

**MÉTODO PARA PRODUCIR UN MATERIAL COMPUESTO RESISTENTE Y EL MATERIAL
RESISTENTE ASI OBTENIDO**

Campo de la Invención

5 La invención se refiere a un método para fabricar un material compuesto resistente destinado a soportar cargas mecánicas, en particular impactos concentrados y explosiones.

 Productos de este tipo son, por ejemplo, placas de refuerzo o de cubierta, paneles irrompibles y cubiertas protectoras o blindaje balístico.

10

Antecedentes de la Invención

 Actualmente, se conoce y se encuentra disponible comercialmente una amplia variedad de materiales que, en el uso del hormigón, se destinan a resistir cargas mecánicas concentradas.

15 Por el documento US8545652 se conoce un método para la obtención de placas resistentes que comprenden una capa cerámica obtenida a partir de nanopartículas sinterizadas y unidas mediante un adhesivo caliente en capas de material dúctil, por ejemplo Kevlar ®.

20 Sin embargo, el tipo conocido de materiales resistentes tiene limitaciones importantes en su capacidad para soportar impactos concentrados y ser atravesados por cuerpos a gran velocidad y capacidad de perforación.

 Además, el tipo conocido de materiales basados en placas cerámicas resistentes son frágiles durante su uso y deben manipularse con precaución lo que no es adecuado para su uso como placas balísticas.

25 En general, también es deseable que este tipo de materiales, además de resistir tensiones, sean también ligeros y de pequeñas dimensiones, además de estar fabricados con tecnologías de fácil acceso y ser capaces de perdurar en el tiempo sin requerir mantenimiento.

30 Por lo tanto, se siente la necesidad de poder proporcionar un método que permita la producción de materiales compuestos resistentes, ligeros y altamente protectores, incluso a impactos violentos y de alta intensidad, tales como impactos de proyectiles perforantes.

Objeto de la Invención

La presente invención pretende superar los inconvenientes de las soluciones ya conocidas y proponer un método para producir un material compuesto de alta resistencia y con un peso limitado por unidad de superficie cubierta.

Sumario de la Invención

Estos objetivos se han conseguido mediante un método y materiales productivos, por ejemplo, placas de material compuesto de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones adjuntas.

Una primera ventaja es que con el tratamiento de la invención es posible mejorar significativamente el rendimiento de resistencia al impacto del material compuesto, que tiene una alta capacidad para contrarrestar la delaminación por desprendimiento de las partes componentes del material, y por lo tanto es capaz de mantener las características de resistencia incluso contra impactos posteriores.

Una segunda ventaja de la invención consiste en obtener el mismo nivel de protección, pero con al menos 10-35% menos de peso con respecto a las soluciones utilizadas actualmente y una mejora significativa en cuanto al potencial de absorción de múltiples impactos en comparación con las soluciones actualmente en uso.

Una ventaja adicional de la invención es que pueden obtenerse placas de material compuesto de alto rendimiento, ligeras y adecuadas para su uso como protección balística, en particular de torretas y vehículos blindados o aviones, a un costo limitado y con procesos industriales, reduciendo el uso de aluminio o acero utilizado para el blindaje de vehículos blindados.

Una ventaja adicional de la invención es que la placa obtenida muestra excelentes resultados en términos de resistencia/resiliencia a condiciones marítimas y atmosféricas extremas.

Una ventaja adicional de la invención es que la placa obtenida cumple con los requisitos del nivel 4 (resistencia a proyectiles AP-API) de la "Ballistic Resistance of Body Armor NIJ Standard-0101.06" ("Resistencia balística del blindaje corporal NIJ Standard-0101.06") emitida por el Departamento de Justicia de Estados Unidos.

Breve Descripción de las Figuras de la Invención

Estas y otras ventajas se comprenderán mejor por cualquier experto en la técnica a partir de la siguiente descripción y de los dibujos adjuntos, dados como ejemplo no limitante, en donde:

- 5 - Las Figuras 1a, 1b, 1c muestran respectivamente una vista despiezada, una placa insertada en un encofrado durante la producción y una sección transversal de una placa de material compuesto obtenida;
- La Figura 1d muestra otra modalidad de una placa de acuerdo con la invención;
- 10 - Las Figuras 1e, 1f muestran respectivamente otra modalidad de una placa insertada en un encofrado durante la producción y una sección transversal de una placa de material compuesto obtenida;
- La Figura 2 muestra en sección una segunda modalidad de una placa de acuerdo con la invención,
- 15 - La Figura 3 muestra en sección una tercera modalidad de una placa de acuerdo con la invención,
- La Figura 4 muestra en una vista superior una placa de material compuesto de acuerdo con la invención compuesta por sectores prismáticos hexagonales.
- 20 - La Figura 5 muestra esquemáticamente un método de acuerdo con la invención;
- Las Figuras 6a, 6b muestran respectivamente una imagen del orificio de entrada y salida de una placa de aluminio convencional para blindaje balístico;
- 25 - Las Figuras 7a, 7b muestran respectivamente una imagen de los orificios de entrada y salida en una placa de material compuesto de acuerdo con la invención;
- Las Figuras 8a, 8b muestran una imagen de los orificios de entrada y salida de una segunda placa de material compuesto de acuerdo con la invención
- 30 golpeada por múltiples impactos.
- Las Figuras 9a, 9b muestran respectivamente los diagramas de tensión de deformación de dos diferentes conjuntos de muestras producidas con el método de la invención;
- Las Figuras 10a, 10b muestran respectivamente los resultados de

las medidas de caracterización mecánica de las muestras representadas en los diagramas de las Figuras 9a, 9b;

- Las Figuras 11a, 11b muestran respectivamente el lado de llegada y el lado de salida de una placa resistente del estado de la técnica alcanzada por un impacto perforante.

- La Figura 12 muestra un proyectil perforador incendiario;

- La Figura 13 muestra un ejemplo de un casco producido con un material resistente de acuerdo con la invención.

10 **Descripción Detallada de la Invención**

Con referencia a los dibujos adjuntos, se describe una modalidad preferida de un método de acuerdo con la invención para producir un material compuesto, por ejemplo (Figuras 1-3) una placa de material compuesto 5 a partir de al menos dos cuerpos de componentes separados por un espacio 11, que consiste del ejemplo descrito por las placas iniciales 13, 14 hechas cada una de un material seleccionado entre materiales metálicos tales como acero, aluminio, latón, plomo, titanio o materiales cerámicos tales como alúmina, boro u óxido de silicio, o materiales fibrosos tales como como placas de fibra de carbono, fibras de aramida o kevlar, fibras inorgánicas metálicas y/o no metálicas, en telas no tejidas o materiales plásticos de tela o tejido tales como poliamida.

La Figura 4 representa otra modalidad de una placa resistente 5' obtenida con un material de acuerdo con la invención, en donde los cuerpos de componentes consisten de prismas hexagonales 20, 21 de material cerámico, unidas entre sí con un espacio 11 y posiblemente contenidas por un bastidor 22.

A modo de ejemplo, un material cerámico adecuado para su uso es un material cerámico con una dureza Vickers superior a 1500 y hasta aproximadamente 2500 Vickers en el caso del carburo de boro, i.e., materiales que tienen una dureza mucho mayor que, por ejemplo, los materiales que constituyen los proyectiles.

A manera de ejemplo, los materiales cerámicos adecuados son, carburo de boro, con un peso específico de aproximadamente 2.6 g/cm³ y una dureza de 2500/2600 Vickers, carburo de silicio con un peso específico de aproximadamente 3.2 g/cm³ y una dureza de 2200/2300 Vickers y alúmina u óxido de aluminio, que tienen un peso específico de aproximadamente 3.9 g/cm³ y una dureza de 1800/2000

Vickers.

De acuerdo con el método de la invención, mostrado esquemáticamente en la Figura 5, las superficies exteriores adyacentes 23, 24 de los cuerpos de componentes se someten a una etapa de limpieza F1, preferentemente una limpieza
5 mecánica, por ejemplo mediante granallado o chorro de arena o tamboreación, hasta la completa eliminación de residuos de la superficie, en particular de trazas de oxidación en el caso de placas de material oxidante, y creación de una superficie pretratada mejorada para la adhesión de un adhesivo.

La etapa de limpieza puede comprender la eliminación del polvo creado,
10 por ejemplo, por el granallado de la superficie.

A modo de un ejemplo preferido, se ha descubierto que es especialmente eficaz la limpieza de la superficie de la placa con granallado Almen de dieciséis grados, por ejemplo, utilizando cuatro impulsores centrífugos de 5 kw.

15 A continuación, se aplica un revestimiento formado por un adhesivo, también llamado imprimación o pegamento, sobre la superficie limpia y pretratada de las placas (etapa F2), por ejemplo, mediante inyección, revestimiento, colada, inmersión o aspersión.

Una vez completado el recubrimiento, los cuerpos de componentes se secan
20 (etapa F3) en un ambiente libre de humedad, preferentemente a una temperatura entre 15°C y 25°C. La etapa de secado continúa con un pre-calentamiento de las placas (etapa F4) que se prolonga hasta la reducción de la viscosidad superficial del adhesivo, por ejemplo, calentando a una temperatura entre 50 y 200°C para facilitar la unión posterior de un polímero termoendurecible
25 compatible adaptado para unirse al adhesivo, que en esta etapa es pegajoso al tacto.

El tratamiento descrito en lo anterior puede aplicarse además por separado a cada cuerpo de componente o a cuerpos de componentes ensamblados con una distribución separadora.

30 En el caso ilustrado de las placas de las Figuras 1-3, los separadores se forman por bloques 12 interpuestos entre las placas iniciales, dispuestos de tal manera que creen espacios 11 entre las placas iniciales acopladas, mientras que en el ejemplo de la Figura 4 los prismas 20, 21 pueden estar separados por un bastidor 22 o colocados en asientos adecuadamente separados.

Al final de la etapa de pre-calentamiento, los cuerpos de componentes, i.e., en los casos descritos, las placas iniciales 13, 14 ensambladas con los separadores 12, o los prismas separados 20, 21, se someten después a una etapa de acoplamiento (etapa F5) del material ya recubierto con el adhesivo en estado viscoso, con un polímero termoestable compuesto por dos o más componentes, al menos uno de los cuales es compatible con el adhesivo.

Dentro del alcance de la presente exposición se entiende por componente polimérico compatible con el adhesivo un componente capaz, en combinación con el adhesivo, de establecer una unión adhesiva entre el polímero y la superficie recubierta con el adhesivo.

La etapa de acoplamiento puede realizarse mediante inyección, colada, recubrimiento, inmersión, revestimiento, aspersión u otra técnica adaptada para aplicar el polímero, dependiendo de la forma y composición del material.

Preferentemente, el polímero es un poliuretano de dos componentes, por ejemplo, un poliuretano comercializado como adiprene® pero pueden utilizarse polímeros de diferentes tipos, por ejemplo, polímeros de silicona, y con diferente número de componentes, siempre y cuando al menos uno sea compatible con el adhesivo utilizado capaz de formar una unión adhesiva.

Preferentemente, la etapa de acoplamiento con el polímero puede realizarse colando el polímero en un encofrado 10 para contener la placa hasta llenar el espacio 11 entre las placas iniciales 13, 14 de tal manera que el polímero constituya una capa de unión intermedia P.

Ventajosamente, se ha comprobado que la difusión del polímero en los espacios 11 se favorezca por el pre-calentamiento de los cuerpos de componentes del material, pudiéndose así crear capas intermedias de unión del polímero P incluso de grosores muy pequeños, del orden de milímetros.

Preferentemente, los espacios se obtienen bloqueando los separadores 12 entre las placas 13, 14 que tienen un grosor predeterminado en base a las características de resistencia deseadas de la placa final 5 y pueden estar compuestos del mismo material polimérico utilizado para la etapa de acoplamiento y posiblemente también someterse al mismo tratamiento realizado en las placas iniciales.

A continuación, se trata la placa 5 ensamblada con las placas iniciales acopladas al polímero (etapa F6) para obtener el endurecimiento completo y la

activación completa de la unión entre el polímero y el adhesivo.

Preferentemente, la etapa de endurecer y activar la unión se produce calentando, por ejemplo, en un horno, a una temperatura entre 50°C y 200°C durante un período preferentemente entre 10 min y unas pocas horas, por ejemplo 3-5 horas dependiendo de la resistencia al calor del material de las placas iniciales, y en cualquier caso hasta que el polímero se endurezca y se active completamente el acoplamiento de dicho adhesivo con el polímero.

Sin embargo, esta etapa puede ocurrir a temperatura ambiente, dependiendo del polímero utilizado.

Se ha descubierto que la placa 5 obtenida con el material de la invención es particularmente efectiva como blindaje balístico cuando la primera placa 13 se dispone en el lado de impacto de un proyectil, por ejemplo un proyectil perforador incendiario API del tipo ilustrado en la Figura 13 compuesto de una carcasa I que contiene un núcleo perforador NP y una carga incendiaria C; es una placa de aluminio, y la segunda placa 14 es una placa de material cerámico, por ejemplo de carburo de boro, de silicio o de alúmina, (Figuras 1, 1c).

Preferentemente, la estructura de la Figura 1c puede asociarse con una capa de acero adicional 16, aplicada en el lado de salida del proyectil con el método de la invención, en cuyo caso la estructura resultante será la que se muestra esquemáticamente en la Figura 1d.

Ventajosamente, el material de la invención puede proporcionar además una capa exterior de polímero P en una o más superficies exteriores de la placa de material compuesto obtenida con el método.

En las Figuras 1e, 1f, se muestran respectiva y esquemáticamente una placa del tipo de la Figura 1d que comprende una cubierta completa con polímero P obtenida proporcionando separadores 12 dispuestos tanto en las superficies como en los lados, y un encofrado 10 adecuado para este propósito mostrado a modo de ejemplo.

Con esta configuración se encontró que el material cerámico alcanzado por el proyectil, aunque puede atravesarse, no se dispersa en virtud de la unión íntima con la capa de polímero que contrarresta la delaminación del material compuesto y así evita que la cerámica se rompa libremente y le permite resistir múltiples impactos, a diferencia de los blindajes conocidos en base a placas cerámicas que tienden a fracturarse después del primer golpe y, por

lo tanto, se vuelven inútiles.

En virtud del efecto, la cerámica consume de hecho el material del proyectil que la atraviesa, que es de dureza mucho menor, y reduce su energía residual en el lado de salida, en donde puede preverse ventajosamente otra
5 placa de absorción del impacto residual, por ejemplo debido a la energía cinética del núcleo restante del proyectil, compuesto preferentemente de material plástico, por ejemplo poliamida, o de material fibroso o de acero que, en virtud de su resistencia y ductilidad, es capaz de deformarse y contener la masa residual del proyectil, evitando o reduciendo el trauma al usuario del
10 blindaje.

En general, se ha comprobado que la placa de la invención permite absorber la energía cinética causada por el impacto de un proyectil para evitar cualquier alteración profunda de la estructura.

En particular, se ha descubierto que la combinación de la presencia de
15 una primera placa de aluminio (u otro material dúctil) en el lado de llegada del proyectil y la presencia de capas de unión de polímero fuertemente adheridas a las placas adyacentes causa, como se mencionó, el efecto de contener la tendencia al delaminado y minimizar así el tamaño del orificio de entrada, evitando la típica apertura extro-flexiva en forma de "alcachofa" (Figuras 6a,
20 6b) que los blindajes convencionales (en el ejemplo mostrado, una placa de aluminio de 25 mm) experimentan en el lado de entrada del proyectil debido a la alta energía liberada por el proyectil, mientras que la placa de material compuesto de la invención permite reducir tanto el daño de la primera placa (Figuras 7a, 8a) como el mismo de salida del proyectil (Figuras 7b, 8b).

25 A este respecto, las Figuras 11a a 11b muestran el orificio F en el lado de entrada y de salida de un impacto perforante recibido por una placa balística tradicional compuesta por un cuerpo cerámico CC acoplado a una capa de fibra, por ejemplo, Dyneema®.

Las Figuras 8a, 8b ilustran un ejemplo de placa de acuerdo con la
30 invención sometida a múltiples impactos de los cuales dos de tipo perforación 30-06 API y dieciocho de tipo SS109 NATO-NATO y en donde puede apreciarse la presencia de varios orificios de entrada, Figura 8a, y la falta de orificios de salida, Figura 8b.

Para aclarar la distancia entre los impactos recibidos, se especifica

que la placa que se muestra en las Figura 8a, 8b tiene unas dimensiones iguales a 115 mm x 115 mm por 25 mm de grosor.

La Figura 2 ilustra una modalidad preferida de la placa para su uso como blindaje balístico, que comprende:

5 una primera placa de inicio 13 de aluminio, preferentemente de entre uno y cuatro mm de grosor, preferentemente de tres mm,

 una segunda placa de inicio 14 de cerámica, por ejemplo, de alúmina, de boro o de óxido de silicio, preferentemente de un grosor comprendido entre cuatro y seis, preferentemente cinco mm, eventualmente formada por varias
10 placas cerámicas 14, 14' una al lado de la otra,

 una tercera placa de inicio 15 preferentemente de entre cuatro y seis, preferentemente cinco mm de grosor. Preferentemente, la placa 15 consiste de fibras de carbono o de kevlar, o de fibras de aramida, o de fibras inorgánicas metálicas y/o no metálicas de alto punto de fusión y no inflamables,
15 tales como las fibras comercializadas con el nombre "nextel"® por la empresa 3M® capaces de contener la temperatura causada por el proyectil o por el dardo de cargas huecas, incluso dobles, y útil por ejemplo para detener misiles antitanque de acuerdo con las especificaciones Stanag 4569 para dardos y Stanag 2920 AEP 55 para proyectiles.

20 una cuarta placa de inicio 16 de acero preferentemente de entre dos y cuatro milímetros de grosor, preferentemente dos mm;

 capas intermedias P de polímero aglutinante entre las placas 13, 14, 15, 16 preferentemente de tres mm de grosor.

La Figura 3 muestra una configuración curva de la placa de la Figura 2,
25 con una curvatura convexa hacia la dirección de llegada (d) de un impacto esperado, particularmente útil como blindaje balístico para la protección de impactos accidentales contra la primera placa 13, de acuerdo con la dirección se muestra esquemáticamente en la Figura 3.

Ventajosamente, la placa de las Figuras 2 y 3 permite obtener una elevada
30 protección balística manteniendo el grosor total en unos 25 mm y reduciendo considerablemente el peso con respecto a los blindajes convencionales con el mismo desempeño, prestándose así para su uso como blindaje balístico.

En una modalidad preferida, la placa de la invención consiste de una capa de acero con un grosor de entre 1 mm y 1.5 mm, preferentemente 1.2 mm acoplada

con una capa de aluminio de 1 mm y una capa intermedia de polímero de aproximadamente 1 mm, las Figuras 9, 10 respectivamente muestran los diagramas de tensión/deformación y tablas de caracterización mecánica de dos diferentes series de tres muestras (Figura 9a, Figura 10a) y tres tiras (Figura 9b, Figura 10b) así producidas. Ventajosamente, con esta configuración, una placa con un grosor de aproximadamente 3 mm demostró una resistencia a la tracción de poco menos de 1800 Mpa y al mismo tiempo demostró ser capaz de un alargamiento significativo, siendo así adecuada para el maquinado y la conformación.

A modo de ejemplo, la placa de la invención será utilizable para la protección de:

- lugares y vehículos para uso civil tal como embajadas, consulados, tuberías/oleoductos, centrales nucleares, estaciones de ferrocarril, aeropuertos, coches, camiones, barcos, ambulancias, hospitales (también para la protección simultánea contra los rayos X mediante una placa de plomo), contenedores de materiales peligrosos, vehículos antidisturbios, bóvedas de seguridad, por ejemplo, de bancos,

- lugares y vehículos de uso militar tal como sótanos blindados, depósitos de municiones, ambulancias militares, hospitales de campaña militares, barreras de protección (puertas, puestos de control, puestos de guardia), helicópteros y aviones (asientos y pisos), salas de mando, cámaras de operaciones, búnkeres nucleares, barcos y submarinos, ropa protectora tal como chalecos y cascos (Figura 13).

La invención se ha descrito con referencia a una modalidad preferida, pero se pretende que puedan realizarse modificaciones equivalentes sin apartarse del alcance del presente derecho de propiedad industrial.

REIVINDICACIONES

1. Un método para producir un material compuesto resistente, que comprende las siguientes etapas:

5 preparar al menos dos cuerpos de componentes constituidos cada uno de ellos por un material seleccionado entre materiales fibrosos tales como fibra de carbono, fibras de aramida, fibras inorgánicas metálicas o no metálicas o materiales cerámicos tales como alúmina, carburo de boro o silicio, o materiales metálicos tales como aluminio, latón, plomo, acero o materiales
10 plásticos tales como poliamida;

 limpiar al menos una superficie de acoplamiento exterior de cada uno de dichos cuerpos preferentemente mediante limpieza mecánica, mediante granallado o chorro de arena o tamboreación hasta que se eliminen las impurezas de la superficie y el polvo;

15 preparar al menos dos cuerpos de componentes adyacentes con un espacio intermedio libre entre las respectivas superficies de acoplamiento;

 recubrir las superficies de acoplamiento limpias de dichos cuerpos con un adhesivo;

 secar dichos cuerpos recubiertos en ausencia de humedad a una
20 temperatura preferentemente entre 15°C y 25°C;

 precalentar dichos cuerpos hasta la reducción de la viscosidad superficial de dicho adhesivo, a una temperatura preferentemente entre 50°C y 200°C;

 acoplar las superficies de acoplamiento de dichos cuerpos
25 recubiertos con dicho adhesivo en estado viscoso con una cantidad de polímero termoendurecible que consiste de dos o más componentes, al menos uno de los cuales es compatible con dicho adhesivo, dispuesto para llenar dicho espacio para crear una capa intermedia de polímero (P) entre dichos cuerpos;

 endurecer el polímero y activar completamente la unión de dicho
30 adhesivo con dicho polímero.

2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho endurecimiento se produce calentando dichos cuerpos acoplados al polímero a una temperatura preferentemente entre 50°C y 200°C.

3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde dichos

al menos dos cuerpos tienen forma de placas monolíticas o se encuentran compuestos por varias porciones.

4. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde dichos al menos dos cuerpos tienen forma de prismas hexagonales de material cerámico,
5 unidos entre sí con un espacio y posiblemente contenidos por un bastidor.

5. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho acoplamiento se realiza mediante inyección, dispersión, colada, inmersión o aspersión.

6. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,
10 en donde dicha etapa de acoplamiento se realiza inyectando o colando dicho polímero en un encofrado que aloja dichos cuerpos hasta llenar dicho espacio y crear una capa aglutinante intermedia (P) entre los cuerpos adyacentes.

7. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho polímero se selecciona entre poliuretano o silicona con dos o
15 más componentes.

8. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho espacio se crea mediante separadores preferentemente del mismo material que el polímero de acoplamiento.

9. Una placa de material compuesto resistente obtenida mediante un
20 método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, que comprende:

al menos dos cuerpos de componentes compuestos cada uno de ellos por un material seleccionado entre materiales fibrosos tales como fibra de carbono, fibras de aramida, fibras inorgánicas metálicas o no metálicas o materiales cerámicos tales como alúmina, boro o carburo de silicio, o
25 materiales metálicos tales como aluminio, latón, plomo, acero o materiales plásticos tales como poliamida;

teniendo cada uno de dichos cuerpos al menos una superficie de acoplamiento exterior limpiada preferentemente por una limpieza mecánica mediante granallado o chorro de arena o tamboreación hasta que se eliminen las
30 impurezas de la superficie y se elimine el polvo, estando dichas superficies de acoplamiento limpiadas de dichos cuerpos, recubiertas con un adhesivo;

un espacio intermedio entre las respectivas superficies de acoplamiento de al menos dos cuerpos de componentes adyacentes relleno con una cantidad de polímero termoendurecible que consta de dos o más componentes, al

menos uno de los cuales es compatible con dicho adhesivo, para crear una capa intermedia de polímero (P) entre dichos al menos dos cuerpos de componentes adyacentes.

10. La placa de material compuesto de acuerdo con la reivindicación 9,
5 en donde dichos al menos dos cuerpos de componentes comprenden una primera placa de inicio de material metálico, preferentemente aluminio, dispuesta en el lado de llegada del impacto y una segunda placa de material cerámico.

11. La placa de acuerdo con la reivindicación 10, en donde dichos al menos dos cuerpos de componentes comprenden además al menos una tercera placa
10 de material amortiguador, preferentemente hecha de material plástico o de fibra o acero.

12. La placa de acuerdo con la reivindicación 11, en donde dichos terceros de los al menos dos cuerpos de componentes comprenden:

una primera placa de inicio de aluminio, preferentemente de entre
15 2 y 4 mm de grosor, preferentemente 3 mm;

una segunda placa de inicio cerámica, por ejemplo de alúmina, u óxido de boro o de silicio, preferentemente de un grosor comprendido entre 4 y 6, preferentemente de 5 mm,

una tercera placa de inicio de material fibroso seleccionado entre
20 fibra de carbono o kevlar o fibras inorgánicas, metálicas y/o no metálicas;

una cuarta placa inicial de acero preferentemente de entre 2 y 4 mm de grosor, preferentemente de 2 mm;

comprendiendo además capas aglutinantes intermedias (P) de polímero preferentemente de 2 a 4 mm de grosor, preferentemente de 3 mm de grosor.

13. La placa de acuerdo con una de las reivindicaciones 9-12, en donde dicha segunda placa cerámica se encuentra formada por varias placas cerámicas una al lado de la otra.

14. La placa de acuerdo con una de las reivindicaciones 10-13, conformada con una curvatura convexa hacia la dirección de llegada (d) de un
30 impacto esperado.

15. El uso de una placa de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 14 como blindaje balístico, preferentemente de vehículos o aviones o ropa protectora.

RESUMEN DE LA INVENCION

Un método para producir un material compuesto resistente (5), que comprende las siguientes etapas: preparar al menos dos cuerpos de componentes
5 (13, 14, 15, 16) que consisten de un material seleccionado entre materiales fibrosos tales como fibra de carbono, fibras de aramida, fibras inorgánicas metálicas o no metálicas, materiales cerámicos tales como alúmina, carburo de boro o silicio, materiales metálicos tales como aluminio, latón, plomo, acero, materiales plásticos tales como poliamida; limpiar la superficie de
10 acoplamiento exterior de dichos cuerpos (13, 14, 15, 16); preparar al menos dos cuerpos adyacentes con un espacio libre (11); recubrir la superficie limpia de dichos cuerpos (13, 14, 15, 16) con un adhesivo; secar dichos cuerpos (13, 14, 15, 16); precalentar dichos cuerpos (13, 14, 15, 16) hasta la reducción de la viscosidad superficial de dicho adhesivo; acoplar dichos cuerpos (13, 14,
15 15, 16) con un polímero termoestable hasta llenar dicho espacio (11); endurecer el polímero y activar completamente la unión de dicho adhesivo con dicho polímero.