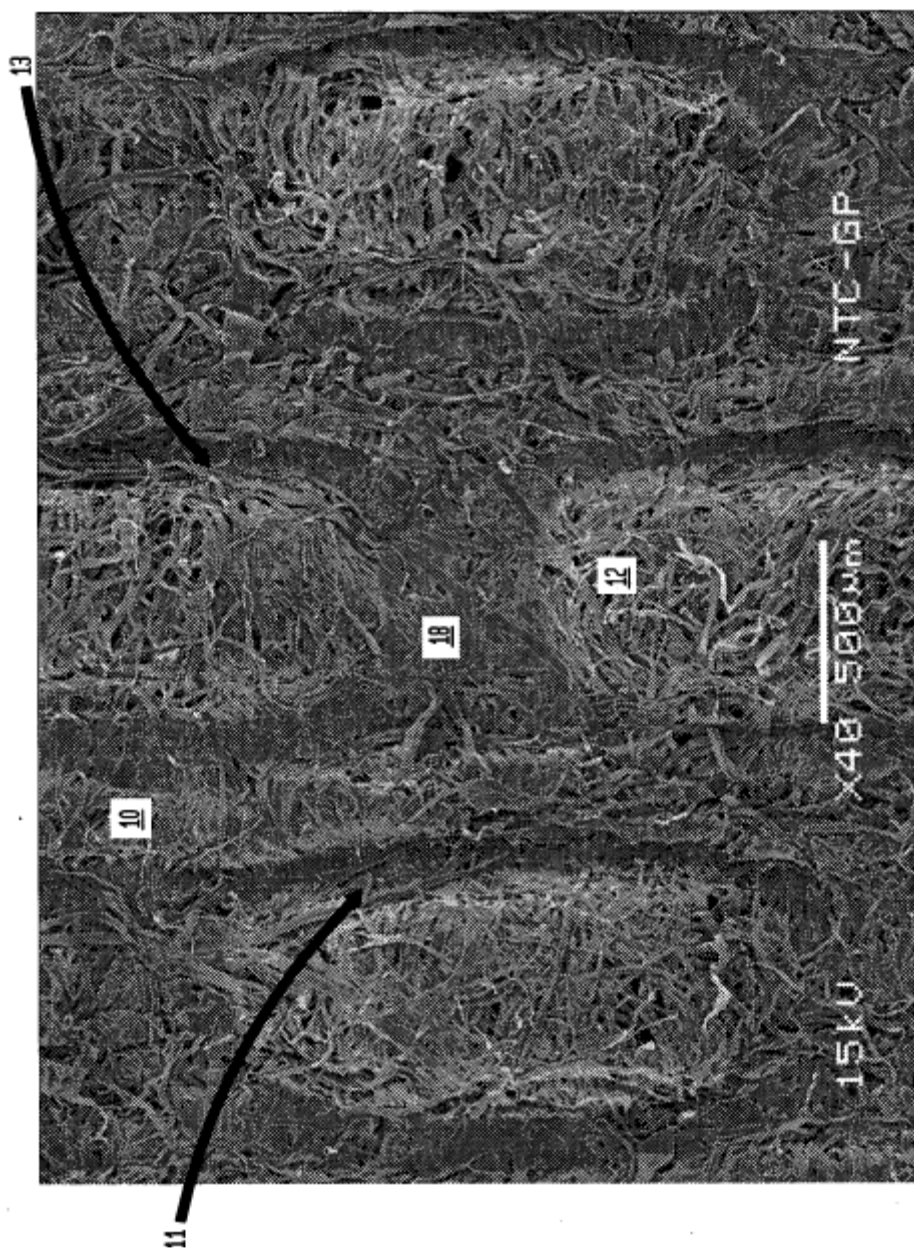


Figura 1C
23" Hg vacío, sin calandrar, banda 50, 45 ° lado de la banda, 50x

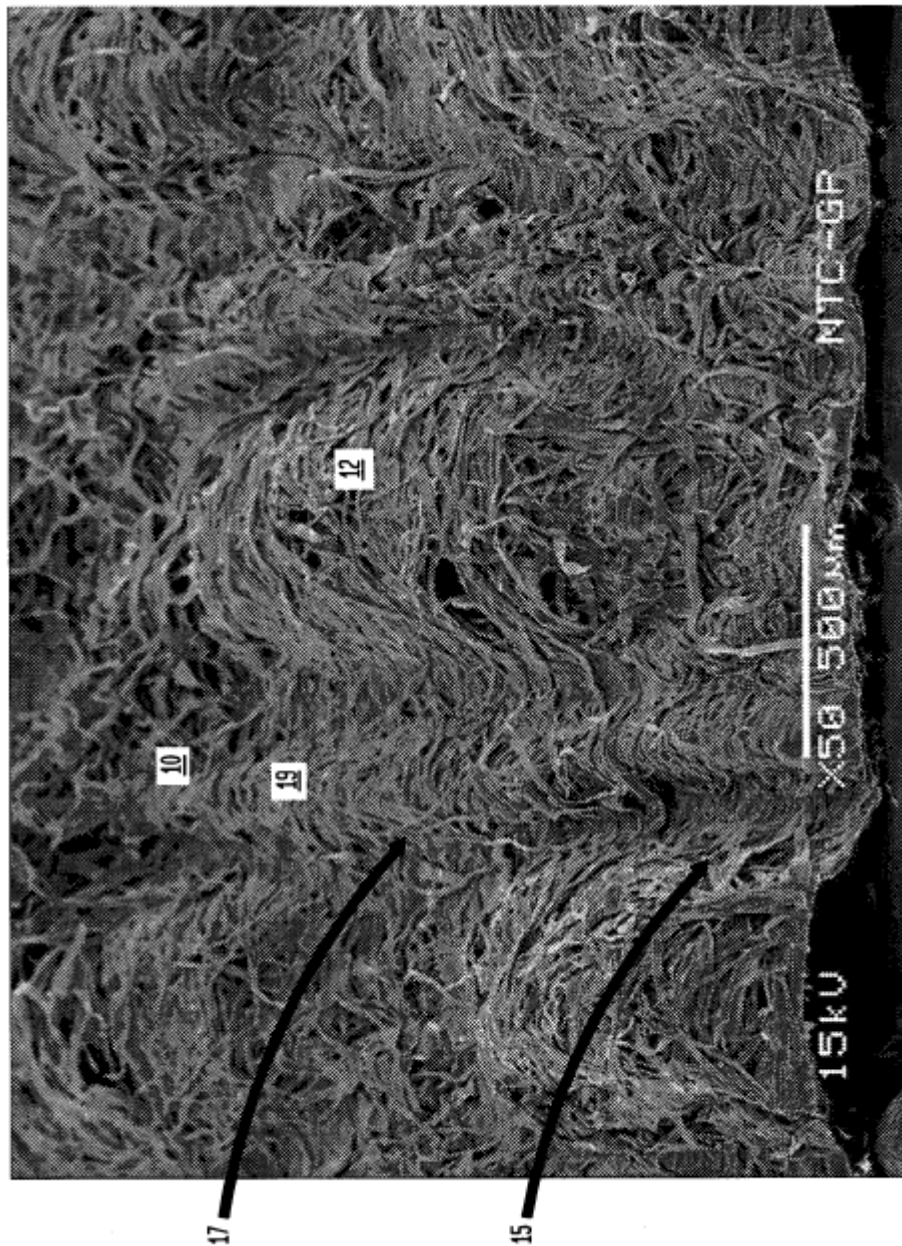


Figura 1D
23" Hg vacío, sin calandrar, banda 50, lado Yankee, 40x

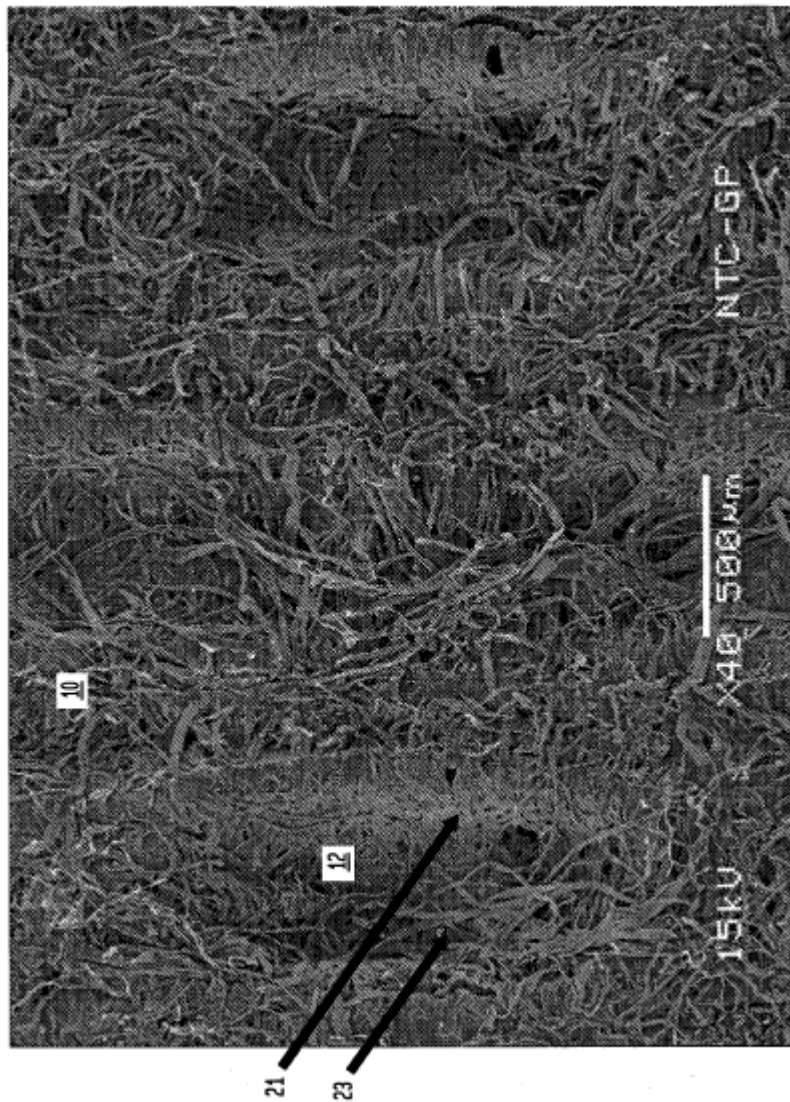


Figura 1E
23" Hg vacío, sin calandrar, banda 50, 45 ° lado Yankee, 50x

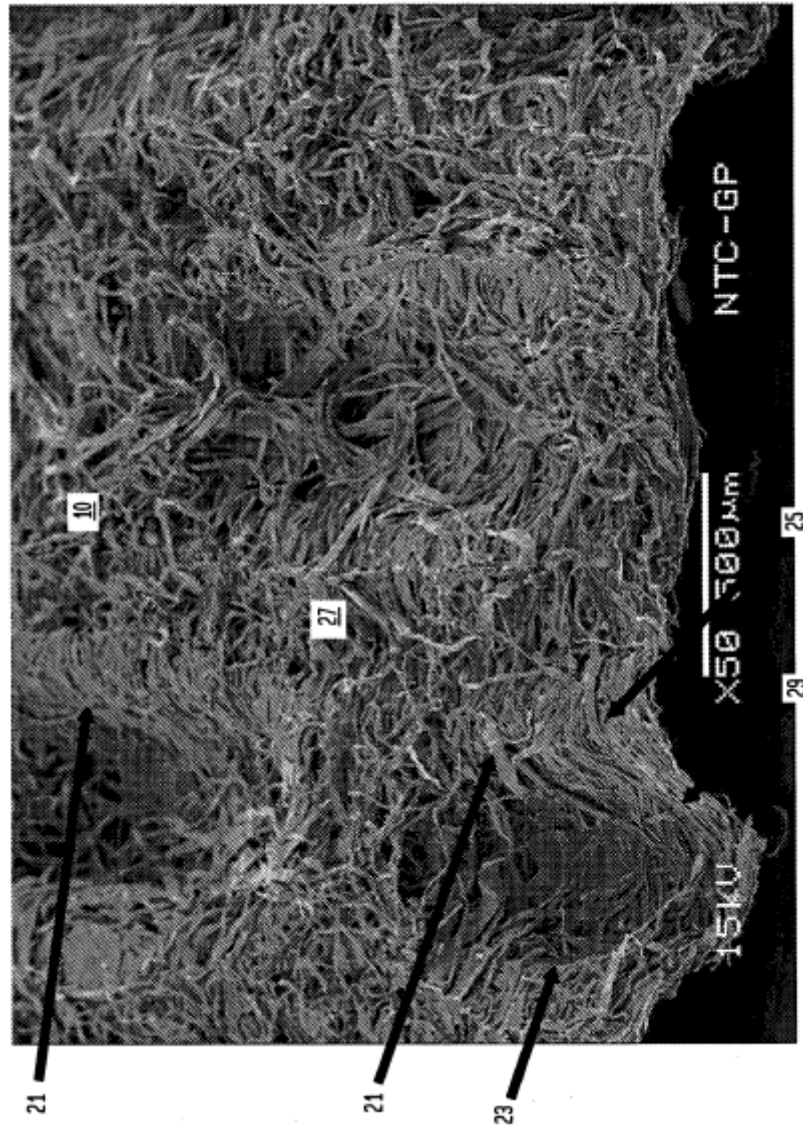


Figura 2A
Sin vacío, sin calandrado, banda 50
Peso medio = 18,52 (libras/3000 pies²) área = 1 1,5' × 1,5" l

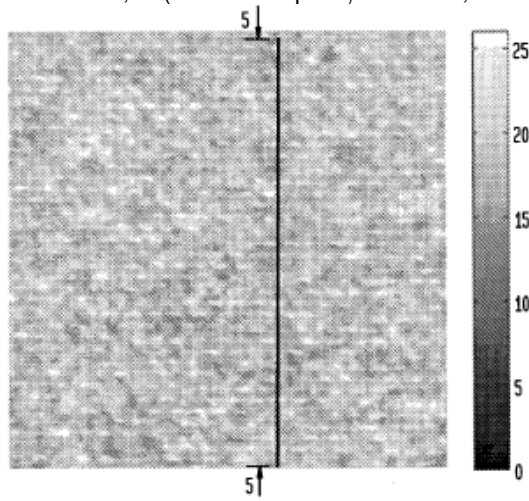


Figura 2B
Microperfil de peso base

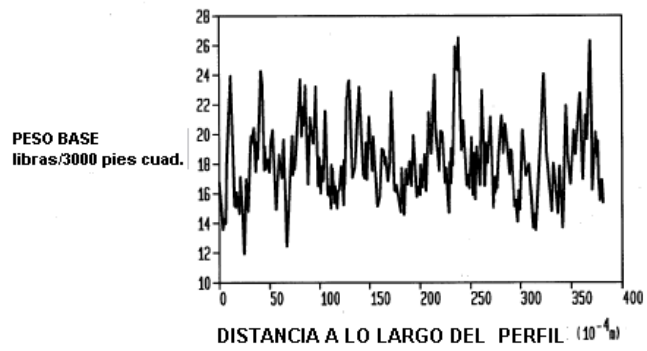


Figura 3
Borde delantero

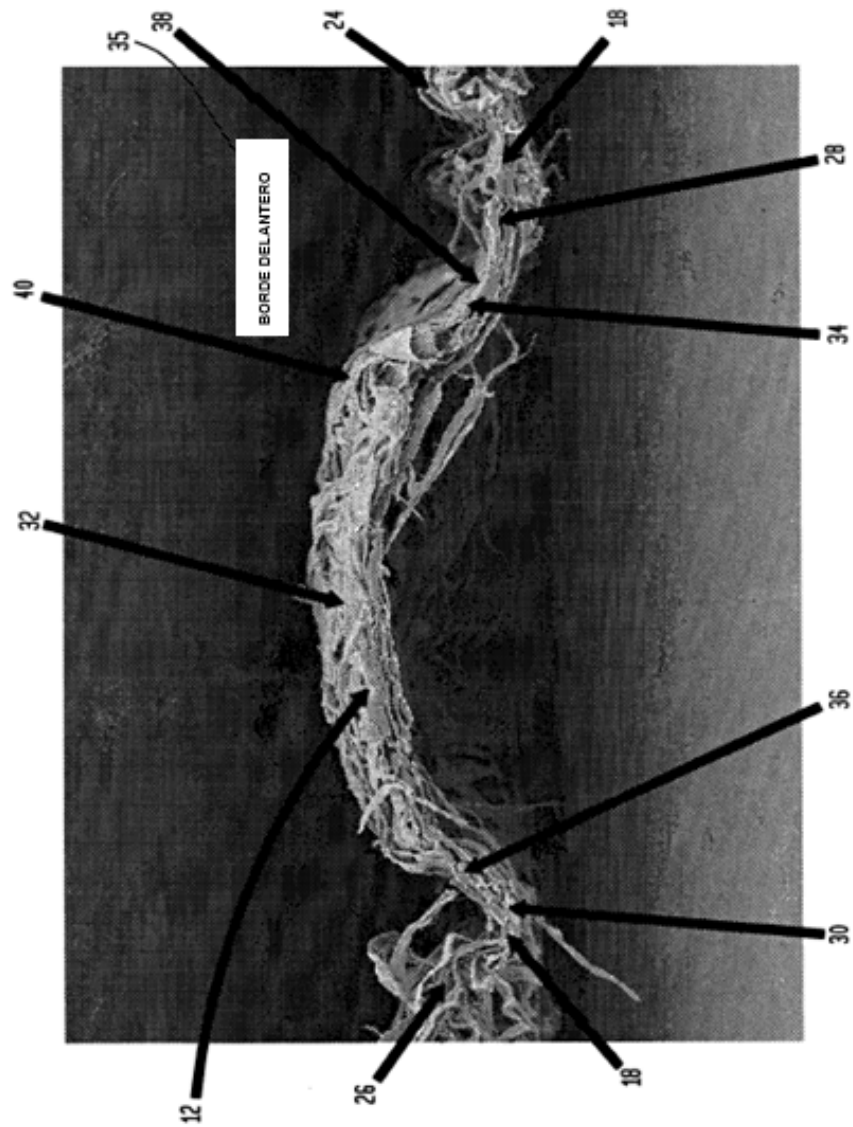


Figura 4

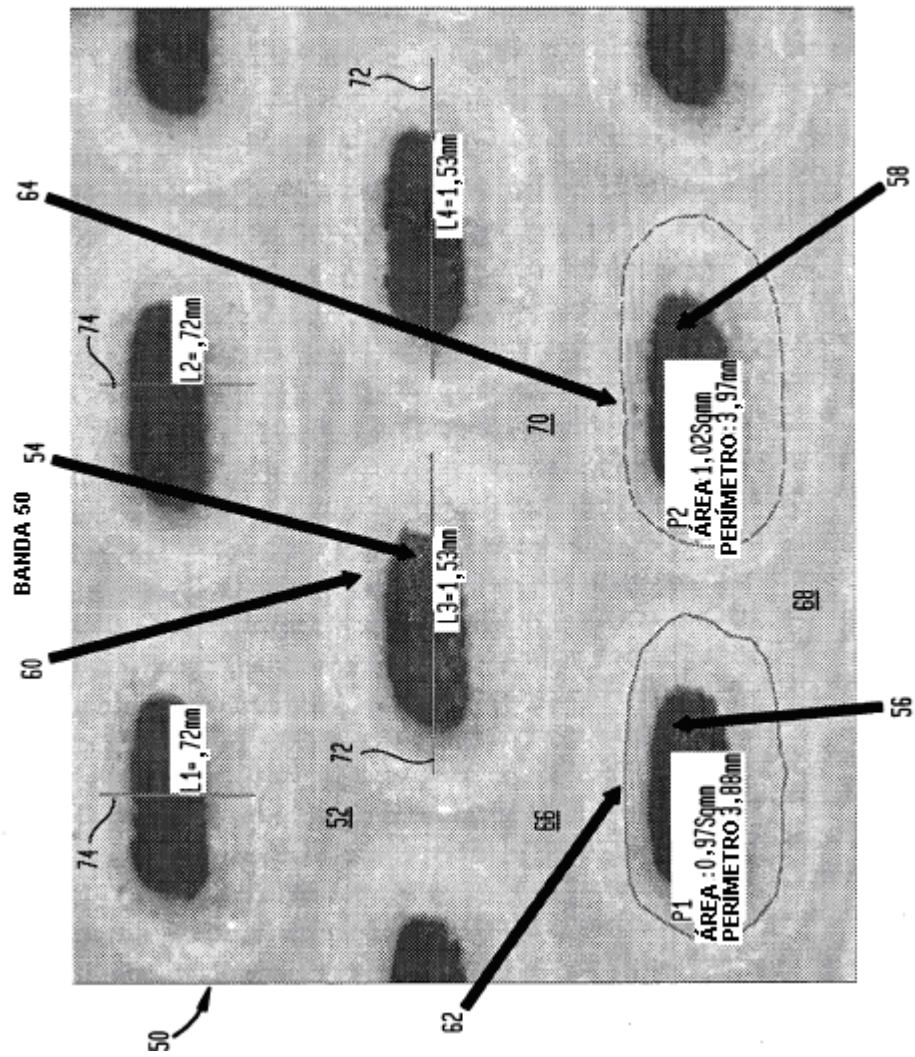


Figura 5

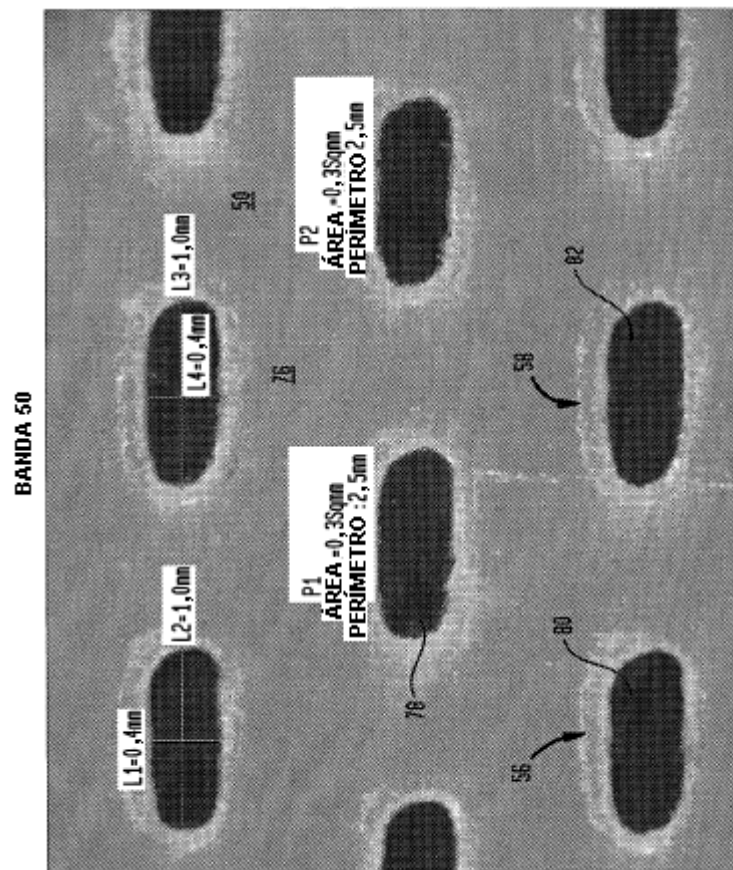


Figura 6

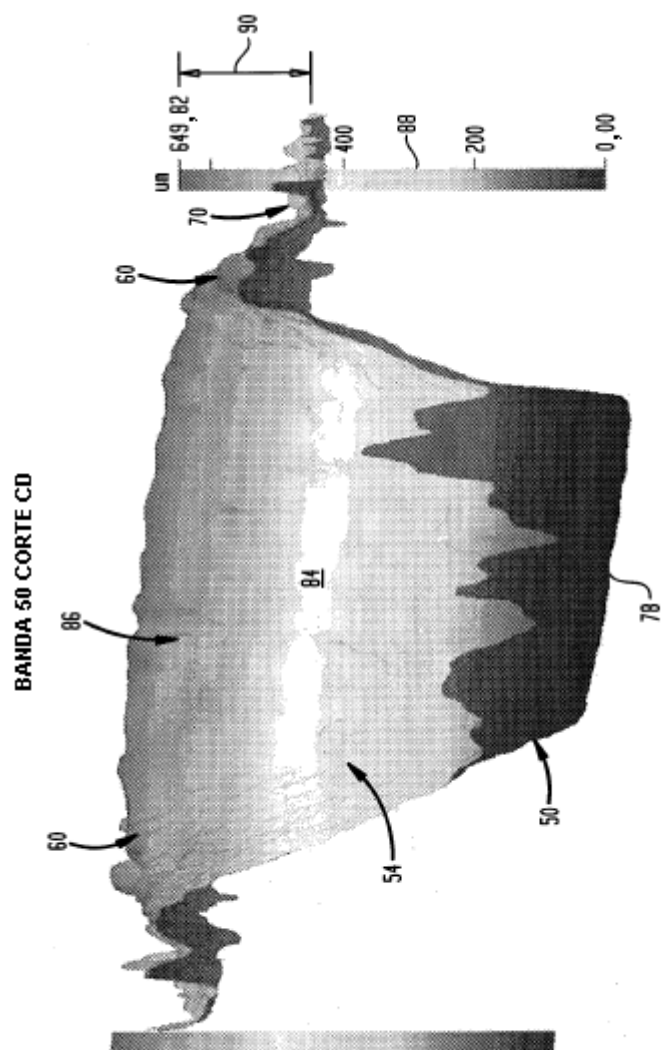


Figura 7

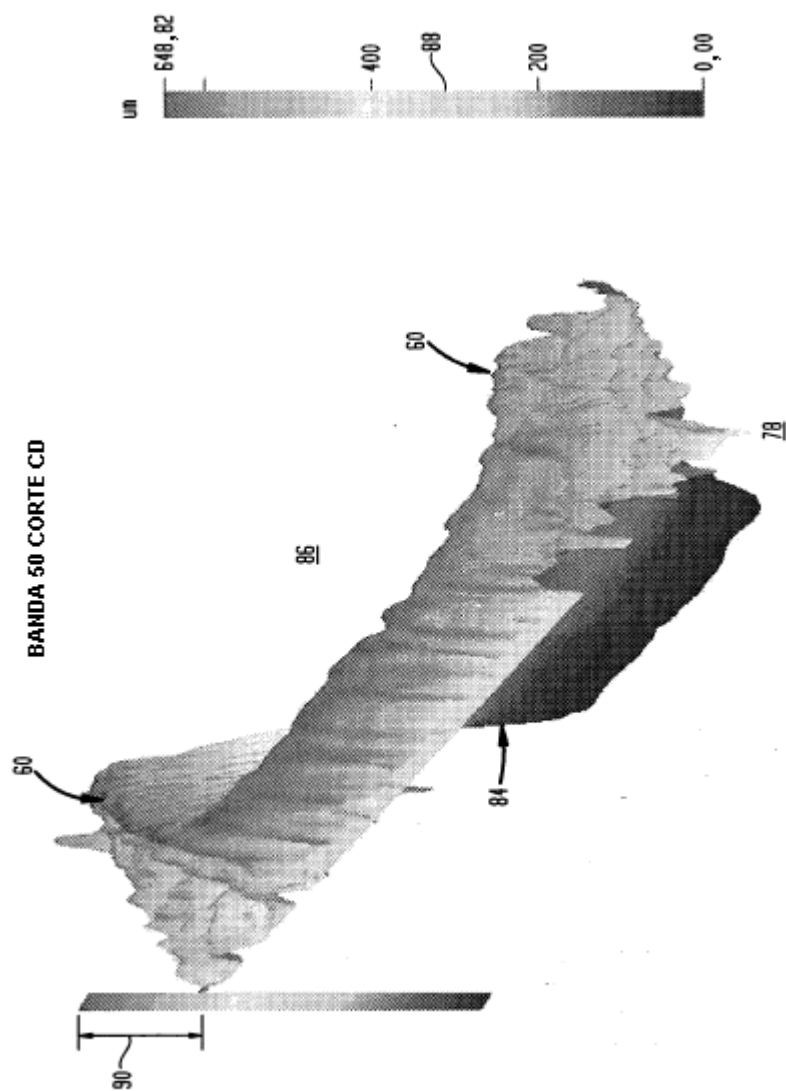


Figura 8

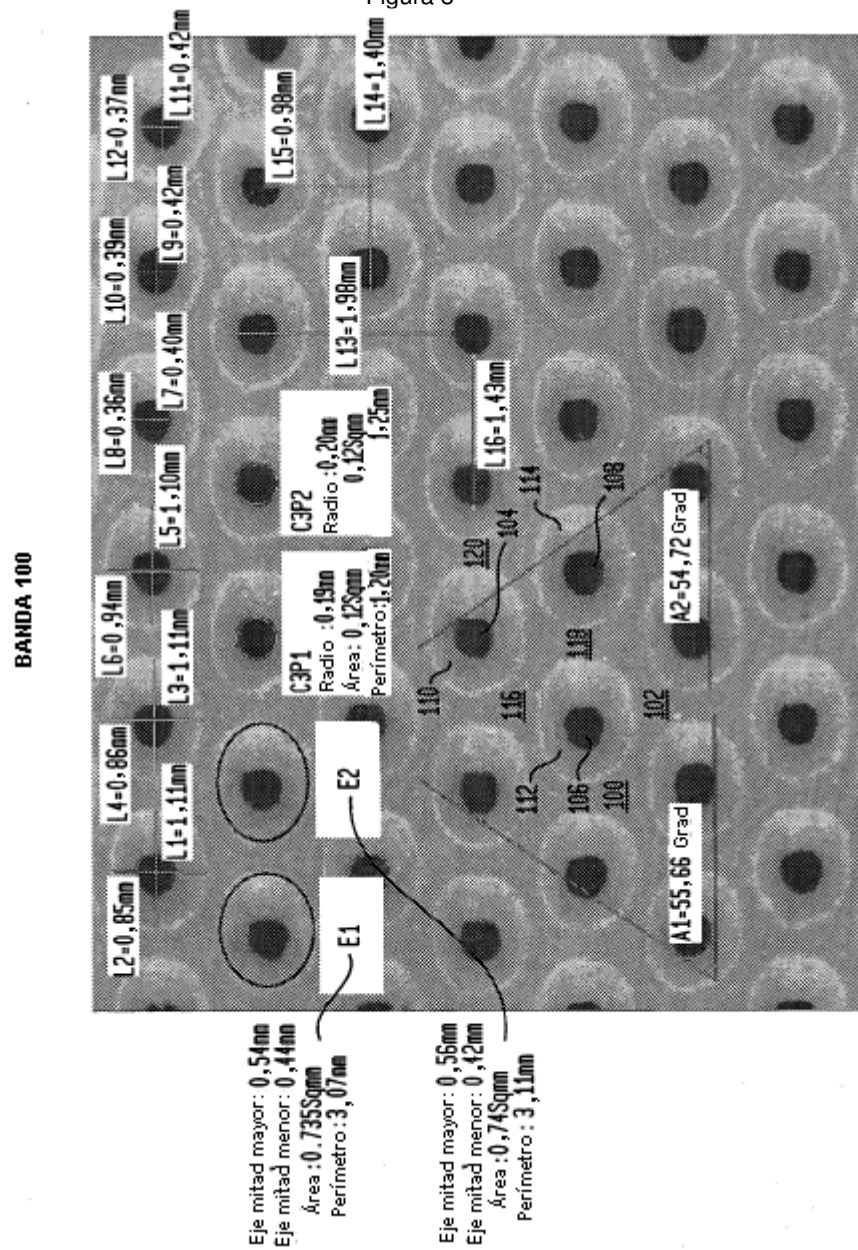


Figura 9

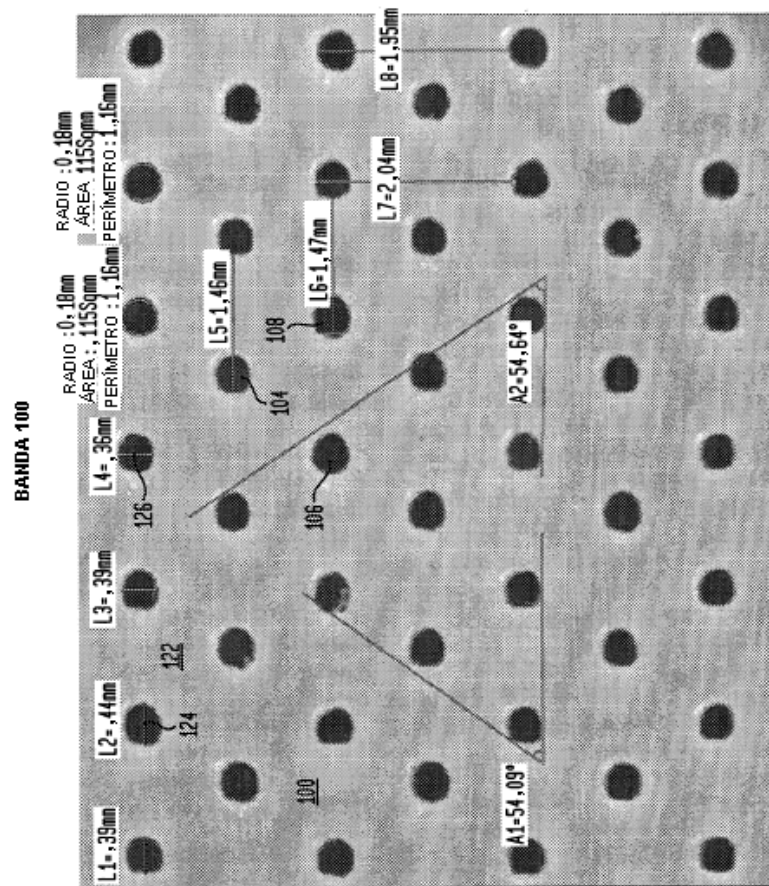


Figura 10A

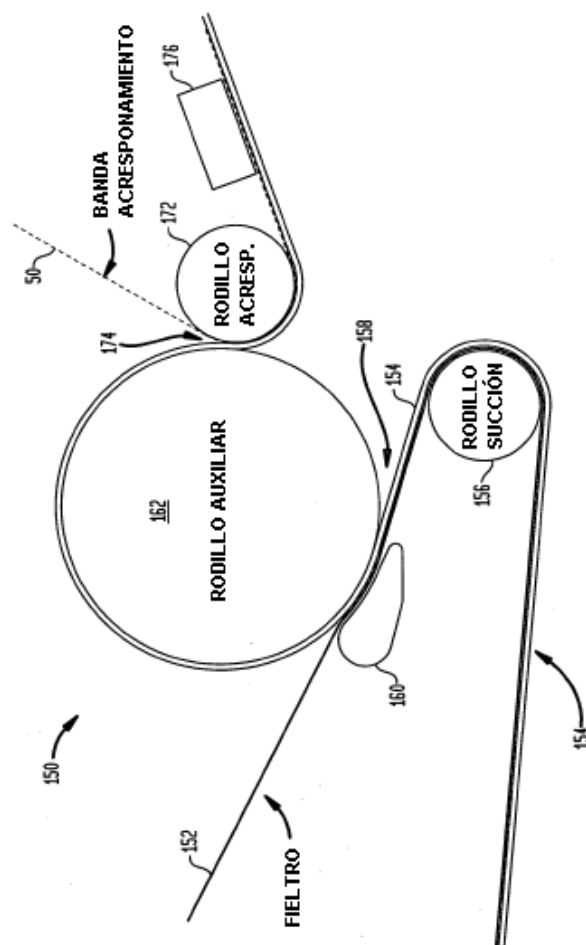


Figura 10B

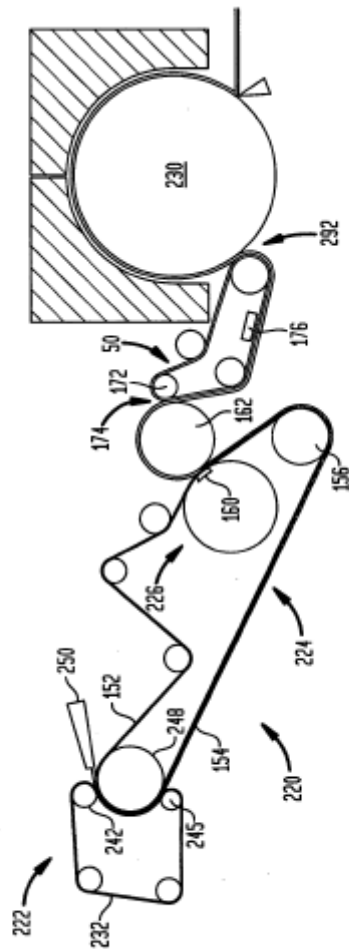


Figura 10C

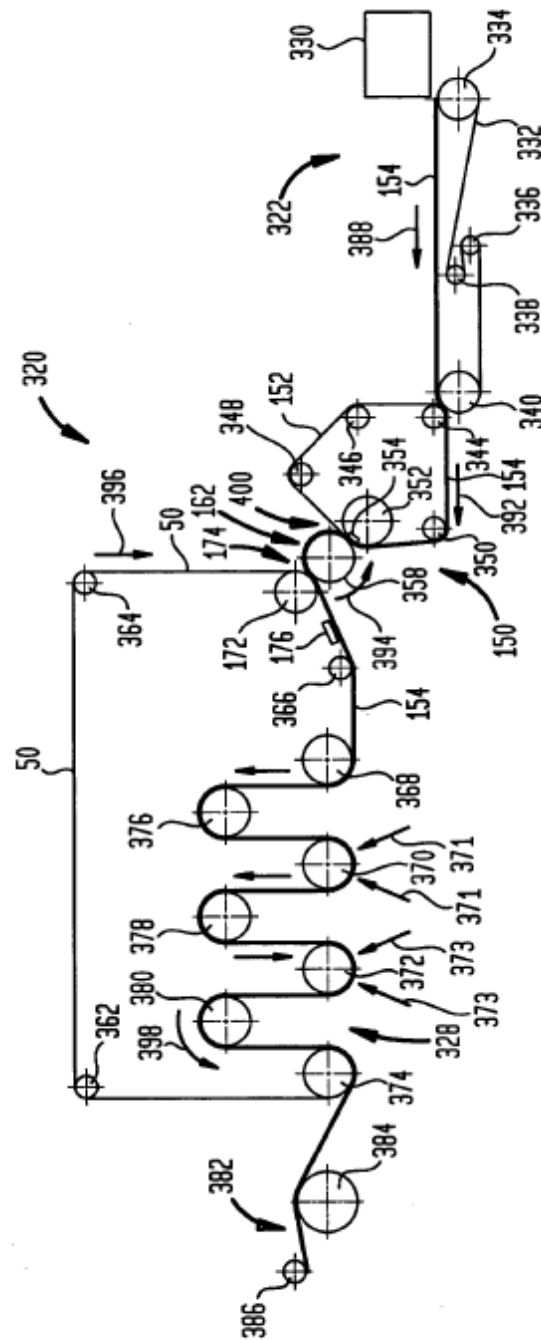


Figura 10D

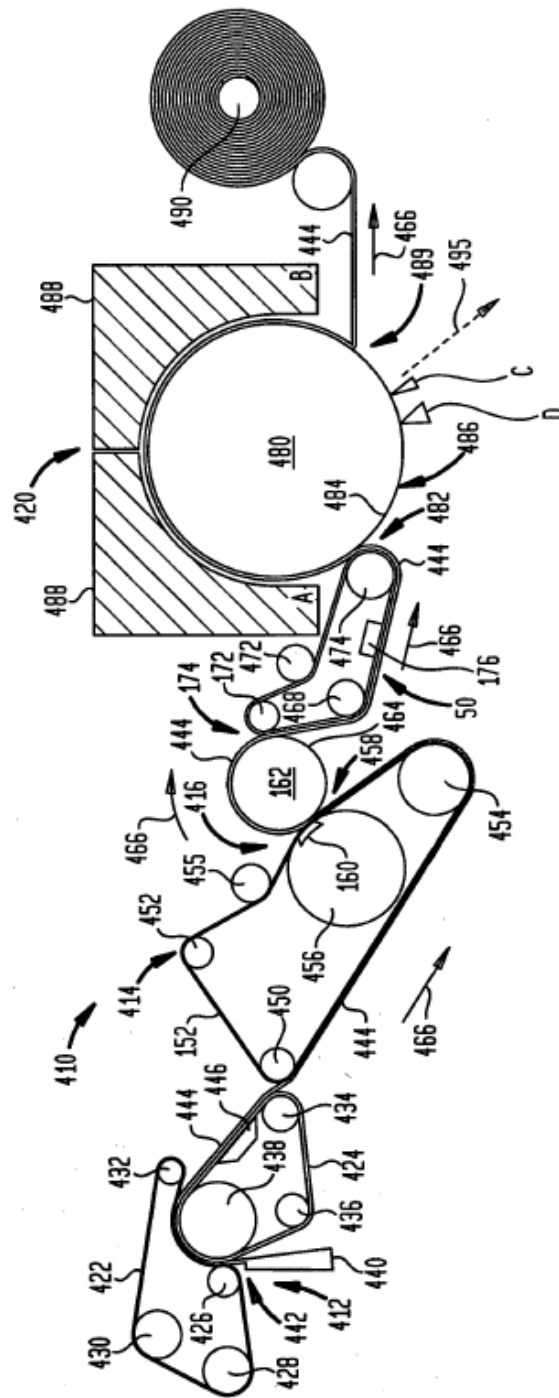


Figura 11A

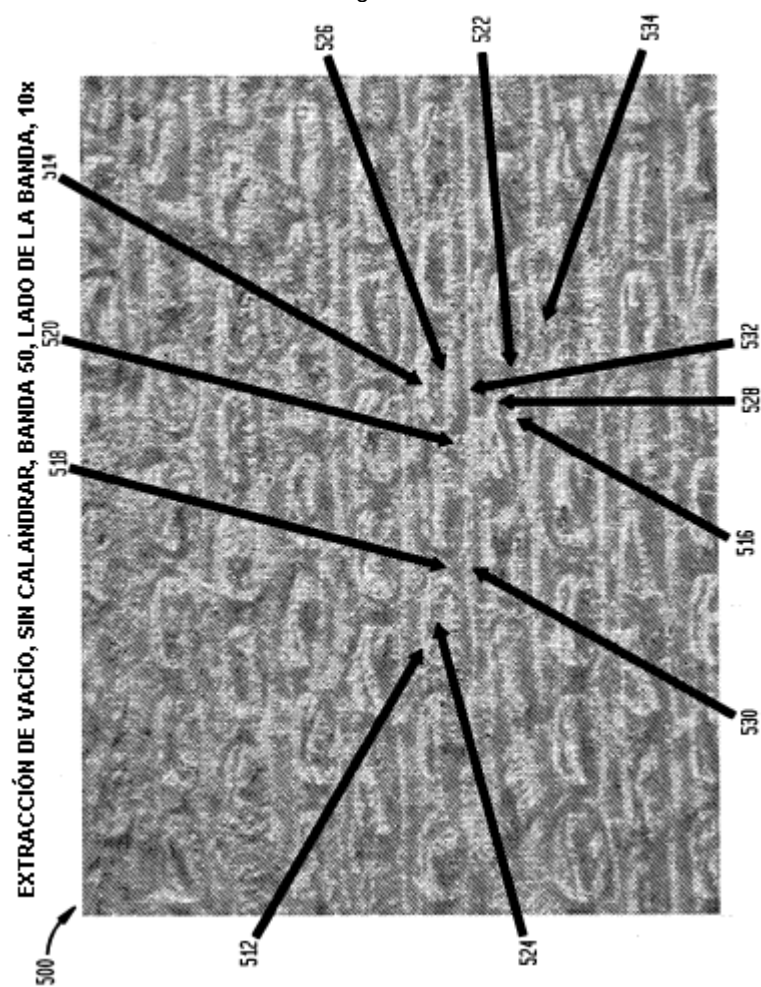


Figura 11B

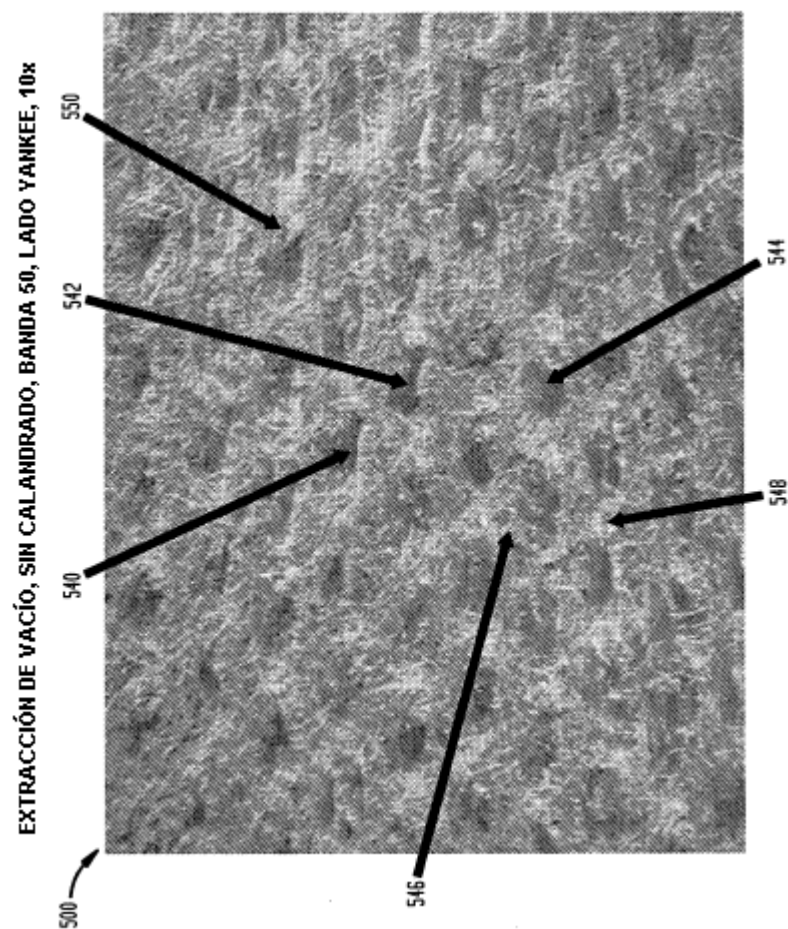


Figura 11C

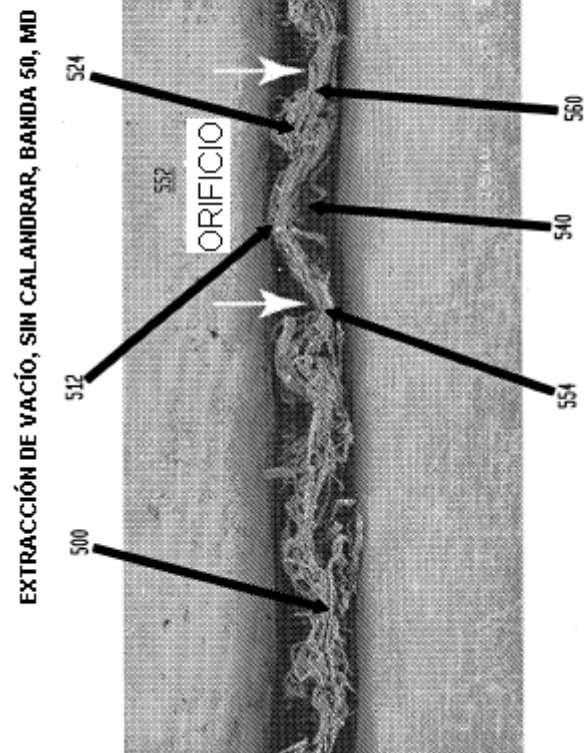


Figura 11D

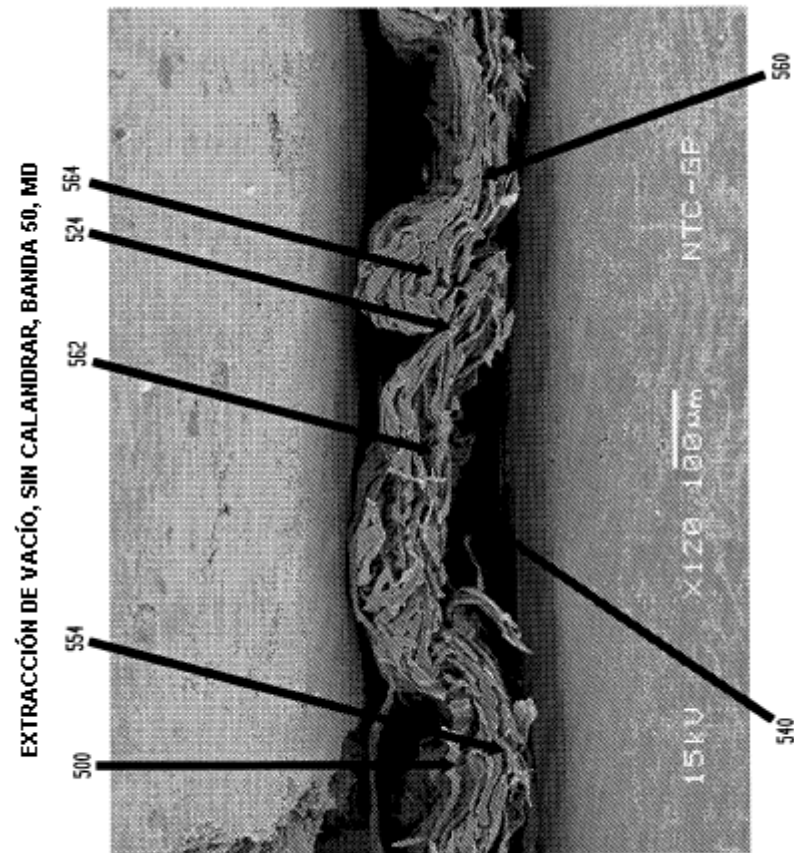


Figura 11E

EXTRACCIÓN DE VACÍO, SIN CALANDRAR, BANDA 50, CD

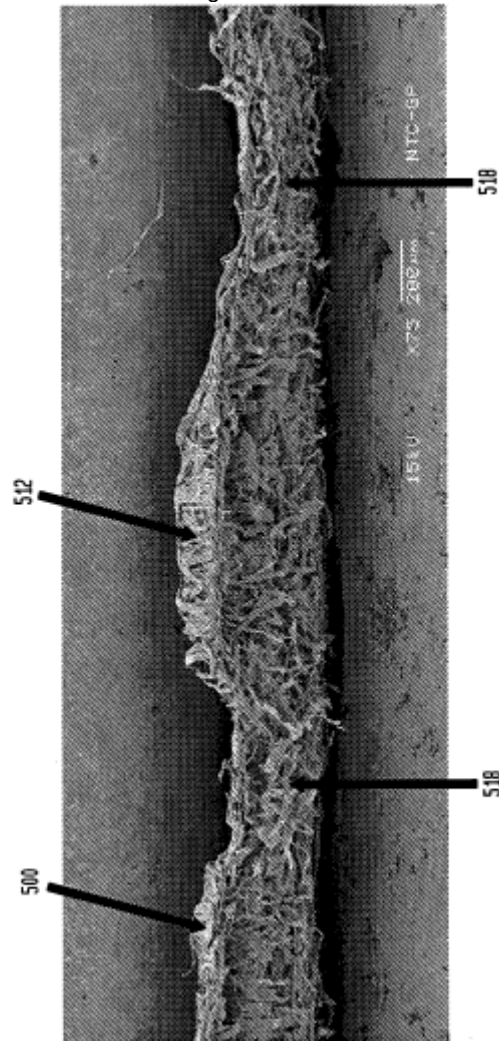


Figura 11F

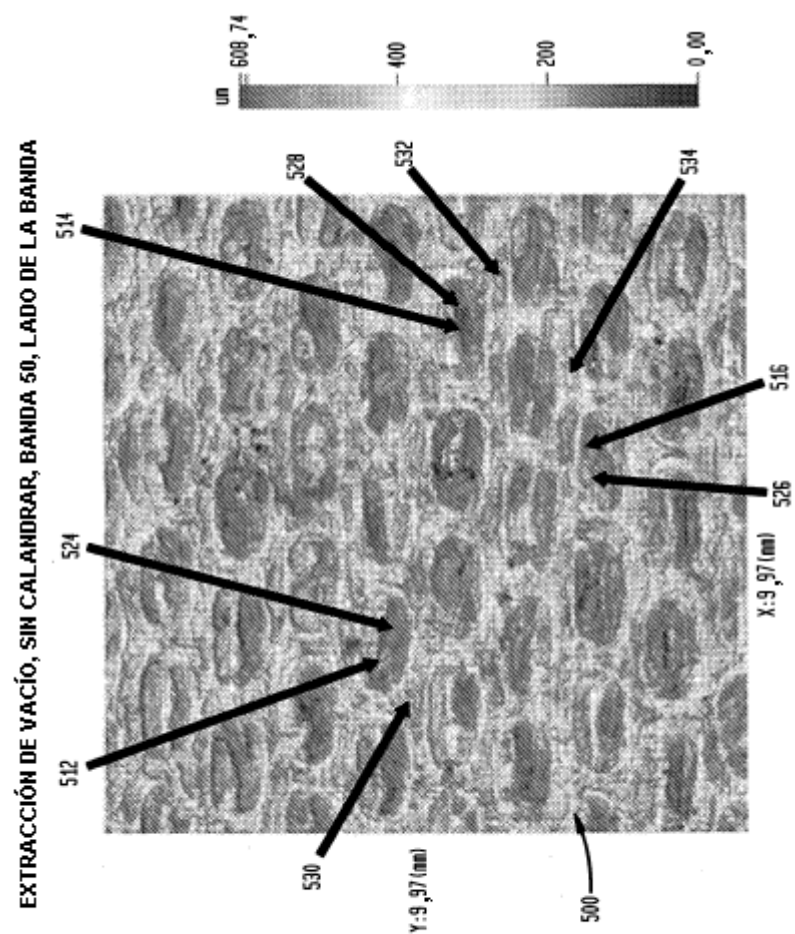


Figura 11G

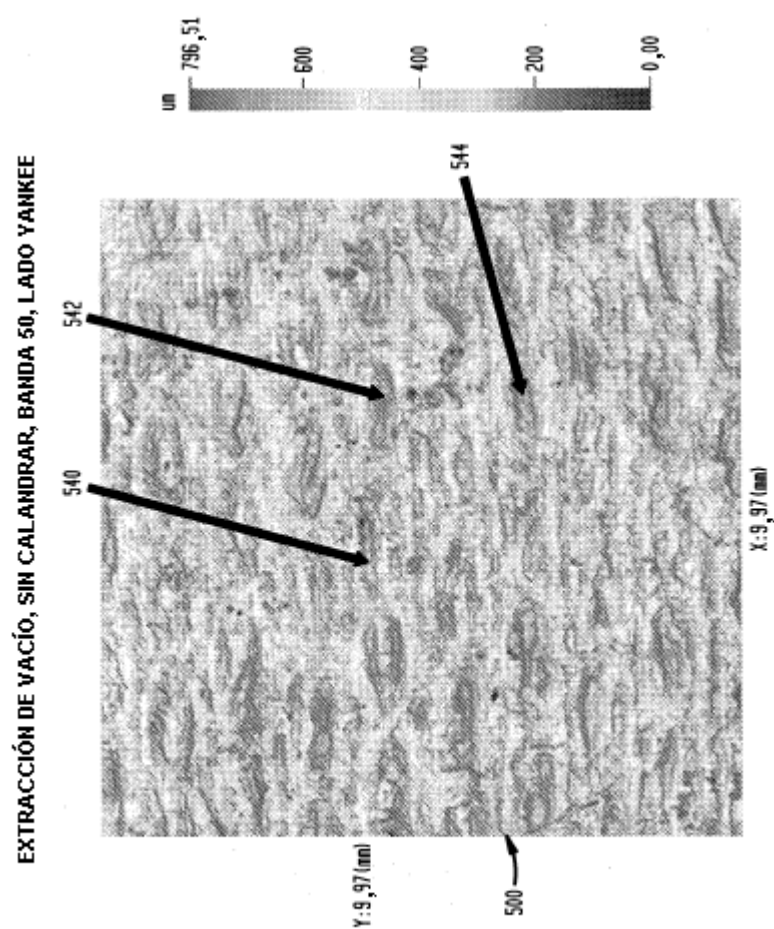


Figura 12A

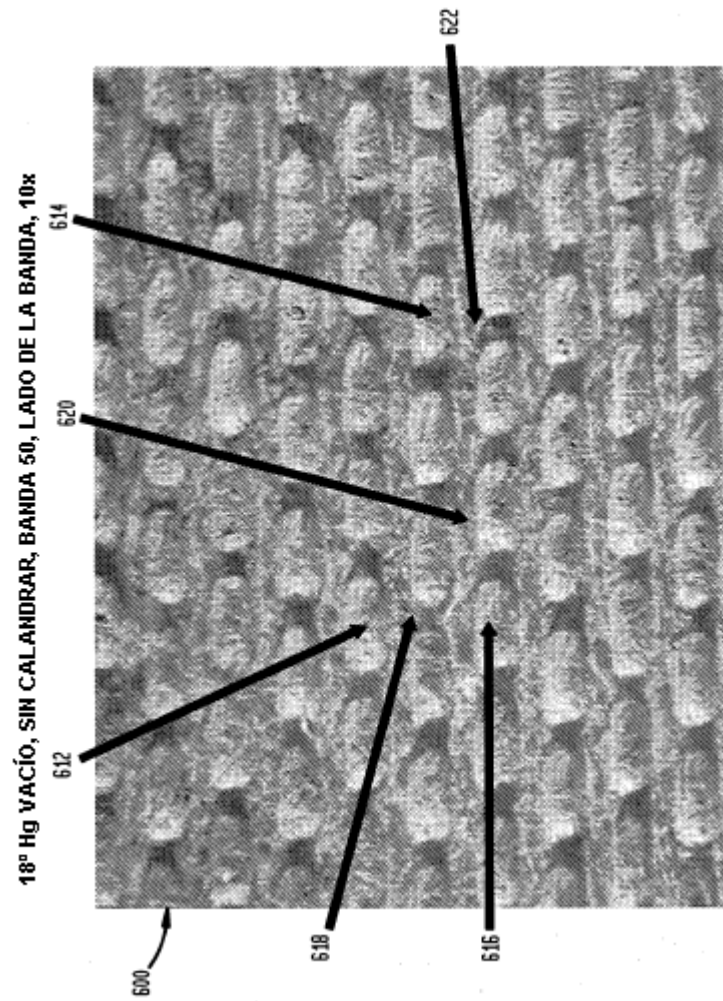


Figura 12B

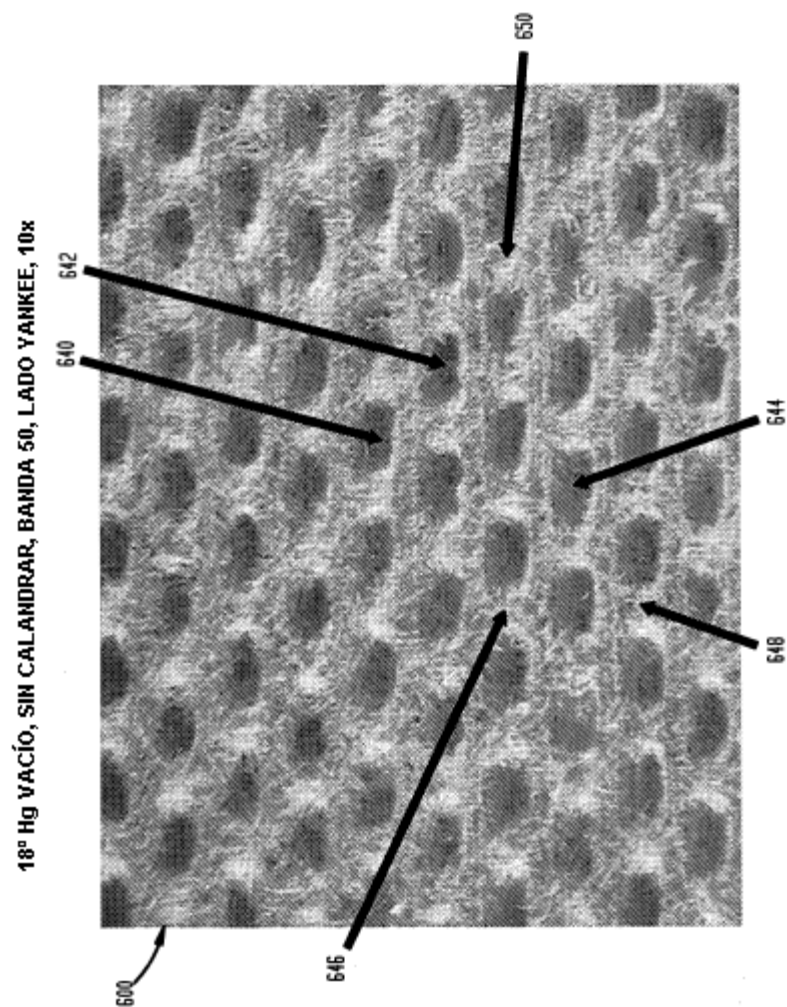


Figura 12C

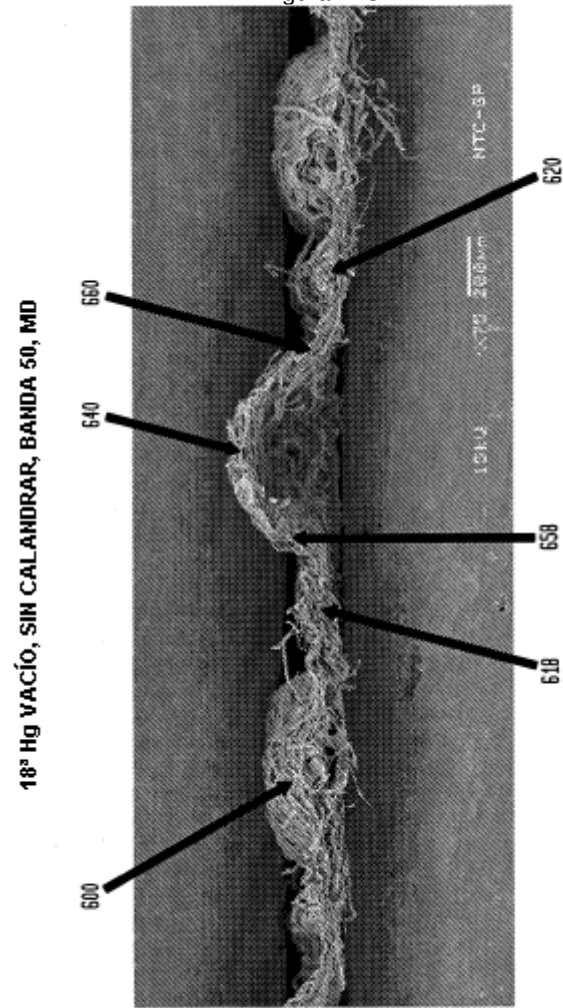


Figura 12D

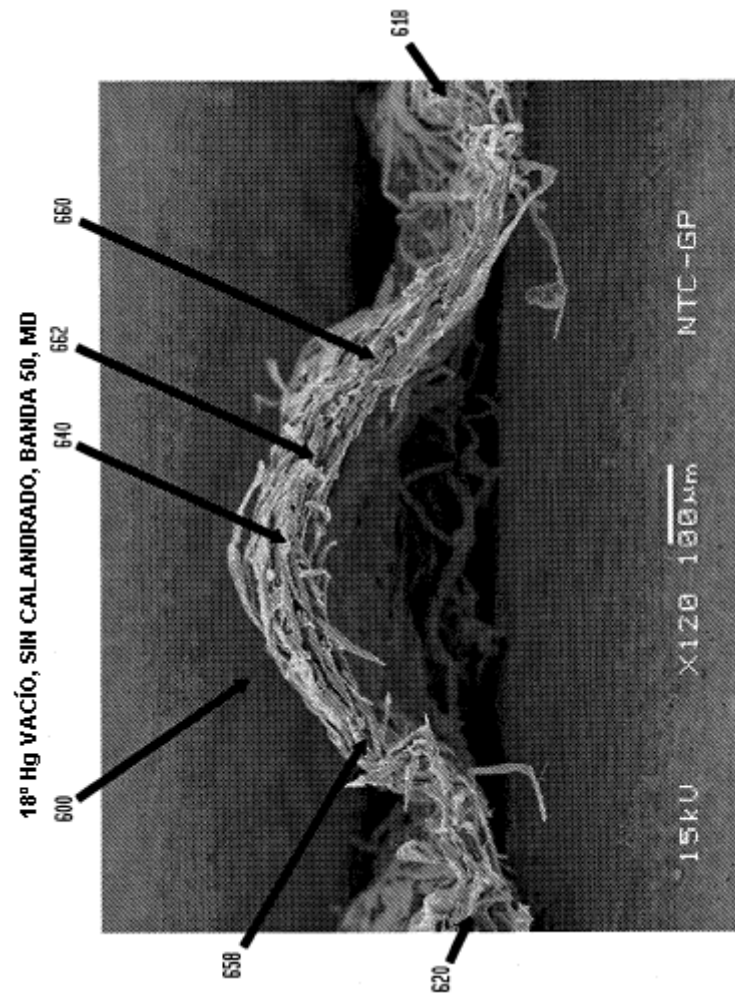


Figura 12E

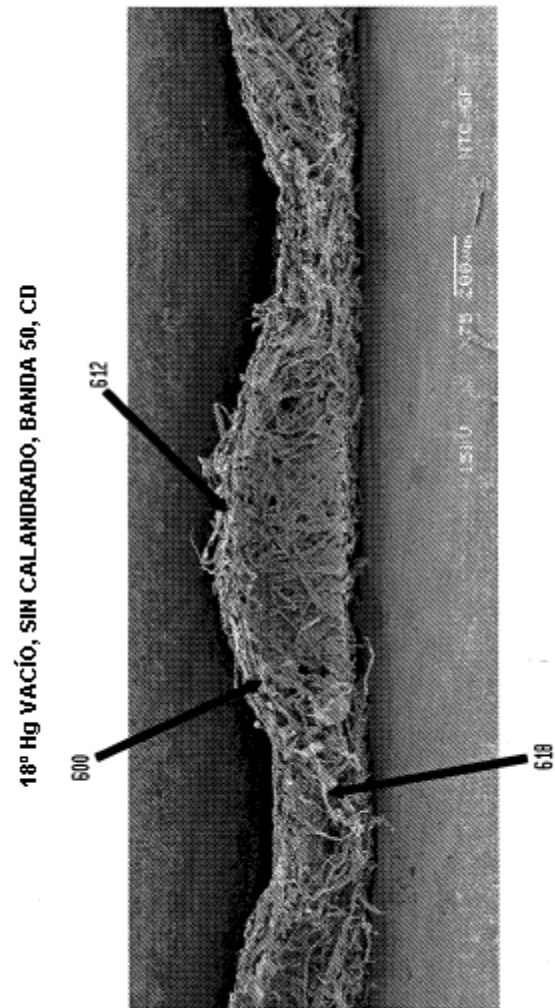


Figura 12F

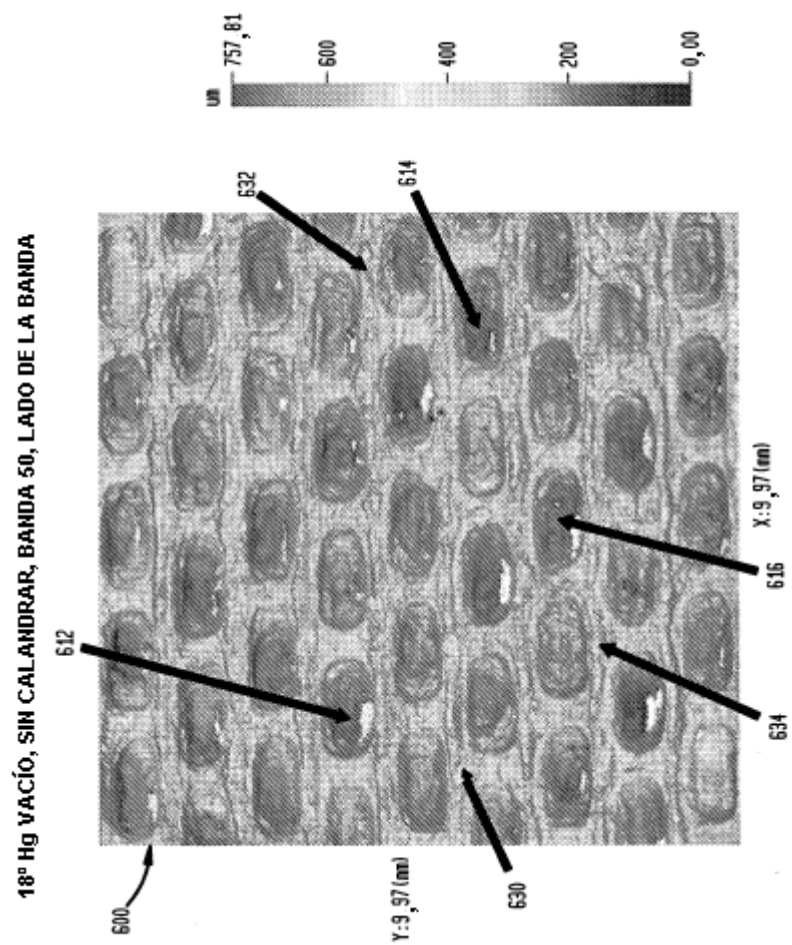


Figura 12G

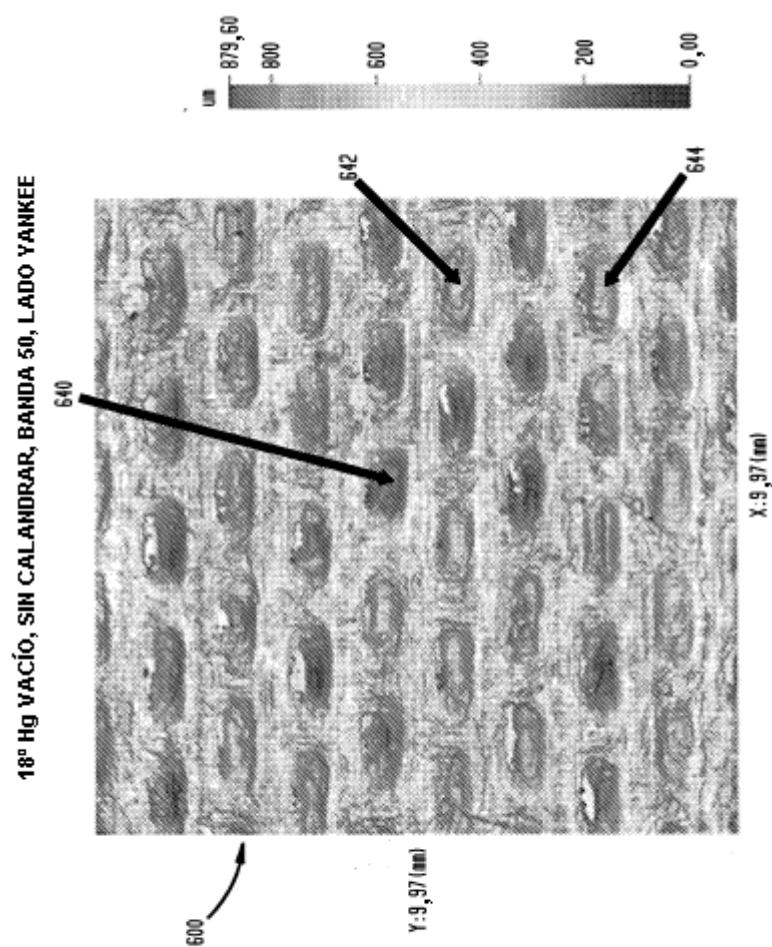


Figura 13A

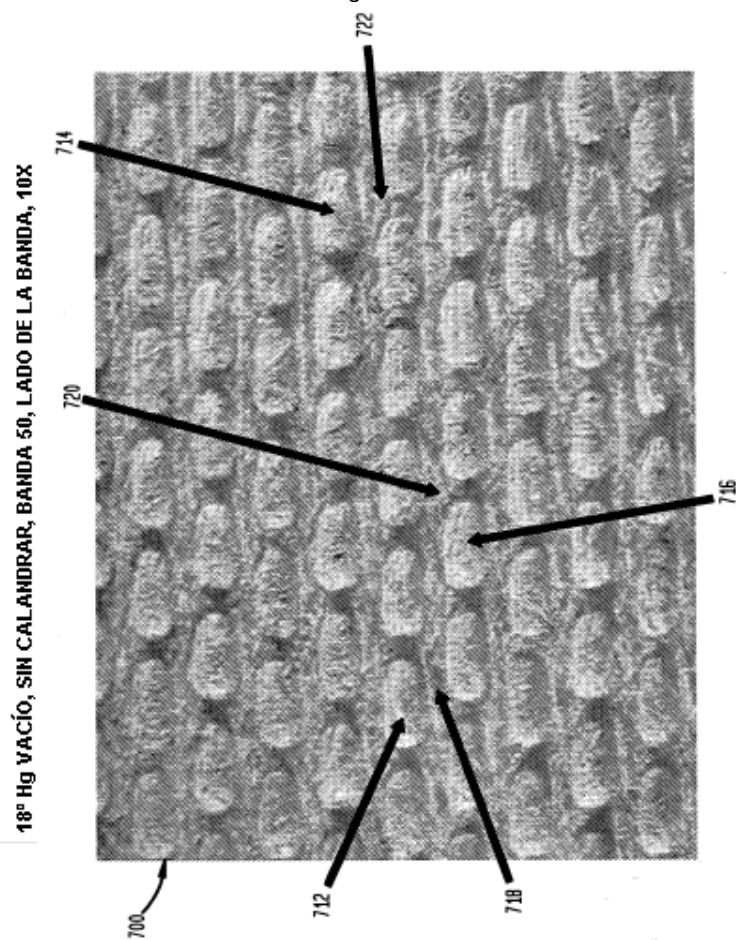


Figura 13B

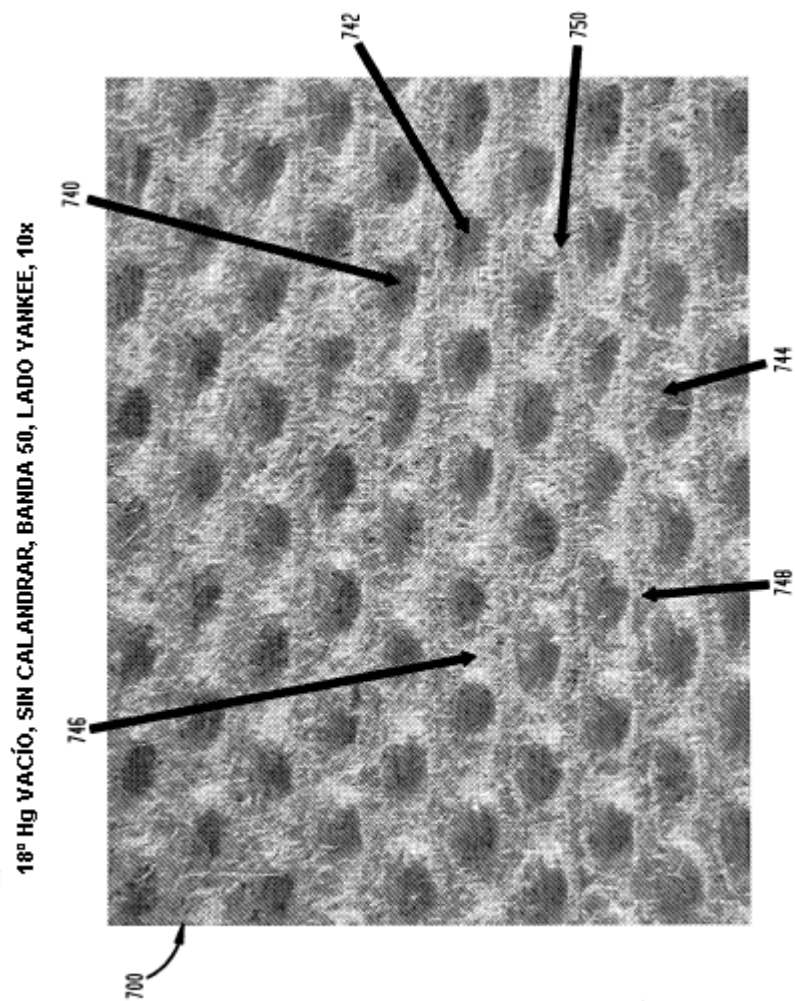


Figura 13C

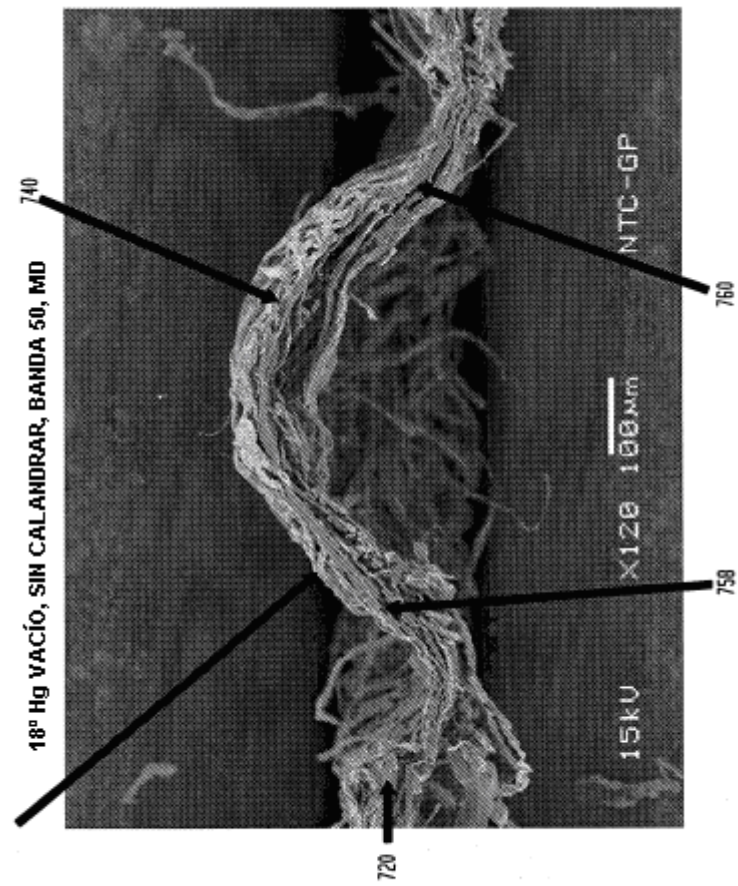


Figura 13D

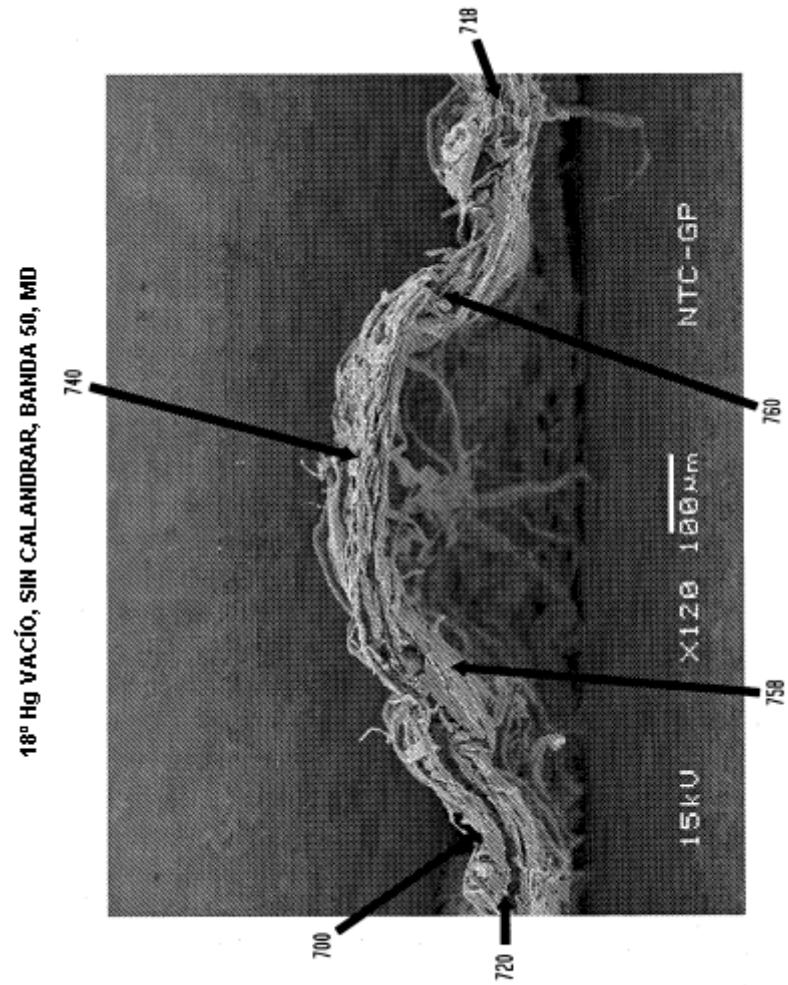


Figura 13E

18° Hg VACÍO, SIN CALANDRAR, BANDA 50, CD

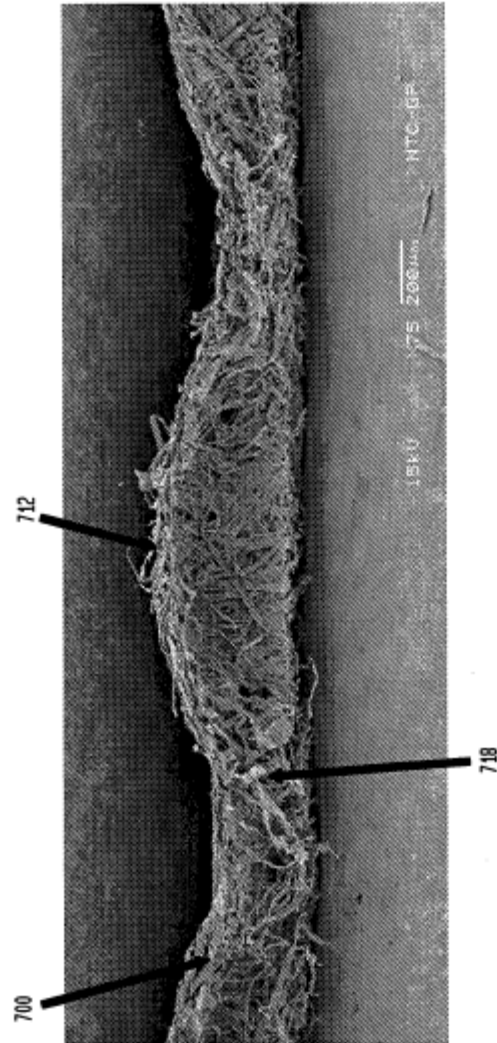


Figura 13F

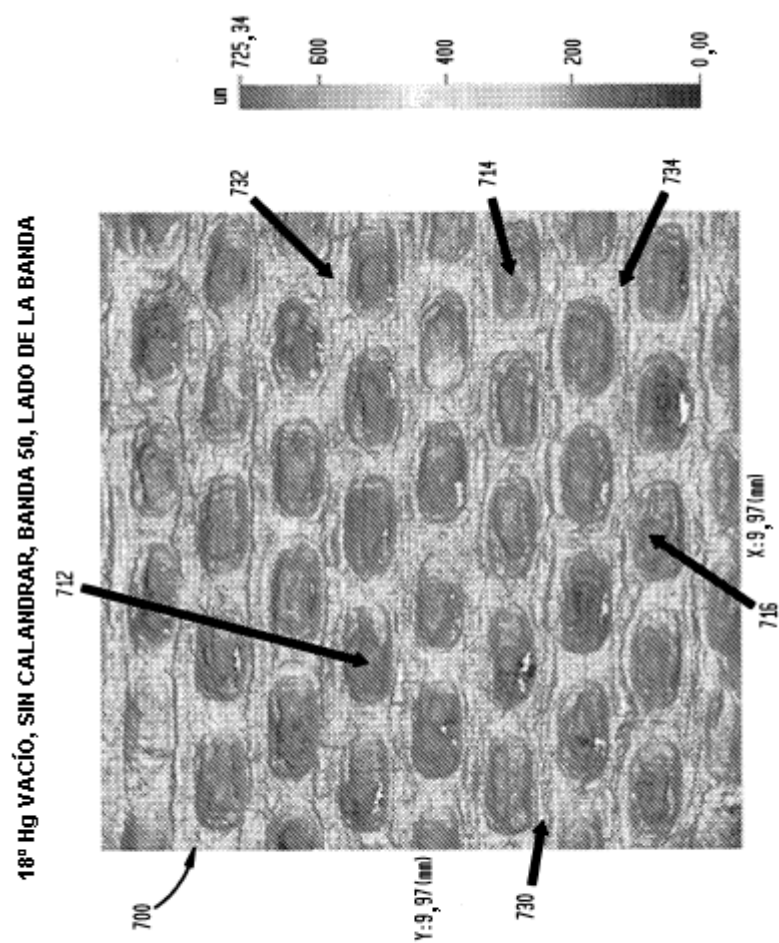


Figura 13G

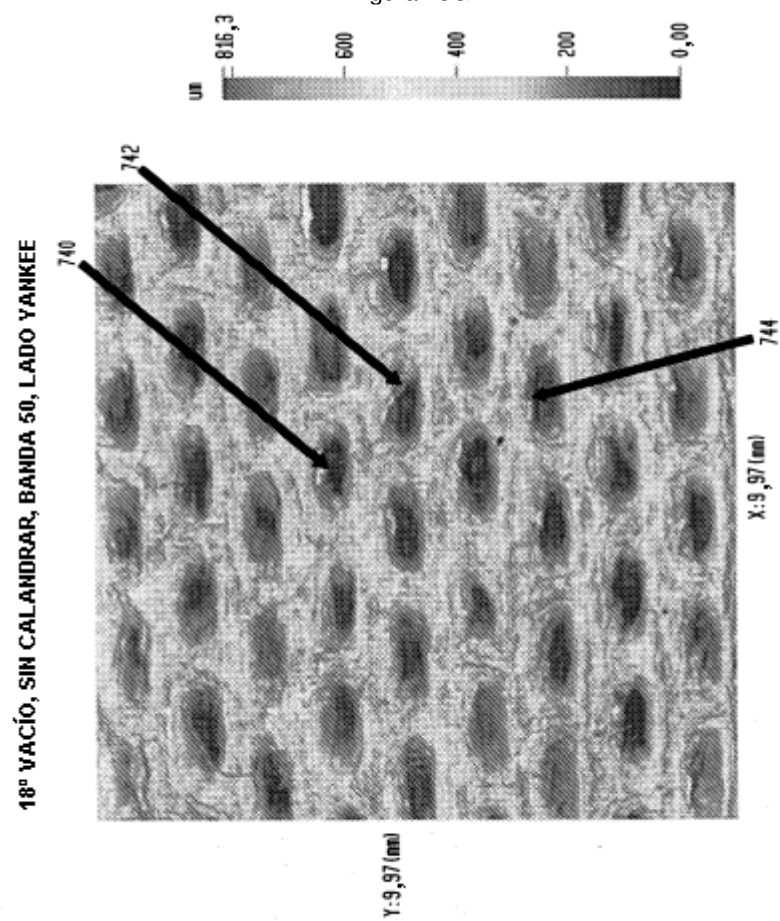


Figura 14A

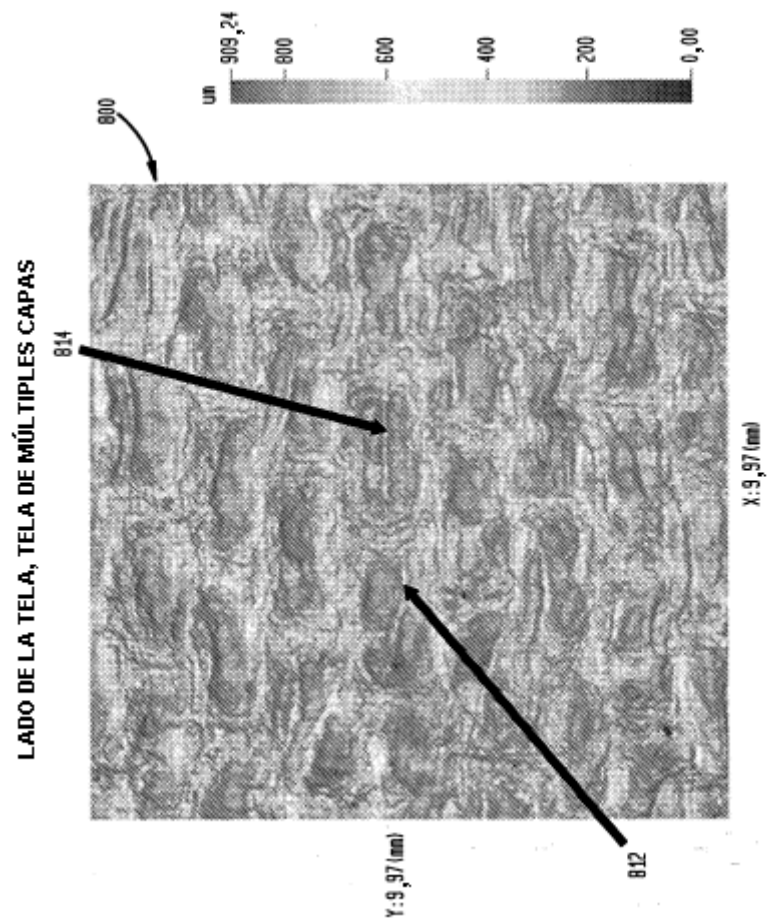


Figura 14B

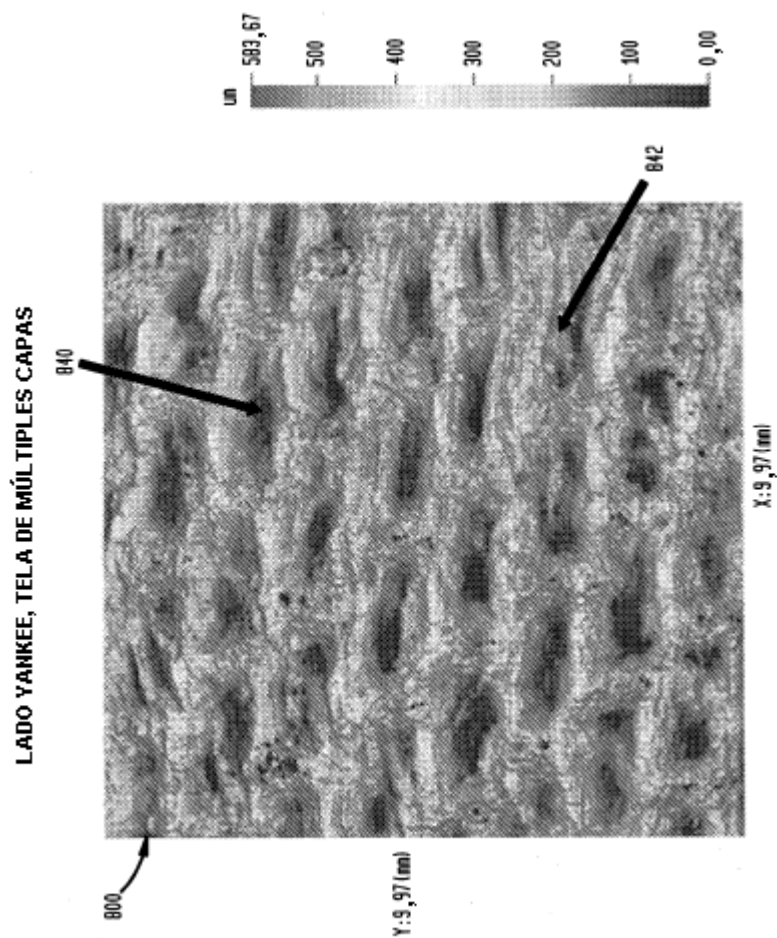


Figura 15

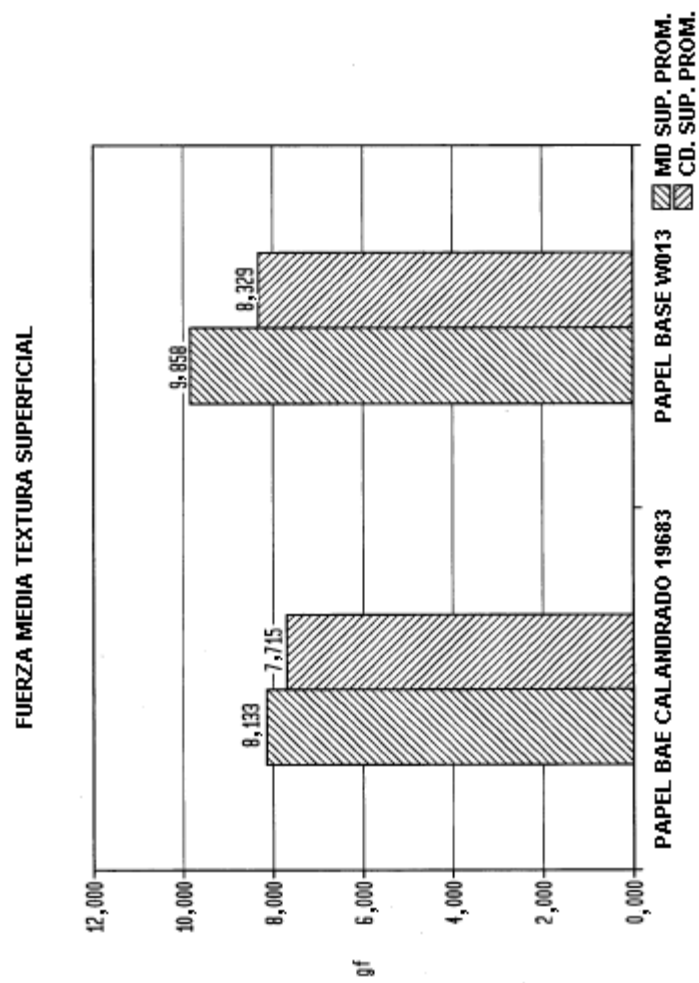


Figura 16

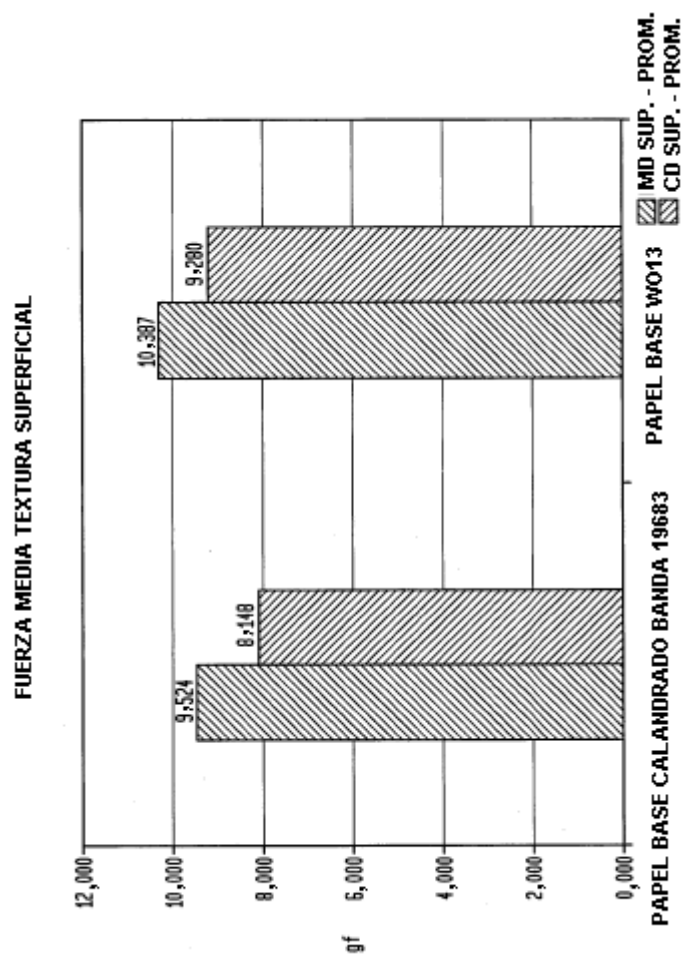


Figura 17A
18" VACÍO, CALANDRADO, BANDA 50
PESO MEDIO = 15,9 (libras/3000 pies²). ÁREA = 1 1,5" × 1,5" I

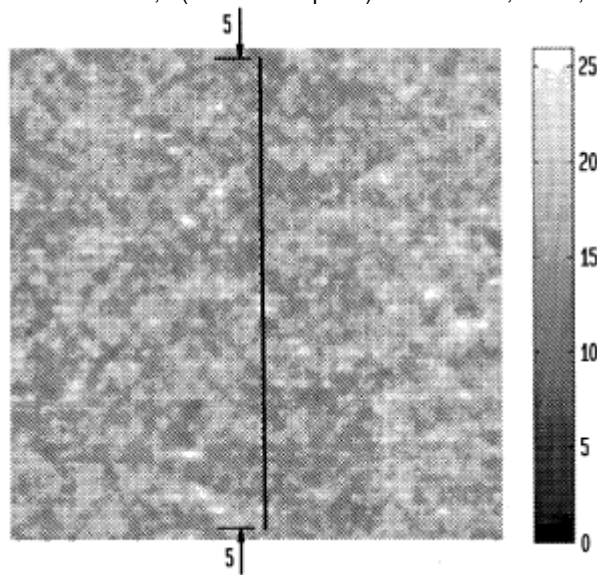


Figura 17B
Microperfil de peso base

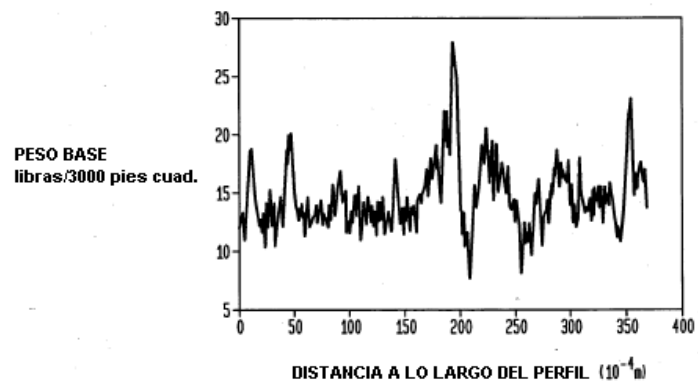


FIGURA 18A
23" Hg VACÍO, SIN CALANDRAR, BANDA 50, LADO DE LA BANDA
PESO MEDIO = 16,91 (libras/3000 pies²), ÁREA = 1 1,5" × 1,5" I

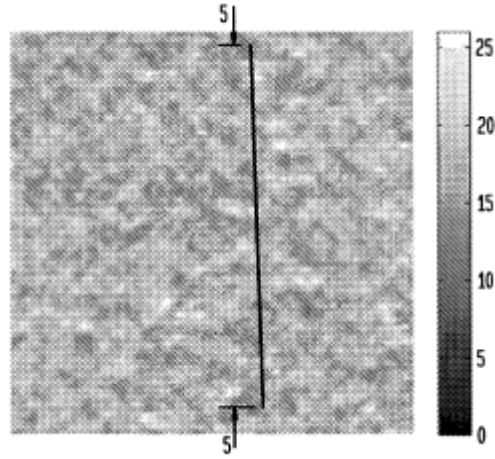


FIGURA 18B
MICROPERFIL DE PESO BASE

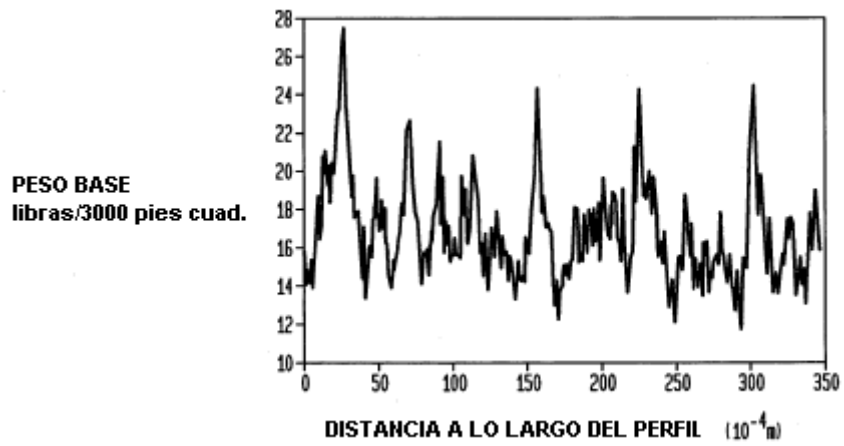


Figura 19A
 SIN VACÍO, SIN CALANDRAR, BANDA 50
 PESO MEDIO = 18,52 (libras/3000 pies²), ÁREA = 1 1,5" × 1,5" I

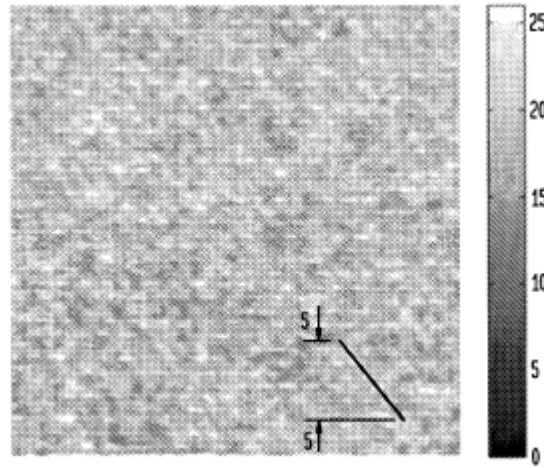


Figura 19B
 Microperfil de peso base

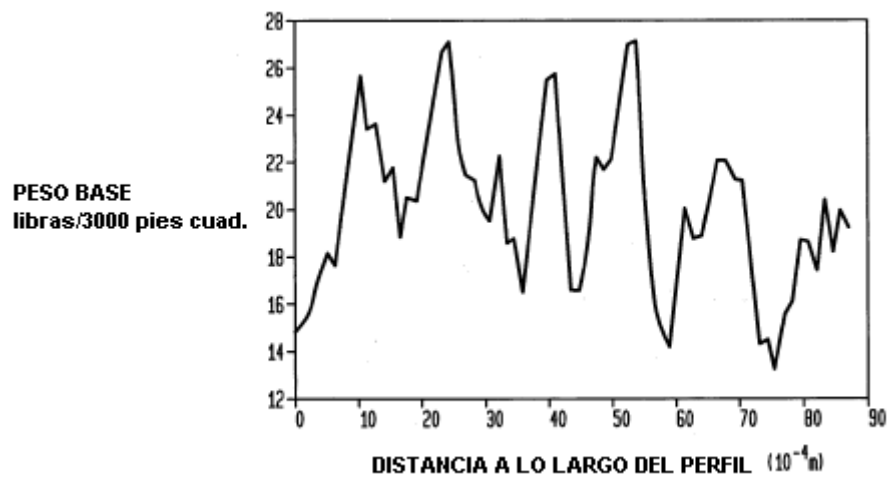


Figura 20A
18" Hg VACÍO, SIN CALANDRAR, BANDA 50
PESO MEDIO = 15,2 (libras/3000 pies²), ÁREA = 1 1,5" × 1,5" I

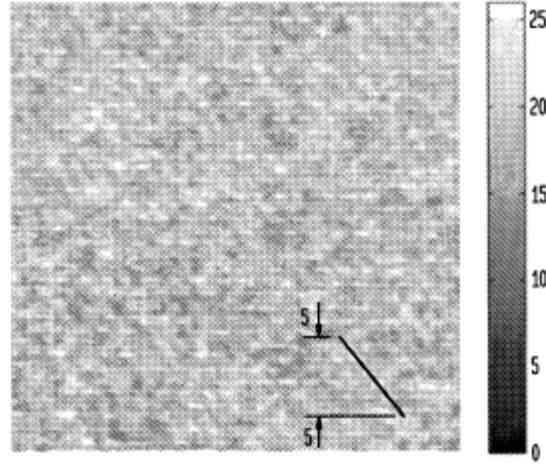


Figura 20B
MICRO PERFIL DE PESO BASE

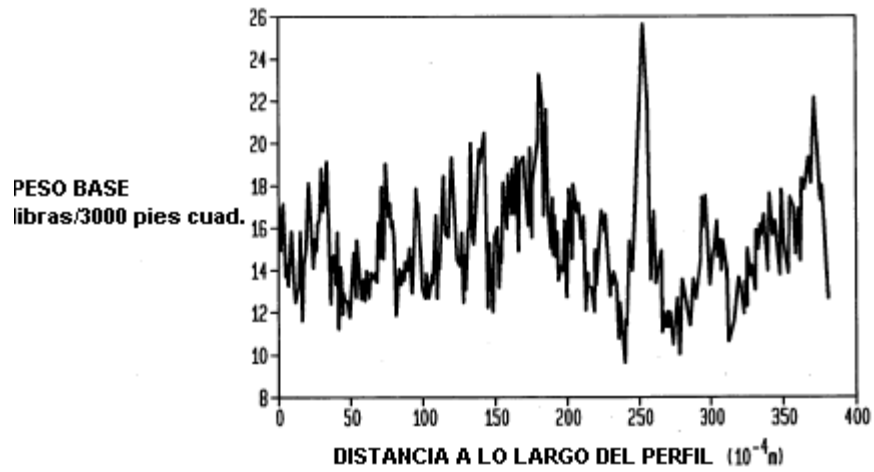


Figura 21A
PESO MEDIO TELA ACRESPONADA = 15,41 (libras/3000 pies²), ÁREA = 1 1,5" × 1,5" I

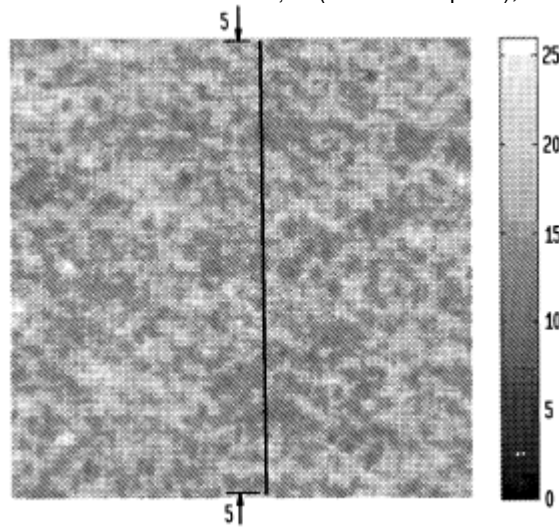


Figura 21B
MICROPERFIL DE PESO BASE

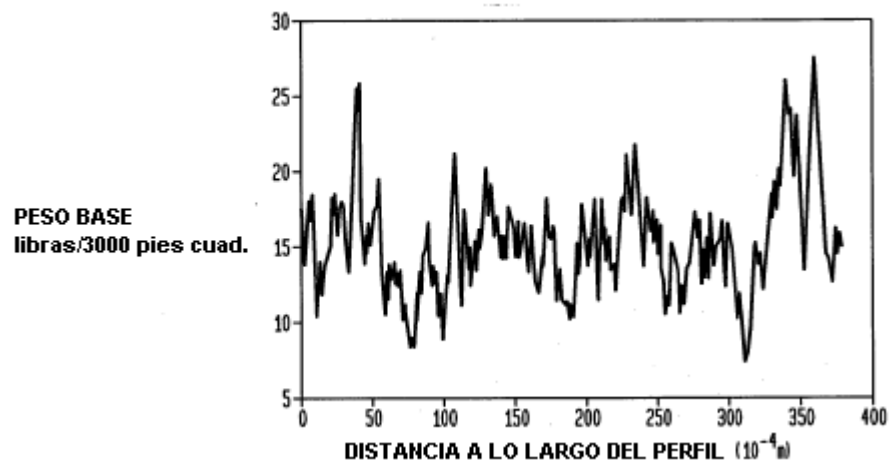


Figura 22A

PESO MEDIO TISÚ COMERCIAL = 11,72 (libras/3000 pies²), ÁREA = 1 1,5" × 1,5" I

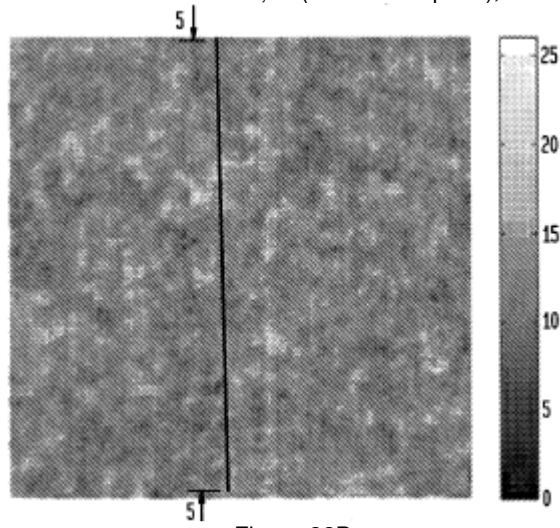


Figura 22B

MICROPERFIL DE PESO BASE

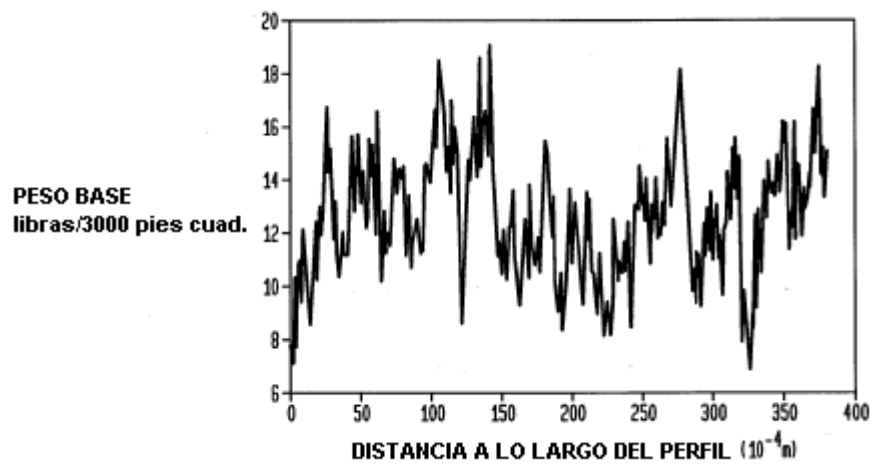


Figura 23A

PESO MEDIO TOALLA COMERCIAL = 13,04 (libras/3000 pies²), ÁREA = 1 1,5" × 1,5" I

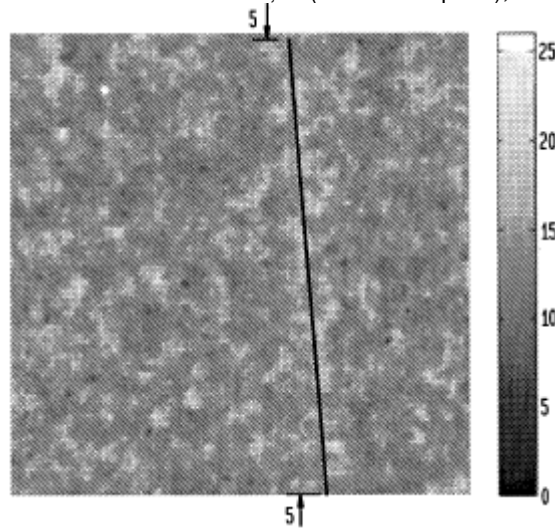


Figura 23B

MICROPERFIL DE PESO BASE

PESO BASE
libras/3000 pies cuad.

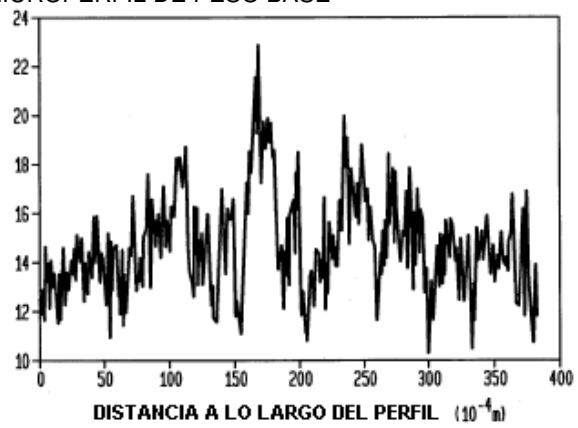


FIGURA 24C
INVERSA 2D
FFT CON MÁSCARA

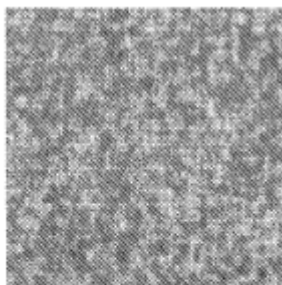


FIGURA 24D
SUSTRACCIÓN IMAGEN
24(A) - 24(C)

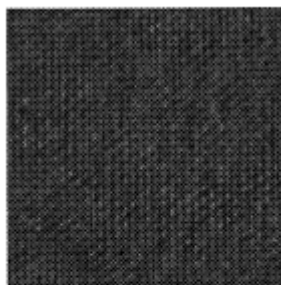


FIGURA 24A
IMAGEN INICIAL
RADIOGRAFÍA

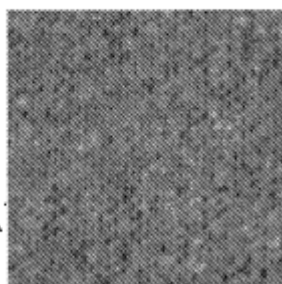
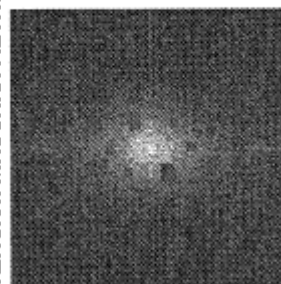
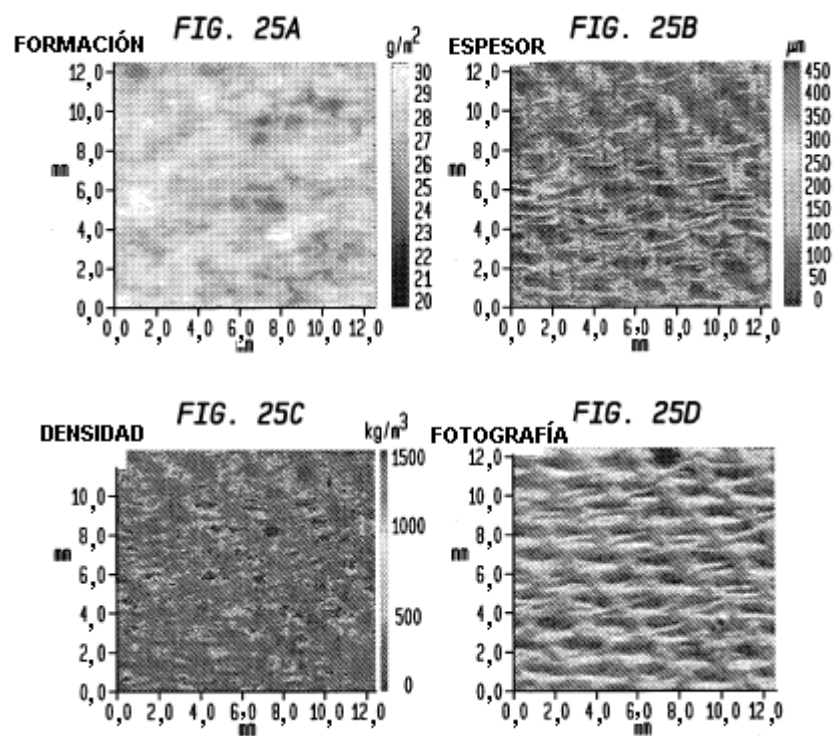


FIGURA 24B
20 FFT
CREACIÓN MÁSCARA FILTRO





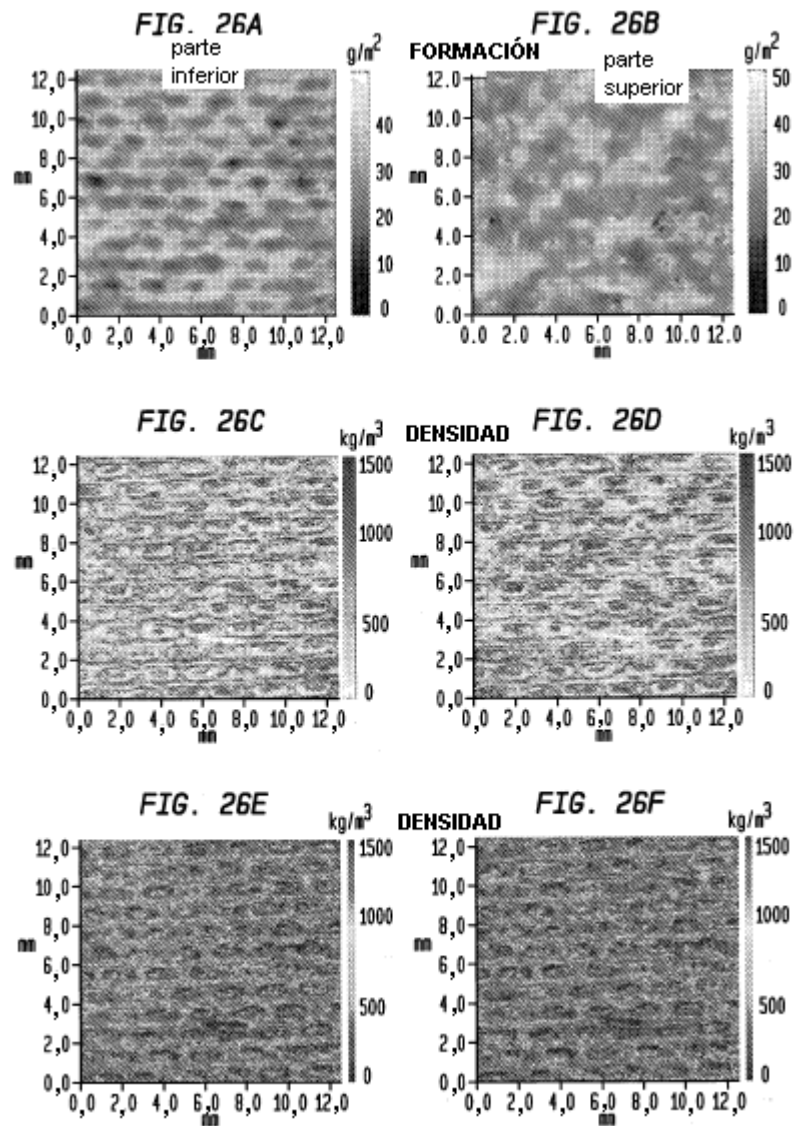
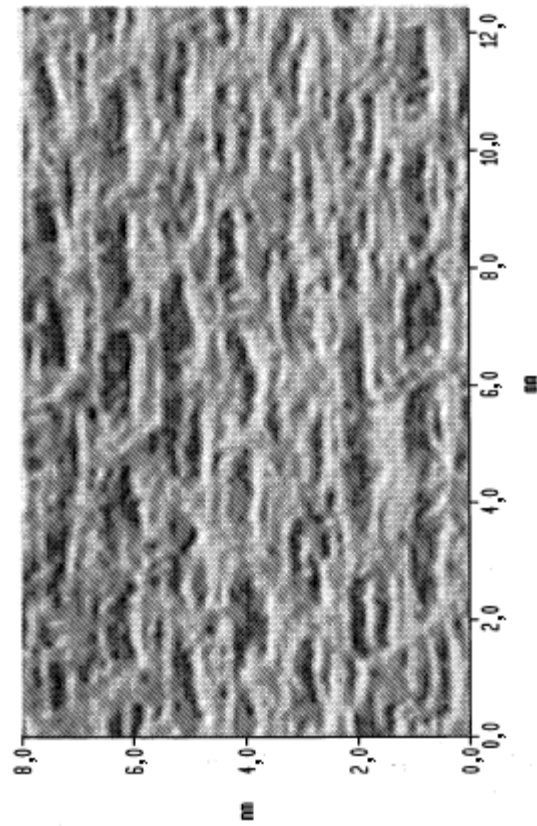


Figura 27A



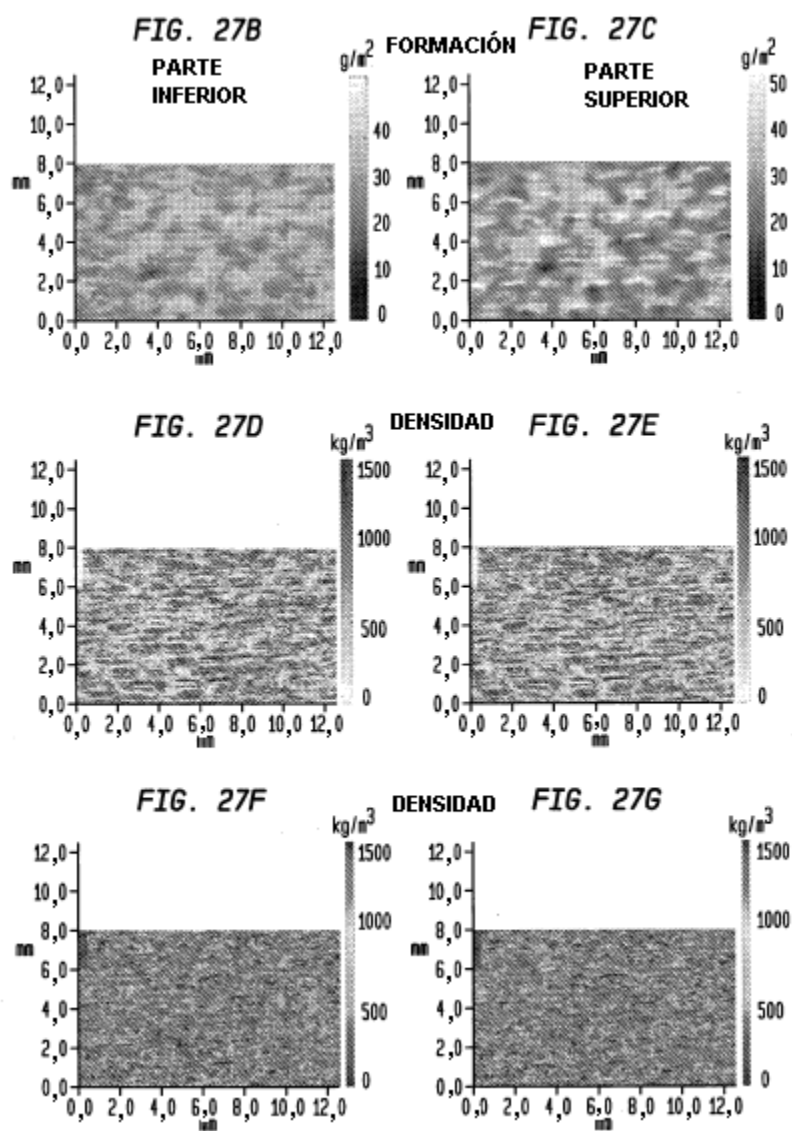
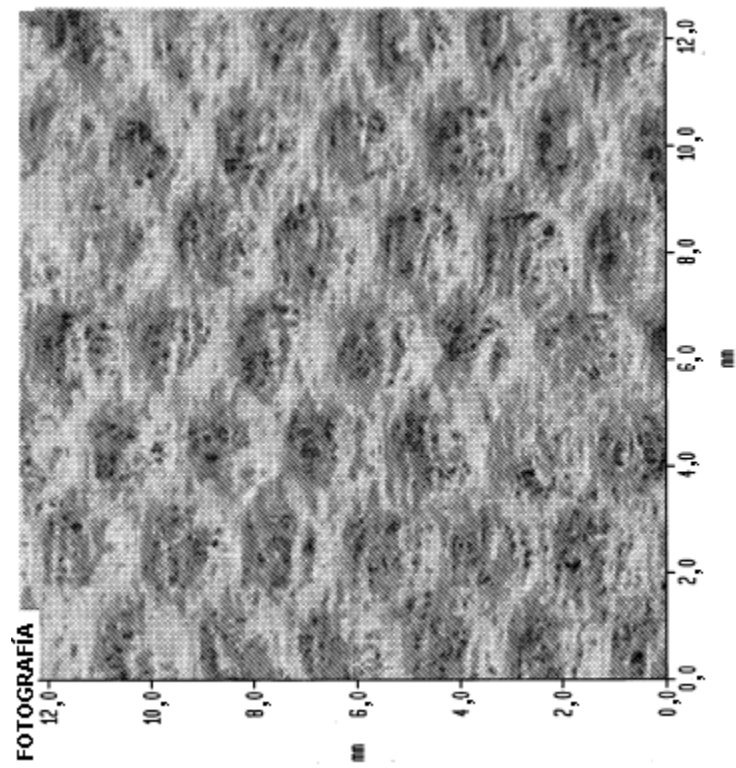


Figura 28A



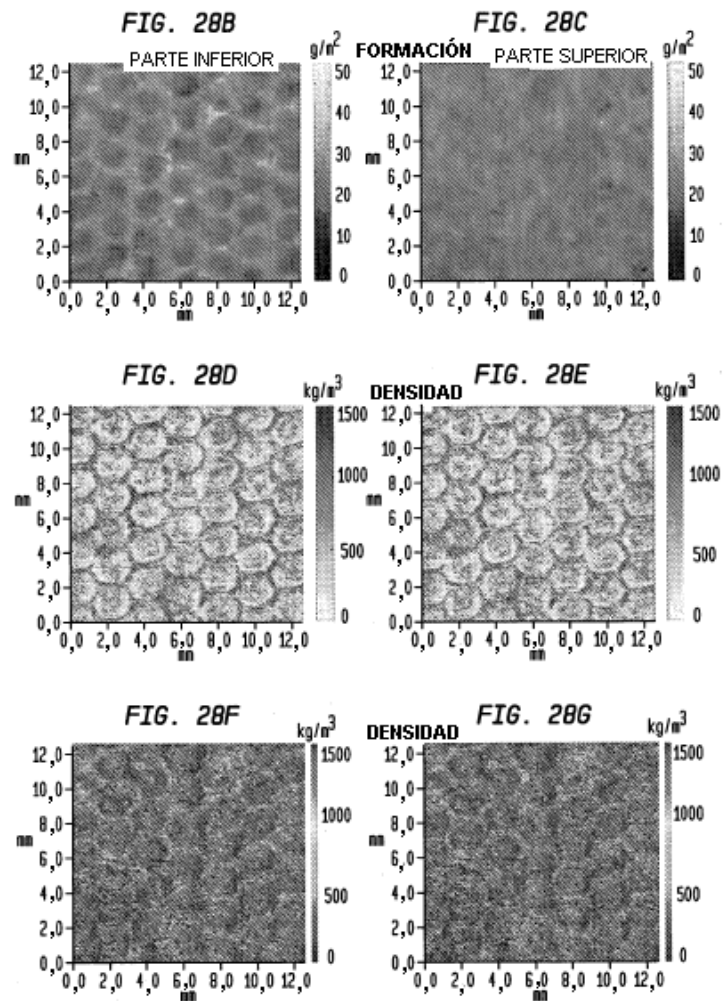
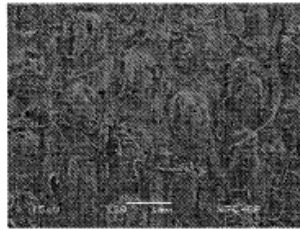
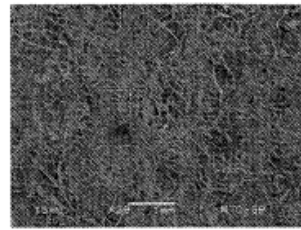


FIG. 29A



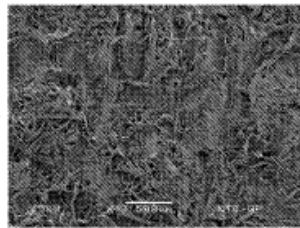
LADO DE LA BANDA

FIG. 29B



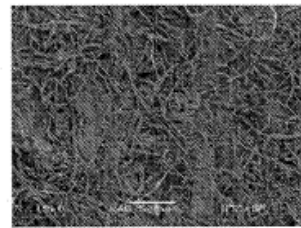
LADO YANKEE

FIG. 29C



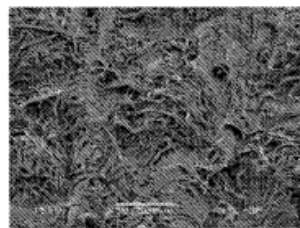
LADO DE LA BANDA

FIG. 29D



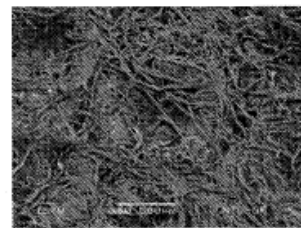
LADO YANKEE

FIG. 29E



LADO DE LA BANDA CON INCLINACIÓN A 45°

FIG. 29F



LADO YANKEE CON INCLINACIÓN A 45°

Figura 29G

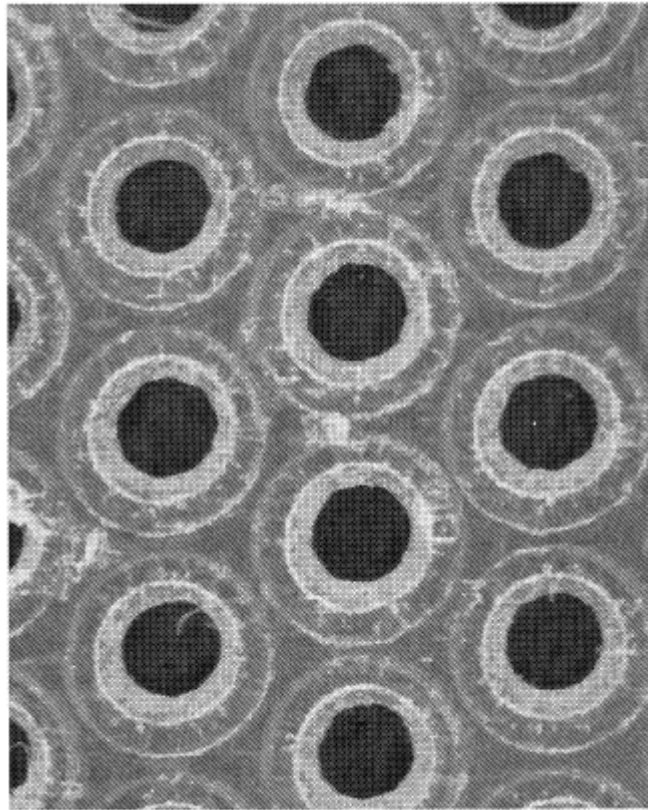


Figura 29H

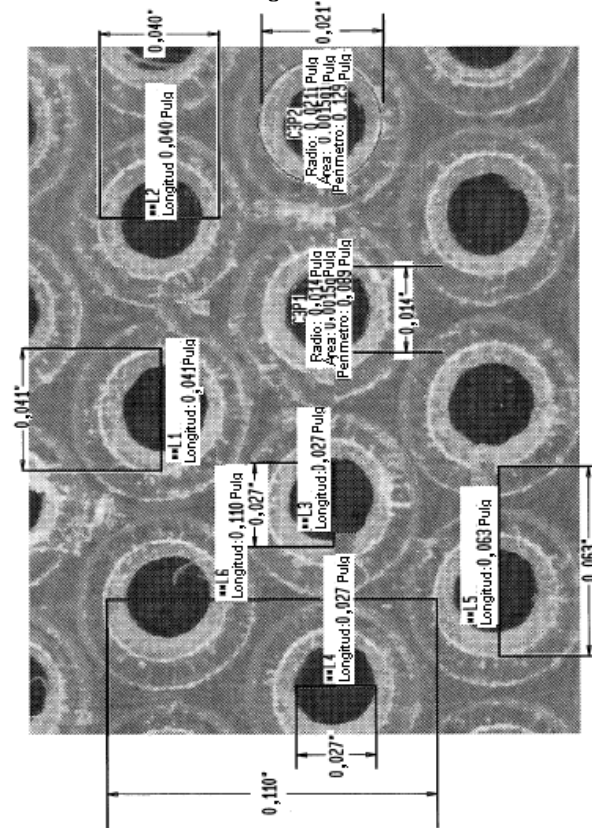


FIG. 30A

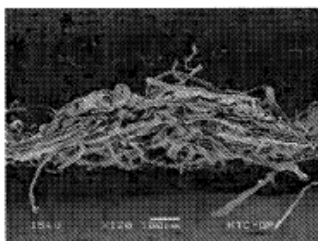
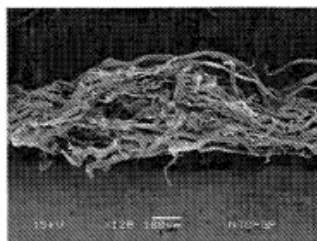
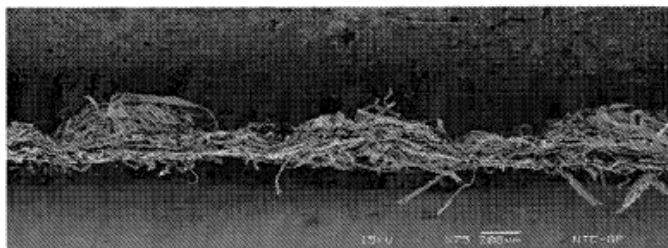


FIG. 30B



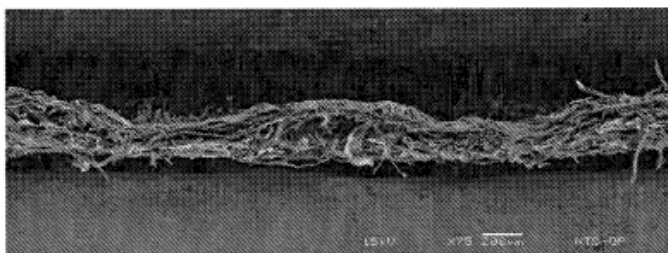
CORTE TRANSVERSAL A LO LARGO DE LA MD A TRAVÉS DE "CÚPULAS"

FIG. 30C



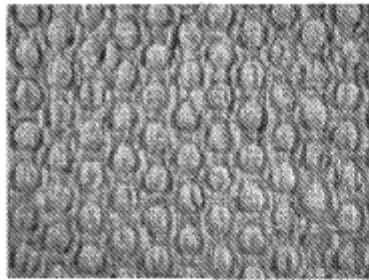
CORTE TRANSVERSAL A LO LARGO DE LA MD A TRAVÉS DE "CÚPULAS"

FIG. 30D



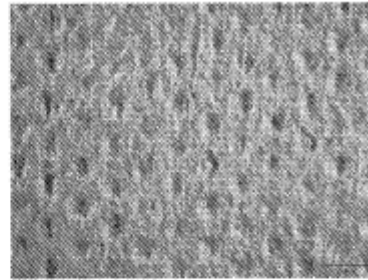
CORTE TRANSVERSAL A LO LARGO DE LA CD A TRAVÉS DE "CÚPULAS"

FIG. 31A



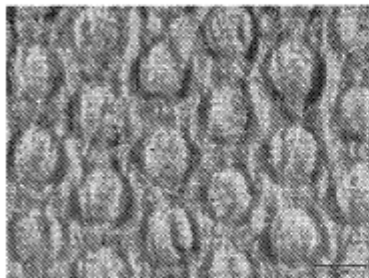
LADO DE LA BANDA (10x)

FIG. 31B



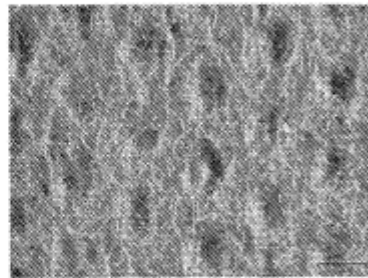
LADO YANKEE (10x)

FIG. 31C



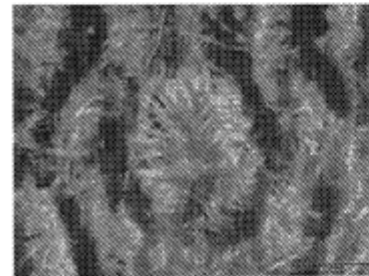
LADO DE LA BANDA (20x)

FIG. 31D



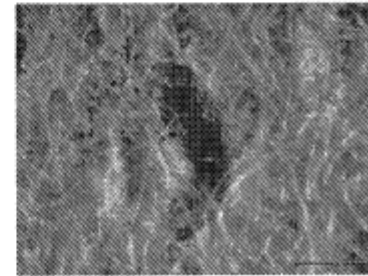
LADO YANKEE (20x)

FIG. 31E



LADO DE LA BANDA (64x)

FIG. 31F



LADO YANKEE (64x)

Figura 32

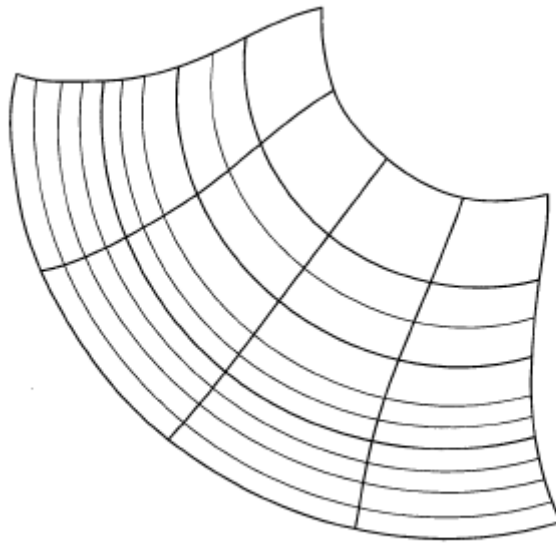


Figura 33A

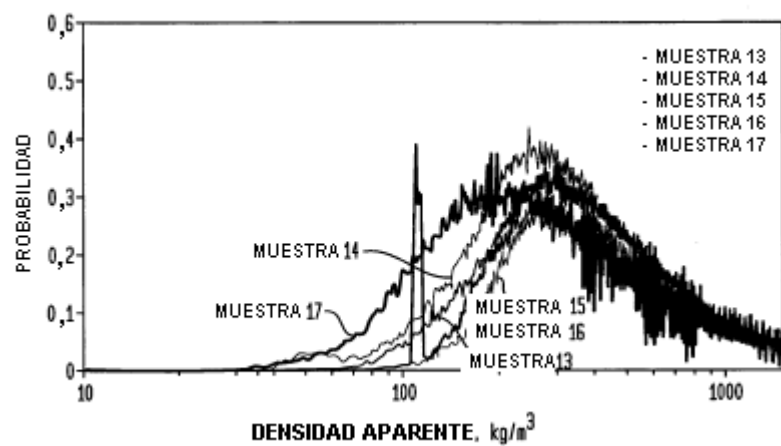


Figura 33B

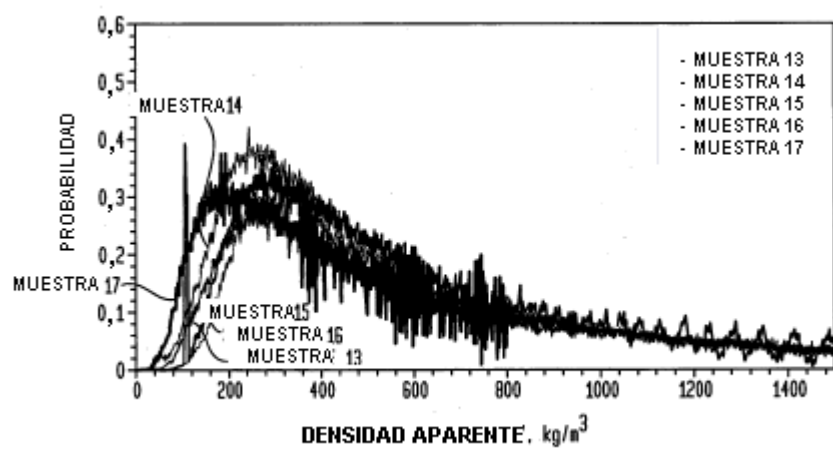


Figura 33C

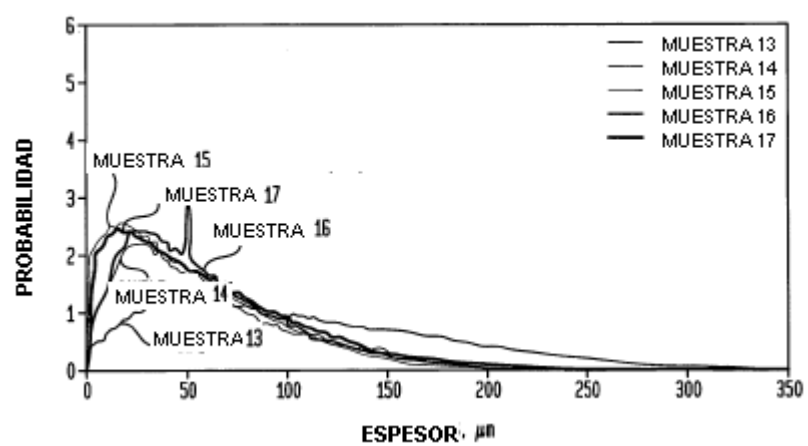


Figura 33D

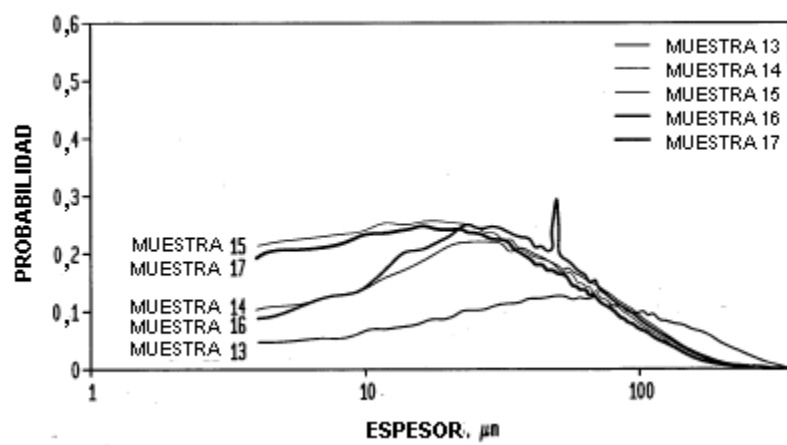


FIG. 34A

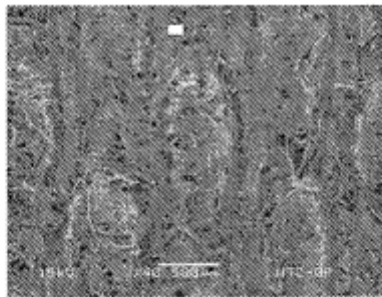


FIG. 34B

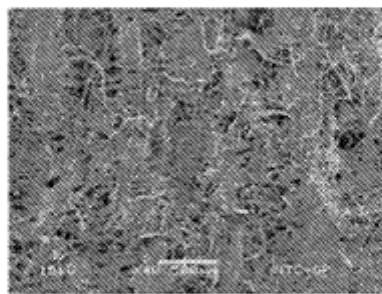


FIG. 34C

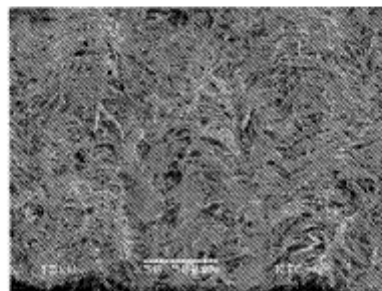


Figura 35

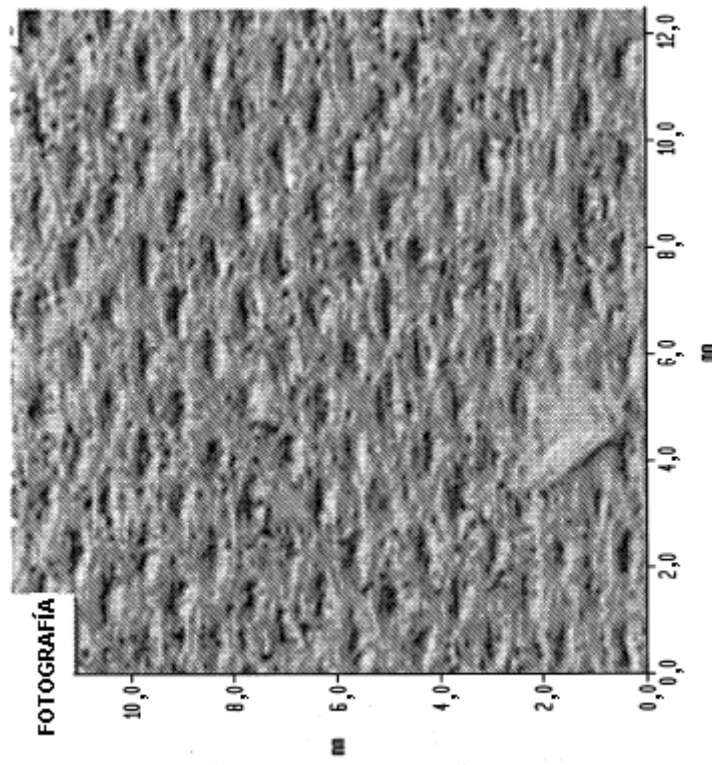


FIG. 36A

FORMACIÓN

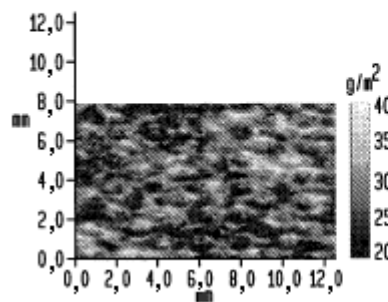


FIG. 36B

ESPESOR

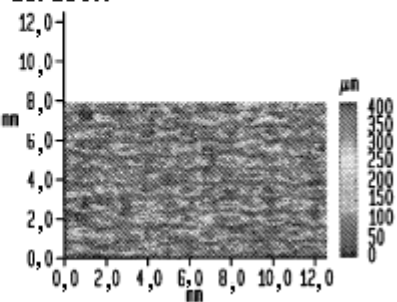


FIG. 36C

DENSIDAD

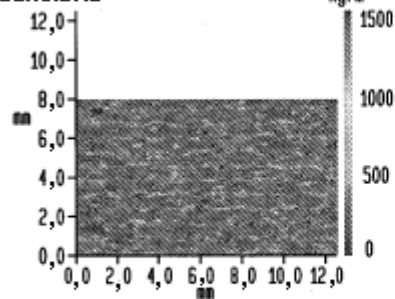
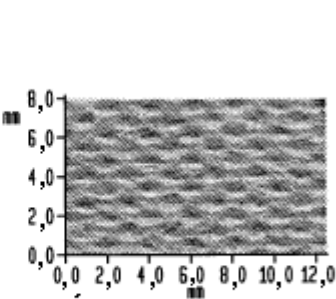


FIG. 36D



FOTOGRAFÍA

10,0

FIG. 36E

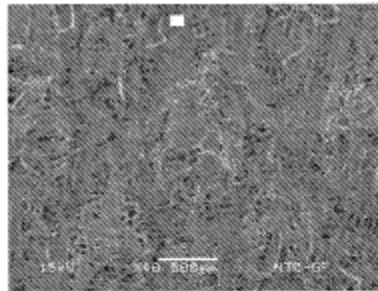


FIG. 36F

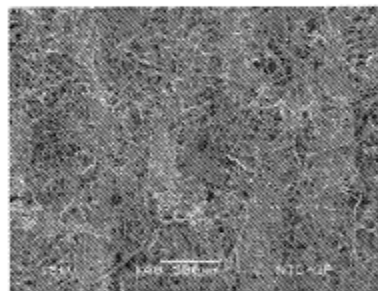
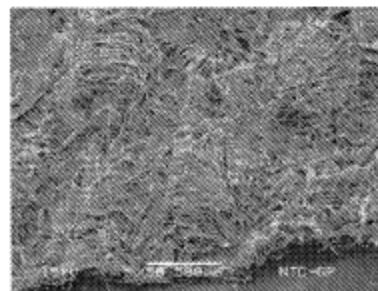


FIG. 36G



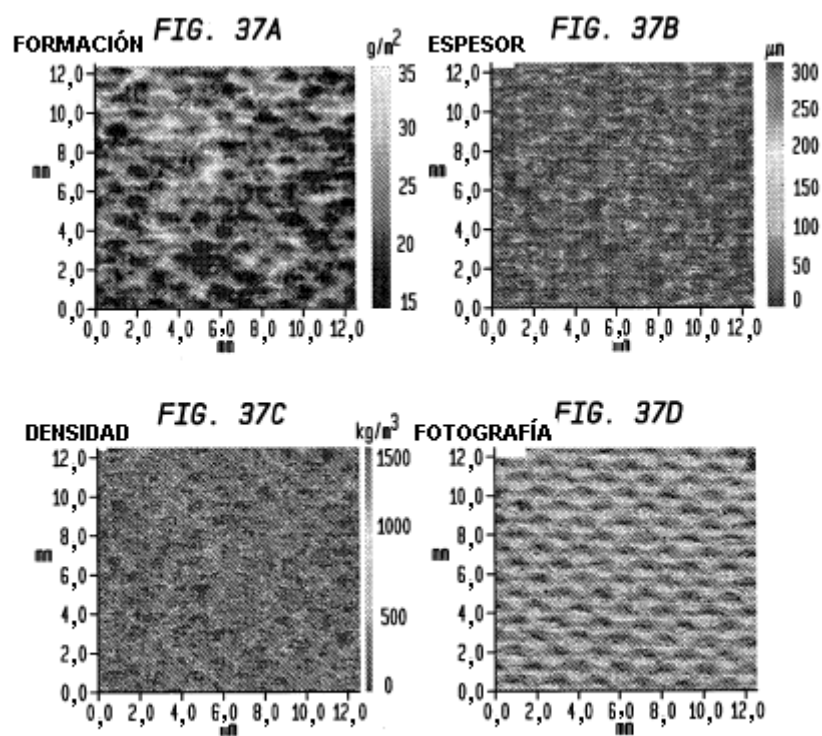


Figura 38

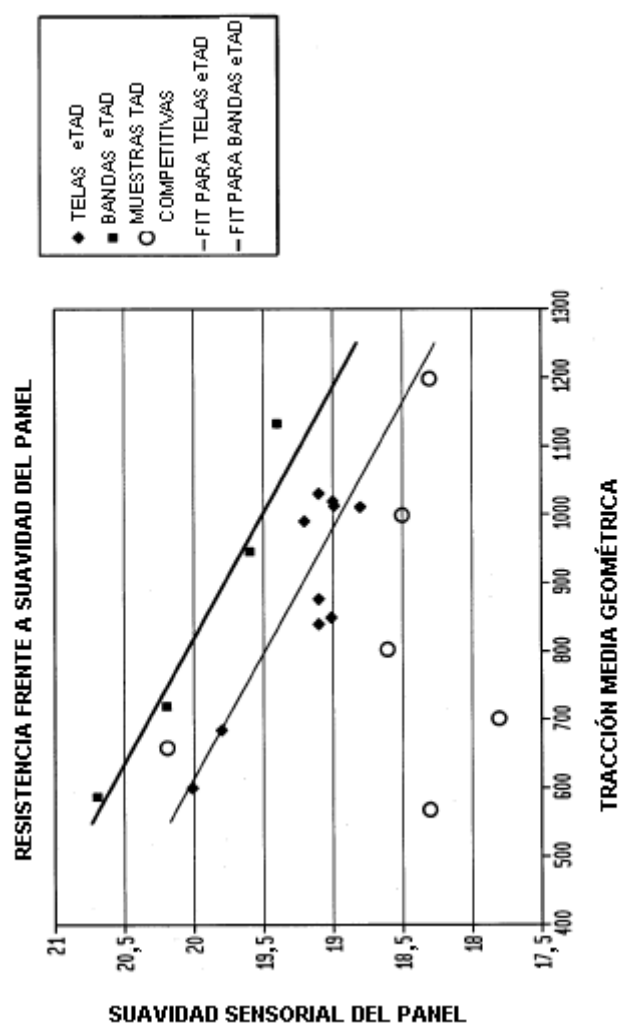


Figura 39
CORTE DE TOMOGRAFÍA DE RAYOS X (VISTA SUPERIOR)
DE UNA CÚPULA eTAD (MUESTRA 19682)

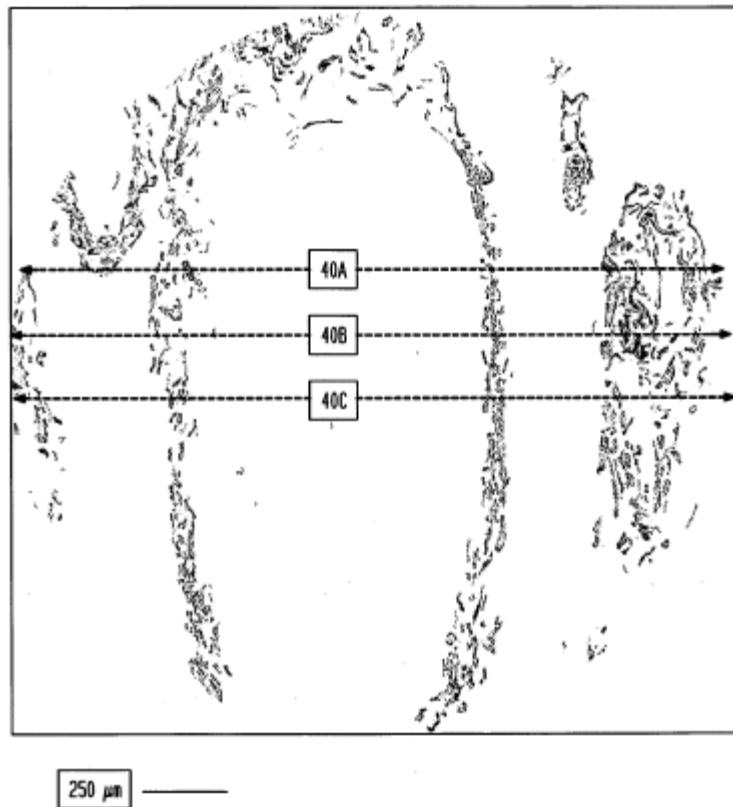


FIG. 40A
CORTE TRANSVERSAL 1

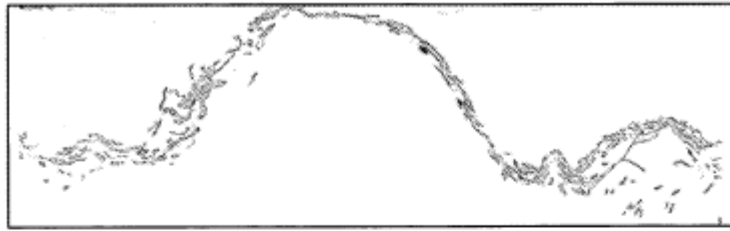


FIG. 40B
CORTE TRANSVERSAL 2

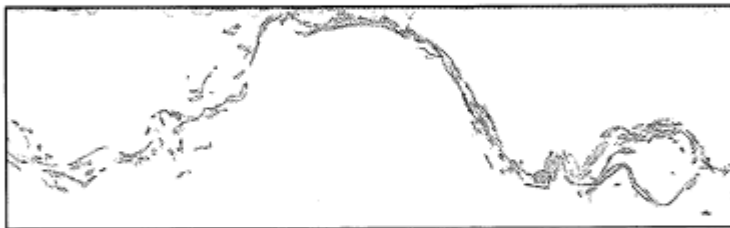
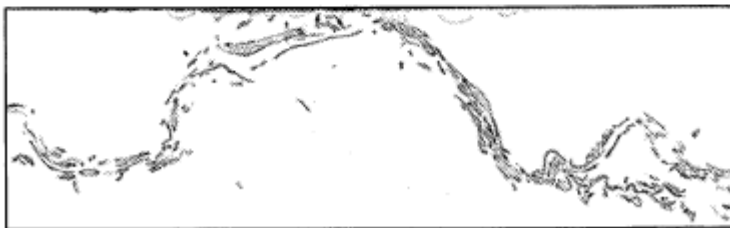


FIG. 40C
CORTE TRANSVERSAL 3



250 μ m

Figura 41

