

# **VIDRIO LAMINADO REFORZADO CON BISEL REFORZADO Y PROCESO PARA FABRICARLO**

## **CAMPO DE LA INVENCION**

La invención se relaciona con el campo de tecnología de los materiales, específicamente con un vidrio laminado reforzado con bisel reforzado y el método para producir el mismo. El vidrio laminado reforzado con bisel reforzado de la presente invención se utiliza en las industrias relacionadas con vidrios de protección y seguridad, de manera específica, en el campo de la industria automotriz.

## **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

Los vidrios laminados reforzados se han utilizado en la industria de transporte y construcción por mucho tiempo. Dichos vidrios suelen comprender una combinación de dos o más vidrios inorgánicos u orgánicos unidos entre sí por una o más películas intermedias, proporcionando seguridad contra impactos debido a que la película intermedia absorbe y amortigua la energía de dicho impacto.

Por lo tanto, una de las principales aplicaciones de los vidrios reforzados se encuentra en el sector automotriz, particularmente cuando se requiere proporcionar mayor seguridad a los usuarios de los vehículos, principalmente ante impactos de objetos no previstos e incluso ante impactos de bala. Bajo esta premisa, es importante tener en cuenta que dichos objetos pueden provenir de diferentes direcciones e impactar en diferentes áreas del vidrio laminado reforzado, por lo que es deseable que el vidrio esté protegido en su totalidad, lo cual no es fácil de llevarse a cabo en la práctica, específicamente en los bordes, como se describirá más adelante.

Para facilitar su instalación, los vidrios reforzados para vehículos automotrices no comprendían ningún tipo de refuerzo o blindaje en sus bordes. En los últimos años se han desarrollado tecnologías que tienen como finalidad manufacturar un vidrio laminado reforzado que proporcione mayor seguridad a los usuarios de un vehículo y el cual comprenda protección en la totalidad de su superficie.

La solicitud de patente alemana DE4142416A1 se refiere a una ventana de vehículo, la cual está fabricada de vidrio laminado reforzado y es soportada por un marco de ventana de vehículo, en donde la ventana comprende un elemento de

refuerzo de placa de acero dispuesto sobre la superficie lateral de extremo de la ventana, el cual evita la penetración de una bala a través del marco de ventana al interior del vehículo. No obstante, en esta solicitud de patente no se realiza distinción alguna respecto a la composición o modificaciones del vidrio laminado reforzado para lograr la protección en el área correspondiente al marco de la ventana.

La patente europea EP 0 915 315 B1 protege una ventana de vidrio a prueba de balas, la cual es preferiblemente utilizada en un vehículo automotriz. Esta invención contempla el uso de varias películas de vidrio, las cuales son unidas entre sí mediante una película intermedia de polivinil butiral (PVB), en donde la capa de vidrio orientada hacia el exterior del vehículo es más grande que las otras películas de vidrio, formando una proyección o porción escalonada, sobre la cual está dispuesto un inserto de metal, el cual es preferiblemente un inserto de acero que es unido de forma permanente a la superficie del vidrio mediante poliuretano, de modo que el inserto de metal proporciona mayor protección a los usuarios de un vehículo ante impactos de bala que se producen en la zona marginal de la ventana de vidrio a prueba de balas.

La patente estadounidense US 9,945,641 B2 se relaciona con un panel de vidrio a prueba de balas con borde reforzado, preferiblemente para uso en un vehículo automotriz, en donde el panel de vidrio a prueba de balas está formado por una pluralidad de capas de vidrio, cerámica o material plástico, como un compuesto de capas unidas entre sí, y tiene un refuerzo de borde que se extiende en la periferia del panel de vidrio a prueba de balas y tiene al menos dos miembros de refuerzo que están en acoplamiento mutuo móvil o suelto para formar el refuerzo de borde, en donde dichos miembros de refuerzo pueden ser de acero inoxidable o de oxinitruro de aluminio (AlON).

La patente europea EP1800086B1 se refiere a una composición de vidrio reforzado que comprende tres conjuntos de capas de vidrio y un refuerzo perimetral, preferentemente de acero, en donde el primer conjunto comprende capas de vidrio unidas entre sí con capas poliméricas de adhesivo; el segundo conjunto comprende capas absorbentes de energía y adhesivas, y el tercer conjunto comprende capas de materiales adheridos entre sí y una capa selladora. Dicho tercer conjunto está adherido al primer y segundo conjuntos y al refuerzo perimetral; el arreglo de los materiales

poliméricos del tercer conjunto permite que, en caso de un impacto de bala cerca del borde del refuerzo perimetral, dicho tercer conjunto se deforme de forma controlada, reteniendo astillas o rastros de vidrio y se contenga la energía residual del proyectil.

Como se puede apreciar de los documentos del estado de la técnica mencionados anteriormente, proporcionar un vidrio reforzado para una ventana de vehículo automotriz, cuya superficie, incluyendo los bordes que quedan dentro del marco de la ventana, se encuentre totalmente protegida, implica la implementación de un material adicional a los que conforman al vidrio laminado reforzado, el cual cubre la periferia de la ventana de vehículo y el cual está hecho principalmente de acero.

En este sentido, la implementación de múltiples capas de vidrio para reforzar la ventana de un vehículo generalmente implica la fabricación de un nuevo vidrio en su totalidad, retirando o desechando el original. Además, el uso de insertos de acero para reforzar los bordes de la ventana de vehículo involucra un incremento en el peso del vehículo y, por consiguiente, un mayor gasto de combustible.

Asimismo, la implementación de un inserto metálico o material adicional para proteger los bordes de la ventana de un vehículo involucra realizar modificaciones estructurales al marco de la ventana para su instalación, lo cual incrementa tanto los costos de fabricación como los tiempos de entrega.

En vista de la materia divulgada en el estado de la técnica, existe la necesidad de proporcionar un vidrio laminado reforzado para ser utilizado como vidrio de seguridad en una ventana de vehículo que ofrezca alta resistencia a impactos en la totalidad de su superficie incluyendo los bordes que encajan en el marco de la ventana de un vehículo automotriz y cuyo costo de fabricación sea menor en comparación con los vidrios laminados reforzados con borde reforzado que comprenden una protección adicional en el contorno del vidrio, conocidos en el estado de la técnica.

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

En vista de las desventajas del estado de la técnica, el objetivo de la presente invención es proporcionar un vidrio laminado reforzado con bisel reforzado para ser utilizado como vidrio de seguridad para ventana de vehículo que ofrece alta resistencia a impactos en la totalidad de su superficie, incluyendo los bordes que encajan en el marco de la ventana de un vehículo automotriz, sin modificar la estructura del mismo y

cuyo costo de fabricación es menor en comparación con los vidrios laminados reforzados con borde reforzado que se conocen en el estado de la técnica y que comprenden una protección adicional en el contorno del vidrio utilizando materiales adicionales.

Para cumplir el objetivo planteado en la presente invención, se proporciona un vidrio laminado reforzado para ventana de vehículo que, en su configuración más general, comprende:

un vidrio de base que tiene una superficie interior y una superficie exterior; y

una lámina multicapa de refuerzo que tiene una superficie interior y una superficie exterior y que comprende al menos una película de adhesivo y al menos una lámina de plástico, dicha lámina multicapa de refuerzo está dispuesta sobre la superficie interior del vidrio de base, en donde la al menos una película de adhesivo une al vidrio de base con la lámina multicapa de refuerzo y a las capas de la lámina de refuerzo entre sí;

al menos una parte del contorno del vidrio laminado reforzado comprende:

un bisel reforzado practicado en al menos una parte del espesor de la lámina multicapa de refuerzo, de modo que el vidrio laminado reforzado encaje en cada uno de los lados del marco de la ventana de vehículo cuando el vidrio laminado reforzado cierra dicha ventana.

Lo anterior sin tener que cambiar o modificar la estructura del marco de la ventana.

La presente invención también se relaciona con un método para fabricar un vidrio laminado reforzado con bisel reforzado como el descrito anteriormente.

El método para fabricar un vidrio laminado reforzado con bisel reforzado para ventana de vehículo comprende los siguientes pasos:

- proporcionar un vidrio de base que tiene una superficie interior y una superficie exterior;
- proporcionar una lámina multicapa de refuerzo que tiene una superficie interior y una superficie exterior y que comprende al menos una película de adhesivo y al menos una lámina de plástico;
- laminar el vidrio de base con la lámina multicapa de refuerzo colocada sobre la superficie interior de dicho vidrio de base para obtener un vidrio laminado

reforzado, en donde durante el laminado, la al menos una película de adhesivo une al vidrio de base con la lámina multicapa de refuerzo y a las capas de la lámina multicapa de refuerzo entre sí;

- en donde sobre al menos una parte del espesor de la lámina multicapa de refuerzo se practica un bisel reforzado, de modo que el vidrio laminado reforzado encaje en cada uno de los lados del marco de la ventana de vehículo cuando el vidrio laminado reforzado cierra dicha ventana.

El bisel reforzado puede practicarse antes, durante o después de la etapa de laminación del vidrio base con la lámina multicapa de refuerzo.

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

La Figura 1 ilustra una vista lateral en sección transversal de un vidrio laminado reforzado para ventana de vehículo conocido en el estado de la técnica.

La Figura 2 ilustra una vista lateral en sección transversal de un vidrio laminado reforzado para ventana de vehículo de conformidad con una modalidad de la presente invención sin bisel reforzado.

La Figura 3 ilustra una vista lateral en sección transversal de un vidrio laminado reforzado con bisel reforzado para ventana de vehículo de conformidad con otra modalidad de la presente invención.

La Figura 4 ilustra una vista lateral en sección transversal de una modalidad preferente de un vidrio laminado reforzado con bisel reforzado para ventana de vehículo de conformidad con la presente invención.

La Figura 5 ilustra una vista en sección transversal de una modalidad de vidrio laminado reforzado con bisel reforzado para ventana de vehículo de conformidad con la presente invención montado en un marco de ventana de vehículo.

### **DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION**

En lo sucesivo, se describirán las características técnicas de la presente invención con referencia a las figuras anexas.

En el contexto de la presente invención, el término “interior” se refiere al lado en el que el vidrio, una vez instalado en la ventana de un vehículo, quedará orientado; es decir, hacia el interior del habitáculo de un vehículo; mientras que el término “exterior” se refiere al lado en el que el vidrio, una vez instalado en el vehículo, quedará orientado;

es decir, hacia la intemperie. No obstante, estas orientaciones son meras referencias para ayudar a comprender la presente invención y no tienen la intención de ser limitativas de la misma.

La Figura 1 muestra una vista lateral en sección transversal de un vidrio laminado reforzado (A) para ventana de vehículo con un refuerzo de borde conocido en el estado de la técnica. El vidrio laminado reforzado (A) presenta una pluralidad de paneles de vidrio (10.7, 12.7, 15.7) unidos por películas de polivinil butiral y/o poliuretano (11.7, 13.7), el panel de vidrio (10.7) tiene una proyección sin refuerzo (42) que sobresale más allá de los extremos de los paneles (12.7) y (15.7); dicha proyección sin refuerzo (42) se encaja en un marco de ventana de puerta (14) de un vehículo automotriz. El vidrio laminado reforzado (A) presenta un refuerzo de borde (7.1) que tiene como finalidad proteger el contorno del vidrio laminado reforzado (A) y prevenir el daño que se pudiera producir en el vidrio debido a fluctuaciones en la temperatura.

Como se puede apreciar de la Figura 1, los vidrios laminados reforzados para ventana de vehículo como se conocen en el estado de la técnica no comprenden una zona de refuerzo en la proyección (42) que encaja con el marco (14) de la ventana de puerta del vehículo, lo cual no brinda una protección total al vidrio reforzado (A). Asimismo, cuando se proporciona una protección adicional a dicha proyección (42), como por ejemplo el refuerzo de borde (7.1), es común tener que modificar la estructura del marco (14) de la ventana del vehículo, lo cual incrementa tanto los tiempos de entrega como los costos de fabricación.

En la Figura 2 se muestra una vista lateral en sección transversal de un vidrio laminado reforzado (1) para ventana de vehículo (no mostrada) sin bisel reforzado de conformidad con la presente invención, que comprende:

un vidrio de base (2) que tiene una superficie interior (2.1) y una superficie exterior;  
y

una lámina multicapa (3) de refuerzo que tiene una superficie interior (3.1) y una superficie exterior y que comprende al menos una película de adhesivo y al menos una lámina de plástico, dicha lámina multicapa (3) de refuerzo está dispuesta sobre la superficie interior (2.1) del vidrio de base (2).

En esta modalidad ejemplar no limitativa, el vidrio de base (2) puede seleccionarse

de cualquier tipo de cristal o vidrio templado, específicamente aquellos que se utilizan como vidrios de ventanas de puerta de vehículos automotrices. En particular, es el vidrio original de la ventana de un vehículo.

Las películas de adhesivo (no ilustradas) de la lámina multicapa (3) de refuerzo pueden ser de manera preferente y no limitativa películas de poliuretano (PU), por ejemplo, películas de poliuretano plástico “KRYSTALFLEX® PE399” que son utilizadas en procesos de laminado con componentes de vidrio y plástico.

Las películas de adhesivo de la lámina multicapa (3) de refuerzo pueden ser, por ejemplo, de manera preferente y no limitativa películas de polivinil butiral (PBV), particularmente películas de PVB de la marca “Trosifol® Clear B500 JR”.

Las láminas de plástico (no ilustradas) de la lámina multicapa (3) de refuerzo pueden ser de manera preferente y no limitativa películas de policarbonato, por ejemplo, películas de policarbonato de la marca “LEXAN™ 9034”.

Las láminas de plástico de la lámina multicapa (3) de refuerzo pueden ser, por ejemplo, de manera preferente y no limitativa, películas de tereftalato de polietileno cristalizado (C-PET) de la marca “Trosifol® Spallshield® cPET Clear”. En el contexto de la presente invención C-PET se refiere a una estructura compuesta de dos películas, una de tereftalato de polietileno (PET) y otra película con mayor dureza, la cual es duradera y químicamente resistente.

La lámina multicapa (3) de refuerzo tiene un espesor de entre 2.5 mm y 20 mm. Para formar la lámina multicapa (3) de refuerzo se pueden disponer sucesivamente y en combinación tantas películas de adhesivo y láminas de plástico como sean necesarias en función de la resistencia al impacto deseada del vidrio laminado reforzado (1).

En la Figura 3 se muestra una vista lateral en sección transversal de una modalidad de vidrio laminado reforzado (1) para ventana de vehículo, en donde al menos una parte de su contorno comprende un bisel reforzado (4) practicado en la lámina multicapa (3) de refuerzo, el cual puede realizarse por medio del desbaste de al menos una parte del espesor de la lámina multicapa (3) de refuerzo de modo que el vidrio laminado reforzado (1) encaje en cada uno de los lados del marco (5) de la ventana de vehículo cuando el vidrio laminado reforzado (1) cierra dicha ventana (ver Figura 5).

Continuando con la modalidad mostrada en la Figura 3, el desbaste que forma el bisel reforzado (4) no abarca la totalidad del espesor de la lámina multicapa (3) de refuerzo, es decir, el desbaste es realizado desde la superficie interior (3.1) de la lámina multicapa (3) de refuerzo hasta un punto determinado del espesor de la lámina multicapa (3) de refuerzo, pero sin alcanzar la superficie interior (2.1) del vidrio de base (2). El punto hasta el que se desbasta la lámina multicapa (3) de refuerzo es seleccionado de modo que el vidrio laminado reforzado (1) encaje en cada uno de los lados del marco (5) de la ventana del vehículo cuando el vidrio laminado reforzado (1) cierra dicha ventana. Asimismo, puede observarse que el desbaste no necesariamente resulta en un bisel reforzado (4) en línea recta, sino que diferentes configuraciones son posibles, tales como, pero no limitadas a, configuraciones cóncavas respecto de la superficie interior (3.1) de la lámina multicapa (3) de refuerzo o configuraciones redondeadas o escalonadas. El técnico en la materia entenderá que la protección en las secciones con bisel reforzado (4) del vidrio laminado reforzado (1) está dada por la parte que queda sin desbastar de la lámina multicapa (3) de refuerzo.

La Figura 4 ilustra una modalidad ejemplar, en donde el bisel reforzado (4) del vidrio laminado reforzado (1) para ventana de vehículo es practicado en la lámina multicapa (3) de refuerzo mediante el desbaste de la misma en un ángulo  $\alpha_1$  definido por el borde de la superficie interior (2.1) del vidrio de base (2) y la superficie interior (3.1) de la lámina multicapa (3) de refuerzo. En esta modalidad, el desbaste es realizado en línea recta hasta llegar al ras del borde de la superficie interior (2.1) del vidrio de base (2).

La Figura 5 ilustra el vidrio laminado reforzado (1) con bisel reforzado (4) de la Figura 3 montado en un marco (5) de la ventana de un vehículo, en donde la estructura del marco (5) de la ventana no sufre modificación alguna para permitir el montaje del vidrio laminado reforzado (1).

La disposición específica del vidrio laminado reforzado (1) con bisel reforzado (4) que se ilustra en la Figura 3 resulta ventajosa sobre el estado de la técnica conocido, ya que el bisel reforzado (4) proporciona un refuerzo contra impactos a la zona que se encaja en el marco (5) de la ventana del vehículo, sin la necesidad de modificar la estructura del marco (5) de la ventana ni proporcionar algún elemento de protección adicional, tal como refuerzos de acero o similares conocidos, si bien el técnico en la

materia entenderá que la presente invención puede utilizarse en conjunto con dichos otros refuerzos.

Además, de forma ventajosa, el vidrio de base (2) de conformidad con la presente invención es de manera preferente el vidrio original del vehículo automotriz, es decir, no es necesario fabricar un nuevo vidrio laminado reforzado (1) en su totalidad ni modificar la estructura del marco (5) de la ventana del vehículo, sino que la lámina multicapa (3) de refuerzo es laminada sobre el vidrio original de cualquier tipo de vehículo automotriz, reduciendo significativamente con ello tanto los tiempos de entrega como los costos de fabricación, proporcionando así un vidrio laminado reforzado (1) para ventana de vehículo que es resistente a golpes e incluso a impactos de bala en la totalidad de su área, incluyendo los bordes que encajan en el marco (5) de la ventana del vehículo y que no aumenta significativamente el peso total del vidrio.

Como ya se mencionó, la presente invención también se relaciona con un método para producir el vidrio laminado reforzado (1) con bisel reforzado (4) como el que se ha descrito anteriormente. Este método comprende en su descripción más general las siguientes etapas, sin necesariamente limitarse al orden en que se enuncian:

- a) proporcionar un vidrio de base (2) que tiene una superficie interior (2.1) y una superficie exterior;
- b) proporcionar una lámina multicapa (3) de refuerzo que tiene una superficie interior (3.1) y una superficie exterior y que comprende al menos una película de adhesivo y al menos una lámina de plástico;
- c) laminar el vidrio de base (2) con la lámina multicapa (3) de refuerzo colocada sobre la superficie interior (2.1) de dicho vidrio de base (2) para obtener un vidrio laminado reforzado (1), en donde durante el laminado, la al menos una película de adhesivo une al vidrio de base (2) con la lámina multicapa (3) de refuerzo y a las capas de la lámina multicapa (3) de refuerzo entre sí;
- d) en donde sobre al menos una parte del espesor de la lámina multicapa (3) de refuerzo, se practica un bisel reforzado (4), de modo que el vidrio laminado reforzado (1) encaje en cada uno de los lados del marco (5) de la ventana de vehículo cuando el vidrio laminado reforzado (1) cierra dicha ventana.

Por ejemplo, para llevar a cabo la etapa a), el vidrio de base (2) se retira de la

ventana de un vehículo y se coloca en un soporte para retirar cualquier calcomanía, película de seguridad o de polarizado del vidrio; se limpia el vidrio de base (2) con una toalla que no desprende residuos y se realiza una segunda limpieza con alcohol etílico para garantizar la transparencia del vidrio.

Para llevar a cabo la etapa b) se dispone una combinación de películas de adhesivo y películas de plástico colocadas entre sí de manera sucesiva. Dicha combinación de películas es seleccionada en función de la resistencia deseada del vidrio laminado reforzado (1). Las películas de adhesivo se proporcionan para unir el vidrio de base (2) con la lámina multicapa (3) de refuerzo y a las capas de la lámina multicapa (3) de refuerzo entre sí.

La etapa de laminación c) puede realizarse conforme a procedimientos conocidos en el estado de la técnica y puede comprender las siguientes etapas:

- introducir el vidrio de base (2) con la lámina multicapa (3) de refuerzo colocada sobre la superficie interior (2.1) del vidrio de base (2) y la al menos una película de adhesivo en una bolsa de vacío y realizar una operación de vacío;

- introducir la bolsa de vacío con el vidrio de base (2) con la lámina multicapa (3) de refuerzo y la al menos una película de adhesivo en una autoclave y realizar una operación de prelamado; esta etapa puede realizarse presurizando una autoclave hasta alcanzar una presión de entre 4 y 6 kg/cm<sup>2</sup> (392.266 y 588.399 KPa), encendiendo sus resistencias eléctricas hasta alcanzar una temperatura de entre 85°C y 100°C (358.15 K y 373.15 K) con un tiempo de permanencia de 25 a 120 minutos después de haber alcanzado dichos valores de presión y temperatura;

- retirar el vidrio prelamado de la bolsa de vacío y realizar una operación de laminado en la autoclave para obtener un vidrio laminado reforzado (1); esta operación puede llevarse a cabo presurizando la autoclave hasta alcanzar una presión de entre 7 y 14 kg/cm<sup>2</sup> (686.466 y 1,372.93 KPa), encendiendo las resistencias de la autoclave cuando se alcance una presión de entre 2 y 3 kg/cm<sup>2</sup> (196.133 y 294.2 KPa). Las resistencias de la autoclave se apagan cuando se alcanza una temperatura de entre 110°C y 120°C (383.15 K y 393.15 K) manteniendo la presión; la presión se libera una vez que la temperatura disminuye a entre 81°C y 74°C (354.15 K y 347.15 K) y la autoclave se abre y se retira el vidrio laminado (1) reforzado cuando la temperatura

disminuye a 73°C (346.15 K).

En una modalidad, la etapa d) se lleva a cabo mediante el desbaste de al menos una parte del espesor de la lámina multicapa (3) de refuerzo. Esta operación puede realizarse antes de la etapa c), es decir, antes del laminado del vidrio de base (2) con la lámina multicapa (3) de refuerzo y la al menos una película de adhesivo; en donde dicho desbaste se practica únicamente en la lámina multicapa (3) de refuerzo proporcionada en la etapa (b).

En otra modalidad, el desbaste de al menos una parte del espesor de la lámina multicapa (3) de refuerzo se lleva a cabo durante la etapa de laminado c), específicamente después del prelamado, en donde dicho desbaste se practica sobre la lámina multicapa (3) de refuerzo colocada sobre la superficie interior (2.1) del vidrio de base (2).

En otra modalidad preferente, el desbaste de la al menos una parte del espesor de la lámina multicapa (3) de refuerzo se lleva a cabo después de la etapa de laminado c).

Asimismo, el desbaste puede ser realizado por cualquier proceso de mecanizado, de manera ejemplar y no limitativa: desbaste por esmerilado, por medio de una canteadora automática o por corte de una máquina de Control Numérico Computarizado (CNC).

Vidrios laminado reforzado (1) con bisel reforzado (4) de la presente invención fueron sometidos a un ensayo de “Resistencia al Impacto Múltiple Concentrado” de conformidad con la NOM-146-SCFI-2015, la cual establece las especificaciones mínimas de seguridad y/o contención, que, como producto terminado, debe cumplir un vidrio para reducir los riesgos de lesiones a las personas que tengan contacto con él, ocasionadas al romperse el vidrio por un impacto humano, por objetos proyectados hacia él o alguna otra fuente externa. El ensayo consistió en impactar en tres ocasiones cada vidrio laminado reforzado (1) con una masa de acero de 4.1 kg desde una altura de 9 metros. Los resultados arrojaron que la masa no traspasó el vidrio laminado reforzado (1) en ninguno de los tres impactos en ningún caso.

### **Ejemplo**

En un ejemplo no limitativo de la presente invención, se fabricó un vidrio laminado

reforzado (1) para ventana de vehículo de conformidad con la presente invención, en donde el vidrio de base (2) es un vidrio de ventana de puerta de vehículo automotriz, el cual una vez retirado del marco (5) de la ventana de la puerta, se limpia con una toalla que no desprende residuos sobre el mismo, y se realiza una segunda limpieza con alcohol etílico para garantizar su transparencia.

Dos películas de poliuretano de la marca “KRYSTALFLEX® PE399” de 0.3 mm de espesor cada una, una lámina de policarbonato de la marca “LEXAN™ 9034” de 1.5 mm de espesor y una película de C-PET de la marca “Trosifol® Spallshield® cPET Clear” de 0.18 mm de espesor, son cortadas para cubrir la totalidad de la superficie del vidrio de base (2).

Posteriormente, se dispone sobre el vidrio de base (2) en orden sucesivo, la primera película de poliuretano, la lámina de policarbonato, la segunda lámina de poliuretano y la lámina de C-PET, formando de esta manera una lámina multicapa (3) de refuerzo.

Una vez que la lámina multicapa (3) de refuerzo se coloca sobre el vidrio de base (2) de manera que la superficie interior (2.1) del vidrio de base (2) hace contacto con la primera película de poliuretano, se introducen en una bolsa de vacío y se realiza una operación de vacío. Después, el vidrio de base (2) con la lámina multicapa (3) de refuerzo y las películas de adhesivo se introducen a una autoclave para realizar la prelaminaación. La autoclave se presuriza hasta alcanzar una presión de 6 kg/cm<sup>2</sup> (588.399 KPa); cuando se alcanza dicha presión, las resistencias eléctricas de la autoclave se encienden hasta que se alcanza una temperatura de 94°C (367.15 K); alcanzados dichos valores de temperatura y presión, el vidrio de base (2) y sus demás componentes se mantienen en la autoclave por 30 min; después, la autoclave se enfría y se retira el vidrio prelaminaado de la bolsa de vacío.

El vidrio prelaminaado se introduce nuevamente a la autoclave y se presuriza hasta alcanzar una presión de 7.5 kg/cm<sup>2</sup> (735.499 KPa), mientras que las resistencias eléctricas se encienden cuando la presión alcanza un valor de 2 kg/cm<sup>2</sup> (196.133 KPa); las resistencias eléctricas se apagan cuando se alcanza una temperatura de 120°C (293.15 K) y la presión se mantiene. La presión de la autoclave se libera cuando la temperatura disminuye a 78°C (351.15 K) y la autoclave se abre cuando la temperatura disminuye a 73°C (346.15 K).

Posteriormente, al menos una parte del espesor de la lámina multicapa (3) de refuerzo es desbastada para formar un bisel reforzado (4) en al menos una parte del espesor de la lámina multicapa (3) de refuerzo.

Finalmente, el vidrio laminado reforzado (1) con bisel reforzado (4) es montado en el marco (5) de la ventana de la puerta lateral del vehículo, como se muestra en la Figura 5, de modo que cada uno de los lados del vidrio laminado reforzado (1) encaja en dicho marco (5) sin que sean forzados.

El producto resultante es un vidrio laminado reforzado (1) con bisel reforzado (4) que fue sometido a un ensayo de "Resistencia al Impacto Múltiple Concentrado" de conformidad con la NOM-146-SCFI-2015 obteniendo un resultado favorable.

El vidrio laminado reforzado (1) con bisel reforzado (4) y el proceso para fabricar un vidrio laminado reforzado (1) descritos en este apartado corresponden a una modalidad específica en donde se emplearon los valores mínimos de espesores, cantidad de láminas y películas. No obstante, las ventajas técnicas de la presente invención son alcanzadas aun si se aumenta el número de láminas y/o películas en función de la resistencia al impacto deseada.