

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 795 808**

51 Int. Cl.:

C08J 5/24 (2006.01)

B32B 5/08 (2006.01)

B32B 5/26 (2006.01)

B32B 5/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.06.2013 PCT/EP2013/063290**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.01.2014 WO14001340**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.06.2013 E 13734698 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2020 EP 2864401**

54 Título: **Componente compuesto de fibra y procedimiento para la producción del mismo**

30 Prioridad:

25.06.2012 DE 102012105500

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

24.11.2020

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (100.0%)
Hansastraße 27c
80686 München, DE**

72 Inventor/es:

ENDRES, HANS-JOSEF

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 795 808 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

Componente compuesto de fibra y procedimiento para la producción del mismo

5 La invención se refiere a componentes compuestos de fibra hechos de un producto de fibra semiacabado y una matriz, en el que este componente compuesto de fibra se basa en parte en fibras poliméricas, en particular fibras de base biológica. Además, la invención se refiere a un procedimiento para la producción de un componente compuesto de fibra hecho de un producto de fibra semiacabado, en el que este componente compuesto de fibra se basa en parte en fibras poliméricas, en particular fibras de base biológica.

10 Los componentes compuestos de fibra normalmente se producen a partir de productos de fibra semiacabados secos, que en general se forman a partir de fibras entretejidas, mediante su impregnación con una resina matriz y la curación de la resina, o mediante la combinación de fibras y materiales termoplásticos con el posterior prensado u otros procedimientos de procesamiento de plástico. Las partes compuestas de fibra comunes consisten en fibras de carbono, los llamados componentes reforzados con fibra de carbono (PRFC, plástico reforzado con fibra de carbono o *carbon-fiber-reinforced plastic* en inglés) o componentes reforzados con fibra de vidrio (PRFV, plástico reforzado con fibras de vidrio o *glass-fiber-reinforced plastic* en inglés).

15 Dichos componentes reforzados con fibra de carbono o componentes reforzados con fibra de vidrio ya se usan en muchas áreas. Se predice un gran futuro para la fibra de carbono, en particular debido a su alto potencial de construcción ligera y debido a sus altas propiedades específicas de peso. En la actualidad, los materiales de plástico reforzados con fibra de carbono se usan como componentes reforzados con fibra de carbono en muchas áreas, por ejemplo, en la construcción de aeronaves, en la construcción de vehículos y equipamiento deportivo, pero también en el sector de la construcción y como palas de rotor para turbinas eólicas, cascos en la construcción naval, tuberías, revestimientos, etc. Los materiales de plástico reforzados con fibra de vidrio se usan, entre otras cosas, debido a su buen efecto de aislamiento eléctrico y su bajo precio en la ingeniería eléctrica o para carcasas de equipos.

20 Los materiales de plástico termoestables o termoplásticos se pueden usar como base para estos materiales de plástico reforzados. Estos compuestos de fibra de plástico producidos de este modo se pueden usar, por ejemplo, con fibras continuas, es decir, fibras largas o fibras cortas. Debido a la naturaleza de fibra corta, los componentes reforzados con fibra corta presentan un comportamiento cuasiisotrópico, mientras que los componentes reforzados con fibra larga o continua muestran un comportamiento de material dependiente de la dirección, es decir, en el caso de los materiales de plástico reforzados con fibra larga o fibra continua, la resistencia y rigidez del componente en la dirección de la fibra es sustancialmente mayor que la transversal a la dirección de la fibra. Por lo tanto, las capas de fibras individuales a menudo se colocan en diferentes direcciones y a continuación se conectan a la matriz mediante curado o fusión y solidificación. Los componentes reforzados con fibra de vidrio o fibra de carbono en general se producen mediante procedimientos conocidos que incluyen impregnación previa en procedimientos de prensado o autoclave, bobinado de fibra o moldeo por compresión. Sin embargo, a menudo, los componentes de PRFC o PRFV siguen siendo laminados a mano. Este es en particular el caso de los componentes grandes como los que se usan, por ejemplo, en la construcción de aeronaves o para palas de rotor.

25 Además de buenas propiedades específicas de peso, los componentes reforzados con fibra de carbono, sin embargo, también tienen desventajas. Esto los hace relativamente costosos a largo plazo. Muestran un aislamiento acústico y propiedades de amortiguación pobres y, por lo general, constituyen una materia prima a base de petróleo con una producción de alto consumo energético y un equilibrio deficiente de CO₂ durante la producción. Además, los PRFC muestran un comportamiento de astillamiento deficiente, siendo en particular susceptibles a cargas de cambio de tracción y compresión. Los componentes reforzados solo con fibra de vidrio también tienen las desventajas correspondientes como, por ejemplo, una mayor densidad, mayor desgaste en las máquinas de procesamiento, una superficie hápticamente pobre o una alta proporción de cenizas durante la combustión.

30 Las fibras de base biológica son fibras hechas con materias primas orgánicas, por ejemplo, polietileno de base biológica, etc., e incluyen además fibras naturales. Las fibras naturales son todas las fibras que provienen de fuentes naturales como plantas, animales o minerales y se pueden usar directamente sin ninguna reacción de conversión química adicional. Las fibras de base biológica también incluyen fibras a base de celulosa tales como celulosa regenerada y en particular fibras naturales a base de celulosa. Las fibras de bambú, fibras de cáñamo, yute, lino, sisal, coco, fibras de madera y serrín y las fibras de papel son los representantes típicos de las fibras naturales.

35 Las fibras poliméricas, como las fibras de base biológica, por ejemplo, las fibras naturales, se caracterizan por su precio muy bajo, un buen aislamiento acústico y una densidad incluso menor que la de la fibra de carbono. Además, muestran un comportamiento ante fallos muy generoso, una elasticidad significativamente mayor y su equilibrio de CO₂ en la producción es sustancialmente más económico que el de las fibras de carbono o las fibras de vidrio. Las fibras naturales o las fibras de base biológica en general son materias primas renovables que

también están disponibles a largo plazo, y en el caso de las fibras naturales se usa la síntesis avanzada de la naturaleza. Sin embargo, las fibras naturales también presentan desventajas. Muestran una capacidad de carga térmica muy baja y bajos valores característicos absolutos de material.

5 El objeto de la presente invención es proporcionar nuevos componentes compuestos de fibra que mejoren las desventajas anteriores de los componentes compuestos descritos hasta ahora, en particular con respecto al precio pero también a los parámetros técnicos, tales como la resistencia a la rotura. En particular, el componente compuesto de fibra debería ser de fabricación económica y demostrar además de buenas propiedades acústicas, un buen comportamiento ante fallas mecánicas. Se debe mejorar el equilibrio ecológico en comparación con los componentes reforzados con fibra de carbono o con fibra de vidrio.

10 El objeto se logra de acuerdo con la invención mediante un componente compuesto de fibra como se define en la reivindicación 1 y mediante un procedimiento para su producción como se define en la reivindicación 5. Los modos de realización preferentes se especifican en las reivindicaciones dependientes respectivas. Esto permite que las ventajas individuales de las diferentes fibras se usen de forma específica y sinérgica y que se eliminen las desventajas respectivas.

Un componente compuesto de fibra similar se divulga en el documento WO 2007/025782 A1.

20 En el presente caso, se entiende que el término "estructura superficial" hace referencia a un fieltro, un producto de punto, tal como un tejido de punto, un sistema sin formación de puntadas, tal como complejos de tejido, tejidos, telas y trenzas, y rellenos de fibra.

25 En el presente caso, se entiende que el término "fibra polimérica" hace referencia a un polímero formado a partir de monómeros y fibras estructuradas. El término incluye en particular las fibras poliméricas de base biológica, pero también fibras poliméricas petroquímicas.

30 De acuerdo con la invención, la fibra polimérica es una fibra de base biológica seleccionada de entre poliamidas o copolímeros de poliamida de base biológica, PLA, PET ecológico u otros poliésteres de base parcial o totalmente biológica. Es evidente que también se pueden usar mezclas de diferentes fibras poliméricas.

35 Los hilos que consisten en un tipo de fibra o hilos que consisten en diferentes tipos de fibra, por ejemplo, una mezcla de diferentes fibras poliméricas o una mezcla de fibras poliméricas y fibras de carbono diferentes, también se pueden usar para los tejidos de los productos de fibra semiacabados. Diversas estructuras textiles superficiales, tales como telas o tejidos de punto, pueden estar presentes en los productos de fibra semiacabados.

40 Se observó que los componentes compuestos de fibra de acuerdo con la invención superan las desventajas de los componentes compuestos de fibra con el uso exclusivo de fibras de carbono, fibras de vidrio o fibras poliméricas, tales como fibras naturales, y que sus propiedades se pueden mejorar de forma combinada como componentes de refuerzo en materiales compuestos de fibra. Los componentes compuestos de fibra de acuerdo con la invención, que también se denominan a continuación componentes compuestos híbridos o materiales compuestos híbridos, mostraron un perfil de propiedad global mejorado, por ejemplo, en el caso de esfuerzo de flexión, es decir, se pueden obtener efectos de aislamiento acústico mejorados tanto con una densidad más baja como a un precio más bajo a través de una combinación orientada a la carga de productos de fibra semiacabados hechos de fibras de base biológica y productos de fibra semiacabados hechos de fibras de carbono o de vidrio o mediante el uso de productos de fibra semiacabados hechos de tejidos mezclados hechos de fibras de base biológica y fibras de carbono. Esta optimización del perfil de propiedad se puede conseguir, por ejemplo, colocando los productos de fibra semiacabados que presentan fibra de carbono en las áreas exteriores que están sujetas a una mayor tensión, en particular en el caso de una flexión, mientras que las fibras de base biológica se usan en las capas intermedias o las fibras de carbono y vidrio en las direcciones más tensas y las fibras de base biológica están orientadas en las direcciones menos tensas.

55 De este modo, no solo se logra un perfil de propiedades técnicas mejorado, sino que también se reduce significativamente el precio de estos componentes compuestos de fibra, ya que las fibras de base biológica son menos costosas que las fibras de carbono.

60 Estos componentes compuestos de fibra de acuerdo con la invención muestran un aislamiento acústico mejorado y, además, los valores característicos ecológicos se mejoran significativamente en comparación con los componentes reforzados con fibra de carbono puro o con fibra de vidrio. Además, la densidad se puede reducir debido al uso de fibras de base biológica, de modo que estas propiedades también se mejoran en comparación con los componentes reforzados con fibra de carbono puro o fibra de vidrio.

65 Se prefiere además que las diferentes fibras estén dispuestas de acuerdo con los requisitos. En otras palabras, los productos de fibra semiacabados individuales y/o las fibras en los tejidos mixtos de los productos de fibra semiacabados se disponen preferentemente de forma local en el componente desde un punto de vista de la

tecnología de materiales para cumplir con los requisitos de localización de tensión principal. Un ejemplo de esto es el esfuerzo de flexión. Esto significa que el componente compuesto de fibra de acuerdo con la invención es uno en el que, en caso de esfuerzo de flexión, los productos de fibra semiacabados hechos de fibras de base biológica se disponen preferentemente en el área interior del componente compuesto de fibra y del producto de fibra semiacabado hecho de fibras de carbono en el área exterior con una estructura multicapa o de capas múltiples del componente compuesto de fibra o las fibras de carbono y de vidrio están orientadas en las direcciones de mayor tensión y las fibras de base biológica en las direcciones de menor tensión. Por el contrario, también puede ser ventajoso disponer las fibras de base biológica en el área exterior y disponer las fibras de carbono más resistentes en el área interior, por ejemplo, en el caso de una carga de tracción más aislamiento con una tensión casi constante en toda la sección transversal, en la que las fibras de base biológica se disponen con efecto de aislamiento en el exterior.

Otra posibilidad es colocar una fibra menos resistente y de base biológica en el área exterior, que se somete a una mayor tensión, si se produce fatiga del material debido a la tensión de flexión alterna.

En el presente caso, se entiende que "multicapa" significa que hay varias estructuras textiles superficiales, como telas o tejidos de punto, en un producto de fibra semiacabado. En el presente caso, se entiende que "múltiples capas" significa que hay varias capas de productos de fibra semiacabados.

Además, es posible que las fibras de vidrio estén presentes en los productos de fibra semiacabados de acuerdo con la invención y que estas reemplacen parcial o totalmente las fibras de carbono. Otro modo de realización de la invención, por lo tanto, también se refiere a componentes compuestos de fibra en los que los productos de fibra semiacabados se refuerzan con fibras de vidrio y estas fibras de vidrio se combinan con fibras de base biológica. En este caso, los productos de fibra semiacabados pueden ser tanto los formados a partir de fibras largas o fibras continuas, como aquellos con fibras cortas. También es posible una combinación de fibras cortas y productos de fibra semiacabados reforzados con fibras cortas, así como productos de fibra semiacabados reforzados con fibras largas o fibras continuas.

Los componentes compuestos de fibra de acuerdo con la invención están particularmente adaptados para su uso en áreas acústicas, pero también en el sector del transporte como, por ejemplo, la construcción de vehículos, la aviación, los vehículos ferroviarios, la construcción naval, en el sector del equipamiento deportivo, el sector de la construcción y el mobiliario, carcasas de máquinas, aparatos eléctricos, etc. Los componentes compuestos de fibra de acuerdo con la invención se caracterizan por que muestran un comportamiento de astillamiento mejorado en el caso de cambios de carga de tracción y compresión, como vibraciones. A diferencia de los componentes compuestos de fibra reforzada con fibra de carbono, que muestran un pobre comportamiento de falla mecánica digital bajo una tensión dinámica y repentina y se rompen como un componente completo, la combinación con fibras resistentes de base biológica permite una mejora al respecto. Los componentes compuestos de fibra de acuerdo con la invención muestran de este modo una resistencia a la flexión mejorada y un comportamiento de choque mejorado. Al combinar fibra de carbono y fibra de base biológica, o fibra de vidrio y fibra de base biológica, o fibra de carbono y vidrio con fibras de base biológica, es posible determinar el perfil de propiedad específico de los componentes compuestos de fibra en términos de resistencia en combinación con el peso y en particular, en combinación con el precio que hay que mejorar y por ejemplo, para superar los problemas acústicos que surgen con componentes reforzados con fibra de carbono o componentes reforzados con fibra de vidrio.

También puede desearse, por razones ópticas, una determinada disposición de fibra. Para obtener un aspecto natural, las fibras naturales se pueden disponer en el exterior, mientras que la fibra de carbono está en el interior o viceversa para un aspecto técnico.

El procedimiento de acuerdo con la invención es preferentemente uno en el que al menos un producto de fibra semiacabado hecho de fibras de base biológica está dispuesto entre dos productos de fibra semiacabados hechos de fibras de carbono y/o fibras de vidrio. De forma alternativa, los productos de fibra semiacabados también pueden ser aquellos hechos de un tejido mixto u otra estructura textil superficial hecha de fibras de carbono y fibra de base biológica o incluso hilos mezclados a partir de los cuales se producen los tejidos correspondientes.

En otro modo de realización preferente, el procedimiento de acuerdo con la invención es uno en el que el componente compuesto de fibra comprende además un tejido de fibra de vidrio o un tejido mixto con fibras de vidrio o la fibra de vidrio reemplaza parcial o totalmente la fibra de carbono en los productos de fibra semiacabados.

En el procedimiento de acuerdo con la invención, se pueden usar dichos productos de fibra semiacabados que están hechos de fibras largas o continuas y/o dichos productos de fibra semiacabados que comprenden fibras cortas de las fibras mencionadas. También es posible que los productos de fibra semiacabados o los componentes compuestos de fibra también comprendan capas de materiales compuestos de fibra larga y compuestos de fibra corta.

Los expertos en la técnica conocen procedimientos adecuados para producir los componentes compuestos de fibra, por ejemplo, mediante impregnación previa en el procedimiento de prensado o autoclave, laminación manual, técnicas de bobinado, procesos de moldeo por inyección, etc.

5

Tabla 1

	Matriz duromérica	Matriz termoplástica
Fibras largas/continuas	<ul style="list-style-type: none"> - laminación manual - procedimiento de prensado/presión/vacío - pultrusión/extracción de perfil - moldeo por inyección/transmisión de resina (RIM/RTM) - técnica de bobinado/trenzado 	<ul style="list-style-type: none"> - procedimiento de prensado/presión/vacío - pultrusión/extracción de perfil - ...
Fibras cortas/apiladas	<ul style="list-style-type: none"> - pulverización de fibra - técnica de centrifugado - prensas (estructura textil superficial) 	<ul style="list-style-type: none"> - extrusión (de perfil) - prensas de moldeo por inyección (hilo híbrido, fieltro híbrido, tejido híbrido, apilado de películas, etc.)

La Tabla 1 ofrece una visión general de los diferentes procedimientos para procesar las fibras y moldes correspondientes.

10

Tabla 2

	Fibra de vidrio	Fibra de madera/vegetal	Fibra regenerada	Fibra de carbono
Densidad (kg/m³)	2600	1400	1520	1800
Coste aprox. de la fibra (€/kg)	2,00	0,50 - 3,50	3,50	18 - 500
Resistencia a la tracción (MPa)	2400	400 - 1500	200 - 1400	3500
Módulo elástico (GPa)	80	10-80	3 - 36	300
Res. tracc. espec. (MPa*m³/kg)	0,9	0,14 - 0,7	0,13 - 0,92	1,3 - 4
Módulo elástico espec. (MPa*m³/kg)	25 - 35	6 - 70	2 - 24	127
Referencia res. tracc. (MNm/€)	0,45	0,3	0,25	0,06
Referencia módulo elástico (MNm/€)	15	25	6	4
Tendencia al astillamiento	alta	baja	baja	alta
Eliminación	separada	térmica	térmica	separada
Contenido orgánico	basado en Si	base biológica	base biológica	actualmente fósil
Acústica	-	amortiguada	bastante amortiguada	-

15

La Tabla 2 muestra algunos parámetros de diferentes tipos de fibras. La Tabla 2 muestra que, por ejemplo, las fibras de vidrio presentan una alta densidad, mientras que las fibras naturales o las fibras regeneradas tienen bajas densidades.

20

En la figura 1 se representa una comparación de fibra de vidrio, fibra de carbono, fibra natural (fibra de lino) y un componente compuesto de fibra que presenta vidrio y fibra natural. En este caso, se determinó el módulo de elasticidad y tracción de los compuestos de tres capas y se calculó con el precio de las fibras, que se representan en el eje Y como rigidez a la tracción por euro. La ventaja de los compuestos y componentes que

presentan fibra de vidrio y fibras naturales es evidente. Los números entre paréntesis indican los pesos superficiales en g/m². La determinación se llevó a cabo en este caso como sigue:

5

Tabla 3

Metodología	Probeta	Geometría de muestra	Acondicionamiento
Determinación de la densidad en etanol (DIN EN 1183-1)	-	-	88 horas a 23 °C y humedad rel. del aire 50 % (DIN EN ISO 291)
Ensayo de tracción (DIN EN ISO 527)	Muestras en forma de mancuerna tipo 1B preparadas con fresadora CNC	Espesor de muestra: 0,5 - 3 [mm] (dependiendo del laminado individual)	88 horas a 23 °C y humedad rel. del aire 50 % (DIN EN ISO 291)
Ensayo de flexión (DIN EN ISO 14125)	preparado según la norma DIN EN ISO 14125 con fresadora CNC	Espesor de muestra: 0,5 - 3 [mm] (dependiendo del laminado individual) Longitud de muestra: 10 x espesor de muestra [mm] Anchura de muestra: 15 [mm]	
Resistencia a la cizalla interlaminar (DIN EN ISO 14130)	preparado según la norma DIN EN ISO 14130 con fresadora CNC	Espesor de muestra: 0,5 - 3 [mm] (dependiendo del laminado individual) Longitud de muestra: 20 x espesor de muestra [mm] Anchura de muestra: 5 x espesor de muestra 15 [mm]	88 horas a 23 °C y humedad rel. del aire 50 % (DIN EN ISO 291)

Tabla 4

Tipo	Peso superficial [g/m ²]	Tipo de tejido
Tela de fibra de carbono	285	Tejido de sarga 2/2
Tela de fibra de vidrio	163	Tejido liso 2/2
Tela de fibra de vidrio	280	Tejido liso 2/2
Tela de fibra de lino	195	Tejido de Panamá 3/3
Tela de fibra de lino	197	Tejido de sarga 3/3
Tela de fibra de lino	238	Tejido de sarga 3/3
Tela de fibra de viscosa	190	Tejido de satén 5/1

10

Tabla 5

Metodología	Número de capas	Sistema de resina	Tipo de orden	Condición de curado
Procedimiento de vacío (aprox. 0,9 bares de presión negativa)	3 capas 5 capas 6 capas	Resina epoxi L y un endurecedor epoxi GL2 (empresa R&G)	Brocha y rodillo	70 °C/24 h

La Tabla 4 muestra los tejidos usados y la Tabla 5 las condiciones para la preparación de las placas de ensayo.

REIVINDICACIONES

- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
1. Componente compuesto de fibra hecho de un producto de fibra semiacabado y una matriz, en el que existe al menos un primer producto de fibra semiacabado hecho a partir de fibras poliméricas de base parcial o totalmente biológica y al menos un segundo producto de fibra semiacabado hecho a partir de fibra de carbono o vidrio y al menos un producto de fibra semiacabado consiste en un tejido mixto u otra estructura textil superficial hecha de fibras poliméricas de base parcial o totalmente biológica y en fibras de carbono o vidrio, **caracterizado por que** las fibras poliméricas se seleccionan de entre poliamidas o copolímeros de poliamida de base biológica, PLA, PET ecológico u otros poliésteres de base parcial o totalmente biológica.
 2. Componente compuesto de fibra de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** los productos de fibra semiacabados contienen fibras cortas o largas o una combinación de ambas.
 3. Componente compuesto de fibra de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** los productos de fibra semiacabados hechos a partir de fibras de base biológica están dispuestos en el área interior del componente de fibra compuesto y los productos de fibra semiacabados hechos a partir de fibras de carbono están dispuestos en las áreas exteriores del componente compuesto de fibra.
 4. Componente compuesto de fibra de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** las fibras de vidrio están presentes en los productos de fibra semiacabados y posiblemente reemplazan parcial o totalmente las fibras de carbono.
 5. Procedimiento para la producción de un componente compuesto de fibra a partir de al menos tres productos de fibra semiacabados y una matriz, **caracterizado por que** está presente al menos un primer producto de fibra semiacabado hecho de fibras poliméricas y al menos un segundo producto de fibra semiacabado hecho de fibras de carbono o vidrio, y un producto de fibra semiacabado hecho de un tejido mixto u otra estructura textil superficial hecha de fibras poliméricas y fibras de carbono o vidrio están presentes y se unen entre sí por medio de una matriz que se somete al curado, en el que las fibras poliméricas son fibras de base parcial o totalmente biológica y en el que las fibras poliméricas se seleccionan de entre poliamidas o copolímeros de poliamida de base biológica, PLA, PET ecológico u otros poliésteres de base parcial o totalmente biológica.
 6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** al menos un producto de fibra semiacabado hecho de fibras poliméricas está dispuesto entre dos productos de fibra semiacabados hechos de i) fibras de carbono o ii) un tejido mixto u otra estructura textil superficial hecha de fibras de carbono y fibras poliméricas.
 7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** el componente compuesto de fibra comprende además un tejido de fibra de vidrio o un tejido mixto u otra estructura textil superficial con fibras de vidrio o la fibra de vidrio reemplaza parcial o totalmente la fibra de carbono en los productos de fibra semiacabados.

Estructura textil superficial

Módulo elástico y tracción específico de la densidad y precio de los compuestos de tres capas

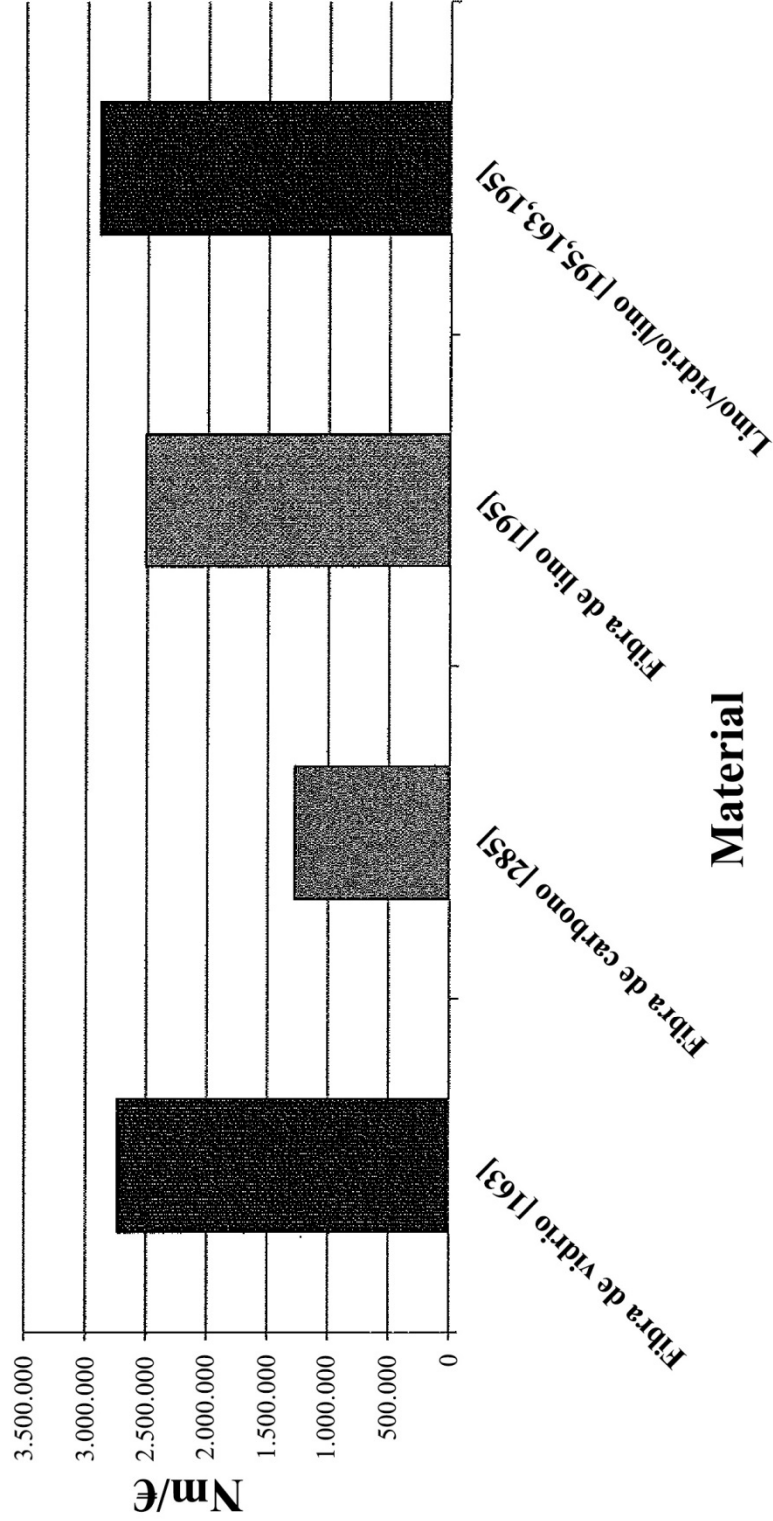


Figura 1

Número de muestras n = 8