



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 311 937**

⑤1 Int. Cl.:

**B29C 70/34** (2006.01)

**B29D 31/00** (2006.01)

**B29C 70/46** (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑨6 Número de solicitud europea: **05112455 .0**

⑨6 Fecha de presentación : **20.12.2005**

⑨7 Número de publicación de la solicitud: **1800841**

⑨7 Fecha de publicación de la solicitud: **27.06.2007**

⑤4

Título: **Elemento de rigidización y procedimiento para la fabricación de elemento de rigidización.**

④5

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.02.2009**

④5

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.02.2009**

⑦3

Titular/es: **SAAB AB.**  
**581 88 Linköping, SE**

⑦2

Inventor/es: **Petersson, Mikael y**  
**Weidmann, Björn**

⑦4

Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 311 937 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

Elemento de rigidización y procedimiento para la fabricación de un elemento de rigidización.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un elemento de rigidización de material compuesto de acuerdo con la porción pre-caracterizadora de la reivindicación 1, y a un elemento de rigidización de material compuesto de acuerdo con la porción pre-caracterizadora de la reivindicación 6. La presente invención se refiere, aunque sin carácter limitativo, a la industria de la aviación.

**Antecedentes de la invención**

En la actualidad existen procedimientos de fabricación de materiales compuestos que utilizan material “prepreg” (capa de material de fibra previamente impregnada con resina). Cuando se fabrican elementos de rigidización, tales como costillas de aeronaves, armazones, etc., el material compuesto puede tener una curvatura que siga una superficie de un fuselaje de carcasa curvada simple o curvada doble. En la actualidad hay que invertir tiempo en la conformación de una costilla de aeronave de material compuesto. Se requiere trabajo manual para la aplicación de material prepreg debido a que resulta difícil conseguir que el material de fibra siga la curvatura. Las costillas de aeronave especialmente en forma de C, de material compuesto, son difíciles de fabricar debido a que el material de fibra tiende a no seguir la curvatura.

El documento EP 1 547 756 describe un procedimiento de fabricación de largueros en forma de C que prevé un tipo de material de fibra que se sujeta en material de resina no curada, y un segundo tipo de material de fibra no consolidado por completo con material de resina. El procedimiento descrito en el documento EP 1 547 756 puede permitir que los tiempos y los costes de fabricación se reduzcan, pero conlleva un procedimiento y un uso complicados del material de fibra para conseguir las estructuras de material compuesto.

El documento EP 1 151 850 describe un procedimiento para la fabricación de un elemento de rigidización con una pieza de partida de material compuesto de acuerdo con los preámbulos de las reivindicaciones 1 y 6, respectivamente, teniendo el elemento de rigidización un alma y una pestaña curvada. La pieza de partida conformada se cura para formar el producto acabado. El procedimiento está dividido en tres procesos de los que el tercer proceso incluye el hecho de que una porción de borde del la zona intermedia conformada del elemento, se calienta bajo presión para formar una lengüeta.

El objeto de la presente invención consiste en superar los inconvenientes de las técnicas conocidas y proporcionar una solución alternativa a la preparación manual de material compuesto, tal como las costillas de aeronaves, los largueros, etc., cuya solución implica también un mínimo derramamiento de material durante la fabricación.

40 **Sumario de la invención**

Todo esto se ha resuelto mediante el procedimiento que se ha definido en la introducción, cuyo procedimiento está caracterizado por las etapas reivindicadas en la reivindicación 1.

Para ello, se puede utilizar una pieza de partida esencialmente plana formada por capas de material compuesto que tiene una extensión rectangular continua, que puede ser utilizada de una manera eficaz en cuanto a costes. La producción de material compuesto que tenga una curvatura que siga la curvatura de una superficie de carcasa curvada simple, se simplifica de ese modo, es decir, el material compuesto de, por ejemplo, las costillas de una aeronave. Puesto que todo el material que se utiliza en el proceso es compuesto (tal como el plástico), y puesto que se puede utilizar óptimamente la orientación de la fibra, se ahorra peso. El material plástico es susceptible de curado, tal como la resina termo-fraguante. Cada capa de plástico comprende con preferencia elementos de refuerzo, por ejemplo fibras de carbono/vidrio o aramidas, que se extienden de forma sustancialmente continua en una dirección en el plano de cada capa. Diferentes capas tienen fibras alineadas en diferentes direcciones. Se utiliza una relación complementaria entre el radio de curvatura de la superficie de pestaña externa (pestaña de fijación) y la reducción de longitud en la dirección principal del primer borde alargado de la pieza de partida.

Alternativamente, el procedimiento comprende las etapas adicionales de cortar el segundo borde alargado con al menos un corte que proporcione un extremo del corte en una posición correspondiente con una segunda línea de plegado de una segunda superficie de conformación de pestaña curvada simple y de la superficie de conformación de alma de la herramienta de conformación, y formar una pestaña interna (libre) de la pieza de partida por medio de una segunda superficie de conformación de pestaña curvada simple de la herramienta de conformación.

De ese modo, la pestaña interna (pestaña libre) resultará ser más gruesa que la pestaña externa, lo que resulta deseable debido a que las cargas de flexión grandes van a ser soportadas por la pestaña interna. La pestaña interna más gruesa se consigue mediante uniones solapadas entre solapas cortadas conformadas por los cortes que se extienden desde el primer borde (el borde de pestaña interna) hasta una segunda línea de plegado de (entre) el alma y la pestaña interna.

Con preferencia, la etapa de curar la pieza de partida completamente conformada se lleva a cabo hermetizando la pieza de partida dentro de una bolsa de vacío, evacuando el aire de la bolsa de vacío, calentando la pieza de partida a través de medios de calentamiento, enfriando la pieza de partida y desposeyendo al elemento de rigidización acabado de la bolsa de vacío.

Con ello, el elemento de rigidización puede ser acabado (exclusivamente para una disposición de sujeción eventual para la fijación del elemento de rigidización a una superficie de carcasa curvada simple) en un corto tiempo y de una manera que se ahorra trabajo, directamente en la herramienta de conformación.

Adecuadamente, el procedimiento de curar la pieza de partida completamente conformada comprende también la etapa de comprimir la pieza de partida en un autoclave.

De esa manera, las eventuales bolsas de aire entre las capas pueden ser reducidas al mínimo y limitadas a una cierta extensión predeterminada.

Alternativamente, el procedimiento de proporcionar la pieza de partida de material compuesto, se lleva a cabo mediante una máquina automática de colocación de cinta (ATLM).

Con ello, la fabricación de elementos de rigidización de material compuesto puede ser de menor coste puesto que la pieza de partida tiene una forma rectangular. La fabricación ahorra tiempo y la máquina ATML puede ser reprogramada para los diferentes tipos de piezas de partida asignadas a un cierto elemento de rigidización dedicado a un cierto tipo de aeronave. Las cintas prepreg que incluyen fibras que se extienden de forma continua por el interior de la cinta, han de ser aplicadas en la dirección longitudinal de la pieza de partida. Perpendicular y diagonalmente a la dirección longitudinal de la pieza de partida, las secciones de cinta prepreg se aplicarán de una forma rápida y precisa que dé como resultado la orientación de la fibra en dirección transversal y diagonal respecto a la dirección longitudinal de la pieza de partida. Otras capas pueden tener fibras alineadas en diferentes direcciones. Estas y otras direcciones pueden ser determinadas a partir de las propiedades deseadas del elemento de rigidización, y ser programadas en la máquina ATML.

Adecuadamente, la superficie de carcasa curvada es una superficie de carcasa curvada simple.

Alternativamente, la superficie de carcasa curvada es una superficie de carcasa curvada doble.

Esto ha sido también resuelto mediante un elemento de rigidización de material compuesto que se ha definido en la introducción, estando el elemento de rigidización caracterizado por las características de la parte caracterizadora de la reivindicación 6.

De esa forma, el elemento de rigidización tendrá una resistencia considerable y al mismo tiempo un peso bajo, lo que resulta deseable en los montajes de aeronaves. Las fibras de refuerzo se extienden continuamente sin interrupción en la dirección de curvatura respecto a cada capa. Las fibras situadas en el alma siguen la curvatura de pando del alma, y las fibras situadas en la pestaña externa siguen la curvatura de la pestaña. Puesto que todas las posiciones del elemento de rigidización pueden tener fibras con direcciones optimizados por razones de resistencia, el peso del elemento de rigidización puede reducirse al mínimo. Además, la curvatura de pando del alma rigidiza el elemento de rigidización, dando como resultado una mejora de la resistencia del mismo sin necesidad de barras rigidizadoras, o de un material más grueso del alma, etc.

Con preferencia, existe una pestaña libre prevista en el alma para rigidizar el elemento.

Adecuadamente, la pestaña libre es concéntrica con la pestaña de fijación.

Alternativamente, el material compuesto comprende elementos de refuerzo que siguen la curvatura del pando redondeado cónico.

Con ello, la resistencia del elemento de rigidización se incrementa, puesto que las grandes cargas de flexión van a ser soportadas por la pestaña interna.

La dirección de las fibras de cada capa puede ser la misma. Cada capa puede tener también fibras en varias direcciones.

## Breve descripción de los dibujos

La presente invención va a ser descrita ahora a título de ejemplo con referencia a los dibujos esquemáticos que se acompañan, en los que:

La Figura 1 es una vista en perspectiva de un elemento de rigidización de acuerdo con una primera realización de la presente invención;

## ES 2 311 937 T3

la Figura 2 es una vista en perspectiva de un elemento de rigidización de acuerdo con una segunda realización de la presente invención;

la Figura 3 es una vista en perspectiva de un elemento de rigidización de acuerdo con una tercera realización de la presente invención;

la Figura 4 es una pieza de partida de material compuesto, cortada apropiadamente para conseguir la realización mostrada en la Figura 1;

las Figuras 5a-5b muestran una puerta de aeronave que incluye la realización de la Figura 1;

las Figuras 6-7 muestran diferentes disposiciones de elementos de rigidización mostrados en la Figura 1;

la Figura 8 es una herramienta de conformación para conformar y curar un elemento de rigidización;

las Figuras 9a-9b ilustran el elemento de rigidización mostrado en la Figura 8, y

las Figuras 10a-10b ilustran un tipo de carrete de colocación de cinta de una máquina automática de colocación de cinta.

### Descripción detallada de las realizaciones preferidas

En lo que sigue, se van a describir con detalle las realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos que se acompañan relacionados con las realizaciones, en los que por motivos de claridad y de comprensión de la invención, se han eliminado de los dibujos algunos detalles sin importancia.

Haciendo referencia a la Figura 1, un elemento 1 de rigidización de material compuesto, tal como de resina termo-fraguante, comprende un alma 3 y una pestaña externa 5 y una interna 7 de acuerdo con una primera realización. La pestaña 5 externa (pestaña de fijación) ha sido prevista para su fijación a una superficie 9 de carcasa curvada simple. La superficie 11 exterior de la pestaña 5 externa tiene un radio de curvatura R que corresponde con el radio de la curvatura C de la superficie 9 de carcasa curvada simple. La pestaña 7 interna (pestaña libre) incluye un primer borde 13 alargado que es más corto que un segundo borde 15 alargado de la pestaña 5 externa. Una primera línea 17 de plegado ha sido formada entre la pestaña 5 externa y el alma 3. El alma 3 comprende pandeos 19 cónicos redondeados, con ahusamiento de cada pandeo 19 desde una porción 19 de base del pandeo, fundiéndose esencialmente con una segunda línea 23 de plegado de la pestaña 7 interna y del alma 3. Cada pandeo 19 es ahusado en una dirección hacia la primera línea 17 de plegado, y termina con un vértice 25 que esencialmente se funde con la primera línea 17 de plegado. El pandeo 19 tiene un área en sección transversal del material compuesto, siendo el área en sección transversal perpendicular a la dirección de la extensión E del pandeo 19, que disminuye linealmente en una dirección desde la segunda línea 23 de plegado hacia la primera línea 17 de plegado. La segunda línea 23 de plegado y la pestaña 7 interna pueden ser también definidas como el primer borde 13 alargado.

El primer borde 13 alargado forma la pestaña 7 interna y la segunda línea 23 de plegado. La segunda línea 23 de plegado es esencialmente paralela (es concéntrica) con la primera línea 17 de plegado. La pestaña 7 interna (libre) incluye solapas 27 de superposición (véase la Figura 4) que han sido curadas conjuntamente y también junto con porciones 20 adyacentes de la pestaña 7 interna, formando con ello la altura de la pestaña interna. Es decir, la pestaña 7 interna tiene dentro del área de los pandeos 19 (las porciones 21 de base) un espesor de material más grueso que el espesor de las otras porciones del material de elemento 1 de rigidización. De esa forma, la pestaña 7 interna resultará ser más espesa que la pestaña 5 externa, lo que resulta deseable debido a que las grandes cargas de flexión han de ser soportadas por la pestaña 7 interna. El material compuesto del elemento 1 de rigidización comprende elementos de refuerzo (no representados) de carbono que siguen la curvatura de los pandeos 19. Las fibras de refuerzo orientadas en dirección longitudinal siguen la curvatura del elemento 1 de rigidización.

Haciendo referencia a la Figura 2, un elemento 1 de rigidización comprende un alma 3 y una pestaña 5 externa de acuerdo con una segunda realización. La pestaña 5 externa (pestaña de fijación) ha sido conformada para una sujeción adecuada a una superficie 9 de carcasa curvada doble. Entre el alma 3 y la pestaña 5 externa se ha formado una primera línea 17 de plegado. Un único pandeo 19 ha sido formado en el alma 3. La reducción de longitud del primer borde 13 alargado del alma 3 por medio del pandeo 19 proporciona una pestaña 5 externa curvada, conservando aún la pestaña 5 externa con superficie uniforme, lo que resulta deseable.

Haciendo referencia a la Figura 3, un elemento 1 de rigidización incluye cuatro pandeos 19, dos de los cuales están definidos como surcos y dos están definidos como lomos. El pandeo 19 respectivo tiene forma arqueada en sección transversal (surcos y lomos de forma ondulada), formando ahusamiento hacia la primera línea 17 de plegado. Se utiliza una relación complementaria entre el radio R de curvatura de la superficie 11 de pestaña externa y una reducción de longitud en la dirección M principal (eje central) del primer borde 13 alargado. Por medio de los surcos y lomos cónicos conformados, el alma 3 puede ser curvada sin ninguna interrupción de las fibras de refuerzo. Existe una relación, determinada de acuerdo con un procedimiento de cálculo mediante un ordenador (no representado) entre el radio R de curvatura del lado 11 externo de la pestaña 5 externa y la magnitud de las profundidades D y las longitudes L de los pandeos 19.

## ES 2 311 937 T3

La Figura 4 ilustra esquemáticamente una pieza de partida 29 de material compuesto, con anterioridad a ser aplicada sobre una herramienta de conformación (véase la Figura 8). La primera 17 y la segunda 23 uniones imaginarias se han referenciado como líneas discontinuas. Es decir, a lo largo de estas líneas se plegará la pieza de partida 29 y se conformará en concordancia con el elemento 1 de rigidización preferido. Con anterioridad a la conformación de la pieza de partida 29 en el elemento 1 de rigidización, se practican cortes 31 en una dirección, esencialmente perpendiculares a la extensión del segundo borde 15 alargado, hasta un extremo 33 de corte en una posición correspondiente con la segunda línea 23 de plegado de la pestaña 7 interna y del alma 3. Los cortes 31 forman solapas 27 utilizadas para construir y conformar la pestaña 7 interna.

Las Figuras 5a y 5b ilustran esquemáticamente una puerta 35 de aeronave que incluye la realización mostrada en la Figura 1. A una superficie 9 de carcasa de puerta se han fijado seis elementos 1 de rigidización por medio de encolado (también pueden ser soldados, remachados o atornillados).

La Figura 6 muestra una disposición de elementos 1', 1'' de rigidización dispuestos por pares. Las almas 3 de cada par están enfrentadas entre sí. Cada par constituye una costilla 37 de aeronave.

La Figura 7 muestra otra disposición en la que los elementos 2 de rigidización de la segunda realización están colocados por pares con sus almas 3 enfrentadas entre sí. Sobre los primeros bordes 13 alargados de las almas 3 se ha fijado una placa 39 de rigidización de material compuesto, que actúa como miembro 41 de rigidización.

Con referencia a la Figura 8, una herramienta 43 de conformación comprende una superficie 45 de conformación de elemento de rigidización. La herramienta 43 de conformación incluye una parte 47 de conformación macho y una parte 49 de conformación hembra. La parte 49 de conformación hembra incluye una porción 51 de conformación ajustable, para el ajuste de una distancia predeterminada entre las pestañas 5, 7 que van a ser conformadas. La superficie 45 de conformación de elemento de rigidización de la parte 47 de conformación macho y de la parte 49 de conformación hembra comprenden, respectivamente, una primera superficie 53 de conformación de pestaña curvada simple (que conforma la pestaña externa), correspondiendo la superficie 11 externa de la pestaña 5 externa con la superficie 9 de carcasa curvada simple de una superficie interna de una carcasa de puerta de aeronave. Una superficie 55 de conformación de alma comprende siete superficies 57 de conformación de pandeo redondeadas que ahúsan desde una superficie 59 de porción de base en dirección hacia una punta 61 de vértice de la superficie 45 de conformación, fundiéndose esencialmente con una primera línea 63 de plegado situada entre la primera pestaña curvada simple y las superficies 53, 55 de conformación de alma. La superficie 59 de porción de base está situada en una segunda línea 65 de plegado entre la superficie 55 de conformación de alma y una segunda superficie 67 de conformación de pestaña curvada simple (de la porción 51 de conformación ajustable hembra y de la parte 47 de conformación macho que forma la pestaña 7 interna). Adyacente a la superficie 59 de la porción de base, el segundo borde 15 alargado de la pieza de partida 29 se corta mediante una pluralidad de cortes 31 con los extremos 33 del corte en una posición correspondiente con la segunda línea 65 de plegado. Con ello, es posible conformar la pestaña 7 interna de la pieza de partida 29 sin arrugas por medio de la segunda superficie 67 de conformación de pestaña curvada simple de la herramienta 43 de conformación.

La superficie 57 de conformación de pandeo redondeada, para la conformación de los pandeos 19 redondeados cónicos, tiene un área en sección transversal de cada pandeo, perpendicular a la dirección de extensión E del pandeo 19, que se reduce linealmente siguiendo una dirección desde la superficie 29 de porción de base, que se funde con la superficie 67 de conformación de pestaña curvada simple hacia la primera línea 63 de plegado.

A continuación, la pieza de partida 29 conformada se cura para conseguir el elemento 1 de rigidización acabado. El procedimiento es como sigue: la pieza de partida 29 plegada se hermetiza en una bolsa 30 de vacío. A continuación, se evacua el aire de la bolsa 30 de vacío. A continuación, la pieza de partida 29 completamente plegada se calienta con medios de calentamiento (no representados). A continuación se enfría y se extrae de la bolsa 30 de vacío. El elemento 1 de rigidización está listo para su fijación, después de que ha sido retirado de la herramienta 43 de conformación, a la superficie 9 de carcasa curvada simple.

La pieza de partida 29 conformada puede ser curada en autoclave (no representado), para comprimir la pieza de partida 29 conformada de modo que las eventuales bolsas de aire entre las capas de plástico puedan ser reducidas al mínimo y limitadas a una cierta extensión predeterminada.

Las Figuras 9a y 9b ilustran un elemento 1 de rigidización conformado mediante la herramienta 43 de conformación de la Figura 8. La pestaña 5 externa no ha sido representada en la Figura 9a por motivos de claridad. En las Figuras 10a-10b se han mostrado dos fases de trabajo de un procedimiento de provisión de la pieza de partida 29 de capas de plástico por medio de una máquina 69 automática de colocación de cinta ATML. En la Figura 10a se muestra esquemáticamente una disposición 71 de carrete de cinta prepreg que se está moviendo en dirección paralela a la extensión de la pieza de partida 29 esencialmente plana, y por encima de la misma. Las fibras 73 de refuerzo se han marcado esquemáticamente mediante líneas. En la Figura 10b se ha mostrado esquemáticamente la disposición 71 de carrete de cinta prepreg en otra posición de trabajo, para la extensión de la cinta 75 prepreg sobre la primera capa con un cambio de 45 grados. Es decir, las fibras 75 de refuerzo de la capa de plástico ahora aplicada tendrán una dirección modificada en 45 grados con relación a la capa previa aplicada.

## ES 2 311 937 T3

La pieza de partida 29 de la Figura 8 incluye capas (no representadas). La orientación de la fibra es 0, 90, +45, -45, -45, +45, 90 y 0 grados. Otras piezas de partida pueden tener hasta 120 capas. La lámina de partida 29 comprende un primer y un segundo bordes 13, 15 alargados. Cuando se fabrica el elemento 1 de rigidización, se llevan a cabo las siguientes etapas: aplicar la pieza de partida 29 sobre la superficie 45 de conformación de elemento de rigidización de la parte 47 de conformación macho de la herramienta 43 de conformación, conformando la pieza de partida 29 según el elemento 1 de rigidización, en el que la superficie 57 de conformación de pandeo redondeado conforma un pandeo 19 redondeado cónico que se reduce linealmente hacia la pestaña 5 externa. Existe una relación entre el radio de curvatura de la superficie 11 externa de la pestaña 5 externa y la reducción de longitud en la dirección M principal (eje central) (véase la Figura 3) del primer borde 13 alargado (una reducción de longitud de la pestaña 7 interna). Durante la etapa de conformación, la pieza de partida 29 será presionada por la parte 47 de conformación macho hacia la parte 49 de conformación hembra. Debido a la reducción de longitud mencionada anteriormente, conseguida por la conformación de los pandeos 19 en el alma 3, la pestaña 5 externa se curvará. Medios de guiado (no representados), para guiar la pieza de partida 29 en una posición apropiada en la(s) superficie(s) 45 de conformación de la herramienta 43 de conformación, se disponen sobre la misma.

La presente invención no se limita, por supuesto, en modo alguno a las realizaciones preferidas descritas en lo que antecede, sino que muchas posibilidades de modificaciones, o combinaciones de las realizaciones descritas, de la misma, resultarán evidentes para una persona experta en la materia sin apartarse de la idea básica de la invención según se define en las reivindicaciones anexas. La presente invención puede ser empleada para superficie de carcasa curva simple o doble.

La palabra plegado utilizada en la presente descripción puede ser sustituida por las palabras doblado, curvado, etc. Los pliegues del elemento de rigidización se entiende que son esencialmente redondeados, también donde las figuras muestren curvas pronunciadas o dobladuras agudas. El término radio de curvatura debe ser interpretado como una curvatura con un radio o una curvatura con varios radios diferentes.

La invención es especialmente aplicable, aunque no exclusivamente, a aeronaves más grandes tales como las aeronaves de transporte de pasajeros o las aeronaves de transporte de mercancías.

# REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la fabricación de un elemento de rigidización de material compuesto, cuyo elemento (1) de rigidización ha sido previsto para su sujeción a una superficie (9) de carcasa curvada, comprendiendo dicho elemento (1) de rigidización un alma (3) y al menos una pestaña (5), cuya superficie (11) externa tiene un radio (R) de curvatura que corresponde con la citada superficie (9) de carcasa curvada, incluyendo el procedimiento las etapas de:

- proporcionar una pieza de partida (29) sustancialmente plana de material compuesto, que comprende un primer (13) y un segundo (15) bordes alargados esencialmente paralelos,

- conformar la pieza de partida, y

- curar la pieza de partida (29) conformada,

estando el procedimiento **caracterizado** porque la etapa de conformación incluye:

- conformar en la citada alma (3), al menos un pandeo (19) redondeado que tiene una forma cónica que es ahusada desde dicho primer borde (13) hasta una primera línea (17) de plegado, para conseguir la citada pestaña (5) y conformar la pestaña (5) de modo que se funde esencialmente con un vértice de dicho pandeo (19) redondeado.

2. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el procedimiento comprende las etapas adicionales de:

- cortar dicho primer borde (13) alargado con al menos un corte (31) que proporcione un extremo (33) del corte en una posición correspondiente con una segunda línea (23) de plegado, y

- conformar una pestaña (7) interna de la pieza de partida (29) que emana desde la citada segunda línea (23) de plegado.

3. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que la etapa de curar la pieza de partida (29) conformada se realiza mediante:

- hermetización de la pieza de partida (29) plegada dentro de una bolsa (30) de vacío;

- evacuación del aire desde la citada bolsa (30) de vacío;

- calentamiento de la pieza de partida (29) plegada con medios de calentamiento;

- enfriamiento de la pieza de partida (29) plegada, y

- extracción del elemento (1) de rigidización acabado desde la bolsa (30) de vacío.

4. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que el procedimiento de curado de la pieza de partida (29) conformada comprende la etapa de:

- comprimir la pieza de partida (29) en un autoclave.

5. Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el procedimiento de provisión de la pieza de partida (29) de material compuesto se realiza mediante una máquina (69) automática de colocación de cinta.

6. Un elemento de rigidización de material compuesto, cuyo elemento (1) de rigidización ha sido previsto para su sujeción a una superficie (9) de carcasa curvada, comprendiendo dicho elemento (1) de rigidización un alma (3) que tiene un primer borde (13) alargado, y una pestaña (5) de fijación cuya superficie (11) externa tiene un radio (R) de curvatura que corresponde con la citada superficie (9) de carcasa curvada, que se **caracteriza** porque dicha alma (3) comprende al menos un pandeo (19) redondeado cónico que es ahusado desde una porción (21) de base, fundiéndose esencialmente con el citado primer borde (13) alargado, hasta una primera línea (17) de plegado y dicha pestaña (5) de fijación.

7. Un elemento de rigidización de acuerdo con la reivindicación 6, en el que se ha proporcionado una pestaña (7) interna en dicha alma (3) para rigidizar el elemento (1).

8. Un elemento de rigidización de acuerdo con la reivindicación 6 ó 7, en el que dicha pestaña (7) interna es concéntrica con la pestaña (5) de fijación.

9. Un elemento de rigidización de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6-8, en el que el material compuesto comprende elementos (73) de refuerzo que siguen la curvatura del pandeo (19) redondeado cónico.



