

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 682 295**

(51) Int. Cl.:

**B24D 5/08** (2006.01)

**B24D 5/12** (2006.01)

**B24D 18/00** (2006.01)

(12)

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.12.2009 PCT/US2009/069399**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **08.07.2010 WO10078191**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2009 E 09837040 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.07.2018 EP 2384260**

---

(54) Título: **Herramientas abrasivas aglomeradas reforzadas**

(30) Prioridad:

**30.12.2008 US 141429 P**

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

**19.09.2018**

(73) Titular/es:

**SAINT-GOBAIN ABRASIVES, INC. (50.0%)**  
One New Bond Street  
Worcester, MA 01615-0138, US y  
**SAINT-GOBAIN ABRASIFS (50.0%)**

(72) Inventor/es:

**FRANCOIS, EMMANUEL, C.;**  
**ZHANG, GUOHUA y**  
**KLETT, MICHAEL, W.**

(74) Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 682 295 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**

Herramientas abrasivas aglomeradas reforzadas

**ANTECEDENTES**

Los discos de corte aglomerados se pueden usar para enganchar o cortar materiales como piedra o metal. Para mejorar la calidad del corte, reducir el consumo de energía y el peso, los discos de corte a menudo tienen diámetros relativamente delgados. Los discos delgados, sin embargo, tienden a ser menos resistentes a las fuerzas que actúan sobre el disco durante su funcionamiento. Como resultado, tales discos a menudo están reforzados internamente.

En muchos casos, los discos delgados incluyen discos cortados de nailon, carbono, vidrio o tela de algodón y el coste del material de refuerzo puede aumentar el coste total de fabricación. Además, la incorporación de múltiples discos puede complicar el proceso de fabricación y la presencia y/o integración del material de refuerzo dentro del disco puede afectar las propiedades y/o el rendimiento del disco. El documento US 3 838 543 A se refiere a un disco de corte fabricado mediante aglutinamiento descentrado completamente en el interior del cuerpo del disco de, al menos, un disco de tela de vidrio tejida a partir de mechero de vidrio de filamento continuo, o de un hilo que tiene un torcido de no más de 1,5 vueltas por pulgada, cuyo efecto es aumentar el módulo de elasticidad de dicho disco, elevando así la velocidad periférica a la que el disco comenzará a oscilar y vibrar durante el proceso de corte. Sigue existiendo la necesidad de discos de corte que presenten buenas propiedades mecánicas y que se puedan fabricar económicamente, sin sacrificar el rendimiento del disco y la vida útil del disco. En un sentido más general, existe una necesidad de discos abrasivos aglomerados reforzados mejorados.

**COMPENDIO**

Las características y técnicas de refuerzo descritas en este documento se pueden usar en cualquier herramienta abrasiva aglomerada, utilizando cualquier grano abrasivo adecuado y sistema de aglutinamiento. Estas características y técnicas se pueden usar individualmente o en combinación y, en general, incluyen la configuración óptima de las características de un refuerzo tal como malla de fibra de refuerzo (incluido el tamaño de las aberturas en la malla), mejorando la adhesión entre la capa de refuerzo y el sistema de aglomerado, y minimizando la cantidad de material de refuerzo necesario, por ejemplo, mediante la colocación estratégica y/o el dimensionamiento de las capas de refuerzo.

Algunos aspectos se refieren a la reducción o minimización de la cantidad de material de refuerzo empleado en una herramienta abrasiva aglomerada, por ejemplo, una muela. En algunas implementaciones, el material es fibra de vidrio. Otros aspectos se refieren a la mejora de la adhesión entre un refuerzo de fibra de vidrio y la composición que constituye el cuerpo del disco, por ejemplo, una composición que contiene granos abrasivos mantenidos en un aglomerante de resina.

En una realización, la invención se dirige a un disco abrasivo aglomerado tal como se define en la reivindicación 1 que incluye una primera cara, una segunda cara y una zona de rectificado entre la primera cara y la segunda cara, extendiéndose la zona de rectificado desde una zona no utilizada hasta el diámetro exterior del disco; un primer refuerzo cerca de la primera cara; un segundo refuerzo cerca de la segunda cara; y un refuerzo intermedio opcional en una zona neutra del disco, en el que el refuerzo intermedio opcional tiene un diámetro exterior que es más pequeño que el diámetro exterior del disco.

En otra realización, la invención se refiere a un método para fabricar un disco de corte abrasivo aglomerado tal como se define en la reivindicación 13, comprendiendo el método: combinar granos abrasivos y un material aglomerante para preparar una mezcla; moldear la mezcla en un cuerpo sin procesar que incluye al menos un refuerzo de fibra de vidrio; y curar el material aglomerante para fabricar el artículo abrasivo aglomerado, en el que el refuerzo de fibra de vidrio está recubierto con un sistema de encolado y un segundo recubrimiento que no incluye cera.

Las realizaciones de la presente invención tienen muchas ventajas. Por ejemplo, los discos de corte aglomerados tales como los descritos en este documento tienen buenas propiedades mecánicas y funcionan bien, como se indica, por ejemplo, por su rendimiento de rectificado o relación G. Algunas implementaciones de la invención reducen los requisitos de fibra de vidrio, lo que resulta en menores costes de fabricación. Las reducciones en el material de fibra de vidrio pueden proporcionar un grano abrasivo adicional en la zona de rectificado, lo que mejora el rendimiento del disco. En otras realizaciones, el rendimiento del disco se mejora mediante una adhesión o acoplamiento mejorado entre el refuerzo de fibra y la mezcla empleada para fabricar el disco abrasivo aglomerado.

**50 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

En los dibujos adjuntos, los caracteres de referencia se refieren a las mismas partes en las diferentes vistas. Los dibujos no son necesariamente a escala; se ha puesto énfasis en ilustrar los principios de la invención. A partir de los dibujos:

las figuras 1A y 1B son, respectivamente, una vista desde arriba y una vista en sección transversal de un corte perpendicular al diámetro de un disco abrasivo aglomerado configurado de acuerdo con una realización de la presente invención.

5 La figura 2A es una vista en sección transversal de un disco de corte que puede reforzarse según las realizaciones de la invención.

La figura 2B es una vista en sección transversal de la zona de la zona de rectificado de un disco tal como el que se muestra en la figura 2A.

La figura 3 es una representación esquemática de las condiciones de flexión aplicadas en un disco de corte.

10 La figura 4 es una comparación entre un modelo de disco que incluye tres refuerzos (línea continua) y un modelo que incluye dos refuerzos (círculos abiertos).

La figura 5 es una vista en sección transversal de la zona de rectificado de un disco abrasivo aglomerado configurado de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 6 es una serie de gráficos que ilustran la tensión ejercida sobre la mezcla y las dos capas de refuerzo mostradas en la figura 5 como una función de la distancia entre las capas.

15 La figura 7 es una vista de las aberturas de banda en una banda de fibra de vidrio que se puede emplear de acuerdo con las realizaciones de la presente invención.

Las figuras 8A y 8B muestran la relación G obtenida con discos que incluyen bandas de fibra de vidrio que tienen diferentes densidades (o aberturas de banda) en pruebas de laboratorio y de campo, respectivamente.

20 La figura 9 ilustra una comparación entre un disco estándar y discos configurados de acuerdo con diversas realizaciones de la presente invención, que incluyen factores tales como la ausencia de aditivo de cera y el recubrimiento con un sistema de encolado.

#### **DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS**

La invención se refiere, en general, a herramientas abrasivas aglomeradas, y, en particular, a herramientas abrasivas aglomeradas reforzadas.

25 Las herramientas abrasivas aglomeradas, en general, se caracterizan por una estructura tridimensional, en la que los granos abrasivos se mantienen en una matriz o aglomerante. Estas herramientas tienen numerosas aplicaciones y, a menudo, están provistas de una o más capas de refuerzo. En muchos aspectos de la invención, al menos una capa de refuerzo empleada está hecha de fibra, preferiblemente fibra de vidrio.

30 Tal como se usa en el presente documento, términos tales como "reforzado" o "refuerzo" se refieren a capas o inserciones discretas u otros componentes de un material de refuerzo que es diferente de los materiales aglomerantes y abrasivos empleados para fabricar la herramienta abrasiva aglomerada. Los términos tales como "refuerzo interno" o "reforzado internamente" indican que estos componentes están en el interior o embebidos en el cuerpo de la herramienta.

35 En algunas implementaciones, las herramientas son discos de corte de gran diámetro (LDCO), que típicamente tienen un diámetro de al menos 800 milímetros (mm). Ejemplos específicos de discos de corte según las realizaciones de la invención tienen un grosor que no es mayor de aproximadamente 16 mm, por ejemplo, en el rango de aproximadamente 9 mm a aproximadamente 16 mm, y un diámetro en el rango de al menos 800 mm, por ejemplo, en el rango de aproximadamente 800 mm a aproximadamente 1600 mm. Las relaciones de diámetro a grosor pueden estar en el rango de 200:3 a 100:1.

40 En las figuras 1A y 1B se muestra un disco 10 de corte que puede estar reforzado tal como se describe en el presente documento. El disco 10 tiene un agujero 12 para montar el disco en un husillo giratorio de una máquina, y el cuerpo 14 del disco que se extiende desde el diámetro interior del disco o ID, definido por el agujero 12, hasta el diámetro exterior del disco o OD.

45 El cuerpo del disco 14 incluye una región no utilizada o zona no utilizada 16, sujetada típicamente entre pestañas (no mostradas en las figuras 1A y 1B) y, por lo tanto, no disponible para cortar una pieza de trabajo cuando se acciona el disco y la región de rectificado o la zona de rectificado 18.

50 Aunque las tensiones en la zona no utilizada 16 son causadas principalmente por fuerzas centrífugas, la rotura en la zona de rectificado, que típicamente se produce en la periferia exterior de esta zona, a menudo es causada por la interacción entre el disco 10 y la pieza de trabajo, como lo indican las flechas F. Por ejemplo, durante un proceso de corte, una pieza de trabajo puede desplazarse girando el disco 10.

En los discos de corte, el refuerzo interno puede tener, por ejemplo, la forma de un disco con una abertura central para alojar el agujero del disco. En algunos discos, los refuerzos se extienden desde el agujero hasta la periferia de los discos. En otros, los refuerzos se extienden desde la periferia del disco hasta un punto justo debajo de las pestañas usadas para sujetar el disco. Algunos discos pueden estar "reforzados por zonas" con refuerzo de fibra (interno) alrededor del agujero y las áreas de pestaña del disco (aproximadamente el 50% del diámetro del disco).

5 En la figura 2A se muestra, por ejemplo, el disco 40 de corte que incluye el cuerpo de disco 42 que define el agujero 44 y que tiene caras 46 y 48. El disco 40 incluye tres capas de refuerzo de diámetro completo, hechas, por ejemplo, de fibra de vidrio, concretamente las capas 50, 52 y 54, estando la capa 52 dispuesta en el plano simétrico central del disco, indicado en la figura 2 como eje neutro A. El disco 40 también puede incluir capas de refuerzo de fibra de vidrio de medio diámetro 56, 58, 60 y 62. Refuerzos de diámetro completo y refuerzos de medio diámetro pueden estar hechos del mismo o diferente tipo de material, por ejemplo, diferentes tipos de material de fibra de vidrio.

10 En la figura FIG. 2B se muestra una región de la zona de rectificado del disco 40 de corte, que incluye secciones de capas de refuerzo de diámetro completo 50, 52 y 54.

15 Las muelas abrasivas aglomeradas y otras herramientas abrasivas aglomeradas pueden reforzarse utilizando cualquier característica o cualquier combinación de las características y/o técnicas descritas en el presente documento, tales como, por ejemplo, minimizar la cantidad de material de refuerzo utilizado, por ejemplo, mediante colocación estratégica y/o el dimensionado (dimensionamiento) de las capas de refuerzo, y/o usar una banda de refuerzo de fibras que tiene aberturas dimensionadas de manera óptima para la aplicación de abrasivo, y/o configurar la capa de refuerzo para mejorar su adherencia al sistema de aglomerado. Los detalles asociados con cada una de estas técnicas se analizarán sucesivamente. Los detalles antecedentes relacionados con las técnicas y materiales de refuerzo se describen, por ejemplo, en la patente de EE.UU. No. 3.838.543, presentada el 1 de Octubre de 1974 a nombre de Lakhani et al.

20 25 Algunas realizaciones de la invención están dirigidas a reducir la cantidad de material de refuerzo empleado para reforzar las herramientas abrasivas aglomeradas y se refieren a los aspectos dimensionales del refuerzo, así como a la colocación estratégica de las capas de refuerzo dentro del material compuesto. Estas realizaciones se pueden poner en práctica con cualquier tipo de aglomerado adecuado, granos abrasivos, aditivos opcionales y materiales de refuerzo que puedan utilizarse para fabricar artículos abrasivos. Estos aspectos de la invención se ponen en práctica junto con bandas de refuerzo de fibra de vidrio que tienen una o varias propiedades descritas adicionalmente a continuación.

30 35 En una realización de la presente invención, un disco de corte aglomerado se refuerza eliminando la capa de refuerzo intermedia de la zona de rectificado. Contrariamente al pensamiento convencional, la eliminación de la capa de refuerzo en el eje neutro A (mostrado en las figuras 2A y 2B) de la zona de rectificado no afecta negativamente a las propiedades mecánicas, por ejemplo, la resistencia a la flexión del disco y los discos ilustrativos de la invención pueden tener una resistencia a la flexión de 75 Mega Pascales (MPa) o más.

40 45 Un ensayo de flexión a tres puntos se ilustra esquemáticamente como las condiciones de carga de flexión B que se muestran como la sección transversal del disco en la figura 3, e indica que hay una tensión mínima en la capa intermedia de refuerzo. La distribución de tensiones para los dos casos se muestra en la figura 4, en la que se compara un modelo de disco convencional que incluye tres refuerzos (línea continua) con un modelo que incluye dos refuerzos (círculos abiertos), de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se ve en la figura 4, el refuerzo intermedio lleva muy poca carga y puede eliminarse, reduciendo así la cantidad de material de refuerzo y los costes asociados.

50 55 Como ejemplo, en la figura 5 se muestra la sección 80 del disco, que tiene el cuerpo 82 del disco y las caras 84 y 86. Los refuerzos 88 y 90, hechos por ejemplo de material de fibra de vidrio, están embebidos en el cuerpo 82 del disco y no se emplea una capa de refuerzo intermedia. Por lo tanto, en realizaciones específicas, todo el refuerzo proporcionado en la zona de rectificado consiste, o consiste esencialmente, en las dos capas descritas anteriormente, por ejemplo, las capas 88 y 90. Preferiblemente, ninguna de las capas está posicionada en la zona neutra o eje neutro.

55 Un parámetro que se correlaciona con la resistencia a la flexión de un disco de corte es el espacio o la distancia entre los refuerzos 88 y 90. En implementaciones específicas, un disco de corte que no está reforzado en el eje neutro dentro de la zona de rectificado tiene un grosor en el rango de aproximadamente 12 mm a aproximadamente 16 mm, y una distancia entre refuerzos 88 y 90 que está en el rango de aproximadamente 2 mm a aproximadamente 10 mm. En realizaciones preferidas, uno y preferiblemente ambos refuerzos 88 y 90 están lo más alejados posible del eje neutro, o lo más cerca posible de las caras 82 y 84. En la figura 5, esto se ilustra esquemáticamente por las flechas que salen de cada uno. En algunas implementaciones, uno o ambos refuerzos están en la parte frontal del disco.

En la figura 6 se muestran gráficos obtenidos modelizando los cálculos con respecto a la tensión máxima ejercida sobre la capa de mezcla (que contiene granos abrasivos y aglomerante), la primera capa de refuerzo y la segunda

capa de refuerzo en función de la distancia entre las dos capas de refuerzo. Como se ve en la figura 6, la tensión máxima ejercida sobre la capa de mezcla disminuye a medida que aumenta la distancia entre las capas de refuerzo.

Sin desear aferrarse a una interpretación particular, se cree que las capas de refuerzo que están cerca de las caras del disco son más capaces de absorber las cargas de flexión, reduciendo así el nivel de tensión en el cuerpo del disco, por ejemplo, la mezcla que contiene granos abrasivos y aglomerante.

Los requisitos para el material de refuerzo también pueden reducirse al retener la capa intermedia mientras se reduce su tamaño total. Preferiblemente, dicho refuerzo intermedio tiene un diámetro exterior que es más pequeño que el diámetro exterior del disco. En un caso, la capa intermedia puede extenderse desde el diámetro interior en el agujero, a través de la zona no utilizada y parcialmente a través de la zona de rectificado. Por ejemplo, la capa intermedia puede extenderse hasta una distancia que es aproximadamente el 80% del diámetro exterior del disco. En otros casos, la capa de refuerzo intermedia puede extenderse a menos de aproximadamente el 80% del diámetro exterior del disco, por ejemplo, el 70%, 60%, 50%, 40% o inferior.

En un ejemplo específico, un disco que tiene un diámetro de 134,62 cm (53 pulgadas) tiene una capa de refuerzo en la zona neutra que tiene un diámetro de 106,68 cm (42 pulgadas). Aunque se proporciona refuerzo en la región del eje, este ejemplo particular permite que haya más material abrasivo en la zona de rectificado, mejorando así el rendimiento de rectificado o la relación G en al menos un 16% y reduciendo los costes asociados con la cantidad de material de refuerzo, por ejemplo, fibra de vidrio, utilizado.

Como se describió anteriormente, las realizaciones preferidas incluyen aquellas en las que las capas de refuerzo de tamaño completo restantes están tan lejos una de la otra, o tan cerca de las caras del disco como sea posible.

Una o más de las capas de refuerzo empleadas están hechas de fibra de vidrio, y la invención también se refiere a las propiedades, el diseño o la integración de refuerzos de fibra de vidrio en un artículo abrasivo aglomerado tal como un disco de corte. En ejemplos específicos, la fibra de vidrio está en forma de una banda, por ejemplo, un material tejido a partir de fibras de vidrio muy finas, también denominado en este documento tela de vidrio. Se pueden usar una, dos o más de dos bandas de fibra de vidrio de este tipo.

En implementaciones específicas, la fibra de vidrio utilizada es vidrio E (vidrio de alumino-borosilicato con menos de 1% en peso de óxidos alcalinos. Otros tipos de fibra de vidrio, por ejemplo, el vidrio A (vidrio de cal-álcali con poco o nada de óxido de boro), el vidrio E-CR (silicato de cal-aluminio con menos de 1% en peso de óxidos alcalinos, con alta resistencia a los ácidos), el vidrio C (vidrio de cal-álcali con alto contenido de óxido de boro, utilizado por ejemplo para fibras cortadas de vidrio), el vidrio D (vidrio de borosilicato con alta constante dieléctrica), el vidrio R (vidrio de silicato de aluminio sin MgO y CaO con altos requisitos mecánicos) y el vidrio S (vidrio de silicato de aluminio sin CaO pero con alto contenido de MgO, con alta resistencia a la tracción).

Las bandas de fibra de vidrio descritas a continuación pueden disponerse en la herramienta abrasiva aglomerada de cualquier manera adecuada en. Ejemplos específicos incluyen configuraciones convencionales, así como geometrías de refuerzo tales como las descritas anteriormente. Por ejemplo, un disco de corte puede incluir dos bandas de fibra de vidrio de diámetro completo situadas cerca de las caras del disco y una banda intermedia en el eje neutro, teniendo la banda intermedia un diámetro exterior que es más pequeño que el diámetro exterior del disco. En algunos casos, la capa intermedia se extiende parcialmente a través de la zona de rectificado. En otros casos, solo se extiende a través de la zona no utilizada del disco. En otros casos, la capa intermedia refuerza la región del eje del disco y solo se extiende parcialmente a través de la zona no utilizada. En otros casos adicionales, el único refuerzo proporcionado en la zona de rectificado consiste en dos bandas de fibra de diámetro completo, ninguna de las cuales está en el eje neutro. Los discos de corte también pueden tener una banda de fibra de vidrio de diámetro completo, por ejemplo, que tiene una o más de las características descritas en el presente documento, en la zona neutra.

Las realizaciones específicas de la invención se refieren a uno o más de los siguientes factores que caracterizan la banda: (i) el diseño físico de la banda, por ejemplo, apertura de agujeros, elasticidad de los filamentos, diámetro de los filamentos y/o cantidad de recubrimiento, por ejemplo, cobertura de la banda con recubrimiento; (ii) la química del recubrimiento para mejorar la compatibilidad del recubrimiento con la resina de la matriz; o (iii) la química del dimensionamiento utilizado en los soportes de fibra de vidrio, para mejorar la compatibilidad del vidrio con el recubrimiento. Estas realizaciones se describen adicionalmente a continuación.

Aunque se ha descubierto que el rendimiento del disco no depende directamente de la resistencia a la tracción de la fibra de vidrio, se ha encontrado que otras propiedades de la banda de fibra empleada afectan este rendimiento. En un aspecto, por ejemplo, la invención se refiere al diseño del refuerzo de fibra, por ejemplo, a bandas de refuerzo que tienen aberturas de banda de tamaño óptimo.

Para una disposición tejida tal como se muestra en la figura 7, la fibra de vidrio por unidad de área se puede calcular de la siguiente manera. Al definir el ancho de una fibra de vidrio en la dirección x como  $W_x$  y el ancho de una fibra en la dirección y como  $W_y$ , la superficie de la fibra por unidad de área es la suma de: (i)  $W_x$  multiplicado por el número de hebras por unidad de área que están en la dirección x; y (ii)  $W_y$  multiplicado por el número de hilos por unidad de área que están en la dirección y. Tal como se muestra a continuación:

Superficie de fibra de vidrio por unidad = [Wx \* (# hilos en la dirección x) + Wy \* (# hilos en la dirección y)].

Se ha descubierto que una disminución en la densidad de fibra de vidrio (o un aumento del tamaño de la abertura de la banda) da como resultado un rendimiento mejorado. En ejemplos preferidos, el refuerzo de fibra de vidrio tiene una densidad superficial que no es mayor de 0,95.

- 5 En las figuras 8A y 8B se muestra, por ejemplo, superficie de vidrio por unidad y los correspondientes resultados de la relación G para cinco materiales de banda designados como A, B, C, D y E y obtenidos de Industrial Polymers and Chemicals (IPAC), de Shrewsbury, Massachusetts. El rectificado o relación G es una medida de rendimiento aceptada, y, en general, se define como el volumen de material eliminado en una operación particular, dividido por el volumen desgastado del disco.
- 10 Como se ilustra en las figuras 8A y 8B, tanto los ensayos de laboratorio como los de campo demostraron una mejora en el rendimiento (aumento en la relación G) con una disminución en la superficie de vidrio por unidad. Por lo tanto, los discos de corte que tienen aberturas más grandes en la banda de vidrio demostraron un rendimiento mejorado y una vida útil más larga del producto.

15 Los discos ilustrativos según las realizaciones de la invención tienen una o más capas de refuerzo de fibra de vidrio, siendo al menos una de ellas similar a una malla o tela y teniendo una superficie por área unitaria que está, por ejemplo, en el rango de aproximadamente 0,2 a aproximadamente 0,95.

20 Alternativamente o además de disminuir la densidad superficial como se describió anteriormente, la cantidad de fibra de vidrio empleada se puede reducir disminuyendo el grosor de la fibra. En un ejemplo, por ejemplo, la banda de fibra de vidrio tiene preferiblemente un grosor no mayor de aproximadamente 2 mm. En implementaciones específicas, la banda de fibra de vidrio utilizada en un disco de corte tiene un grosor en el rango de aproximadamente 0,25 mm a aproximadamente 1 mm, preferiblemente de aproximadamente 0,4 mm a aproximadamente 0,9 mm.

El refuerzo de fibra de vidrio puede tener una relación de volumen de vidrio (que es la relación de superficie de vidrio multiplicada por el espesor del refuerzo) que no es mayor de 0,2%, por ejemplo, no mayor de 0,95%.

25 El diámetro del filamento también puede afectar las propiedades físicas de la banda. En ejemplos específicos, los refuerzos se realizan utilizando diámetros de filamentos en el rango de aproximadamente 5 micrómetros a aproximadamente 30 micrómetros.

La elasticidad de la hebra describe la longitud de vidrio desnudo antes de aplicar el recubrimiento. En ejemplos específicos, la elasticidad de la hebra es de 300 a 2400 tex.

30 Si bien la resistencia del refuerzo de fibra de vidrio puede afectar el rendimiento de los artículos abrasivos descritos en este documento, la invención también aborda aspectos químicos relacionados con los recubrimientos de fibra de vidrio, como se describe adicionalmente a continuación.

35 En general, hay dos tipos de "recubrimientos" químicos que están presentes en una banda de fibra de vidrio. Un primer recubrimiento, a menudo denominado "encolado", se aplica a las hebras de fibra de vidrio inmediatamente después de que salen de la boquilla e incluye ingredientes tales como formadores de película, lubricantes, silanos, típicamente dispersos en agua. Se aplica un segundo recubrimiento a la banda de vidrio y tradicionalmente incluye cera, utilizada principalmente para evitar la "aglutinación" de las bandas durante el envío y el almacenamiento.

40 El encolado típicamente proporciona protección de los filamentos contra la degradación relacionada con el procesamiento (como la abrasión). También puede proporcionar protección contra la abrasión durante el procesamiento secundario, como el tejido en una banda. Algunos aspectos de la invención se refieren a la manipulación estratégica de las propiedades asociadas con el primer recubrimiento (encolado). En algunas implementaciones, las hebras de fibra de vidrio empleadas en la banda de refuerzo se tratan con uno o más compuestos, por ejemplo, agentes de encolado, y se obtiene una adherencia mejorada considerando la química del agente de encolado. En implementaciones específicas de la invención, la fibra de vidrio se trata con un encolado de plástico sin almidón que contiene agentes aglomerantes de silano que son compatibles con sistemas de resina tales como epoxi, fenol o poliéster insaturado. Un ejemplo disponible comercialmente es el sistema de encolado desarrollado por Saint-Gobain Vetrotex bajo la designación TD22. Otros tamaños también pueden ser empleados. Sin desear aferrarse a una interpretación particular, se cree que la química del primer recubrimiento (encolado) mejora la compatibilidad entre el vidrio y el segundo recubrimiento.

45 50 Preferiblemente, el segundo recubrimiento es compatible tanto con el encolado (primer recubrimiento) como con la resina de la matriz para la cual está previsto el refuerzo. Los aspectos de la invención se refieren a la manipulación estratégica de la química, por ejemplo, composición y/u otras características asociadas con este segundo recubrimiento, como se describe adicionalmente a continuación. Sin desear aferrarse a una interpretación particular, se cree que la química y/u otros parámetros asociados con el segundo recubrimiento pueden mejorar la compatibilidad entre el segundo recubrimiento y la resina orgánica presente en la mezcla de aglomerante-granos abrasivos empleada para hacer el disco.

Típicamente, esta mezcla incluye granos abrasivos, un material aglomerante, por ejemplo, una resina de matriz, e ingredientes opcionales, tales como, por ejemplo, cargas, ayudas de procesamiento, lubricantes, agentes de reticulación, agentes antiestáticos, etc.

5 Granos abrasivos adecuados incluyen, por ejemplo, granos abrasivos a base de alúmina. Como se usa en el presente documento, el término "alúmina", "Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>" y "óxido de aluminio" se usan indistintamente. Muchos granos abrasivos a base de alúmina están disponibles comercialmente y los granos especiales pueden fabricarse a medida. Ejemplos específicos de granos abrasivos adecuados basados en alúmina que se pueden emplear en la presente invención incluyen granos de alundum blanco, designados como "grano 38A", de Saint-Gobain Ceramics & Plastics, Inc. o alundum rosa, designado como "grano 86A", de Treibacher Schleifmittel, AG. Otros granos abrasivos tales como, por ejemplo, alúmina sol gel sinterizada con o sin semillas, con o sin modificación química, como óxidos de tierras raras, MgO y similares, alúmina-circonia, boro-alúmina, carburo de silicio, diamante, nitruro de boro cúbico, oxinitruro de aluminio, y otros, así como combinaciones de diferentes tipos de granos abrasivos también se pueden utilizar. En una implementación, al menos una porción de los granos empleados son granos de alúmina-circonia resistentes al desgaste y anti-desmenuzamiento producidos por la fusión de circonia y alúmina a altas temperaturas (por ejemplo, 1950 °C). Ejemplos de tales granos están comercializados por Saint-Gobain Corporation bajo la designación de ZF®. Los granos de alúmina-circonia resistentes al desgaste y anti-desmenuzamiento se pueden combinar, por ejemplo, con granos de bauxita sinterizada (p. ej., 76A), granos de alúmina fundida recubiertos con cerámica (por ejemplo, U57A), granos de óxido de aluminio fundidos especiales aleados con C y MgO y con forma de grano angular (por ejemplo, de Treibacher Schleifmittel, AG bajo la designación de KMGSK y otros materiales abrasivos).

20  
25  
30 El tamaño de los granos abrasivos a menudo se expresa como un tamaño de grano, y los gráficos que muestran una relación entre un tamaño de grano y su tamaño de partícula promedio correspondiente, expresados en micras o pulgadas, son conocidos en la técnica como correlaciones con el tamaño de malla del tamiz estándar de Estados Unidos. (USS) correspondiente . La selección del tamaño del grano depende de la aplicación o proceso para el cual se destina la herramienta abrasiva. Los tamaños de grano adecuados que se pueden emplear en diversas realizaciones de la presente invención varían, por ejemplo, desde aproximadamente 16 (correspondientes a un tamaño medio de aproximadamente 1660 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) hasta aproximadamente 320 (correspondientes a un tamaño medio de aproximadamente 32  $\mu\text{m}$ ).

35 En implementaciones específicas de la presente invención, el enlace es un enlace orgánico, también denominado enlace "polimérico" o "resina", típicamente obtenido por curado de un material aglomerante. Un ejemplo de un material aglomerante orgánico que puede emplearse para fabricar artículos abrasivos aglomerados incluye una o más resinas fenólicas. Tales resinas se pueden obtener polimerizando fenoles con aldehídos, en particular, formaldehído, paraformaldehído o furfural. Además de los fenoles, se pueden emplear cresoles, xilenos y fenoles sustituidos. También se pueden utilizar resinas comparables sin formaldehído.

40  
45 Entre las resinas fenólicas, los resoles generalmente se obtienen mediante una reacción de una etapa entre formaldehído acuoso y fenol en presencia de un catalizador alcalino. Las resinas de Novolac, también conocidas como resinas fenólicas de dos etapas, generalmente se producen en condiciones ácidas y en presencia de un agente de reticulación, tal como hexametilentetramina (a menudo también denominada "hexa").

El material aglomerante puede contener más de una resina fenólica, por ejemplo, al menos un resol y al menos una resina fenólica de tipo novolaca. En muchos casos, al menos una resina basada en fenol está en forma líquida. Se describen combinaciones adecuadas de resinas fenólicas, por ejemplo, en la patente de US. No. 4.918.116 a nombre de Gardziella, et al.

Ejemplos de otros materiales de unión orgánicos adecuados incluyen resinas epoxídicas, resinas de poliéster, poliuretanos, poliéster, caucho, poliimida, polibencimidazol, poliamida aromática, y similares, así como mezclas de los mismos. En una implementación específica, el enlace incluye resina fenólica.

Los granos abrasivos se pueden combinar con el material aglomerante para formar una mezcla usando técnicas y equipos de combinación conocidos, tales como, por ejemplo, mezcladores Eirich, por ejemplo, modelo RV02, Littleford, mezcladores de tipo bol y otros.

50 La mezcla también puede incluir cargas, agentes de curado y otros compuestos usados típicamente en la fabricación de artículos abrasivos aglomerados por enlaces orgánicos. Cualquiera o todos estos ingredientes adicionales se pueden combinar con los granos, el material aglomerante o con una mezcla de grano y material aglomerante.

55 Las cargas pueden estar en forma de polvo finamente dividido, gránulos, esferas, fibras o algunos materiales con formas diferentes. Ejemplos de cargas adecuadas incluyen arena, carburo de silicio, alúmina de burbujas, bauxita, cromitas, magnesita, dolomitas, mullita de burbujas, boruros, sílice pirógena, dióxido de titanio, productos de carbono (por ejemplo, negro de humo, coque o grafito), harina de madera, arcilla, talco, nitruro de boro hexagonal, disulfuro de molibdeno, feldespato, nefelina sienita, diversas formas de vidrio tales como fibra de vidrio y esferas de vidrio huecas y otros. Las mezclas de más de una carga también son posibles. Otros materiales que pueden añadirse incluyen coadyuvantes de procesamiento, tales como: agentes antiestáticos, por ejemplo, óxidos metálicos,

- tales como cal, óxido de zinc, óxido de magnesio, mezclas de los mismos, etcétera; y lubricantes, por ejemplo, ácido esteárico y monoestearato de glicerol, grafito, carbono, disulfito de molibdeno, perlas de cera, fluoruro de calcio y mezclas de los mismos. Obsérvese que las cargas pueden ser funcionales (por ejemplo, adyuvantes del rectificado, tales como lubricante, inductores de porosidad y/o grano abrasivo secundario) o más inclinados hacia calidades no funcionales tales como estética (por ejemplo, agente colorante). En una implementación específica, la carga incluye compuestos de fluoroborato de potasio y/o manganeso, por ejemplo, sales de cloruro de manganeso, por ejemplo, una sal eutéctica producida por fusión de dicloruro de manganeso ( $MnCl_2$ ) y cloruro de potasio (KCl), comercializada por Washington Mills bajo la designación de MKCS.
- En muchos casos, la cantidad de carga está en el rango de aproximadamente 0,1 y aproximadamente 30 partes en peso, en base al peso de la composición completa. En el caso de discos abrasivos, el nivel de la carga puede estar en el rango de aproximadamente 5 a 20 partes en peso, en base al peso del disco.
- En realizaciones específicas, los granos abrasivos son abrasivos de alúmina-circonia fusionados, abrasivos de alundum, y el aglomerante incluye resinas fenólicas y cargas.
- Los agentes de curado o reticulación que pueden utilizarse dependen del material aglomerante seleccionado. Para curar resinas de novolaca de fenol, por ejemplo, un agente de curado típico es el hexa. Otras aminas, por ejemplo, etilendiamina; etilentriamina; metil aminas y precursores de agentes de curado, por ejemplo, hidróxido de amonio que reacciona con formaldehído para formar hexa, también se pueden emplear. Las cantidades adecuadas de agente de curado pueden estar en el rango, por ejemplo, de aproximadamente 5 a aproximadamente 20 partes en peso de agente de curado por cien partes de resina de novolaca de fenol total.
- Las cantidades efectivas del agente de curado que se pueden emplear normalmente son de aproximadamente 5 a aproximadamente 20 partes (en peso) de agente de curado por 100 partes de resina de novolaca total. Los expertos de nivel medio en el sector de los artículos abrasivos aglomerados por resina podrán ajustar este nivel, en función de diversos factores, por ejemplo, los tipos particulares de resinas utilizados; el grado de curado necesario y las propiedades finales deseadas para los artículos: resistencia, dureza y rendimiento del rectificado. En la preparación de discos abrasivos, un nivel preferido de agente de curado es de aproximadamente 8 partes a aproximadamente 15 partes en peso.
- Como se describió anteriormente, la banda o malla de fibra de vidrio diseñada para reforzar artículos abrasivos se prepara tratando, por ejemplo, recubriendo, sumergiendo o impregnando de otro modo, la banda o malla de fibra de vidrio (que tiene hebras de fibra de vidrio ya recubiertas con un agente de encolado), con un segundo recubrimiento. Tradicionalmente, la composición de este segundo recubrimiento incluye cera, un lubricante común. Esta composición también puede incluir materiales poliméricos, por ejemplo, resinas fenólicas o modificadas con epoxi.
- La banda de fibra de vidrio tratada se puede hornear o curar por cualquier medio adecuado, como se conoce en la técnica. En algunos aspectos de la invención, el segundo recubrimiento sobre la banda de fibra de vidrio se cura para conseguir una reticulación parcial de los materiales poliméricos presentes en el recubrimiento, por ejemplo, resinas fenólicas o modificadas con epoxi. Sin desear aferrarse a una interpretación particular de la invención, se cree que un bajo grado de curado (o grado de polimerización) del recubrimiento de la banda puede aumentar o maximizar la adherencia a la resina de la matriz empleada para formar el artículo abrasivo aglomerado, siendo la adherencia una función del número de sitios reactivos y de la solubilidad del recubrimiento para y con la resina de la matriz. En aspectos adicionales de la invención, el grado de curado se equilibra tanto para la adherencia como para la "manipulación", ya que, en algunos casos, lograr un bajo grado de polimerización y un alto número de sitios reactivos puede conducir a una "aglutinación", un proceso en el cual la banda se fusiona con otras bandas.
- El refuerzo de fibra de vidrio se puede conformar para el uso previsto, por ejemplo, después del paso de secado. Para aplicaciones de muelas, por ejemplo, la banda se corta para formar refuerzos tales como los descritos anteriormente y perforados para alojar un husillo giratorio.
- Se descubrió que la adherencia entre un refuerzo de fibra de vidrio y una mezcla que contiene enlaces orgánicos, por ejemplo, resina fenólica, se mejora cuando no se utiliza cera en el tratamiento de la fibra de vidrio. Por tanto, en aspectos específicos de la invención, el segundo recubrimiento utilizado para tratar el refuerzo de fibra de vidrio empleado para formar herramientas abrasivas aglomeradas es una composición (que contiene, por ejemplo, resinas fenólicas o modificadas con epoxi) que excluye la cera.
- Sin desear aferrarse a una interpretación particular de la invención, se cree que la ausencia de cera en el tratamiento del refuerzo de fibra de vidrio mejora la calidad de la interfaz entre la banda de fibra de vidrio y la mezcla, por ejemplo, una mezcla que contiene un enlace orgánico tal como se discutió anteriormente, dando como resultado una mejor adherencia entre la capa de refuerzo y la mezcla.
- Algunas realizaciones de la invención abordan la calidad del segundo recubrimiento, siendo los recubrimientos preferidos aquellos que maximizan la cobertura del refuerzo, por ejemplo, una banda o malla de fibra de vidrio, en superficies de interfaz, es decir, superficies en las que el material de refuerzo, por ejemplo, el material de fibra de vidrio, entra en contacto con la mezcla. Se puede obtener una cobertura mejorada de la fibra de vidrio mediante

técnicas tales como inmersión, remojo y otras. En implementaciones específicas, al menos el 99% de las superficies de interfaz están recubiertas.

En la figura 9 se muestra una comparación de los efectos sobre la relación G de varios de los factores analizados anteriormente. Se preparó un disco estándar reforzado con fibra de vidrio usando un tipo de resina convencional (que incluye lubricante de cera) y un agente de encolado convencional.

El disco estándar se comparó con los discos modificados I y II que se reforzaron según los aspectos de esta invención. Los discos modificados se fabricaron utilizando los mismos granos abrasivos, aglomerante y carga que el disco estándar, pero difieren del disco estándar con respecto a la capa de refuerzo empleada. El disco modificado I, por ejemplo, incluía un refuerzo que se preparó sin cera; el disco II modificado se recubrió utilizando un agente de encolado, en este caso el sistema TD22 descrito anteriormente.

Las características y técnicas utilizadas para mejorar la adherencia entre refuerzos de fibra de vidrio y la mezcla pueden llevarse a la práctica junto con cualquier configuración o geometría de refuerzo adecuada para hacer herramientas abrasivas aglomeradas y con cualquier dimensión de las aberturas de la banda de fibra, banda de fibra, diámetro de filamento o elasticidad de hebra. En ejemplos específicos, el refuerzo mediante banda tiene una o más características de diseño descritas anteriormente, por ejemplo, mayores dimensiones de abertura de la banda y/o un menor grosor de banda.

Las herramientas abrasivas aglomeradas descritas en este documento pueden fabricarse formando un cuerpo sin procesar que incluye una o más capas de refuerzo. Tal como se usa en el presente documento, el término "sin procesar" se refiere a un cuerpo que mantiene su forma durante la siguiente etapa del proceso, pero, en general, no tiene la fuerza suficiente para mantener su forma de manera permanente; el enlace de resina presente en el cuerpo sin procesar está en estado no curado o no polimerizado. El cuerpo sin procesar preferiblemente está moldeado en la forma del artículo deseado, por ejemplo, rueda, disco, segmento de disco, piedra y piedra de afilar, etc., con una o más capas de refuerzo embebidas en el mismo.

Una o más capas de refuerzo, concretamente bandas de fibra de vidrio tales como las descritas en el presente documento, pueden incorporarse en el cuerpo sin procesar: colocando y distribuyendo en el fondo de una cavidad de moldeo apropiada una primera porción de una mezcla que contiene granos abrasivos y material aglomerante; y luego cubriendo esta porción con una primera capa de refuerzo. Al menos una capa de refuerzo es una malla o banda de fibra de vidrio tal como se describió anteriormente. Para mejorar la adherencia o la unión entre la mezcla y la capa de refuerzo, el refuerzo de fibra de vidrio se puede recubrir como se describió anteriormente, por ejemplo, con una composición que excluye la cera y/o puede tener un recubrimiento parcialmente reticulado. Se prefieren recubrimientos que cubren al menos el 99% de las superficies de interfaz de fibra de vidrio. Una segunda porción de la mezcla aglomerante/abrasivo puede entonces disponerse y distribuirse sobre la primera capa de refuerzo. Se pueden proporcionar capas adicionales de refuerzo y/o de mezcla aglomerante/abrasivo, si así se desea. Las cantidades de mezcla añadidas para formar un grosor de capa particular se pueden calcular como se conoce en la técnica. Se pueden emplear otras técnicas adecuadas para dar forma al cuerpo sin procesar.

Los procesos que se pueden usar para hacer ruedas abrasivas aglomeradas de acuerdo con las realizaciones de la presente invención incluyen, por ejemplo, prensado en frío, prensado a temperatura media o prensado a temperatura alta.

El prensado en frío, por ejemplo, se describe en la patente de US. No. 3.619.151. El prensado en frío se puede llevar a cabo distribuyendo y distribuyendo uniformemente dentro de la cavidad de un molde adecuado una carga pesada predeterminada de la composición mezclada o mezcla. La mezcla se mantiene a temperatura ambiente, por ejemplo, menos de aproximadamente 30 grados C (°C). Se aplica presión a la masa no curada de material, por medios adecuados, tales como una prensa hidráulica. La presión aplicada puede estar, por ejemplo, en el rango de aproximadamente 70,3 kg/cm<sup>2</sup> (0,5 tsi) a aproximadamente 2109,3 kg/cm<sup>2</sup> (15 tsi), y más típicamente en el rango de aproximadamente 140,6 kg/cm<sup>2</sup> (1 tsi) a aproximadamente 843,6 kg/cm<sup>2</sup> (6 tsi). El tiempo de mantenimiento dentro de la prensa puede estar, por ejemplo, dentro del rango de aproximadamente 5 segundos a aproximadamente 1 minuto.

El prensado a temperatura media es una técnica muy similar al prensado en frío, excepto que la temperatura de la mezcla en el molde es elevada, generalmente a una temperatura por debajo de aproximadamente 140 °C, y más a menudo, por debajo de aproximadamente 100 °C. Los parámetros adecuados de tiempo de mantenimiento y presión pueden ser, por ejemplo, los mismos que en el caso del prensado en frío.

El prensado a temperatura alta se describe, por ejemplo, en una publicación de Bakelite, Rutaphen.RTM.-Resins for Grinding Wheels – Technical Information. (KN 50E -09.92 - G&S-BA), y en otra publicación de Bakelite: Rutaphen Phenolic Resins - Guide/ Product Ranges/Application (KN107/e -10.89 GS-BG). También se puede encontrar información útil en Thermosetting Plastics, editado por J. F. Monk, Capítulo 3 ("Compression Molding of Thermosets"), 1981 George Goodwin Ltd. en asociación con The Plastics and Rubber Institute. Para el propósito de esta descripción, el alcance del término "prensado a temperatura alta" incluye procedimientos de acuñación a

temperatura alta, que son conocidos en la técnica. En un procedimiento de acuñación a temperatura alta típico, se aplica presión al conjunto del molde después de sacarlo del horno de calentamiento.

Como ilustración, un artículo abrasivo puede prepararse disponiendo capas de una mezcla que incluye granos abrasivos, material aglomerante y, opcionalmente, otros ingredientes, por debajo y por encima de una o más capas de refuerzo en un molde apropiado, habitualmente hecho de acero inoxidable, de alto contenido de carbono o alto contenido en cromo. Émbolos conformados se pueden emplear para tapar la mezcla. A veces se usa un prensado preliminar en frío, seguido de un precalentamiento después de que el conjunto del molde cargado se haya colocado en un horno apropiado. El conjunto del molde puede ser calentado por cualquier método conveniente: electricidad, vapor, agua caliente presurizada, aceite caliente o llama de gas. Se puede emplear un calentador de resistencia o inducción. Se puede introducir un gas inerte, tal como nitrógeno, para minimizar la oxidación durante el curado.

Los rangos de temperatura, presión y tiempo específicos pueden variar y dependerán de los materiales específicos empleados, del tipo de equipo en uso, de las dimensiones y de otros parámetros. Las presiones pueden estar, por ejemplo, en el rango de aproximadamente  $70,3 \text{ kg/cm}^2$  (0,5 tsi) a unos  $703,2 \text{ kg/cm}^2$  (5,0 tsi,) y más típicamente, desde aproximadamente  $70,3 \text{ kg/cm}^2$  (0,5 tsi) a unos  $281,2 \text{ kg/cm}^2$  (2,0 tsi). La temperatura de prensado para este proceso típicamente está en el intervalo de aproximadamente  $115^\circ\text{C}$  a aproximadamente  $200^\circ\text{C}$ ; y más típicamente, de aproximadamente  $140^\circ\text{C}$  a aproximadamente  $170^\circ\text{C}$ . El tiempo de mantenimiento dentro del molde es habitualmente de aproximadamente 30 a aproximadamente 60 segundos por milímetro de espesor del artículo abrasivo.

Un artículo abrasivo aglomerado se forma curando el material de unión orgánico. Tal como se usa en el presente documento, el término "temperatura final de curado" es la temperatura a la que se mantiene el artículo moldeado para efectuar la polimerización, por ejemplo, reticulación, del material de enlace orgánico, formando así el artículo abrasivo. Tal como se usa en el presente documento, "reticulación" se refiere a la reacción química o las reacciones químicas que tienen lugar en presencia de calor y, a menudo, en presencia de un agente de reticulación, por ejemplo, el hexa, por lo que la composición de enlace orgánico se endurece. En general, el artículo moldeado se empapa a una temperatura de curado final durante un período de tiempo, por ejemplo, entre 10 y 36 horas, o hasta que el centro de masas del artículo moldeado alcanza la temperatura de reticulación y se endurece.

La selección de una temperatura de curado depende, por ejemplo, de factores tales como el tipo de material aglomerante empleado, de la resistencia, de la dureza y del rendimiento de rectificación deseados. En muchos casos, la temperatura de curado puede estar en el rango de aproximadamente  $150^\circ\text{C}$  a aproximadamente  $250^\circ\text{C}$ . En realizaciones más específicas que emplean enlaces orgánicos, la temperatura de curado puede estar en el rango de aproximadamente  $150^\circ\text{C}$  a aproximadamente  $200^\circ\text{C}$ . Los intervalos de tiempo de curado adecuados pueden variar, por ejemplo, de aproximadamente 6 horas a aproximadamente 48 horas.

La polimerización de las resinas basadas en fenol, por ejemplo, en general, tiene lugar a una temperatura en el rango de entre aproximadamente  $110^\circ\text{C}$  y aproximadamente  $225^\circ\text{C}$ . Las resinas resol, en general, se polimerizan a una temperatura en un rango de entre aproximadamente  $140^\circ\text{C}$  y aproximadamente  $225^\circ\text{C}$ , y las resinas de novolaca, en general, a una temperatura en un rango de entre aproximadamente  $110^\circ\text{C}$  y aproximadamente  $195^\circ\text{C}$ . La temperatura final de curado también puede depender de otros factores tales como, por ejemplo, el tamaño y/o la forma del artículo, la duración del curado, el sistema catalizador exacto empleado, grado del disco, peso molecular y química de la resina, atmósfera de curado y otros criterios. Para muchos materiales adecuados basados en fenol, la temperatura de curado final es de al menos aproximadamente  $150^\circ\text{C}$ .

El proceso de calentar un cuerpo sin procesar a la temperatura final de curado y mantenerlo a esa temperatura para efectuar el endurecimiento del material aglomerante a menudo se denomina ciclo de "curado" u "horneado". Preferiblemente, los cuerpos sin procesar grandes se calientan lentamente para curar el producto de manera uniforme, permitiendo que tenga lugar el proceso de transferencia de calor. Las etapas de "remojo" se pueden usar a temperaturas determinadas para permitir que la masa del disco se equilibre en temperatura durante el período de calentamiento de aceleración antes de alcanzar la temperatura a la que se polimeriza el material aglomerante. Una etapa de "remojo" se refiere a mantener la mezcla moldeada, por ejemplo, el cuerpo sin procesar, a una temperatura dada durante un período de tiempo. Un enfoque de calentamiento lento también permite una liberación lenta (controlada) de volátiles generados a partir de subproductos durante el ciclo de cocción.

Para ilustrar, un cuerpo sin procesar para producir un artículo abrasivo aglomerado reforzado puede precalentarse a una temperatura inicial, por ejemplo, aproximadamente  $100^\circ\text{C}$ , a la que se empapa, por ejemplo, durante un período de tiempo, de aproximadamente 0,5 horas a varias horas. Luego, el cuerpo verde se calienta, durante un período de tiempo, por ejemplo, varias horas, hasta una temperatura final de curado a la que se mantiene o empapa durante un intervalo de tiempo adecuado para efectuar el curado. Si, inicialmente, el segundo recubrimiento aplicado al refuerzo de la banda presente en el cuerpo sin procesar está solo parcialmente curado (reticulado), el ciclo de cocción al cual el cuerpo sin procesar es sometido para formar el artículo abrasivo aglomerado reforzado puede completar la polimerización de los materiales presentes en el segundo recubrimiento, mejorando de este modo la adherencia entre el refuerzo y la resina de la matriz.

Una vez que se completa el ciclo de cocción, el artículo abrasivo puede separarse del molde y enfriarse por aire. Si se desea, se pueden llevar a cabo pasos posteriores, como biselado, acabado, ajuste, equilibrio, etc. de acuerdo con las prácticas estándar.

5 Los artículos abrasivos aglomerados reforzados descritos en este documento pueden fabricarse para tener una porosidad deseada. La porosidad se puede configurar para proporcionar un rendimiento deseado del disco, incluidos parámetros tales como la dureza y la resistencia del disco, así como la eliminación de lascas y la retirada de virutas.

10 La porosidad puede incluir porosidad de tipo cerrado, en la que los poros o células vacías, en general, no se comunican entre sí, o abierta, también se denomina porosidad "interconectada". Ambos tipos pueden estar presentes. Ejemplos de técnicas que pueden usarse para inducir porosidades cerradas e interconectadas se describen en las patentes de US Nos.. 5.203.886. 5.221.294. 5.429.648. 5.738.696 y 5.738.697. 6.685.755 y 6.755.729. Los artículos abrasivos aglomerados terminados descritos en este documento pueden contener porosidad en el rango de aproximadamente 0% a aproximadamente 80%. En una implementación, la porosidad está en el rango de aproximadamente 0% a aproximadamente 30%.

15 Un artículo abrasivo aglomerado configurado de acuerdo con las realizaciones de la presente invención puede ser de naturaleza monolítica o segmentaria. Como será evidente a la luz de esta descripción, el componente de refuerzo es esencialmente el mismo para cualquier caso, ajustándose el tamaño y la forma del refuerzo para adaptarse al diseño monolítico o segmentario.

El siguiente ejemplo ilustra aspectos específicos de la invención y no pretende ser limitativo.

#### Ejemplo

20 Se prepararon discos de corte experimentales y comparativos para contener los mismos granos abrasivos y aglomerante orgánico. Ambos tipos se configuraron para incluir varios refuerzos internos de vidrio E, como se muestra en la tabla 1, a continuación, que también muestra los diámetros de los discos experimentales y comparativos probados. En todos los casos, los refuerzos internos tenían el mismo diámetro que el disco.

Tabla 1

Ensayo #	Nº de refuerzos internos	Diámetro del disco (mm)
A	3	1510
B	5	1510
C	3	1515
D	4	1560
E	3	1550

25 En el caso de los discos experimentales, la relación de volumen de vidrio fue del 74%. El espesor de la capa de refuerzo era de 0,64 mm y el tamaño de las aberturas era de 4,2 mm por 3 mm. No se usaron ceras ni aditivos en la unión de banda de fibra de vidrio. La cola empleada fue Saint-Gobain Vetrotex TD22.

30 Los discos comparativos tenían una relación de volumen de vidrio del 82%. La capa de refuerzo tenía un grosor de 0,76 mm y un tamaño de aberturas de 3,1 mm por 4 mm. Se usaron cera y aditivos, pero no se empleó ninguna cola.

35 Los discos se probaron con corte a alta temperatura o en frío de piezas de trabajo de acero inoxidable, acero inoxidable de grado especial, titanio, níquel o acero al carbono. En algunos ensayos, la pieza de trabajo era de acero inoxidable de grado especial con un tamaño de barra de 190 mm. La velocidad de alimentación del disco era de 16,129 cm<sup>2</sup>/s a 19,355 cm<sup>2</sup>/s (2,5 a 3 pulgadas cuadradas por segundo) y la velocidad del disco era de 83,82 m/s (16.500 pies por minuto).

En otros ensayos, la pieza de trabajo era una barra de acero al carbono de 150 mm a 230 mm. La velocidad de alimentación del disco era de aproximadamente 10,323 cm<sup>2</sup>/s (1,6 pulgadas cuadradas por segundo) y la velocidad del disco era de 80 metros por segundo.

40 La relación G observada con los discos experimentales fue al menos aproximadamente un 15% mayor que la relación G observada con los discos comparativos. En algunos casos, la mejora fue de al menos 20%. En otros fue de al menos 30%. Por ejemplo, el corte en frío probado en 40 piezas de trabajo con un disco que tiene 3 refuerzos

internos (ensayo # A) mostró una mejora de más del 20% con respecto al disco comparativo correspondiente. El corte a alta temperatura con el disco experimental con 3 refuerzos internos (ensayo # C) mostró una mejora de más del 15% en la relación G con respecto al disco comparativo. El corte a alta temperatura con el disco experimental con 5 refuerzos internos (ensayo # B) mostró una mejora de más del 30% en la relación G con respecto al disco comparativo. Los discos experimentales con 4 refuerzos internos (ensayo # D) mostraron una mejora del 15% en la relación G respecto a los discos comparativos. También se observaron buenos resultados con el disco experimental en el ensayo # E.

En muchos casos, los discos experimentales también superaron a los discos comerciales existentes típicamente utilizados en la operación de corte respectiva.

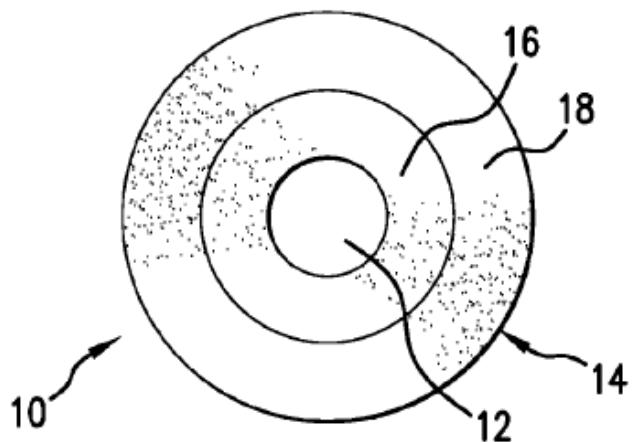
## REIVINDICACIONES

1. Un disco (10, 40) de corte abrasivo aglomerado que comprende:
  - a. una primera cara (46), una segunda cara (48) y una zona de rectificado (18) entre la primera cara (46) y la segunda cara (48), extendiéndose la zona de rectificado (18) desde una zona no utilizada (16) a un diámetro exterior del disco;
  - b. un primer refuerzo (50) cerca de la primera cara (46);
  - c. un segundo refuerzo (54) cerca de la segunda cara (48);

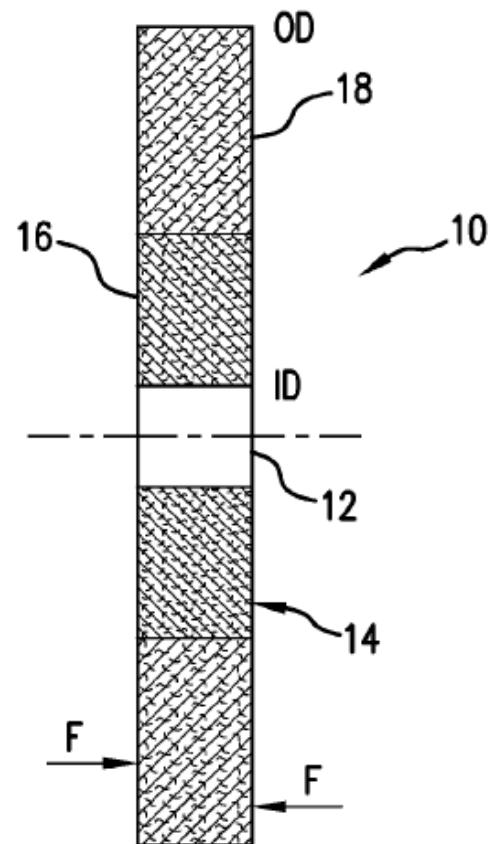
en el que uno o más de dichos refuerzos (50, 54) son bandas de fibra de vidrio, en el que las bandas de fibra de vidrio están recubiertas con un sistema de encolado y teniendo el disco de corte abrasivo aglomerado caracterizado por las bandas de fibra de vidrio un segundo recubrimiento, que es un segundo recubrimiento que excluye la cera.
2. El disco (10, 40) de corte abrasivo aglomerado de la reivindicación 1, que comprende, además, un refuerzo intermedio (52) en una zona neutra del disco (10, 40), en el que el refuerzo intermedio (52) tiene un diámetro exterior que es más pequeño que el diámetro exterior del disco.
3. El disco (10, 40) de corte abrasivo aglomerado de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que el disco (10, 40) tiene una relación de diámetro a grosor en el rango de aproximadamente 200:3 y aproximadamente 100:1.
4. El disco (10, 40) de corte abrasivo aglomerado de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el disco (10, 40) tiene un grosor en el rango de aproximadamente 12 mm a aproximadamente 16 mm y los refuerzos primero y segundo (50, 54) están separados entre sí una distancia en el rango de aproximadamente 2 mm a aproximadamente 10 mm.
5. El disco (10, 40) de corte abrasivo aglomerado de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que el disco (10, 40) tiene una resistencia a la flexión de aproximadamente 75 MPa.
6. El disco (10, 40) de corte abrasivo aglomerado de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende granos abrasivos seleccionados del grupo que consiste en abrasivos de alúmina-circonia fusionados y abrasivos de alundum, incluyendo un aglomerante resinas fenólicas y una carga.
7. El disco (10, 40) de corte abrasivo aglomerado de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que las bandas de fibra de vidrio tienen una superficie de fibra de vidrio por unidad que está en el rango de aproximadamente 0,2 a aproximadamente 0,95 o un grosor que no es mayor de aproximadamente 2 mm.
8. El disco (10, 40) de corte abrasivo aglomerado de la reivindicación 2, en el que el refuerzo intermedio (52) se extiende parcialmente a través de la zona de rectificado (18), o en el que el refuerzo intermedio (52) no se extiende a través de la zona de rectificado (18).
9. El disco (10, 40) de corte abrasivo aglomerado de la reivindicación 1, en el que al menos el 99% de las superficies de interfaz de fibra están recubiertas con el segundo recubrimiento.
10. El disco (10, 40) de corte abrasivo aglomerado de la reivindicación 1, que comprende una o más bandas de fibra de vidrio, en el que al menos una banda de fibra de vidrio tiene una superficie de fibra de vidrio por unidad que no es mayor de aproximadamente 0,95.
11. El disco (10, 40) de corte abrasivo aglomerado de la reivindicación 10, en el que al menos una banda de fibra de vidrio tiene un segundo recubrimiento que excluye la cera o un segundo recubrimiento producido por un proceso en el que los materiales poliméricos presentes en el segundo recubrimiento están parcialmente reticulados.
12. El disco (10, 40) de corte abrasivo aglomerado de la reivindicación 1, que comprende una o más bandas de fibra de vidrio, en el que una o más bandas de fibra de vidrio no incluyen aditivos de cera, o en el que al menos una de las una o más bandas de fibra de vidrio tiene un grosor que no es mayor de aproximadamente 2 mm.
13. Un método para fabricar un disco (10, 40) de corte abrasivo aglomerado, comprendiendo el método:
  - a. combinar granos abrasivos y un material aglomerante para preparar una mezcla;
  - b. moldear la mezcla en un cuerpo sin procesar que incluye al menos un refuerzo de fibra de vidrio; y
  - c. curar el material aglomerante para producir el artículo abrasivo aglomerado,

en el que el refuerzo de fibra de vidrio está recubierto con un sistema de encolado, y estando el método caracterizado por que las bandas de fibra de vidrio tienen un segundo recubrimiento, siendo un segundo recubrimiento que excluye la cera.

14. El método de la reivindicación 13, en el que al menos el 99 por ciento de las superficies de interfaz de fibra de vidrio están recubiertas con el segundo recubrimiento.
15. El método de la reivindicación 13, que comprende, además, la etapa de mejorar el rendimiento del disco de corte (10, 40) reforzado con fibra, midiéndose dicho rendimiento mediante una relación G de disco, reduciendo la cantidad de refuerzo de fibra empleado en una zona de rectificado (18) del disco (10, 40), en el que el refuerzo de fibra comprende una banda de fibra de vidrio que tiene un grosor en el rango de aproximadamente 0,25 mm a aproximadamente 1 mm.  
5



**FIG. 1A**



**FIG. 1B**

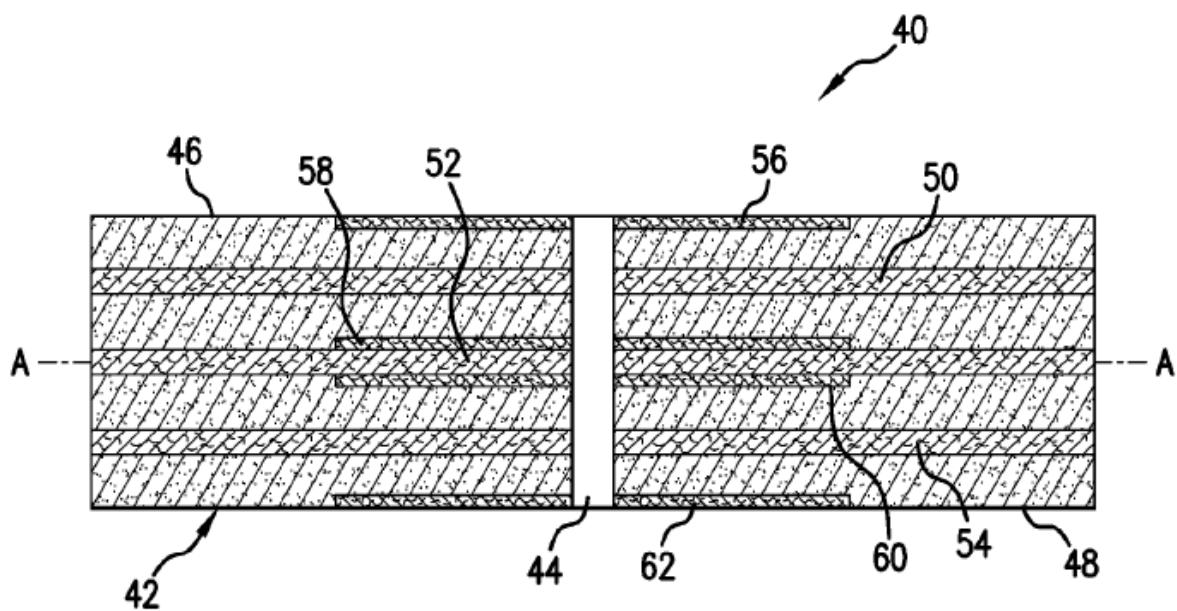


FIG.2A

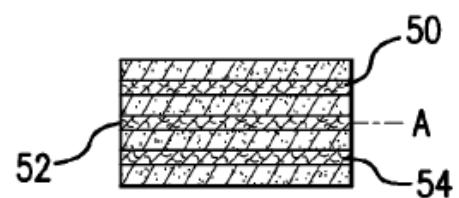
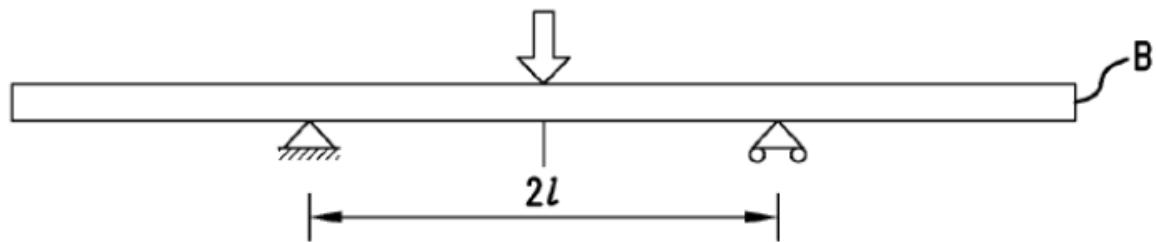
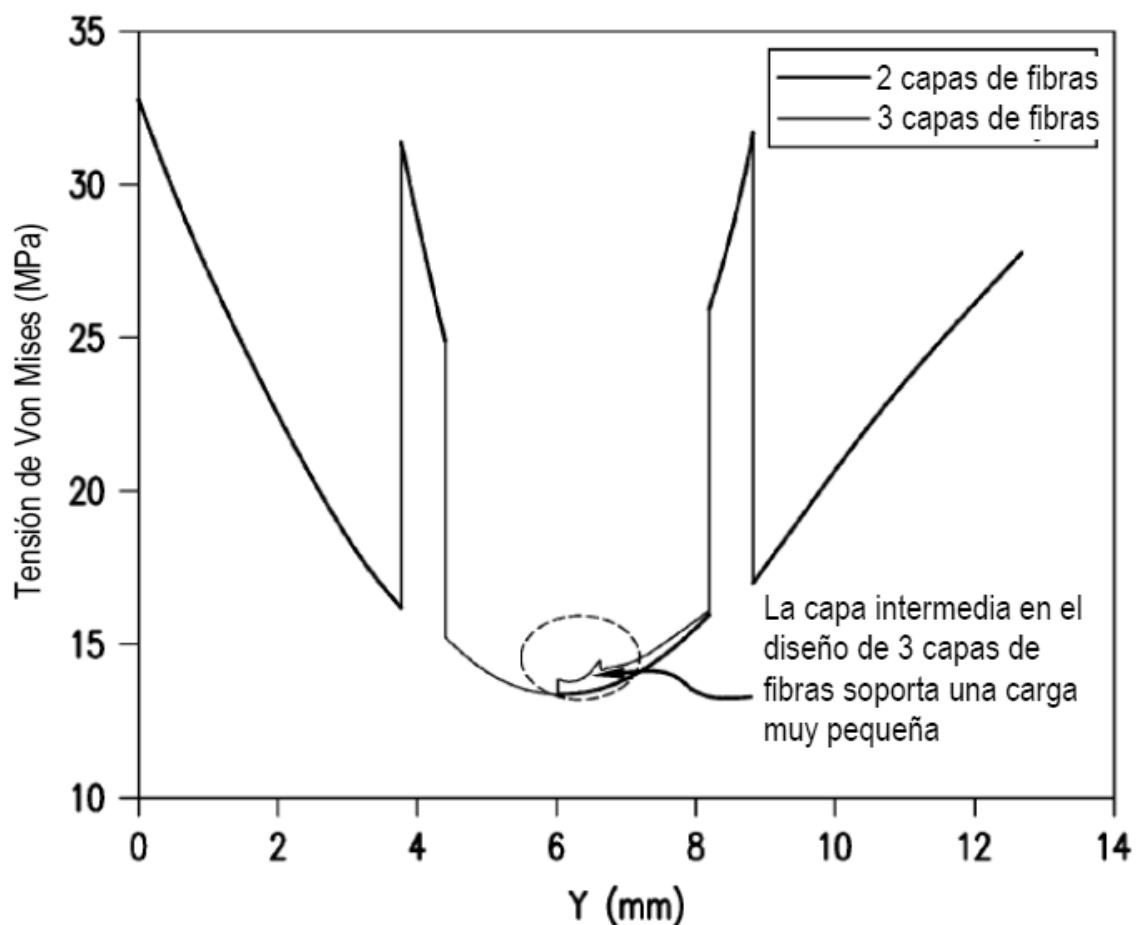


FIG.2B

**FIG.3**

Modelo de aglomerado perfecto de flexión a 3 puntos

**FIG.4**

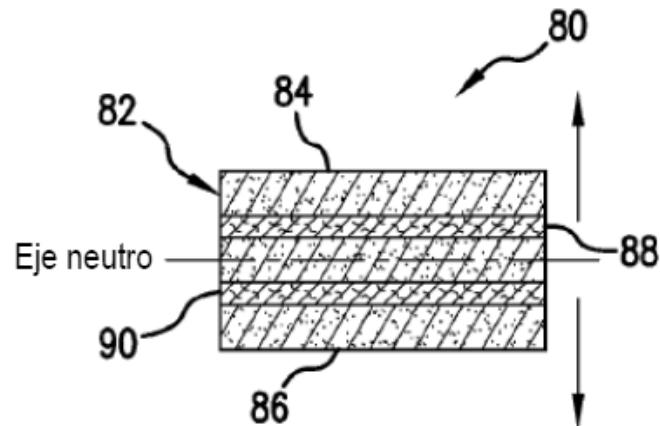


FIG.5

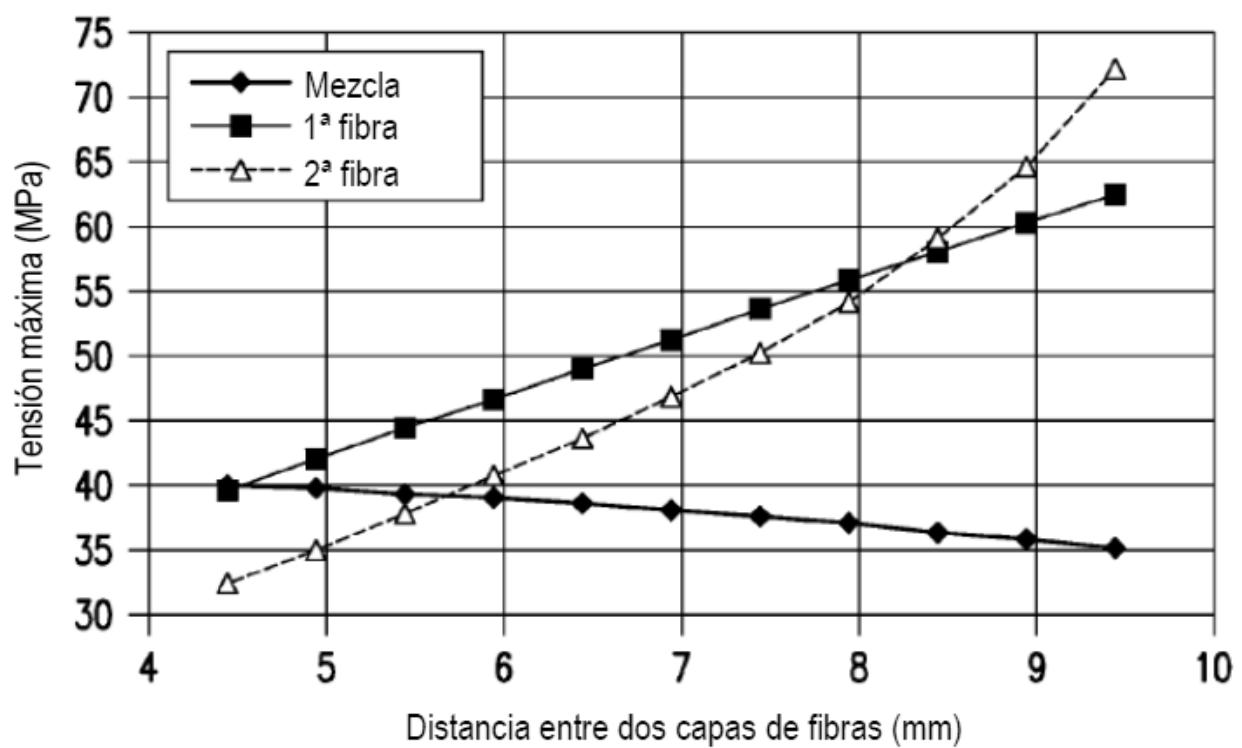
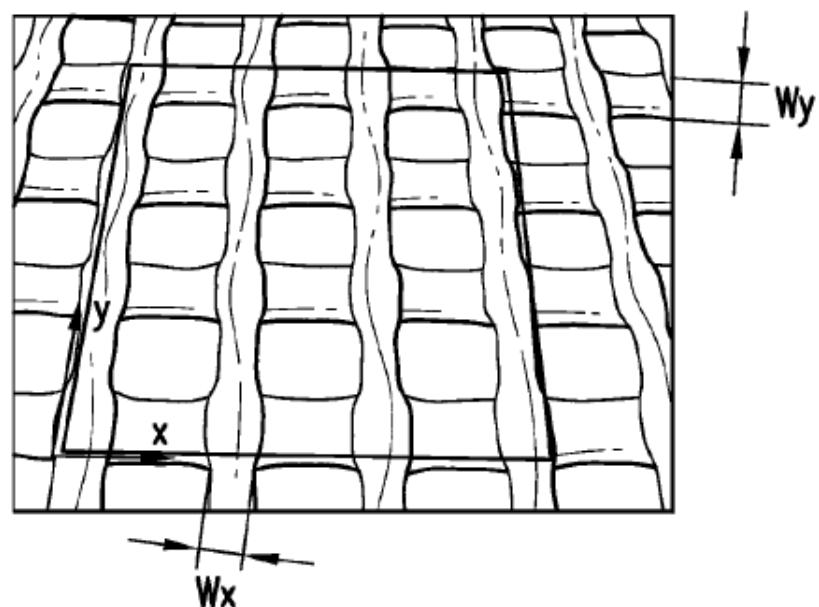
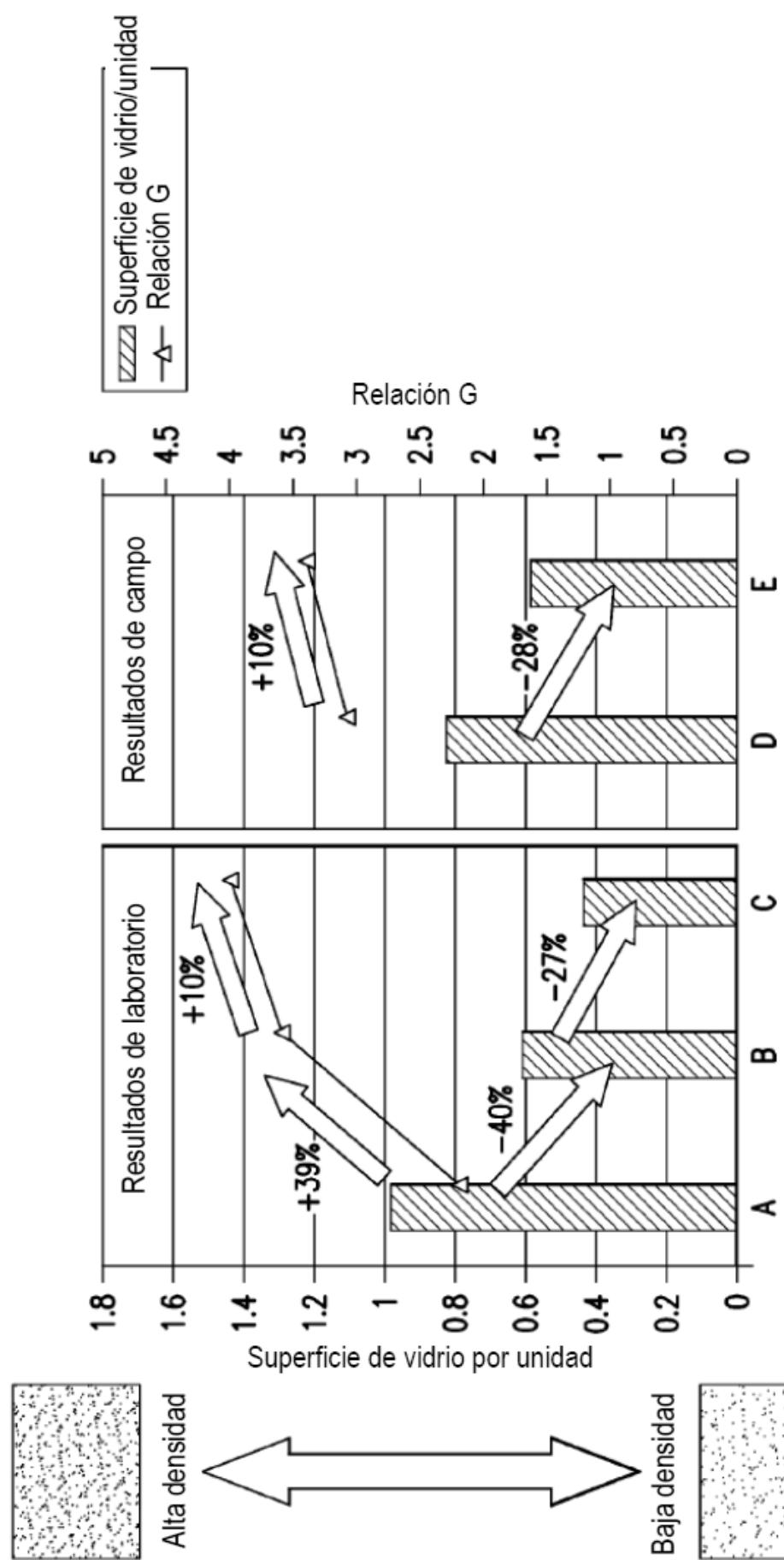
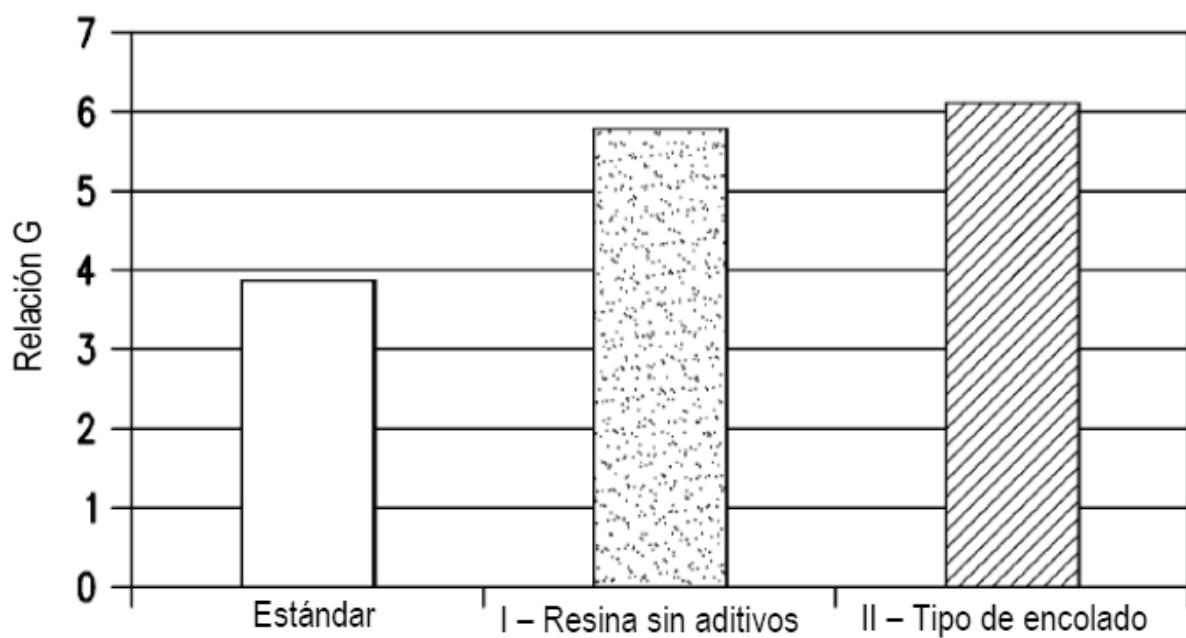


FIG.6



**FIG. 7**





**FIG.9**