

# INFORME DE RESULTADOS

## Parabrisas: del impacto a la rotura

Junio 2009



**RACC**





**Dirección técnica**  
Fundación RACC

**Colaboración técnica**  
Cátedra Applus en Seguretat de l'Automòbil,  
de la Universitat Politècnica de Catalunya; Josep Garriga Poch

**Agradecimientos**  
Carglass®; Belron® Technical; Universidad Metropolitana de Swansea;  
Laboratorios Calsonic Kanser Ltd.

© 2009 Fundació RACC

Av. Diagonal, 687  
08028 BARCELONA  
[www.fundacionracc.es](http://www.fundacionracc.es)

Diseño: Domènec Òrrit

1ª edición: Junio 2009

Depósito legal: ????

Impresión: T.G. Alfadir, S.A.

Impreso en papel ecológico

Reservados todos los derechos. No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su transmisión por cualquier forma o medio, sin el permiso previo del editor.

# INFORME DE RESULTADOS

## Parabrisas: del impacto a la rotura

Junio 2009

# Índice

<b>0. RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	5	<b>8. COBERTURAS DE LUNAS EN EL SECTOR SEGUROS</b> .....	35
<b>1. INTRODUCCIÓN A LAS LUNAS DE LOS AUTOMÓVILES</b> .....	12	<b>9. EL PARABRISAS Y LA SEGURIDAD</b> .....	37
1.1 Historia de las lunas en el automóvil .....	12	9.1 Seguridad activa .....	37
1.2 Composición de los cristales .....	14	9.2 Seguridad pasiva .....	37
1.3 Funciones de las lunas del vehículo .....	16	<b>10. NORMATIVA</b> .....	38
1.4 Tipología de lunas .....	16	<b>11. SINIESTRALIDAD DE LOS PARABRISAS</b> ....	41
<b>2. CAUSAS DE LOS IMPACTOS EN LOS PARABRISAS</b> .....	21	11.1 Estudio siniestralidad parabrisas. ....	41
<b>3. TIPOS DE ROTURAS EN LOS PARABRISAS</b> ..	22	11.2 Estudio siniestralidad laterales .....	43
<b>4. EVOLUCIÓN DEL IMPACTO A LA ROTURA</b> ..	24	11.3 Crecimiento del parque automovilístico ..	44
<b>5. REPARACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE LUNAS</b> ...	24	11.4 El pavimento de las carreteras .....	45
5.1 Parabrisas .....	24	<b>12. CONCLUSIONES</b> .....	53
5.2 Luna lateral .....	28	<b>13. RECOMENDACIONES A USUARIOS</b> .....	55
5.3 Luneta trasera .....	29	<b>14. BIBLIOGRAFIA</b> .....	57
5.4 Impacto medioambiental. ....	31		
<b>6. COSTES Y AHORRO DE REPARACIONES Y SUSTITUCIONES</b> .....	31		
<b>7. EL CLIMA, UNA VARIABLE QUE AFECTA AL PARABRISAS</b> .....	32		
7.1 Verano: calor extremo .....	32		
7.2 Invierno: frío extremo .....	33		
7.3 Actividades de I+D en análisis del clima ...	34		

## 0. Resumen ejecutivo

### Evolución histórica

Las lunas en los vehículos se introdujeron en los años 10 del siglo XX, principalmente con el objetivo de aislar el habitáculo de las condiciones existentes en el exterior del vehículo, creando un espacio de confort para los ocupantes. Dado que este elemento únicamente tenía esta función, la concepción inicial de las lunas consistía en un vidrio templado con muy poca resistencia frente a impactos. A medida que la evolución del automóvil introduce nuevas funciones a sus diferentes componentes y sistemas, y van apareciendo nuevas líneas de investigación y desarrollo como la seguridad, el concepto de luna y concretamente el concepto de parabrisas experimenta una evolución tanto en su tamaño, que va en aumento, como en su función, convirtiéndose así en un elemento de seguridad.

Con estos nuevos requerimientos, el parabrisas pasó de ser un cristal templado a ser una luna laminada, formada por dos láminas de cristal unidos por una lámina de PVB (polivinilbutiral). Con esta configuración, la resistencia mecánica a los golpes del parabrisas aumentó en gran medida, impidiendo la entrada o salida de objetos al interior del habitáculo. Asimismo, cuando se produce una rotura del cristal, éste no se fragmenta como el cristal templado sino que los fragmentos quedan adheridos a la lámina de PVB, sin que sean proyectados y sin que puedan producir lesiones en los ocupantes del vehículo.

Más recientemente, el parabrisas pasa a ser el elemento de soporte para algunos de los sistemas HMI (Human Machine Interface) y ADAS (Advanced Driver Assistance Systems) de reciente incorporación en el automóvil. Algunos ejemplos de estos elementos y sistemas son el sensor de luz y el sensor de lluvia o el head up display. Asimismo, el parabrisas también es el soporte para los airbag acompañante ubicados "top-mount", que al hincharse se apoyan en el parabrisas para lograr un correcto despliegue y, por tanto, una correcta función de protección.

## Rotura del parabrisas

Según el Estudio Anual de Mercado de Carglass® de 2008, la distribución de roturas entre las diferentes lunas presentes en el vehículo indica que el parabrisas es la luna del vehículo que presenta una mayor frecuencia de roturas (73%), seguida por las lunas laterales (21%) y la luna trasera (6%).

La principal causa de la rotura del parabrisas del automóvil es el impacto de gravilla proyectada hacia el parabrisas, representando un 80% de los casos. Las otras causas que aparecen en la rotura del parabrisas son la caída de ramas de árboles o el vandalismo.

Existen principalmente 4 tipos de roturas en el parabrisas: desgaste superficial, ojo de buey, ojo de buey con micro-fisuras, y rotura con grietas. El desgaste superficial supone una ligera marca en el parabrisas, la cual no corre ningún riesgo de degenerar. El ojo de buey es un agujero cónico de unos 1-2,5 cm de diámetro de base, la cual se asienta en la cara exterior del parabrisas. El vértice de este cono se sitúa en la lámina de PVB. En el caso del ojo de buey, raramente hay agrietamiento posterior del cristal. El ojo de buey con micro-fisuras es un tipo de rotura que aúna un ojo de buey con grietas como consecuencia del impacto. Estas grietas normalmente tienen forma de estrella y el riesgo de que se propaguen es elevado. Finalmente, la rotura con grietas es la más peligrosa para el parabrisas porque es la que presenta una mayor probabilidad de propagarse ante una sollicitación (fuerza) externa.

Al producirse un impacto en el parabrisas y producirse una grieta, debe procederse a la reparación o a la sustitución del mismo. Cuando este elemento presenta algunos de los defectos anteriores sus propiedades mecánicas disminuyen, pudiendo llegar a producirse el fallo del parabrisas a causa de una variación brusca de las condiciones térmicas externas o internas, o bien por las fuerzas a las que se vea sometido, ya sean de aplicación directa o por la transmisión de esfuerzos de flexión o torsión a través de la carrocería.



Desgaste superficial



Ojo de buey



Ojo de buey con micro-fisuras



Rotura con grietas

## Reparación del parabrisas

Cuando se ha producido algún tipo de desperfecto, el parabrisas puede ser reparado o sustituido en una gran mayoría de casos. En cambio, cualquier daño como consecuencia de un impacto en las lunas laterales o en la luneta trasera, comporta la necesidad de sustitución de dicha luna, ya que la mayoría de vehículos no monta cristales laminados en los laterales.

El proceso de reparación del parabrisas se inicia con la protección de los elementos del vehículo y con la limpieza del área dañada. A continuación, y mediante una herramienta específicamente diseñada, se hace el vacío en la zona del impacto y se le añade una resina epoxi de relleno. Para secar la resina se aplica una luz ultravioleta durante 3 minutos y posteriormente se retira la resina sobrante hasta dejar la superficie del parabrisas lisa.

La sustitución del parabrisas es un proceso que se inicia de manera parecida al proceso de reparación, protegiendo inicialmente tanto la carrocería como el interior del vehículo. A continuación se retira la luna dañada y se aplica una imprimación al marco del vehículo, así como adhesivo al parabrisas nuevo. Finalmente, se coloca el nuevo parabrisas en el marco, necesiéndose una hora adicional para el completo secado del adhesivo.

#### El factor clima

El clima es un factor que afecta de forma importante al proceso de rotura y propagación de la grieta en los parabrisas. Hay que tener en cuenta que una gran diferencia de temperatura entre el interior y el exterior del parabrisas puede comportar el riesgo de agrietamiento de un impacto inicial. Es por ello que los usuarios deben tener la precaución de no favorecer las condiciones extremas de temperatura. En un día caluroso de verano no debe concentrarse el chorro de aire frío hacia el parabrisas, y tampoco el chorro de aire caliente en un día de invierno riguroso. Si se orientan los surtidores de aire hacia posiciones más repartidas en el habitáculo del automóvil, el cambio de temperatura de la cara interior del parabrisas es más progresivo, y de esta forma se impide que una rotura se convierta en una grieta de varios centímetros. Es importante tener en cuenta que además de la posible variación de temperatura existente entre la cara interior y exterior, otro fenómeno que puede producir la apertura de una grieta es la velocidad a la que varía la temperatura, por tanto, se debe evitar cualquier cambio brusco de temperatura que además produzca contraste entre las láminas del parabrisas.

Los procesos de I+D en los últimos tiempos se concentran en la influencia que tiene el factor temperatura en el avance de la grieta en caso de rotura del parabrisas, a fin de poder desarrollar nuevos procesos y tecnologías que permitan una más efectiva reparación de parabrisas en los vehículos.

#### Las coberturas de seguros

El sector de los seguros del automóvil incluye, dentro del seguro obligatorio, una cobertura específica en caso de rotura de lunas. El hecho de disponer de esta cobertura hace que el coste, tanto de reparar como de sustituir el parabrisas, esté incluido en la prima del seguro que paga el usuario. Ahora bien, en este tipo de cobertura sí puede haber diferencias entre reparar y sustituir el parabrisas, y estas diferencias se encuentran en la bonificación por no siniestralidad. En caso de reparar el parabrisas, en la mayoría de casos no habrá pérdida de bonificación del seguro, mientras que en el caso de sustitución de parabrisas, sí puede haber una pérdida de bonificación del seguro dependiendo de la empresa aseguradora y el tipo de seguro contratado. El precio de esta cobertura se sitúa entre 50 y 100 euros (puede suponer entre un 10% y un 20% de coste adicional en una prima de seguro a terceros de 500 euros). No obstante, es muy interesante contratarla por el hecho que al hacerlo, la póliza pasa a ser consorciable. Esto significa que habrá muchas situaciones extraordinarias (inundaciones, terremotos, vandalismo, etc.), que normalmente no cubren las compañías aseguradoras, y que quedarán cubiertas. El Consorcio de Compensación de Seguros (un ente público) se encargará de ello. En caso de no disponer de esta cobertura de lunas, el coste de reparación de parabrisas que debe asumir el usuario es de unos 60-100 euros, mientras que la sustitución del parabrisas puede ascender hasta los 300 euros.

## Leyes y Normativas

Como todos los procesos de fabricación, la producción de lunas de automóviles debe cumplir con todo un conjunto de leyes y normas establecidas por Administraciones Públicas y otros organismos reguladores. Es obligatorio desde el 1 de enero del año 1983, según el **reglamento 43 de la ONU**, que los parabrisas sean de cristal laminado.

En el marco de las normativas de homologación, existen cinco pruebas estándar en los parabrisas para controlar la visibilidad después de la rotura del parabrisas, la resistencia a la penetración de objetos, la resistencia a la colisión de la cabeza de los ocupantes, la resistencia a la variación de las condiciones del medio ambiente (temperatura, humedad, etc.) así como a los agentes químicos de limpieza, y finalmente el control de las prestaciones ópticas (transmisión de la luz, limitación de las deformaciones de los objetos vistos a través de la luna, etc.).

Una vez la luna ha sido homologada, adquiriendo la conformidad del reglamento nº 43, se coloca la marca de homologación de la luna en una situación visible. Esta marca debe ser legible e indeleble en los parabrisas que no hayan sido sustituidos.

La **directiva europea 2001/92** dicta los requerimientos que debe cumplir un parabrisas, y son los siguientes: reducción al máximo de las lesiones de los ocupantes en caso de rotura, soporte de los esfuerzos y las tensiones durante la conducción, soportar las agresiones de productos químicos, transparencia absoluta de la luna evitando cualquier distorsión, y finalmente mantenimiento de un nivel de visibilidad suficiente tras la rotura que permita seguir con la conducción.

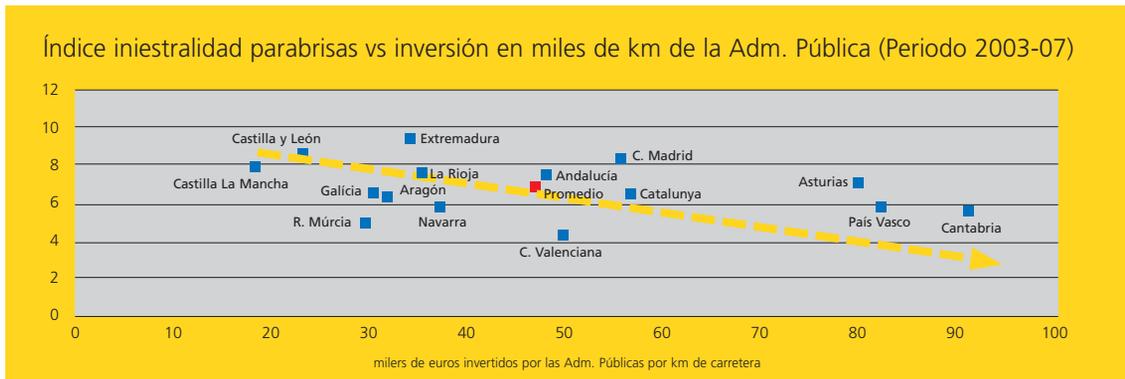
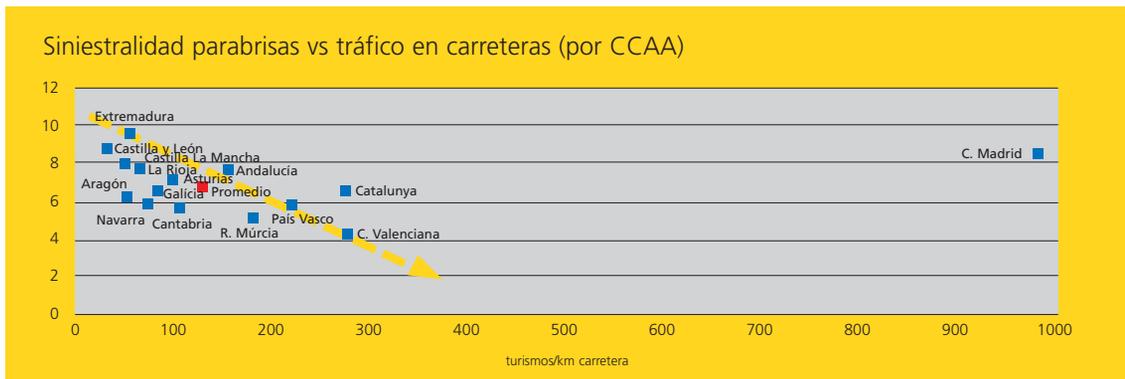
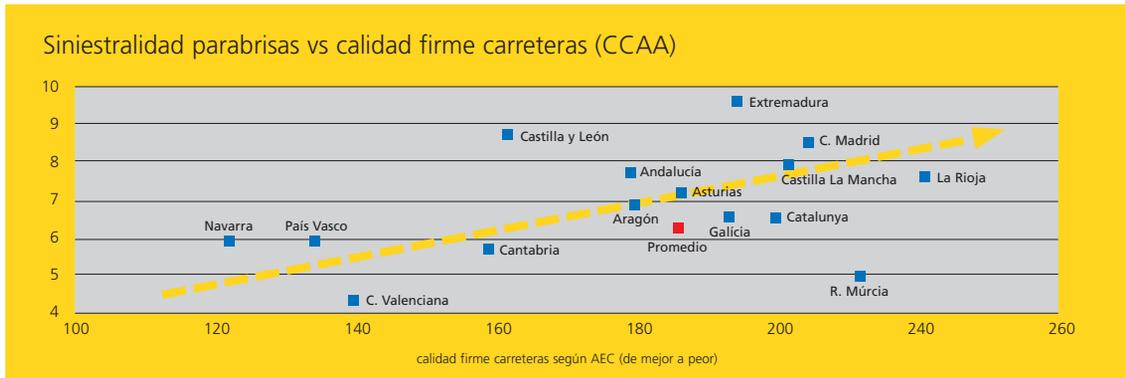
El **reglamento general de vehículos**, aprobado por el **Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre**, también dicta ciertas condiciones para el parabrisas de un automóvil. Estas condiciones se asimilan mucho a las de la Directiva 2001/92.

Hay también ciertas normas UNE e ISO que tratan la calidad de fabricación de los parabrisas. La norma **UNE 26499:2003** se refiere a vehículos de carretera, vidrios de seguridad y ensayos mecánicos. Por otro lado hay cinco normas ISO relativas a lunas del vehículo y a sus accesorios.

Otros factores

La rotura del parabrisas de un automóvil puede generarse como consecuencia de diferentes factores. Este estudio ha utilizado datos del Ministerio de Fomento y de estudios realizados por la Asociación Española de la Carretera, para realizar una serie de gráficos que sugieren que la siniestralidad de los parabrisas aumenta al disminuir la calidad del pavimento de las carreteras, y que la siniestralidad de los parabrisas disminuye

al aumentar el volumen de tráfico que soporta la carretera debido al mejor mantenimiento del pavimento en vías con alta densidad de circulación. También se ha llegado a una tercera conclusión relacionada con el punto anterior, y es que si hay mayor inversión por km de carretera, la siniestralidad de los parabrisas disminuye. En los gráficos se incluye la línea de tendencia detectada del estudio estadístico.



## Seguridad

El parabrisas es un elemento del vehículo que interviene tanto en la seguridad activa como en la seguridad pasiva del vehículo. En referencia a la seguridad activa, el parabrisas debe mantener unas condiciones de visibilidad así como hacer de soporte a otros elementos como los limpiaparabrisas o los sensores de luz y lluvia. En referencia a la seguridad pasiva, la rigidez del parabrisas contribuye, aunque sin desarrollar una función crítica, en la distribución de los esfuerzos entre los elementos estructurales de la carrocería del vehículo. Asimismo, también impide la intrusión en el habitáculo de elementos externos al vehículo durante el impacto, reduciendo el riesgo de lesiones de sus ocupantes. Además, el parabrisas realiza la función de apoyo en el airbag del acompañante en aquellos casos en que vaya sea "top-mount", es decir, cuando la tapa está ubicada en la parte superior del tablero. Si como consecuencia de una mala operación de sustitución, por una mala aplicación del adhesivo o de un mal curado, el parabrisas podría salir proyectado del marco en caso de impacto, y el airbag no se desplegaría según la manera en que se ha diseñado, pudiendo no ofrecer una correcta protección a los ocupantes del vehículo.

## Recomendaciones al usuario

A continuación se enumeran un conjunto de recomendaciones básicas para el usuario:

- **Mantener una cierta distancia de seguridad con el vehículo precedente** para evitar el impacto de gravilla en el parabrisas.
- **En caso de recibir algún impacto en el parabrisas, acudir lo más rápido posible al especialista**, bien sea para sustituir o reparar, para evitar que un defecto leve acabe convirtiéndose en un defecto que ocasiona irremediablemente una sustitución del parabrisas.
- **No verter agua caliente sobre el parabrisas para descongelarlo**, dado que la elevada diferencia de temperatura y la elevada velocidad de transmisión de ésta puede provocar la propagación de una grieta si hay una rotura, por pequeña que sea.

- **En situaciones de mucho frío o calor exterior, evitar dirigir el aire caliente o frío directamente sobre el parabrisas**, ya que podría abrirse una grieta existente por la diferencia elevada de temperaturas entre las capas externa e interna del parabrisas.
- **Consultar si la reparación o la sustitución del parabrisas afecta a la bonificación de la póliza del seguro**, ya que normalmente la reparación no implica pérdida de bonificación en la póliza mientras que la sustitución sí.
- **Reparar implica un menor tiempo de inmovilización del vehículo que sustituir.**
- **Carreteras con un pavimento en mal estado presentan una tasa mayor de rotura del parabrisas**, ya que existe una probabilidad mayor de recibir un impacto de gravilla proyectada por los vehículos que circulan por delante. En caso de que se haya de circular por este tipo de vías de manera habitual asegúrese de contratar una póliza que incluya la cobertura de lunas.
- **El parabrisas es un elemento que se inspecciona en la ITV**, con lo cual, es importante tenerlo siempre en buen estado, sin ningún impacto ni grieta, y en caso de tenerla acudir al taller especialista antes de pasar la revisión.

**Tabla resumen reparación - sustitución**

Tipo de luna	Tipo de rotura (Elemento de inspección técnica ITV)	Reparación	Sustitución
Parabrisas  Material: cristal laminado	Desgaste superficial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparable según grado de desgaste.</li> <li>• Coste de reparación un tercio de la sustitución.</li> <li>• Menor tiempo de inmovilización del automóvil.</li> <li>• Normalmente no afecta la bonificación del seguro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustitución no recomendada.</li> <li>• Normalmente mayor tiempo de inmovilización del automóvil.</li> <li>• Puede afectar la bonificación del seguro.</li> </ul>
	Ojo de buey	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coste de reparación un tercio de la sustitución.</li> <li>• Menor tiempo de inmovilización del automóvil.</li> <li>• Normalmente no afecta la bonificación del seguro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustitución no recomendada.</li> <li>• Normalmente mayor tiempo de inmovilización del automóvil.</li> <li>• Puede afectar la bonificación del seguro</li> </ul>
	Ojo de buey con micro-fisuras  Impacto con grietas  Todo tipo de rotura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coste de reparación un tercio de la sustitución.</li> <li>• Menor tiempo de inmovilización del automóvil.</li> <li>• Se recomienda la reparación antes que aparezcan grietas.</li> <li>• Normalmente no afecta la bonificación del seguro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustitución no recomendada.</li> <li>• Normalmente mayor tiempo de inmovilización del automóvil.</li> <li>• Puede afectar la bonificación del seguro</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las grietas de diámetro inferior a 4cm son reparables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustitución necesaria en caso de grietas superiores a 4 cm.</li> <li>• Puede afectar la bonificación del seguro</li> </ul>
Lunas laterales, luneta trasera.  Material: cristal no laminado		<ul style="list-style-type: none"> <li>• La reparación de los cristales no laminados no es viable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El cristal no laminado comporta la necesidad de sustitución en cualquier tipo de rotura.</li> </ul>

# 1. Introducción a las lunas de los automóviles

## 1.1 HISTORIA DE LAS LUNAS EN EL AUTOMÓVIL

Los primeros vehículos que fueron desarrollados y comercializados no incorporaban ningún tipo de cristal que tuviera la función de proteger a los ocupantes del vehículo en caso de proyección de cualquier objeto al interior del habitáculo, como por ejemplo una piedra, o bien de aislar tanto acústica como térmicamente el espacio destinado al habitáculo de pasajeros. En la Fig. 1.1 se muestra un ejemplo de estos primeros vehículos.

**Fig. 1.1.**

Vehículo a vapor fabricado en 1884 por De Dion, Bouton et Trepardoux<sup>1</sup>



Pasados unos años del lanzamiento de estos primeros vehículos, en 1910 se introduce el uso de lunas para evitar el impacto de cualquier objeto contra los pasajeros en caso de accidente. De todos modos, estos primeros parabrisas, que aparecían como única luna del vehículo, eran estratificados, por tanto, en caso de colisión éste se rompía con el impacto. En la Fig. 1.3 se muestra el vehículo Renault AX de 1914:

**Fig. 1.3.**

Imagen del Renault AX de 1914<sup>2</sup>



Una década más tarde, en los años 20, se generaliza la comercialización de vehículos cerrados, en aquel momento llamados de conducción interior. Es en esta época cuando los cristales, tanto las lunas delanteras como los cristales laterales y posteriores, entran en el desarrollo conjunto con el automóvil. En la Fig. 1.4 se muestra el Ford T.

<sup>1</sup> Fuente: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

<sup>2</sup> Fuente: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

**Fig. 1.4.**  
Ford T. Ejemplo de vehículo denominado de conducción interior<sup>3</sup>



En el año 1927 se incorpora por primera vez el parabrisas laminado como resultado de los trabajos del químico francés E. Benedictus de 1909. La innovación que incorporaba este parabrisas era intercalar una capa de celuloide entre las dos capas de cristal. Este tipo de parabrisas se instaló de serie en el modelo Ford A, aunque el uso de este parabrisas no se extendió de forma generalizada hasta unos años más tarde. En la Fig. 1.5 se muestra el vehículo Ford A.

**Fig. 1.5.**  
Modelo Ford A, primer vehículo equipado con parabrisas laminado. (1927)<sup>4</sup>



En el año 1928 aparece el modelo DIXI 3-15, de BMW, que incorporaba el primer parabrisas de seguridad de la historia. Éste era producido con un sistema de templado de cristales que impedía su fragmentación en caso de rotura. Este parabrisas incorporaba una nueva tecnología consistente en el templado del cristal. En la Fig. 1.6 se muestra el vehículo BMW DIXI 3-15.

**Fig. 1.6.**  
BMW DIXI 3-15<sup>5</sup>



En los años 30 el concepto de vehículo con formas aerodinámicas se impone entre los fabricantes. Esto conlleva a un cambio importante de la forma del parabrisas para integrarse en la forma aerodinámica de la carrocería, dejando de ser un elemento plano, para convertirse en la prolongación de las formas curvas del frontal del vehículo. En la Fig. 1.7 se presenta la imagen de un Peugeot 402 del año 1934.

**Fig. 1.7.**  
Peugeot 402 (1934)<sup>6</sup>



3 Fuente: [www.motorpasion.com](http://www.motorpasion.com)  
4 Fuente: [www.infocoche.com](http://www.infocoche.com)  
5 Fuente: [www.cochesadictos.com](http://www.cochesadictos.com)  
6 Fuente: <http://tourisme.cyberindre.org>

A finales de los años 40 se introduce de forma generalizada la utilización del cristal templado con la intención de mejorar las prestaciones que los cristales utilizados hasta el momento eran capaces de ofrecer. De todos modos este cristal se agrieta y se rompe al recibir el impacto de elementos proyectados, y por tanto, es necesario innovar en este componente para impedir la disminución de visibilidad a consecuencia de una grieta originada por un impacto e impedir la rotura del cristal y la introducción de los restos en el habitáculo del vehículo.

En el año 1983 entra en vigor el Reglamento 43 de la ECE. Este Reglamento hace referencia a todos los vidrios de seguridad utilizados en el mundo de la automoción, exceptuando por tanto los cristales de protección y los cristales de los dispositivos luminosos, afectando a los vidrios laminados y a los vidrios templados. El objetivo de este Reglamento es unificar los criterios de validación de estos componentes y definir una serie de ensayos a realizar y unos resultados mínimos a obtener. Para el vidrio laminado se introduce un ensayo de resistencia y límite de penetración, introducido específicamente para proteger a los ocupantes del vehículo.

En la actualidad, únicamente es obligatorio utilizar el cristal laminado en el parabrisas, dejando la utilización de este tipo de cristal en vidrios laterales y posteriores para aplicaciones específicas de vehículos de alta gama, aunque la utilización del cristal laminado en todas las lunas del vehículo se está extendiendo progresivamente a vehículos de gama media.

La superficie de los parabrisas ha aumentado notablemente en los últimos años. Hace 20 años tenían una superficie media de 3,5 m<sup>2</sup>, mientras que actualmente es de 5 m<sup>2</sup>, habiendo modelos que llegan a los 6 m<sup>2</sup>.

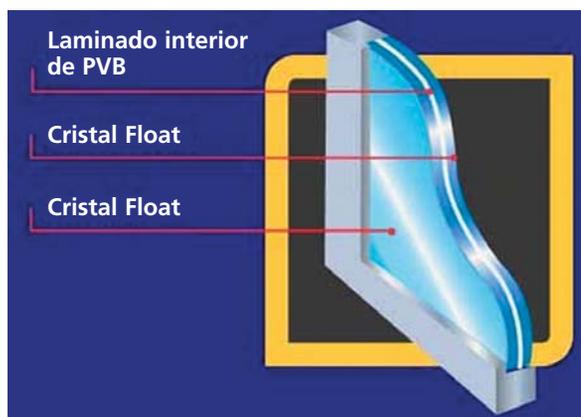
## 1.2. COMPOSICIÓN DE LOS CRISTALES

Actualmente, y tal como se indica en el Reglamento 43 de la Comunidad Económica Europea del año 1983, los parabrisas están fabricados con cristal laminado. Aproximadamente, las características de los cristales laminados actuales son:

- 2 láminas de cristal de un grosor aproximado de 2,1 mm
- 1 lámina intermedia de polivinilbutiral (PVB o butilar) de un espesor aproximado de 0,76 mm, y cuya función es adherir las dos capas de cristal.

**Fig. 1.8.**

Composición y ubicación de las láminas de cristal y polivinilbutiral de un cristal laminado<sup>7</sup>



La lámina intermedia es el componente que impide el desprendimiento de los fragmentos de cristal en caso de rotura causada por un impacto o por el avance de una grieta.

La fabricación de los cristales laminados tiene un proceso de 3 fases:

- Corte y serigrafía
- Moldeo
- Ensamblaje

<sup>7</sup> Fuente: [www.registrocdt.cl](http://www.registrocdt.cl)

En la fase de corte y serigrafía se recortan los paneles de cristal en bruto, con el tinte y las cualidades ópticas requeridos para el producto final, según las dimensiones requeridas. Una vez cortadas las piezas con sus medidas se fresan los bordes para obtener un buen acabado y eliminar los puntos débiles originados en el proceso de corte. Posteriormente, la pieza se lava y se seca para poder aplicar el proceso de serigrafía, aplicando un esmalte negro según la plantilla indicada para ocultar el adhesivo que se utilizará posteriormente para fijar el componente al vehículo.

En la fase de moldeo, el par de láminas de cristal que constituirán el parabrisas se colocan en un utilaje para fijar la posición y se introducen en un horno, donde

ambas láminas se someten a un proceso de moldeo por gravedad. A medida que la temperatura aumenta, hasta aproximadamente los 700°C, el parabrisas fluye para adaptarse a la forma del molde, obteniendo así la forma curvada que finalmente tendrá el componente.

Finalmente, una vez las láminas de cristal se han enfriado, éstas se separan y se intercala entre ellas una lámina de PVB en un ambiente controlado para evitar la inclusión de impurezas. Finalmente se adhieren las tres piezas sometiéndolas a calor y a presión para conseguir que el PBV polimerice, adhiriéndose a las láminas de cristal. En la Fig. 1.9. se presenta un esquema de las fases del proceso de fabricación de las lunas laminadas.

**Fig. 1.9.**  
Secuencia de fabricación del cristal laminado<sup>8</sup>



<sup>8</sup> Fuente: <http://debates.coches.net>

Los otros cristales del vehículo son a menudo aún de cristal templado. Este tipo de cristal se fabrica calentando un cristal convencional hasta unos 650-750°C, enfriándolo posteriormente a gran velocidad, normalmente mediante chorros de aire. De esta manera, la superficie del vidrio es más resistente que su interior, siendo por consiguiente este tipo de vidrio más sólido que un vidrio convencional del mismo grosor. La resistencia mecánica es 4 ó 5 veces la de un cristal normal, aunque mantiene las propiedades ópticas. Al recibir un impacto contundente, el cristal templado se rompe en pequeños trozos redondeados, los cuales no producen lesiones en caso de desprenderse sobre los ocupantes del vehículo en caso de fragmentación del parabrisas.

Asimismo, el cristal laminado ofrece una características mecánicas en condiciones estáticas y dinámicas superiores a las del cristal templado, teniendo una mayor rigidez y una resistencia mecánica unas 10 veces superior.

Últimamente se han ido introduciendo algunas lunas, diferentes al parabrisas, de cristal laminado, principalmente correspondientes a los cristales laterales de vehículos de gama alta.

### 1.3. FUNCIONES DE LAS LUNAS DEL VEHÍCULO

Como se ha comentado anteriormente, los objetivos principales de las lunas en el automóvil son:

- Impedir la intrusión de objetos provenientes del exterior del vehículo
- Realizar una función de aislante, tanto térmico como acústico, para incrementar el confort de los ocupantes
- Crear un espacio cerrado dentro del automóvil, destinado a las personas.

Asimismo, con la introducción de los cristales laminados, otra función que desempeñan las lunas es contribuir a la rigidez global del vehículo, tanto en el aspecto de absorción de esfuerzos cortantes y torsionales como en la distribución de esfuerzos desde la travesía parabrisas hacia los montantes A y la zona de techo.

### 1.4. TIPOLOGÍA DE LUNAS

Actualmente, el automóvil incorpora diferentes tipos de lunas, cada una de ellas con unas características específicas, tanto a la fabricación como a las funciones que desempeñan. Asimismo, el incremento de los requerimientos de seguridad que últimamente han experimentado los vehículos han provocado un aumento de la altura de la línea de cintura del vehículo y por tanto, un paulatino desplazamiento de las entradas luminosas del vehículo a través de los cristales hacia el parabrisas o el techo.

En la Fig. 1.10 se presenta un esquema con las lunas presentes en los vehículos, que posteriormente se tratarán con más profundidad.

**Fig. 1.10.**

Ejemplo de vehículo con los tipos de lunas que equipa<sup>9</sup>



<sup>9</sup> Fuente: <http://es.autoblog.com>

**Parabrisas:**

Como se ha comentado en apartados anteriores, la entrada en vigor del R43 hizo que todos los parabrisas que se instalan desde entonces sean de cristal laminado. Al igual que la industria del automóvil en general, el parabrisas se ha visto mejorado por multitud de innovaciones, que afectan tanto a su forma como a los equipos que se relacionan con él dentro del automóvil.

Entre los conceptos del automóvil que han evolucionado durante los últimos años, hay que destacar la tendencia a tener una mayor superficie acristalada. Dado que los requerimientos de seguridad han ido aumentando, el aumento de dicha superficie se ha visto principalmente en la zona superior del vehículo, es decir, en la zona de techo.

Así pues, una variación de los parabrisas tradicionales son los parabrisas panorámicos, es decir, aquellos que se prolongan por la zona anterior del techo del vehículo.

La instalación de este tipo de parabrisas implica una serie de cambios estructurales en el vehículo. El principal aspecto a tener en cuenta es la variación de la posición de la travesía sobre parabrisas, encargada de mantener la distancia entre los montantes A. Con la utilización de este tipo de parabrisas se retrasa la posición de dicha travesía aunque el comportamiento estructural del vehículo es similar a un vehículo con parabrisas convencional.

En las Fig. 1.11 a 1.14 se muestran ejemplos de este tipo de parabrisas.

**Fig. 1.11.**

Parabrisas panorámico<sup>10</sup>

**Fig. 1.12, 1.13 y 1.14.**

Distintas imágenes de un parabrisas panorámico<sup>11</sup>



<sup>10</sup> Fuente: [www.km77.com](http://www.km77.com)

<sup>11</sup> Fuente: [www.km77.com](http://www.km77.com)

Entre los componentes del vehículo que utilizan el parabrisas como elemento de soporte, bien sea como soporte físico en el vehículo o como soporte para la interfaz con otros sistemas o el conductor cabe destacar:

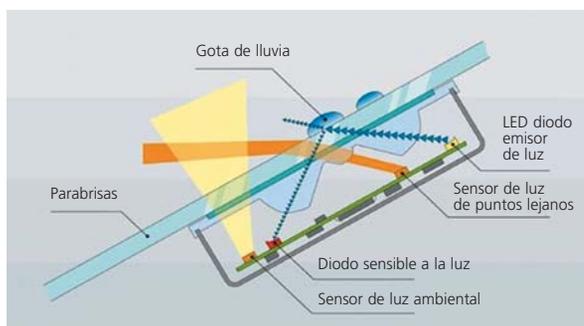
- Sensor de luz y sensor de lluvia:

El sensor de luz y el sensor de lluvia son los captadores de información de los sistemas de conexión y desconexión automáticas de los sistemas de iluminación y limpiaparabrisas. Estos sensores se encuentran pegados en el parabrisas anterior, detrás del espejo retrovisor interior.

- Parabrisas con sensor de lluvia:

Se trata de un dispositivo capaz de "leer" la cantidad de agua de lluvia depositada sobre el parabrisas para ajustar en consecuencia la cadencia del barrido de las escobillas limpiaparabrisas. Esto permite un funcionamiento perfectamente automático y "a la medida", para mantener la plena visibilidad a través del parabrisas durante la conducción en mojado. Consta de un sensor que se coloca por la parte interior del parabrisas y cuenta con un emisor y un receptor de infrarrojos. Un parabrisas limpio refleja todo el rayo emitido, mientras que el agua depositada sobre él, se refracta y no vuelve al captador. La cantidad de luz "perdida" en el camino sirve de medida de la cantidad de agua depositada y de la cantidad de veces que deberá entrar en acción el limpiaparabrisas.

**Fig. 1.15.** Ejemplo de sensor de lluvia ubicado en el parabrisas<sup>12</sup>



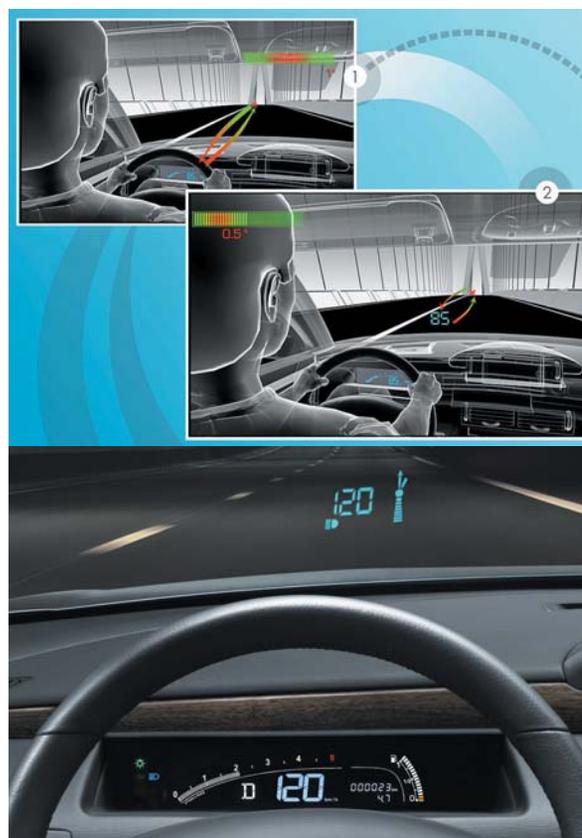
12 Fuente: www.km77.com  
13 Fuente: www.km77.com

- Head Up Display:

El Head Up Display es un sistema de seguridad activa, dentro del grupo denominado HMI, y cuya función es proyectar la información básica del vehículo en el parabrisas, dentro del campo de visión del conductor, con el objetivo de evitar la desviación de la mirada del conductor hacia el cuadro de instrumentos perdiendo percepción de la carretera. La información que se proyecta hace referencia a información básica de la conducción, como por ejemplo la velocidad de circulación o las próximas instrucciones del navegador para seguir la ruta indicada.

En las Fig. 1.16 y 1.17 se muestra un ejemplo de un HUD y las ventajas que proporciona en cuanto a la concentración del conductor en la carretera.

**Fig. 1.16 y 1.17.** Información proyectada por el Head Up Display y diferencia de tiempo de lectura de la información<sup>13</sup>



**Cristales laterales:**

Aunque tradicionalmente el cristal lateral ha sido fabricado en cristal templado, actualmente es un concepto que está empezando a cambiar. No únicamente los vehículos de gama alta empiezan a montar cristales laterales laminados, sino que aparecen vehículos concretos que también montan este tipo de lunas laterales.

Hay que tener presente que la evolución en las roturas de lunas laterales ha ido aumentando en los últimos años, como consecuencia principalmente de la incorporación de elementos tecnológicos que son objeto de numerosos robos. Mientras que en el año 2004, el porcentaje de roturas de lunas laterales era del 22%, en el año 2007 este porcentaje subió hasta el 26%.

La rotura de la luna lateral supone un trabajo específico a la hora de desmontar el cristal y montar el nuevo ya que normalmente deben desacoplarse todos los mecanismos del interior de la puerta y la labor de limpieza del interior del vehículo es bastante compleja. Asimismo, esta labor se complica más cuando el cristal es laminado, ya que los fragmentos que se desprenden del cristal tienen un menor tamaño y pueden quedar en cualquier ubicación, haciendo más costosa la limpieza de interiores y tapicerías.

Asimismo, el número de referencias en los cristales laterales es muy elevado, por la diferencia entre lado izquierdo y derecho y el número de custodias que puede tener un mismo vehículo.

**Luneta trasera:**

La luneta trasera incorpora un circuito térmico impreso; son vidrios en los que por el sistema de impresión serigráfica, horizontalmente, se depositan en su cara interior esmaltes vitrificables, y pasta de plata la cual actúa como desempañador; posteriormente es sometido al proceso de templado. En dicha operación el esmalte queda vitrificado, formando masa con el vidrio y adquiriendo las similares propiedades que el vidrio templado normal.

Sin embargo, su resistencia al choque mecánico, la cual está condicionada por la superficie esmaltada, es menor que en el cristal templado, pues es más frágil. Tiene tendencia a agrietarse al someterse a deformaciones o esfuerzos. En la Fig. 1.18 se presenta un ejemplo de luneta trasera.

**Fig. 1.18.**

Ejemplo de luneta trasera con el circuito impreso para desempañar el cristal<sup>14</sup>



<sup>14</sup> Fuente: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

### Techo solar

La progresiva incorporación del techo solar en los automóviles es una consecuencia del aumento de la línea de cintura de los vehículos, que hace que se necesite nuevas entradas de luminosidad en el interior del vehículo, con la finalidad de evitar la sensación de estar demasiado cerrado en el interior del vehículo.

Principalmente, los techos solares están comprendidos entre los de tamaño pequeño, que corresponden a aquellos que únicamente ocupan una línea de asientos, y los considerados de tamaño grande, que corresponden a los que ocupan más de una línea de asientos.

La inclusión de este tipo de techos requiere algún cambio estructural en el vehículo, como la recolocación de alguna travesía de techo. De hecho, estos techos únicamente pueden instalarse de fábrica, y deben superar una homologación separada al mismo vehículo sin el techo solar.

En la Fig. 1.19 se presenta un ejemplo de techo solar de tamaño pequeño:

**Fig. 1.19.**

Ejemplo de techo solar de tamaño pequeño<sup>15</sup>



En la Fig. 1.20 se presenta un ejemplo de techo solar de tamaño grande:

**Fig. 1.20.**

Ejemplo de techo solar de tamaño grande<sup>16</sup>



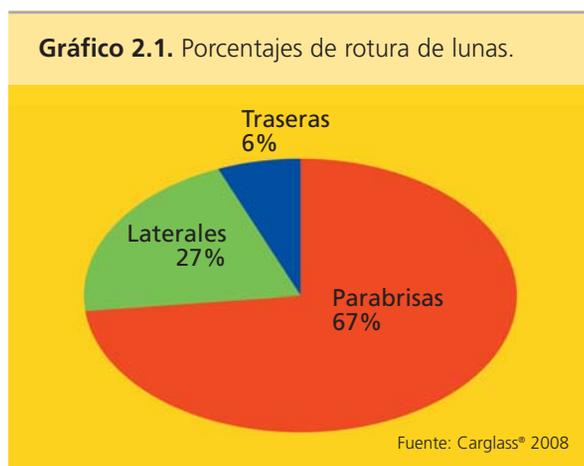
---

<sup>15</sup> Fuente: [www.km77.com](http://www.km77.com)

<sup>16</sup> Fuente: [www.km77.com](http://www.km77.com)

## 2. Causas de los impactos en los parabrisas

De todas las lunas que equipa el vehículo, la que presenta un mayor porcentaje de roturas es el parabrisas, seguido de las lunas laterales y finalmente por las lunetas traseras, tal y como se puede apreciar en el Gráfico 2.1.



Concretamente, tres cuartos del total de roturas hacen referencia a la rotura del parabrisas, mientras que únicamente el 6% de los casos hacen referencia a la rotura de la luneta trasera. Tal y como se mostrará más adelante, esta estadística tiene una relación directa con la causa de la rotura de la luna, haciendo referencia principalmente a tres grandes bloques de causas: impactos recibidos durante la circulación del vehículo, desperfectos ocasionados por la climatología o bien actos vandálicos. Las roturas relacionadas con la circulación del vehículo tienen relación con la velocidad de circulación, el estado del pavimento y los kilómetros recorridos por el vehículo.

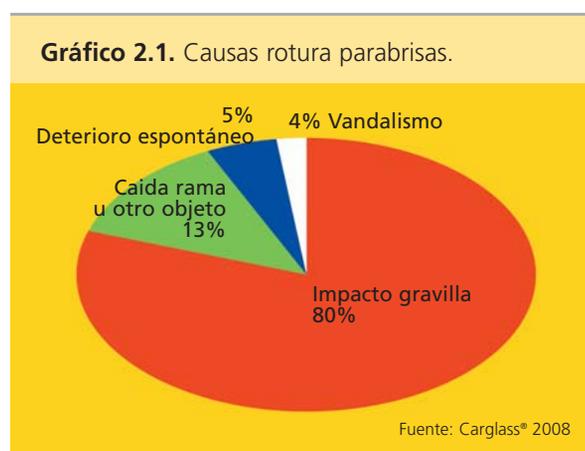
A continuación se muestran los resultados de una encuesta enfocada a conocer las principales causas de la rotura de los parabrisas de un vehículo. Los porcentajes extraídos para cada causa proceden de una encuesta realizada a conductores de automóvil en

Francia y que han sufrido alguna rotura en el parabrisas de su vehículo, encuesta aparecida en la revista Carglass® News nº 5 de noviembre de 2004, conclusiones que son todavía válidas.

Las 4 causas principales que originan una grieta en el parabrisas en un automóvil son:

- Impacto de gravilla, lo que comporta un impacto en el parabrisas del vehículo. Es reparable casi en un 50 % de los casos, siempre y cuando se cumplan con las especificaciones y características de los casos reparables, como se explicará más adelante. Es la causa del 80 % de roturas de parabrisas. Uno de estos impactos puede llegar a disminuir la resistencia del parabrisas en un 70 %.
- Caída de una rama u otro objeto, es la causa de un 13 % de las roturas.
- Deterioro espontáneo, aunque puede venir a raíz de un pequeño impacto inicialmente difícil de identificar, también puede tener como causas un shock térmico (elevada diferencia de temperatura entre el interior y el exterior del vehículo), una excesiva torsión de la carrocería, ... Un defecto de fabricación también es una posible causa de un deterioro espontáneo. Es la causa de un 5 % de las roturas.
- Vandalismo, responsable de un 2 % de las roturas, bien por intento de robo del vehículo, de algún elemento del interior del vehículo o bien por actos vandálicos.

En el Gráfico 2.2 se muestran los porcentajes correspondientes a las anteriores causas tratadas.



### 3. Tipos de roturas en los parabrisas

Los cuatro tipos principales de impactos en parabrisas son los siguientes<sup>17</sup>:

- **Desgaste superficial** (el parabrisas está ligeramente marcado, pero no es un impacto que pueda llegar a degenerar). En la Fig. 3.1. se presenta un ejemplo de desgaste superficial del parabrisas.

**Fig. 3.1.**  
Ejemplo de desgaste superficial del parabrisas.



Fuente: Carglass® España

- **Ojo de buey** (se extiende en forma de cono a través del espesor del cristal hasta alcanzar la lámina butilar, deteniéndose después. Generalmente no hay posterior agrietamiento del cristal. Tienen un diámetro de 1 – 2,5 cm). En la Fig. 3.2. se presenta un ejemplo de este tipo de impacto.

**Fig. 3.2.**  
Ejemplo de ojo de buey provocado por un impacto en el parabrisas.



Fuente: Carglass® España

- **Ojo de buey con micro-fisuras** (el más frecuente es el que presenta la micro-fisura con forma de estrella). En la Fig. 3.3. se presenta un ejemplo de impacto que ha provocado un ojo de buey con micro-fisuras radiales teniendo como punto de origen el punto de impacto.

**Fig. 3.3.**  
Ejemplo de ojo de buey con micro-fisuras provocado por un impacto en el parabrisas.



Fuente: Carglass® España

<sup>17</sup> Fuente: Carglass® España

- **Rotura con grietas** (el impacto se ha agrietado. Una grieta es una cámara abierta de aire, luego el aire circula por su interior, lo que comporta suciedad. Grietas de pequeño tamaño se pueden llegar a reparar, aunque debe ser muy poco tiempo tras el impacto y con la grieta libre de agua y suciedad). En la Fig. 3.4. se presenta un ejemplo de rotura con grietas.

**Fig. 3.4.** Ejemplo de rotura con grietas en un parabrisas. Fuente: Carglass® España



Fuente: Carglass® España

En la Tabla 3.1. se presentan en cuatro columnas los cuatro tipos de impacto descritos anteriormente. Para cada uno de ellos se describen las características más destacables por filas.

**Tabla 3.1.** Tipos de impactos y características de cada tipo de impacto.

	Desgaste superficial	Ojo de buey	Ojo de buey con micro-fisuras	Con grietas
Intensidad de la fuerza que lo causó	escasa	fuerte	fuerte	muy fuerte
Punto crítico de resistencia del cristal	No alcanzado	sobrepasado	Sobrepasado con creces	Sobrepasado con creces
Descripción del impacto	superficial	Sin micro-fisuras	Con micro-fisuras	Con micro-fisuras
Daños causados	insignificantes	Sin micro-fisuras	Con micro-fisuras	Irreparables
Problema	NO HAY	visibilidad	Visibilidad y riesgo de agravamiento	Visibilidad y alto riesgo de agravamiento
Acción	NO HAY	reparación	Casi siempre reparable	Sustitución (en la mayoría de los casos)

Fuente: Carglass® España

## 4. Evolución del impacto a la rotura

Un impacto en el parabrisas puede acabar desembocando en una rotura, es decir, es potencialmente una rotura que puede producirse en cualquier momento, incluso sin que ningún agente externo influya, el impacto no tiene porque ir a más y simplemente, puede llegar a convertirse en una rotura irreversible. Sin embargo, a lo largo de la vida de un vehículo, surgen situaciones que pueden afectar al impacto para transformarlo en rotura. Una pequeña fuerza actuando en los puntos extremos de un pequeño impacto puede llegar a fracturar completamente la estructura molecular de un cristal. Esta pequeña fuerza puede ser el resultado de alguna de las siguientes situaciones cotidianas, que como se puede apreciar, no guardan relación directa con el parabrisas pero que pueden desencadenar en el progreso de una grieta. Principalmente, las situaciones que se enumeran están relacionadas con dos tipos de fenómenos: los relacionados los esfuerzos mecánicos dinámicos de flexión o torsión que se transmiten de la estructura carrocería al parabrisas cuando el vehículo está circulando, o bien los relacionados con la tensiones térmicas provocadas por cambios de la temperatura, que someten al parabrisas a una elevada tensión térmica, tensión agravada por la velocidad en el cambio de esta temperatura.

Factores relacionados con las tensiones mecánicas:

- Subir y/o bajar un bordillo
- Pasar un badén a velocidad moderada
- Sobrepasar un bache
- Cerrar una puerta del vehículo bruscamente

Factores relacionados con las tensiones térmicas:

- Exposición al sol con temperaturas elevadas
- Exposición al frío y las heladas
- Encender el aire acondicionado\*
- Encender la calefacción\*

\* Los dos últimos fenómenos, además de representar unas condiciones térmicas extremas, suponen un elevado contraste de temperaturas entre la capa interna y externa del parabrisas, agravando aún más las tensiones térmicas experimentadas por el parabrisas.

## 5. Procesos de reparación y sustitución de lunas

Cuando se ha producido algún tipo de grieta en el cristal es posible sustituirlo o repararlo. Ahora bien, la reparación solamente es posible si el cristal es laminado, por tanto, principalmente en el parabrisas, ya que actualmente muy poco vehículos incorporan cristales laminados en los laterales. Vehículos como el Citroën C6 y el Peugeot 407 coupé empiezan a incorporar este tipo de lunas laterales.

Asimismo, en función de la luna que presenta el defecto, el proceso, bien sea de reparación o de sustitución es diferente, dado que la problemática cuando se produce una grieta o una rotura también presenta diferentes aspectos prioritarios a tener en cuenta.

El proceso de reparación seguido por Carglass® es el proceso denominado Glass Medic®.

### 5.1. PARABRISAS

En el caso de que la grieta se haya producido en el parabrisas, se pueden plantear los procesos tanto de reparación como de sustitución en función de las características que presenta la grieta originada. El sistema Glass Medic® indica que el parabrisas es reparable cuando se cumplen las tres condiciones siguientes:

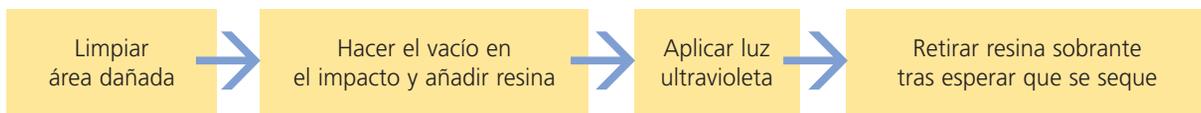
- el diámetro del impacto tiene un diámetro menor de 20 - 25 mm
- la distancia del impacto respecto al borde es de 60 mm como mínimo
- el impacto no esté situado en el ángulo de visión del conductor (área aproximada de 300 mm de ancho centrada en la mitad del volante), dado que aunque es reparable técnicamente no está permitido.
- el impacto ha dañado la lámina intermedia del cristal.

Asimismo, los daños reparables quedan limitados a la lámina externa del parabrisas. Hay que tener en cuenta, que la integridad del parabrisas, es decir, la no existencia de grietas es uno de los puntos que se comprueba en las inspecciones técnicas de vehículos.

Proceso de reparación:

A continuación se muestra el diagrama de bloques del proceso de reparación Glass Medic®, de Carglass®. Asimismo, el diagrama de bloques se complementa con una breve explicación de cada una de las fases del proceso.

**Diagrama 1.** Diagrama de bloques del proceso de reparación de un parabrisas según el procedimiento Glass Medic®.



Fuente: Carglass®

Previamente a iniciar el proceso de reparación propiamente dicho, y para seguir con los estándares de elevada calidad fijados por Carglass®, se protegen todas las partes del vehículo susceptibles de ser dañadas durante el proceso de reparación del parabrisas. Estas zonas son: asiento conductor y acompañante, volante, palanca de cambios, alfombrillas, capó y escobillas del parabrisas. En la Fig. 5.1. se muestran algunas imágenes de estas protecciones.

**Fig. 5.1.** Protecciones en el proceso de reparación.



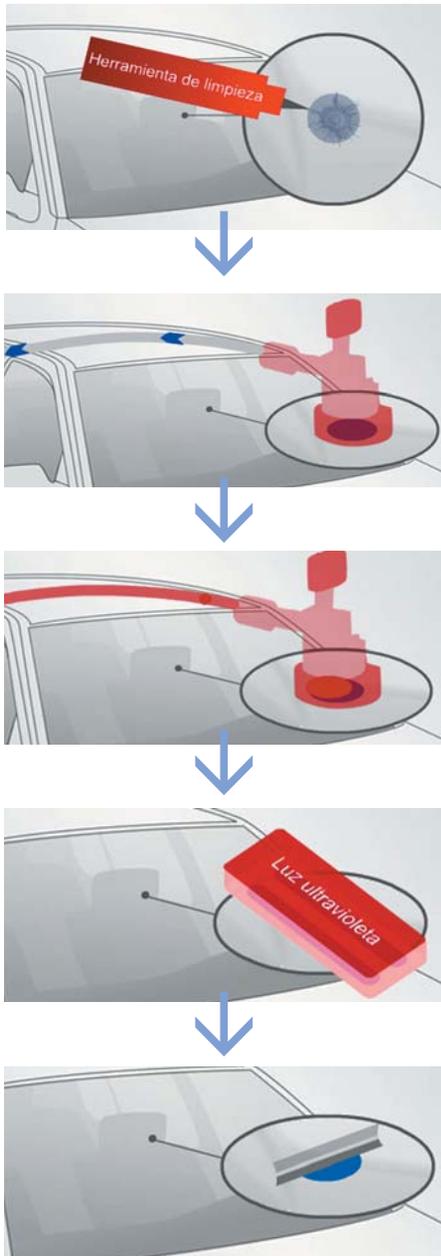
Fuente: Carglass®

Una vez se han protegido todas las zonas del vehículo susceptibles de ser dañadas, se debe comprobar la temperatura, para asegurar un proceso de aplicación de la resina correcto, y se debe preparar la zona del impacto, para eliminar posibles restos de cristales. Cuando se han realizado todos estos pasos se inicia el proceso propiamente dicho, que consta de las siguientes fases:

- 1) Limpiar el área dañada.
- 2) Hacer el vacío en el impacto y después introducir en éste una resina especial, la cual tiene el mismo índice de refracción que el cristal (cuyo índice de refracción es de 1,52) cuando está seca y polimerizada.
- 3) Aplicar luz ultravioleta a la resina durante 3 minutos para que se seque.
- 4) Una vez seca la resina, limpiamos la resina sobrante y nos aseguramos de que la superficie quede lisa.

En la Fig. 5.2. se muestra de manera esquemática cada una de estas fases del proceso Glass Medic®.

**Fig. 5.2.** Secuencia de imágenes correspondientes a las fases del proceso de reparación de un parabrisas siguiendo el procedimiento Glass Medic®.



Fuente: Carglass®

Proceso de sustitución:

En el diagrama 5.2 se presenta un diagrama de bloques del proceso de sustitución de un parabrisas. Asimismo, a continuación se presenta una breve explicación de cada una de las fases del proceso.

**Diagrama 5.2.** Diagrama de bloques correspondiente al proceso de sustitución de un parabrisas. Fuente: Carglass®



De manera análoga al procedimiento Glass Medic®, se deben proteger todas aquellas zonas del vehículo susceptibles de ser dañadas durante la sustitución, teniendo en cuenta que hay elementos que deben ser desmontados y vueltos a montar en el nuevo parabrisas, como por ejemplo el espejo retrovisor interior.

En este caso, y para facilitar la tarea, minimizando el tiempo y evitando los posibles daños en elementos del vehículo se utilizan herramientas especialmente diseñadas para los pasos que presentan una mayor dificultad, como podrían ser el pasar el hilo que corta el adhesivo que une el viejo parabrisas o bien posicionar el nuevo parabrisas antes de pegarlo.

En la Fig. 5.3 se muestran algunas de estas herramientas y utillajes auxiliares utilizados en el proceso de sustitución del parabrisas.

**Fig. 5.3.** Herramientas empleadas por Carglass® en el procedimiento de sustitución de un parabrisas.



Fuente: Carglass®

El Ezi Wire es una herramienta desarrollada por Carglass® para mejorar el corte del parabrisas durante el proceso de sustitución, mediante su uso se evitan daños en el coche por lo que se incrementa notablemente la calidad del trabajo; además se incrementa la seguridad de nuestros técnicos montadores al minimizar sus esfuerzos físicos.

Consiste en una herramienta que se fija mediante dos ventosas al parabrisas dañado, cuenta con un juego de poleas y manivelas que hacen el trabajo de corte por medio de un cable de acero que se instala alrededor del parabrisas roto.

Las fases del proceso de sustitución con el Ezi Wire son:

- 1) Protección de la carrocería y del interior del vehículo.
- 2) Fijación del Ezi Wire al parabrisas (mediante ventosas) en el interior del coche.
- 3) Preparación del cable: desde el exterior se introduce un extremo de cable de acero y se conecta al Ezi Wire, paso seguido se rodea todo el parabrisas por su borde exterior con el mismo cable.
- 4) Corte del parabrisas: el técnico, situado en el puesto del conductor, va accionando el Ezi Wire mediante una manivela. Al girar la manivela el cable que rodea el parabrisas va cortando la junta de poliuretano que sujeta el parabrisas dañado, para poder retirarlo.
- 5) Aplicar una imprimación al marco del vehículo y dejar secar. Aplicar el adhesivo especial sobre la imprimación dada en el nuevo parabrisas para asegurar el ajuste resistente y adecuado, siguiendo el procedimiento y respetando los tiempos indicados.
- 6) Colocar el nuevo parabrisas con los ajustes originales. El adhesivo necesita como mínimo 1 hora para garantizar la unión.

**Fig. 5.4.** Secuencia de imágenes correspondientes al proceso de sustitución de un parabrisas.



Fuente: Carglass®

## 5.2. LUNA LATERAL

Como se ha mencionado en el punto 1 del presente informe, la rotura del cristal lateral comporta la sustitución del elemento, realizándose un procedimiento en la sustitución diferente al que se lleva a cabo en la sustitución de un parabrisas.

La incorporación de mecanismos que permiten subir y bajar el cristal así como la necesidad de limpiar el interior tanto del panel puerta como de la tapicería implica una especialización elevada.

Asimismo, existen un elevado número de referencias para cada vehículo, con lo que aumentan considerablemente los costes de almacenamiento del total de variedades para un mismo vehículo, teniendo en cuenta tanto la diferenciación izquierda/derecha como la diferenciación de las custodias.

En la Fig. 5.5 se muestra un ejemplo de rotura de un cristal lateral.

**Fig. 5.5.** Ejemplo de rotura de cristal lateral

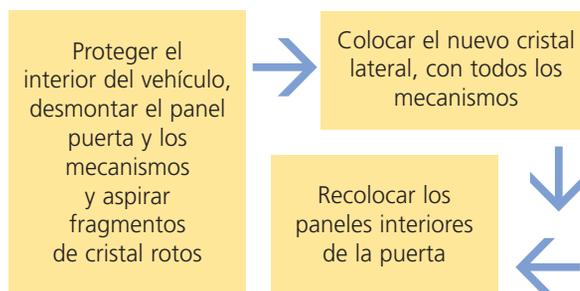


Fuente: [www.elpais.es](http://www.elpais.es)

Proceso de sustitución:

En el diagrama 5.3 se presenta un diagrama de bloques del proceso de sustitución de un cristal lateral. Asimismo, a continuación se presenta una breve explicación de cada una de las fases del proceso.

**Diagrama 5.3.** Diagrama de bloques de las fases del proceso de sustitución de un cristal lateral.



Fuente: Carglass®

De manera análoga al proceso de sustitución de un parabrisas, en primer lugar es necesario proteger todos los elementos exteriores e interiores del vehículo que son susceptibles de ser dañados durante el proceso.

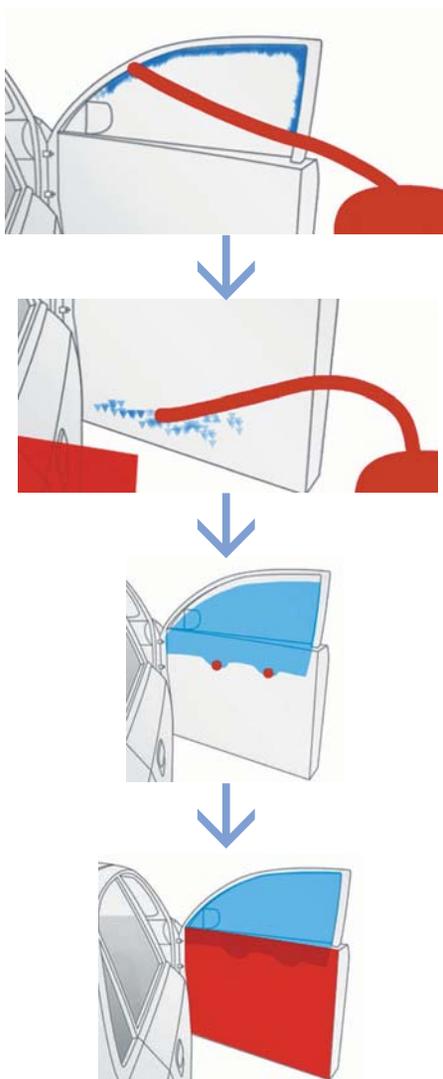
1) Proteger el interior del vehículo y aspirar los fragmentos de cristal rotos. A continuación se desmonta el panel interior de la puerta para también aspirar los cristales que hayan podido quedar en su interior y desmontar todos los mecanismos que incluyen el cristal lateral.

2) Ajustar el nuevo cristal lateral con precaución, asegurando el correcto funcionamiento del sistema de apertura y cierre del cristal. En esta fase existe una complejidad elevada dadas los múltiples sistemas de fijación de las lunas a los mecanismos elevadores.

3) Una vez instalado el nuevo cristal se procede otra vez a la limpieza del interior del vehículo. Finalmente se recolocan los paneles interiores de la puerta para que ésta funcione correctamente.

En la Fig. 5.6 se presenta una secuencia de imágenes del proceso de sustitución de un cristal lateral.

**Fig. 5.6.** Secuencia de imágenes de la sustitución de un cristal lateral.



Fuente: Carglass®

### 5.3. LUNETETA TRASERA

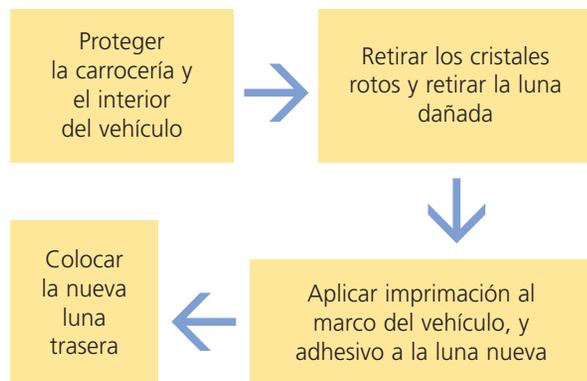
La luna trasera no se podrá reparar en casi ninguna ocasión y se procede a su sustitución en la gran mayoría de los casos. En la Fig. 5.7. se muestra un ejemplo de rotura de una luneta trasera.

**Fig. 5.7.** Ejemplo de rotura de luneta trasera



Fuente: <http://estaticos01.cache.el-mundo.net>

**Diagrama 5.4.** Diagrama de bloques del proceso de sustitución de una luna trasera.



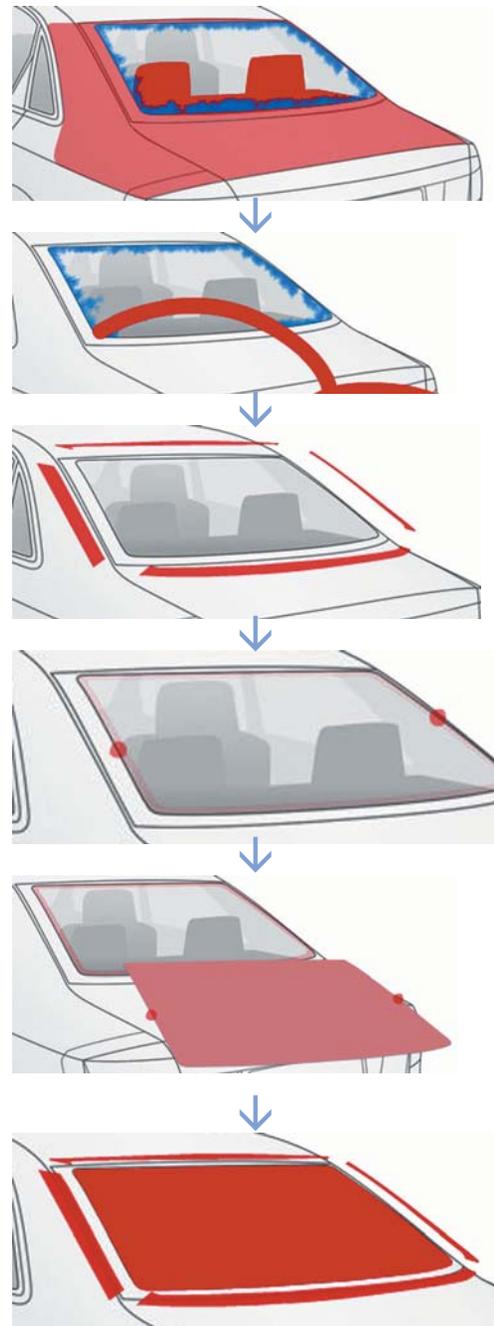
Fuente: Carglass®

En cada una de las fases que aparecen en el diagrama de bloques se realizan las siguientes acciones:

- 1) Proteger la carrocería y el interior del vehículo.
- 2) Se procede a retirar los cristales rotos del interior del vehículo y a continuación se extraen las juntas o el sellado que sujeta la luna trasera dañada, y ésta es retirada.
- 3) Se aplica una imprimación al marco del vehículo y se deja secar antes de aplicar un adhesivo especial a la nueva luna trasera para asegurar un ajuste resistente y adecuado.
- 4) La nueva luna trasera se coloca cuidadosamente asegurando el uso de los accesorios originales. El adhesivo necesita 1 hora para secarse completamente.

En la Fig. 5.8. se muestra una secuencia de imágenes esquemáticas acerca del proceso de sustitución de la luneta trasera.

**Fig. 5.8.** Secuencia del proceso de sustitución de una luna trasera



### 5.4. IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

Asimismo, en todas las operaciones de reparación o sustitución de un cristal, sea parabrisas u otra cualquier luna del vehículo, una de las premisas a seguir es reducir el residuo, y por tanto, el impacto ambiental que se produce cuando se cambia uno de estos elementos. Los dos factores principales que se evalúan son el carbono total incluido y la cantidad de residuo generado en una operación de reparación o sustitución.

Si se comparan ambos procesos, el de reparación y el de sustitución, se puede apreciar claramente que, tomando como vehículo de referencia un vehículo familiar medio se emiten 39,1 Kg. de CO<sub>2</sub> en una operación de sustitución mientras que se emiten 4 Kg. de CO<sub>2</sub> en una operación de reparación. Para obtener estos valores, se determinan como principales focos de gasto energético la fabricación del componente, la distribución y finalmente el montaje o proceso en el vehículo. Por tanto, el proceso de reparar supone realizar un 10% del gasto energético respecto al proceso de sustitución.

Asimismo, sustituir una luna supone una media de 13,9 Kg. de residuos de cristal, mientras que en una operación de reparación, se estima que el residuo de cristal es 0,002 Kg. Por tanto, si se tiene en cuenta el criterio medioambiental de generar la menor cantidad de residuos posibles, el proceso de reparar también es claramente mucho más eficiente que el proceso de sustituir.<sup>24</sup>

**Diagrama 5.5.** Impactos medioambientales clave en la reparación del cristal del automóvil.

**Emisiones CO<sub>2</sub>** La huella de carbono de cada uno de los productos se desglosa en 3 grupos

Sustitución		Reparación
31,5 kg	Fabricación	0,6 kg
3,6 kg	Distribución	0,1 kg
3,9 kg	Montaje	3,4 kg
<b>39,1 kg CO<sub>2</sub></b>		<b>4,0 kg CO<sub>2</sub></b>

**Residuos** Sustitución 13,9 kg  
Reparación 0,002 kg

## 6. Costes y ahorro de reparaciones y sustituciones de parabrisas

El hecho de sustituir o reparar el parabrisas supone una variación sustancial tanto en el coste que representa como en el ahorro que supone para el consumidor, ya no únicamente económico sino también en referencia a otros conceptos como tiempos totales.

Actualmente la tendencia a reparar los parabrisas, siempre y cuando los impactos cumplan con las especificaciones para poder ser reparados, está en aumento.

Mientras que el coste medio de una sustitución de parabrisas en el año 2008 se situaba alrededor de los 300 por operación, el coste medio de una reparación se sitúa en 60 en el mismo año. Con lo cual, para el cliente, bien sea un particular como la compañía de seguros, el coste de reparar representa una quinta parte del coste de sustitución. Esta sustancial diferencia, y teniendo en cuenta que la reparación del parabrisas no presenta puntos débiles en cuanto a resistencia del elemento tanto frente a tensiones mecánicas como térmicas, supone que muchas compañías no penalicen a los asegurados si se realiza la reparación en vez de la sustitución.

<sup>24</sup> Fuente: Carglass®

## 7. El clima, una variable que afecta al parabrisas

El clima es una variable que también afecta a las propiedades del parabrisas. La temperatura y la humedad pueden provocar un comportamiento diferente del parabrisas cuando se produce una sollicitación aumentando el riesgo de que se produzca un daño o de agravar un daño ya existente.

Hay que tener en cuenta que los cristales del vehículo también tienen la función de aislar las condiciones interiores del habitáculo de las que hay en el exterior de éste, y que por tanto, las condiciones en la cara interna y en la cara externa de la luna en cuestión pueden ser sustancialmente diferentes. Asimismo, la mayoría de salidas de los sistemas de refrigeración y calefacción se encuentran próximos a estos elementos, produciéndose un contraste de condiciones que puede llegar a ser crítico para el elemento.

Asimismo, la velocidad con que se produce el calentamiento/enfriamiento del parabrisas también influye en la resistencia de éste frente a sollicitaciones externas. Si se producen cambios bruscos de temperatura en tiempos pequeños, esta resistencia disminuye por la introducción de elevadas tensiones térmicas que pueden llegar a abrir una microgrieta ya existente.

Como norma general, las dos condiciones extremas se producen en verano y en invierno.

### 7.1. VERANO: CALOR EXTREMO

En verano la carrocería se dilata, aunque sea mínimamente, lo que comporta que si el adhesivo utilizado en la unión del parabrisas a la carrocería no es capaz de absorber esta pequeña variación de cota, el parabrisas presenta un ligero abombamiento respecto a su forma natural.

Una temperatura de 30 °C unida a un sol intenso puede hacer llegar la temperatura del parabrisas hasta los 70 °C. A una temperatura bastante inferior de este límite superior, alrededor de los 50 °C, el butilar se reblandece. Esto lleva a la pérdida de la capacidad natural de absorción de golpes. Es por esto que el verano también afecta a la tasa de nuevas roturas, además de ser un peligro también para las ya existentes.

Con estas condiciones y si se ponen en marcha los sistemas de refrigeración del vehículo, se produce un contraste brusco, provocando que la capa interna del parabrisas, la que recibe directamente el flujo de aire frío, pueda experimentar una ligera contracción, originando una presión hacia el interior. Esta presión puede desencadenar la apertura de las micro-fisuras existentes, dado que son puntos débiles del parabrisas sometidos a una concentración de tensiones elevadas, pudiendo producir la rotura del parabrisas.

Según estudios de Belron® Technical, la existencia de un impacto en el parabrisas en condiciones de calor acusado (unos 35 °C), puede ser fatal para el parabrisas. El estudio dice que si se activa el aire acondicionado a la máxima potencia, el 57% de los chinazos dará lugar a grietas de mayor tamaño.

Según estudios de Belron® Technical, al superar una temperatura de 40 °C en el exterior del parabrisas, las dos láminas de vidrio empiezan a desacoplarse.

## 7.2. INVIERNO: FRÍO EXTREMO

Con temperaturas bajas extremas también da lugar a que el parabrisas y las demás lunas lleguen a una situación de mayor sollicitación por las tensiones térmicas de contraste entre exterior e interior del vehículo.

Pero en esta situación, el diferencial de temperatura podría llegar a producir una pequeña disminución de las cotas del marco parabrisas de la carrocería. Este fenómeno y los diferentes coeficientes de dilatación de carrocería y parabrisas hacen que si el adhesivo no absorbe dicha variación en las cotas del marco, el cristal tienda a disminuir su curvatura, produciéndose un mayor momento flector en la capa exterior del parabrisas por la fuerza que ejerce el marco parabrisas. Esta situación se agrava cuando los sistemas de calefacción del vehículo entran en funcionamiento, produciendo además una dilatación de la lámina interior del parabrisas, y aumentando el fenómeno anteriormente descrito, que puede llegar a abrir grietas que se habían producido con anterioridad, provocando el fallo de la luna.

Según estudios de Belron® Technical, el hecho de poner la calefacción en el habitáculo del vehículo a la máxima potencia, combinado con un frío exterior intenso, resulta casi siempre fatal para el parabrisas. De hecho, se ha comprobado que en un 97% de los casos un chinazo preexistente resulta en una grieta de tamaño considerable.

La combinación del frío con el estado del pavimento puede provocar que las roturas aumenten cuando las temperaturas bajas y los firmes se encuentran en mal estado, ya que la temperatura afecta a la flexibilidad del cristal y el mal estado de la calzada produce vibraciones que se transmiten a través de la carrocería hasta el propio cristal, con lo que la capacidad para absorber estas vibraciones o pequeños golpes producidos por proyecciones de partículas procedentes de la calzada se ve disminuida. Esto es debido a que el butlar se rigidiza a medida que la temperatura va bajando, volviendo el conjunto más frágil. A continuación se muestran unos datos que corroboran esta hipótesis, provenientes de tres ubicaciones diferentes en Canadá con temperaturas y tipos de pavimento que pueden compararse con el caso intermedio de la provincia de Québec:

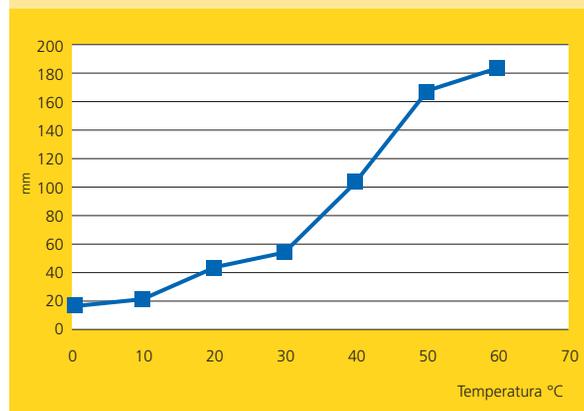
- Provincia de Ontario → Buenas carreteras + frío moderado = 9 % de frecuencia
- Provincia de Québec → Buenas carreteras + frío extremo = 13 % de frecuencia
- Provincia de Alberta → Malas carreteras + frío extremo = 25 % de frecuencia

Prácticas habituales que se realizan en el parabrisas son altamente perjudiciales para su integridad. Por ejemplo, verter agua caliente sobre la superficie del parabrisas cuando ésta está helada provoca una diferencia de temperaturas elevada e introduce una tensión térmica que se suma a las tensiones que ya tiene el parabrisas por el hecho de estar sometido a bajas temperaturas.

Además, si se forma hielo en el interior de una grieta como consecuencia de una bajada de temperatura con humedad, la dilatación que se experimenta en el interior puede provocar la apertura de la grieta; por tanto, en caso de tener algún desperfecto en la capa externa del parabrisas, es recomendable taparlo y aislarlo correctamente.

Asimismo, el tamaño de la grieta aumenta con la temperatura del cristal para un mismo impacto, llegando a ser de 10 veces mayor cuando la temperatura pasa de 0°C a 60°C. En el Gráfico 7.1. se presenta la evolución del tamaño de la grieta en función de la temperatura del parabrisas en el momento del impacto.

**Gráfico. 7.1.** Evolución del tamaño de grieta en función de la temperatura.



Fuente: Belron® Technical

### 7.3. ACTIVIDADES DE I+D EN ANÁLISIS DEL CLIMA

La climatología y la influencia de la temperatura en el comportamiento del parabrisas es el principal factor determinante de las actividades de investigación y desarrollo de la tecnología de análisis de roturas de parabrisas. Se destinan muchos recursos a actividades de I+D para mejorar el conocimiento de la influencia de esta variable. Principalmente, estas actividades de investigación y desarrollo tienen el objetivo de mejorar el conocimiento sobre el proceso de propagación de la grieta después de un impacto.

En Belron Technical® Center, se dispone de instalaciones preparadas para el desarrollo y el testing, donde una de las principales instalaciones de que se dispone es la cámara climática.

**Fig. 7.1.** Instalaciones del Centro Técnico de Belron®.



**Fig. 7.2.** Cámara climática para el testing de parabrisas.



**Fig. 7.3.** Cámara climática para el testing de parabrisas.

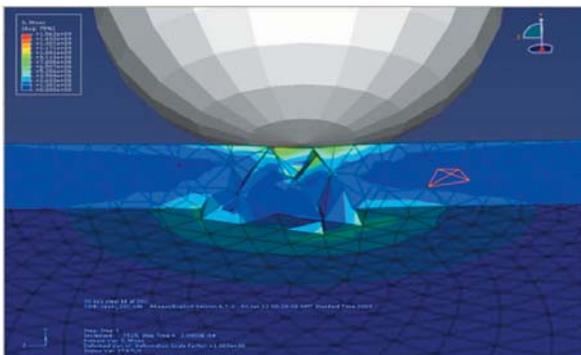


Los ensayos que se realizan en estas instalaciones son a temperatura externa del vehículo constante, que se consigue mediante la acción de los difusores sobre el parabrisas, y provocando un contraste elevado al encender los sistemas de climatización del vehículo, es decir, conectando la calefacción cuando la temperatura externa que se simula es baja, y conectando el aire acondicionado cuando la temperatura externa que se simula es elevada. El objetivo de estos ensayos es ver como es el proceso de agrietamiento del parabrisas cuando se ha producido o se produce un impacto.

Asimismo, otra línea de actuación en I+D son las simulaciones que se realizan mediante elementos finitos, con la finalidad de conocer la diferencia de huella que deja un impacto en la capa externa del parabrisas, así como la concentración de tensiones que se produce cuando el parabrisas se encuentra a diferentes temperaturas.

En la Fig. 7.4 se presenta un ejemplo de simulación realizada a una temperatura de 20°C.

**Fig. 7.4.** Simulación obtenida resultado de un impacto a 20°C



## 8. Coberturas de lunas en els sector seguros

Las compañías aseguradoras cubren la gran mayoría de los daños que puede sufrir un automóvil. Sin embargo, dependerá de las circunstancias en que se ha ocasionado este daño el hecho de que la compañía aseguradora acabe abonando el importe.

El objetivo de esta cobertura es que la Entidad Aseguradora abone una indemnización en caso de rotura de:

- el parabrisas
- la luna trasera
- los cristales laterales.

El cristal del techo solar sólo estará incluido si lo explicita en la póliza, de lo contrario no, dado que está considerado como un accesorio en el vehículo y sigue el mismo tratamiento que los equipamientos opcionales.

En cambio, aspectos que no se incluye en este tipo de coberturas son:

Rayadas ocasionadas por el uso, pequeños impactos que no constituyan rotura (total o parcial) y que no impidan la visibilidad normal. Algunas compañías incluyen el término "Daños a primer riesgo hasta "x" euros", lo que significa que la compañía aseguradora paga esta cantidad "x" y el resto corre a cargo del usuario.

Si una luna resulta rota como consecuencia de un robo, la sustitución de ésta estará cubierta por la "cobertura de robo" en caso de que esté contratada, no por la de lunas.

El precio de esta cobertura tiene un precio elevado:  
**50 – 100 euros**

Sin embargo, la principal ventaja de contratar esta cobertura, que sólo por esto ya vale la pena, es que al disponer de ella la póliza contratada será "consorciable". Esto significa que ciertas situaciones poco usuales en que el usuario no tiene ninguna responsabilidad, serán cubiertas por una institución pública empresarial

llamada "Consortio de Compensación de Seguros". Es la respuesta del Estado para salvar los intereses de los perjudicados cuando se producen siniestros no cubiertos por el seguro privado. Otras dos coberturas convierten a la póliza en consorciable: "robo" y "daños propios".

Las situaciones siguientes estarían cubiertas gracias al hecho de tener una póliza consorciable:

- tener un accidente con un vehículo no asegurado, cuyo conductor se declara insolvente
- vehículo desconocido (daños a personas exclusivamente, por siniestros ocurridos en España, en los que el vehículo causante fuera desconocido)
- vehículo sin seguro (daños a personas y bienes cuando el vehículo causante, con estacionamiento habitual en España, esté sin asegurar)
- vehículo robado (daños a personas y bienes cuando el vehículo causante, con estacionamiento habitual en España y estando asegurado, hubiera sido robado)
- controversia entre el Consorcio y la Entidad Aseguradora (cuando no existe acuerdo entre las dos organizaciones, el Consorcio se encarga de pagar en un principio. Luego, si el Consorcio demuestra que la encargada de indemnizar era la Entidad Aseguradora, ésta deberá pagar el importe más los intereses legales. Estos serán incrementados en un 25 % respecto a la cantidad indemnizada, desde el día en que se abonó la indemnización.
- entidad aseguradora en insolvencia o liquidación (daños a personas y bienes cuando la entidad aseguradora del vehículo con estacionamiento habitual en España es declarada en quiebra, suspensión de pagos o, habiendo sido disuelta y encontrándose en situación de insolvencia, esté sujeta a un proceso de liquidación intervenida o ésta haya sido asumida por la Comisión Liquidadora de Entidades Aseguradoras (CLEA)).

- fenómenos de la naturaleza ( inundaciones extraordinarias, terremotos, maremotos, erupciones volcánicas, tempestad ciclónica atípica y caídas de cuerpos siderales y aerolitos )
- riesgos derivados de comportamientos de incidencia política o social (actos de terrorismo, rebelión, sedición, motín y tumulto popular, así como hechos o actuaciones de las Fuerzas Armadas o de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado en tiempos de paz)

No obstante, se debe leer con atención la letra pequeña en cada uno de los anteriores casos, pues el Consorcio no siempre cubre las lunas. Por ejemplo, recibir daños por fuerte lluvia o granizo, no se considerará daños por inundación directamente. Habrá que demostrar que realmente ha habido inundación, de lo contrario no se recibirá ninguna indemnización.

También hay que tener en cuenta que las Entidades Aseguradoras proponen franquicias para incluir esta cobertura y como se ven afectadas las bonificaciones en caso de reparación y/o sustitución de la luna, ya que mientras que el primer caso no se ve normalmente afectada, en el caso de sustituir algunas compañías sí que realizan penalizaciones.

## 9. El parabrisas y la seguridad

La Seguridad en el Automóvil se divide en la denominada Seguridad Activa, aquella que hace referencia a todos aquellos sistemas que actúan antes de que se produzca un accidente y durante el proceso normal de conducción, y la Seguridad Pasiva, aquella que hace referencia a todos aquellos elementos y sistemas que actúan en el momento en que se produce el accidente.

### 9.1. SEGURIDAD ACTIVA

Dentro de los sistemas de seguridad activa están incluidos todos aquellos sistemas relacionados con el confort, la visibilidad y los controles de la dinámica del vehículo. El parabrisas es un elemento fundamental para garantizar la visibilidad del conductor de los objetos y vehículos que se encuentran por delante del automóvil. La normativa indica que el parabrisas no debe modificar la forma de los objetos que se encuentran en el campo de visión del conductor, así como mantener las proporciones para no inducir errores al conductor en la apreciación de la distancia.

Asimismo, condiciones externas pueden variar la visibilidad a través del parabrisas. Las principales condiciones que pueden variar la visibilidad a través del parabrisas son la lluvia, el contraste de temperatura y la condensación en alguna de las capas de la luna, fenómeno que se conoce como empañamiento.

Los sistemas que tienen la misión de disminuir estas variaciones son los limpiaparabrisas y los sistemas de desempañado. Los limpiaparabrisas son elementos de goma que evacuan el agua de la superficie externa del parabrisas, siendo esenciales en caso de condiciones climatológicas adversas. El mal estado de estos elementos puede llegar a reducir la visibilidad del conductor entre un 20% y un 30%. Es recomendable cambiar las escobillas de manera periódica, evitando el deterioro progresivo que la climatología y el sol introducen paulatinamente.

Actualmente, los sistemas de climatización de los vehículos mantienen los cristales desempañados. La activación simultánea del sistema de calefacción y aire acondicionado del vehículo permite impulsar aire caliente y seco hacia la luna, disminuyendo rápidamente el empañado del mismo.

La luneta trasera tiene un sistema de desempañado independiente, realizándose mediante la inducción de calor por el hilo resistivo que tienen adherido.

### 9.2. SEGURIDAD PASIVA

Los principales sistemas de seguridad pasiva del vehículo son la estructura carrocería y los sistemas de retención. Actualmente se realizan multitud de ensayos de choque para comprobar la resistencia y capacidad de absorción de energía de las estructuras de los vehículos, así como el correcto funcionamiento de los sistemas de retención en su función de evitar desplazamientos incontrolados de los ocupantes del vehículo y disminuyendo la probabilidad de que estos padezcan lesiones durante el accidente.

Los principales componentes estructurales del vehículo son los largueros, los travesaños y los montantes. Frente a un impacto frontal, los principales elementos estructurales que trabajan en el procesos de absorción y traspase de energía son los largueros, los puntales, el montante A y la talonera. El parabrisas también desempeña una función en este tipo de impactos:

- El hecho de ser laminado impide la intrusión de elementos externos durante el impacto, así como impide la eyección de fragmentos del propio parabrisas que se rompe durante el impacto.
- Es un elemento de apoyo para conseguir el correcto despliegue del airbag acompañante en caso de que vaya montado top-mount, con lo que en caso de no disponer de este elemento su despliegue no se realizaría conforme a sus especificaciones de diseño. El hecho de que el parabrisas fuera eyectado en un impacto, podría corresponderse con un caso de mala sustitución y fijación de este elemento.

- Finalmente, y en menor medida, las capacidades mecánicas de este elemento distribuyen en pequeña medida los esfuerzos que se transmiten a través del montante A, únicamente hasta que se produce la rotura del parabrisas.

En la Fig. 9.1. se presenta la localización del montante A de un turismo, uno de los elementos más importantes en la seguridad pasiva de los vehículos en caso de impacto frontal.

**Fig. 9.1.** Montante A de un turismo



Fuente: [www.km77.com](http://www.km77.com)

Se han llevado a cabo algunos estudios de la importancia del parabrisas en diferentes tipos de impacto. Según el Insurance Institute of Highway Safety de E.E.U.U., actualmente en más del 9% de los accidentes hay vuelco del vehículo. Según este mismo organismo, el hecho de que los pasajeros se mantengan en el interior del vehículo tras el vuelco, reduce 25 veces el riesgo de sufrir lesiones respecto de si acaban fuera de él. Es muy importante seguir mejorando y garantizar la seguridad de los ocupantes del vehículo al volcar el vehículo. A modo de ejemplo, en 2002, en Estados Unidos sólo el 3 % de los accidentes comportaron vuelco del vehículo, mientras que el 31 % de las víctimas mortales tuvieron lugar en este tipo de accidentes

## 10. Normativa

Desde el 1 de enero de 1983 es obligatorio el uso de cristal laminado en el parabrisas por motivos de seguridad **± Reglamento 43 de la ONU**

En el marco de las normativas de homologación, se han efectuado pruebas estándar en los parabrisas, para controlar:

- la visibilidad después de la rotura del parabrisas
- la resistencia a la penetración de objetos
- la resistencia a la colisión de la cabeza de los ocupantes
- la resistencia al medio ambiente, a sus variaciones ( temperatura, humedad, etc. ) así como a ciertos agentes químicos ( productos de limpieza, ... )
- las prestaciones ópticas ( transmisión de la luz, limitación de las deformaciones o desdoblamiento de imágenes de los objetos vistos a través del parabrisas

En referencia a la Inspección Técnica de Vehículos (ITV) y aunque los puntos de revisión no estén incluidos en ningún reglamento o directiva, la verificación del estado del parabrisas y de las lunas en general es uno de los puntos que se comprueban. Un impacto en el parabrisas hace que no supere la ITV, por tanto, es importante tener el parabrisas sin ningún tipo de impacto al superar la Inspección.

### 10.1. REGLAMENTO EUROPEO:

#### HOMOLOGACIÓN DE LAS LUNAS EN LA UNIÓN EUROPEA:

Básicamente se deben cumplir los requerimientos de la siguiente directiva:

Directiva 2001 / 92 por la que se adapta al progreso técnico la Directiva 92/22/CEE del Consejo relativa a los cristales de seguridad y a los materiales para acristalamiento de los vehículos de motor y sus remolques y la Directiva 70/156/CEE del Consejo relativa a la homologación de los vehículos de motor y de sus remolques.

En resumen, esta directiva obliga a que las lunas, y sobre todo el parabrisas, cumplan una serie de requisitos básicos, lo cuales son:

- reducir al máximo las lesiones de los ocupantes en caso de rotura
- soportar los esfuerzos y las tensiones durante la conducción
- soportar la agresiones de productos químicos
- transparencia que permita la visión perfecta, sin distorsión de objetos ni confusión de colores
- si existe rotura el conductor debe poder seguir conduciendo con la visibilidad suficientemente clara

**MARCA DE HOMOLOGACIÓN:**

Una vez homologado el cristal, ha adquirido la conformidad del Reglamento nº 43. Ahora es el momento de colocar la marca de homologación, la cual debe ser legible e indeleble, y situarse en una zona visible. Esta marca se compone de una serie de símbolos y códigos exigidos por el citado reglamento y otras informaciones complementarias requeridas por el fabricante del vehículo o del vidrio.

**Fig. 10.1.** Marca homologación lunas.



Fuente: elaboración propia

Marca de homologación según el Reglamento nº 43: Todo tipo de vidrio llevará impresa, dentro de un círculo de 8 mm de diámetro, la letra mayúscula "E" seguida de un número distintivo del país donde se ha llevado a cabo la homologación.

El tipo de homologación aparecerá indicado por el número 43 seguido de la letra mayúscula "R" (43R), lo cual indica que está homologado de conformidad con el reglamento nº 43. A continuación, y separado por un guión, se asignará el número de homologación correspondiente a cada tipo de cristal. Junto a la marca de homologación se colocará un símbolo que indique el tipo de vidrio.

**Información complementaria:**

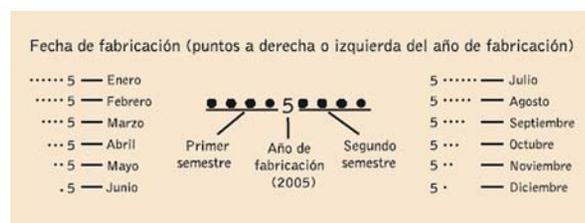
Esta información no es obligatoria, aunque sí resulta interesante, bien por requerimientos del fabricante del automóvil o por el fabricante del vidrio.

Identificación del fabricante del vehículo: como norma general, los fabricantes de automóviles establecen, de acuerdo con el fabricante del vidrio, la forma y el modo en que han de quedar identificadas las lunas con el nombre o el logotipo.

Fecha de fabricación del vidrio: los fabricantes de vidrios disponen de normas internas de marcado de la fecha de fabricación del vidrio, sin que exista una marcación universal establecida. La interpretación de la fecha para la mayoría de los fabricantes de vidrio es la siguiente:

- año de fabricación: empleo del número que se refiere a la última cifra del año en que se fabricó o empleo de un número de estrellas correspondiente a la última cifra del año de fabricación
- mes de fabricación: suele indicarse mediante puntos, normalmente junto al año de fabricación

**Fig. 10.2.** Información complementaria no obligatoria de las lunas.



Fuente: CESVIMAP 60 (junio 2007)

Hay una serie de logotipos que se incorporan junto al sello de homologación para caracterizar la luna:

Categoría de producto (según Saint-Gobain)			
Vidrios de seguridad	Vidrios de confort visual	Vidrios de control atmosférico	Vidrios de confort acústico
 Vidrio de seguridad  Vidrio de protección contra el robo	 Vidrio hidrófugo  Vidrio calefactable (térmico)  Vidrio antireflectante	 Vidrio con control solar (atérmica)  Vidrio con termocontrol y filtro UV  Vidrio de tonalidad ajustable	 Vidrio de aislamiento acústico <b>Vidrios modular</b>  Vidrio con antena integrada

Fuente: CESVIMAP 60 (junio 2007)

Otras directivas que tratan algunos elementos relacionados con los vidrios de los vehículos:

Directiva 90 / 630 por la que se adapta al progreso técnico la Directiva 77/649/CEE del Consejo relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el campo de visión del conductor de los vehículos a motor

Directiva 94 / 68 por la que se adapta al progreso técnico la Directiva 78/318/CEE del Consejo relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre los limpiaparabrisas y lava-parabrisas de los vehículos a motor

Directiva 78/317/CEE , relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre los dispositivos de deshielo y de desempañado de las superficies acristaladas de los vehículos a motor

## 10.2. REGLAMENTO ESTATAL:

Reglamento General de Vehículos, aprobado por el Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre. Concretamente en el Capítulo II, Artículo 11 se especifica:

### CAPÍTULO II

#### Condiciones técnicas

#### Artículo 11. Generalidades. Condiciones técnicas.

Las condiciones técnicas que deben cumplir los vehículos de motor, sus partes y sus piezas, para que puedan ser matriculados o puestos en circulación, con las limitaciones, excepciones y especificaciones que se establecen en la reglamentación que se recoge en el anexo I, son las que se indican en los puntos siguientes:

1. Deben estar contruidos y mantenidos de forma que el campo de visión del conductor hacia delante, hacia la derecha y hacia la izquierda le permita una visibilidad diáfana sobre toda la vía por la que circule.

2. Deben estar provistos de uno o varios retrovisores, según la categoría del vehículo.

El número, las dimensiones y la disposición de los espejos retrovisores deberán reunir los requisitos que se establecen en el anexo III y en la reglamentación que se recoge en el anexo I y permitir al conductor ver la circulación por detrás del vehículo.

- 3. Los elementos transparentes del habitáculo que afecten al campo de visión del conductor no deben deformar de modo apreciable los objetos vistos a su través, ni producir confusión entre los colores utilizados en la señalización vial.
- 4. Si el vehículo está provisto de un parabrisas de dimensiones y forma tales que el conductor, desde su puesto de conducción, no pueda ver normalmente la vía hacia delante más que a través de los elementos transparentes de dicho parabrisas, deberá estar provisto de dispositivos limpiaparabrisas y lavaparabrisas, de acuerdo con la reglamentación recogida en el anexo I.

Normas UNE: Norma UNE 26499:2003 ± Referida a vehículos de carretera, vidrios de seguridad y ensayos mecánicos.

Normas ISO: Norma ISO 3468:1989 ± Turismos. Sistemas para descongelar parabrisas. Método del test.

Norma ISO 3469:1989 ± Turismos. Sistemas de lavado del parabrisas. Método del test.

Norma ISO 3470:1989 ± Turismos. Sistemas para desempañar parabrisas. Método del test.

Norma ISO 9259:1991 ± Turismos. Sistema limpiaparabrisas. Conexión brazo-escobilla.

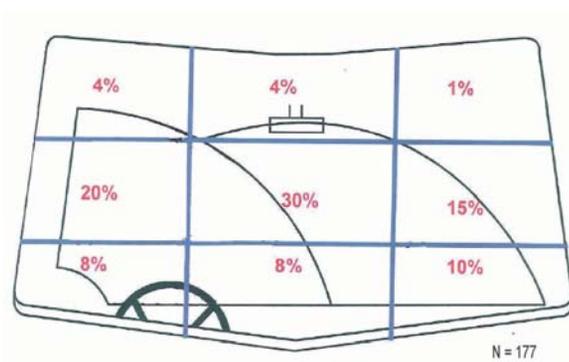
Norma ISO 9619:1992 ± Turismos. Sistemas limpiaparabrisas. Método del test.

## 11. Siniestralidad de los parabrisas

### 11.1 ESTUDIO SINIESTRALIDAD PARABRISAS

La localización de grietas en el parabrisas es una información importante a tener en cuenta, dado que nos indica las zonas más susceptibles de presentar grietas, independientemente de la vía.

Fig. 11.1. Distribución de roturas en el parabrisas.



Fuente: Belron® Technical

En la Tabla 11.1 se muestra el intervalo de porcentaje como se refleja en el código de colores establecido. En la Tabla 11.2 se adjunta el porcentaje de siniestralidad en los parabrisas de los turismos en España, por provincias.

Tabla 11.1.

0 % - 4 %	
4 % - 6 %	
6 % - 8 %	
8 % - 10 %	
>10 %	

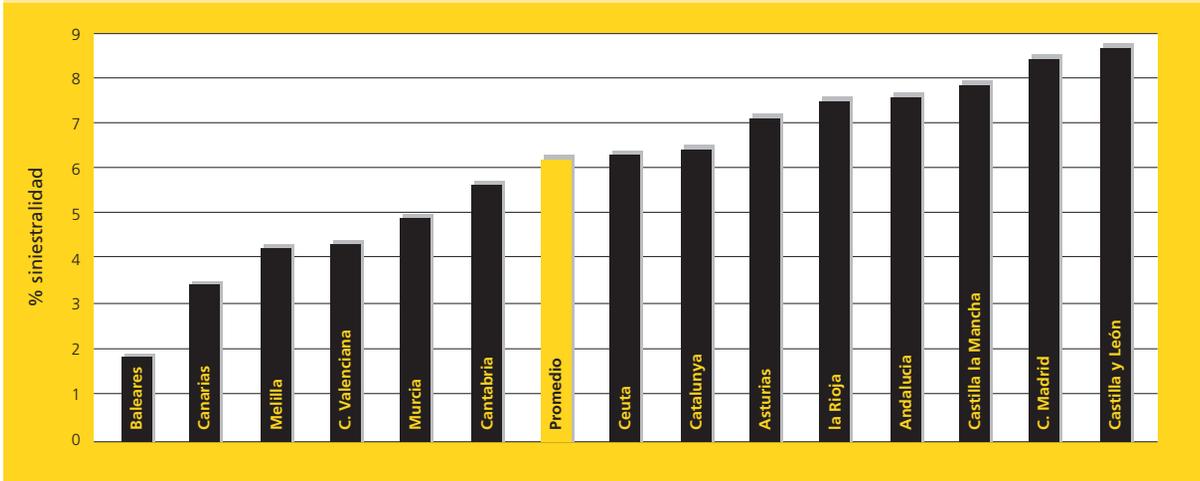
**Tabla 11.2.** Siniestralidad parabrisas por provincias en España.

A Coruña	5,4%	Ceuta	6,4%	León	8,6%	Santander	5,7%
Álava	6,1%	Ciudad Real	7,4%	Lleida	7,4%	Segovia	6,4%
Albacete	6,2%	Córdoba	9,7%	Lugo	5,9%	Sevilla	8,8%
Alicante	4,0%	Cuenca	4,4%	Madrid	8,5%	Soria	10,2%
Almería	7,1%	Girona	6,2%	Málaga	6,0%	Tarragona	4,7%
Ávila	6,3%	Granada	5,7%	Melilla	4,3%	Tenerife	3,3%
Badajoz	10,7%	Guadalajara	9,4%	Murcia	5,0%	Teruel	4,7%
Baleares	1,9%	Guipúzcoa	5,8%	Navarra	5,9%	Toledo	12,2%
Barcelona	7,8%	Huelva	9,8%	Orense	7,2%	Valencia	4,6%
Burgos	8,7%	Huesca	6,9%	Oviedo	7,2%	Valladolid	9,6%
Cáceres	8,5%	Jaén	9,2%	Palencia	7,7%	Vizcaya	5,7%
Cádiz	5,5%	La Rioja	7,6%	Pontevedra	7,6%	Zamora	11,2%
Castellón	4,7%	Las Palmas	3,8%	Salamanca	9,6%	Zaragoza	7,4%

Fuente: Carglass®

Si los datos anteriores por provincias se agrupan por Comunidades Autónomas y se hace la media, se puede representar el porcentaje de siniestralidad de parabrisas en función de la Comunidad Autónoma, tal y como se muestra en el Gráfico 11.1:

**Gráfico 11.1.** Porcentaje de siniestralidad de parabrisas en función de la Comunidad Autónoma.



Fuente: Carglass®

## 11.2 ESTUDIO DE LA SINIESTRALIDAD DE LAS LUNAS LATERALES

Las lunas laterales presentan también una parte importante de las operaciones que se efectúan en los centros especializados de reparación o sustitución de lunas.

Si se realiza un estudio de las 10 provincias españolas que presentan un mayor porcentaje de operaciones, se obtendrían los siguientes resultados:

### Ranking TOP 10 Provincias con mayor porcentaje de intervenciones 2008 en lunas laterales – superior al 30%

1	ALICANTE	45%
2	VALENCIA	42%
3	BALEARES	40%
4	CADIZ	39%
5	GRANADA	38%
6	TARRAGONA	37%
7	MALAGA	36%
8	SEVILLA	35%
9	BARCELONA	34%
10	MURCIA	33%

NOTA: El promedio nacional se sitúa en un 27%

Fuente: Carglass®

Asimismo, la evolución del número de roturas de las lunas laterales ha experimentado un crecimiento muy importante. Una de las principales causas de este crecimiento es el aumento de los intentos de hurtos que se producen, teniendo como principales objetivos los equipos electrónicos portátiles, que han experimentado un amplio crecimiento en su utilización. Un claro ejemplo de estos dispositivos es el GPS.

Si se realiza un estudio acerca de las provincias que presentan un porcentaje más elevado en el crecimiento de estas roturas, se obtiene:

**Ranking TOP 10 Provincias con crecimientos 2008 vs 2007 en intervenciones sobre lunas laterales**

1	GUADALAJARA	104%
2	ALAVA	82%
3	ALMERIA	58%
4	LÉRIDA	51%
5	CÓRDOBA	49%
6	LA CORUÑA	46%
7	CÁDIZ	43%
8	LEÓN	41%
9	ZARAGOZA	33%
10	HUELVA	32%

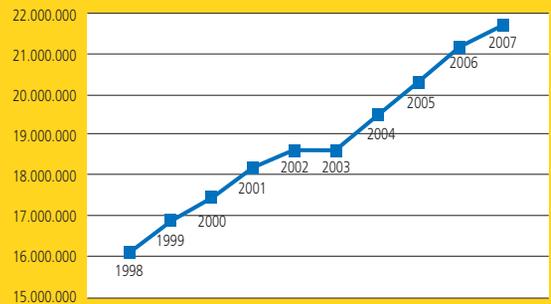
NOTA: El promedio nacional se sitúa en un 7%

Fuente: Carglass®

**11.3 CRECIMIENTO DEL PARQUE AUTOMOVILÍSTICO**

Un incremento en el número de vehículos comporta, lógicamente, un aumento en el número de lunas rotas. Este estudio se centrará exclusivamente en el parque de turismos. En los últimos años, el parque de turismos ha seguido la evolución mostrada en el gráfico inferior.

**Gráfico 11.2.** Evolución del parque turismos en España.



Fuente: DGT

El número de habitantes por vehículo de turismo a 31 de diciembre de 2007 ya es de 2,03. Esta cifra lleva una tendencia descendente desde hace años tal y como se muestra en el Gráfico 11.3.:

**Gráfico 11.3.** Evolución histórica de habitantes por turismo en España.



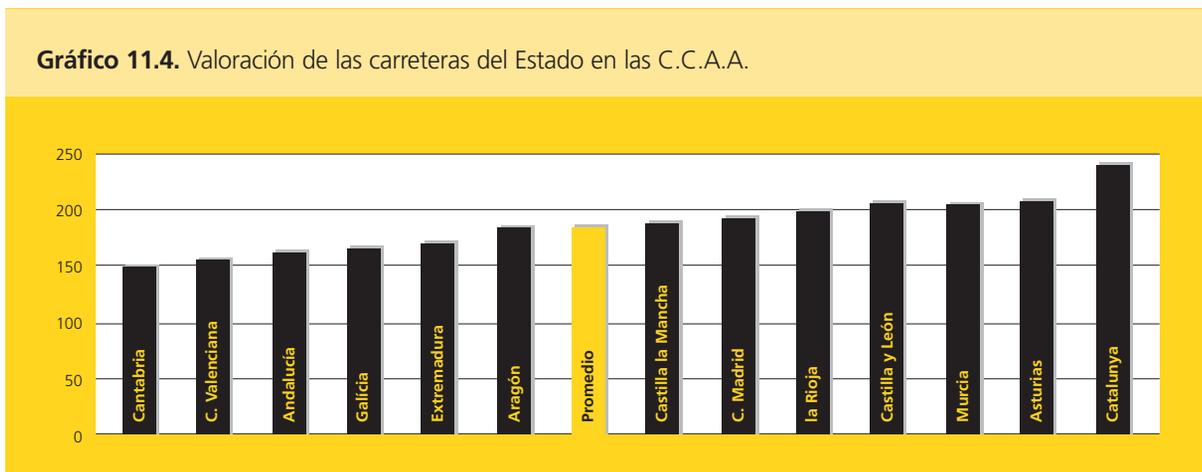
Fuente: INE (Instituto Nacional de Estadística)

### 11.4 EL PAVIMENTO DE LAS CARRETERAS

El mal estado del firme de una carretera, acentuado con la llegada del mal tiempo, es una causa importante de impactos de gravilla con los parabrisas de los vehículos circulando. La Asociación Española de la Carretera (AEC) realiza periódicamente una campaña de inspecciones visuales por las carreteras estatales y autonómicas de España. La última publicación de estas inspecciones fecha de julio de 2006, basándose en observaciones realizadas por 17 evaluadores entre los

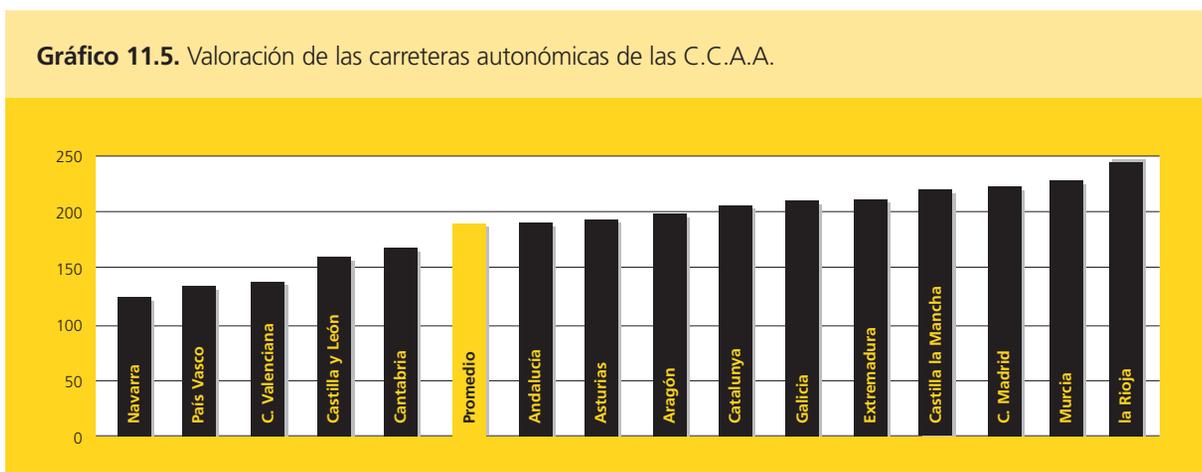
meses de julio y septiembre de 2005. Este estudio califica como de calidad aceptable el estado del firme de las carreteras de todas las Comunidades Autónomas, tanto las estatales como las autonómicas. Las carreteras que dependen de la gestión autonómica tienen una calidad del firme ligeramente superior a las que dependen del Estado. A continuación se adjuntan unos gráficos que califican por separado las Comunidades Autónomas:

Carreteras estatales:



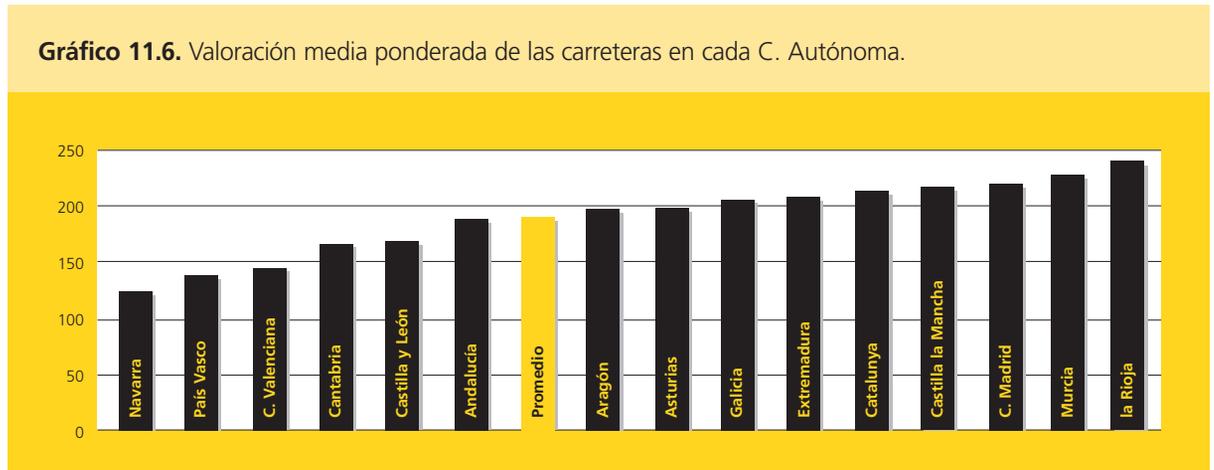
Fuente: Asociación Española de la Carretera

Carreteras autonómicas:



Fuente: Asociación Española de la Carretera

Media ponderada de las carreteras estatales y autonómicas:



Fuente: Asociación Española de la Carretera

El número de habitantes por vehículo de turismo a 31 de diciembre de 2007 ya es de 2,03

**Tabla. 11.4.** Leyenda de colores para la interpretación de la Tabla 11.5, 11.6 y 11.7.

gran mejora ( > 10 % )	
mejora leve ( < 10 % )	
empeoramiento leve ( < 10 % )	
gran empeoramiento ( > 10 % )	

Calidad firme red estatal de carreteras:

**Tabla. 11.5.** Calidad firme red estatal de carreteras en cada C. Autónoma. Fuente: AEC

	<b>2003</b>	<b>2005</b>
Cantabria	122	159
Com. Valenciana	145	164
Andalucía	151	170
Galicia	153	174
Extremadura	231	175
Aragón	178	192
PROMEDIO	187,5	194,92
Castilla la Mancha	175	196
Com. Madrid	172	200
la Rioja	243	207
Castilla y León	213,5	213
Murcia	235	216
Asturias	194	217
Catalunya	225	243

Calidad firme red de carreteras autonómicas:

**Tabla. 11.6.** Calidad firme carreteras autonómicas en cada C. Autónoma. Fuente: AEC

	<b>2003</b>	<b>2005</b>
Navarra	135	125
País Vasco	109	139
Com. Valenciana	109	140
Castilla y León	152	162
Cantabria	197	170
PROMEDIO	182	192
Andalucía	203	193
Asturias	166	195
Aragón	206	200
Catalunya	196	208
Galicia	216	211
Extremadura	195	214
Castilla la Mancha	198	221
Com. Madrid	211	225
Murcia	210	229
la Rioja	231	247

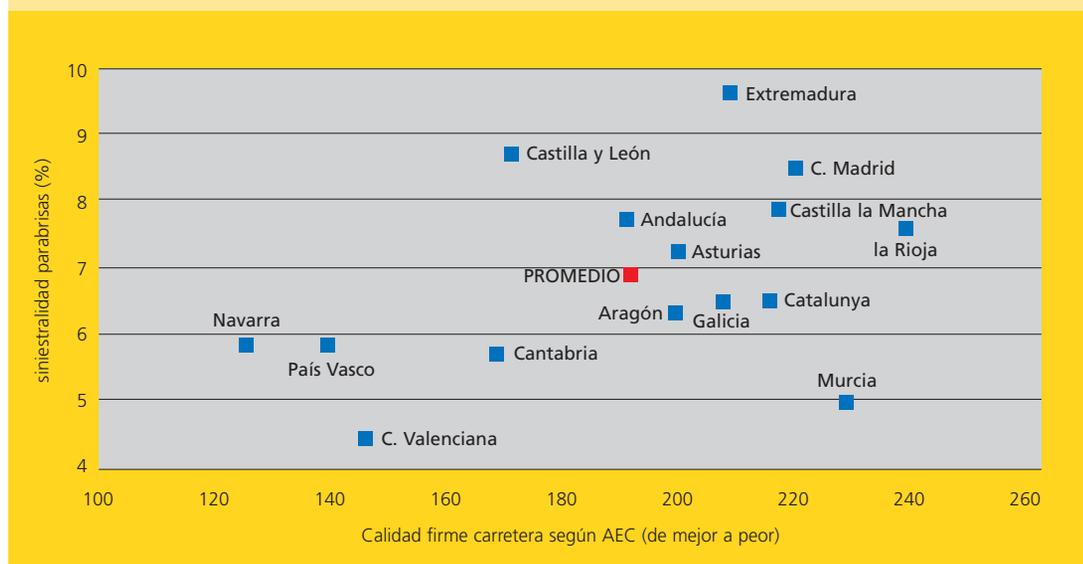
Promedio ponderado de la calidad del firme de las carreteras autonómicas y estatales de cada Comunidad Autónoma:

**Tabla. 11.7.** Promedio ponderado del estado del firme de las carreteras en cada C. Autónoma. Fuente: AEC

	<b>2003</b>	<b>2005</b>
Navarra	135	125
País Vasco	109	139
Com. Valenciana	127	145
Cantabria	159,5	167
Castilla y León	177	170
Andalucía	182,5	190
PROMEDIO	180,5	191
Aragón	184,5	198
Asturias	213	198,5
Galicia	192	206
Extremadura	180	207
Catalunya	186,5	214
Castilla la Mancha	191,5	216
Com. Madrid	222,5	219
R. Murcia	210,5	227,5
la Rioja	237	238

A continuación se adjuntan una serie de gráficos que muestran la relación existente entre la siniestralidad de los parabrisas de los turismos, con ciertos parámetros. (Fuente: Anuario Fomento 2007)

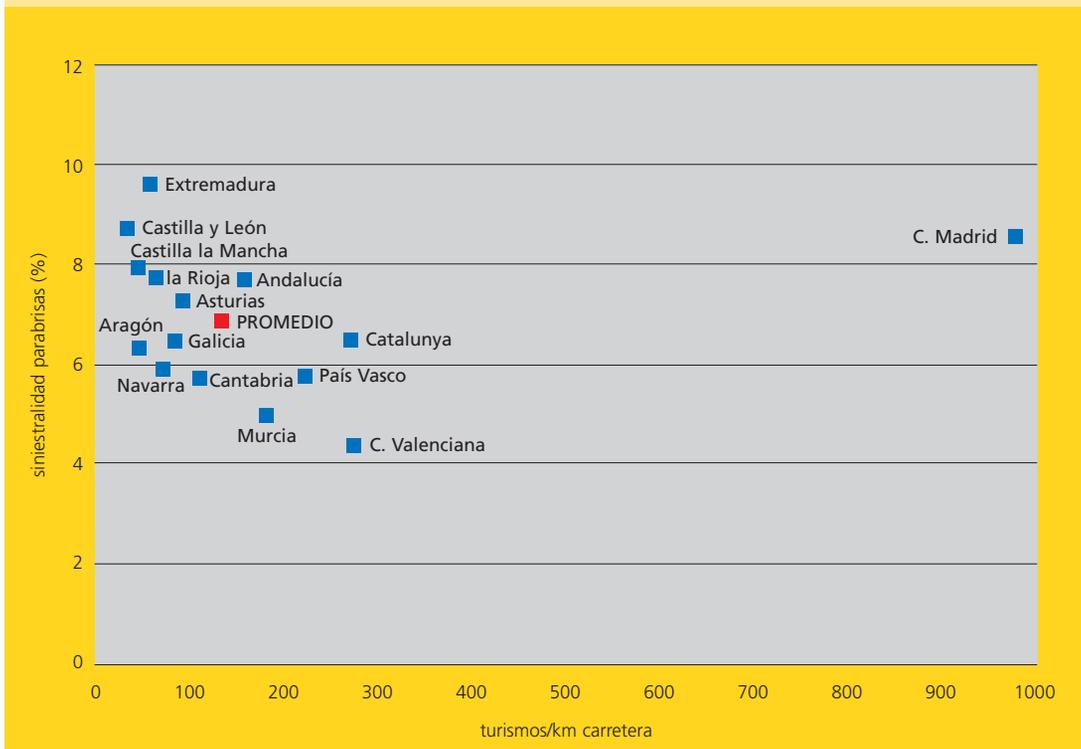
**Gráfico 11.7.** Siniestralidad parabrisas VS calidad firme carreteras.



Fuente: Anuario de Fomento, 2007

Se observa una cierta tendencia a la baja siniestralidad entre las Comunidades Autónomas con una calidad del firme mayor. Hay que tener en cuenta que, siguiendo la magnitud que califica la calidad del firme de una carretera según la AEC, a menor valor mayor calidad.

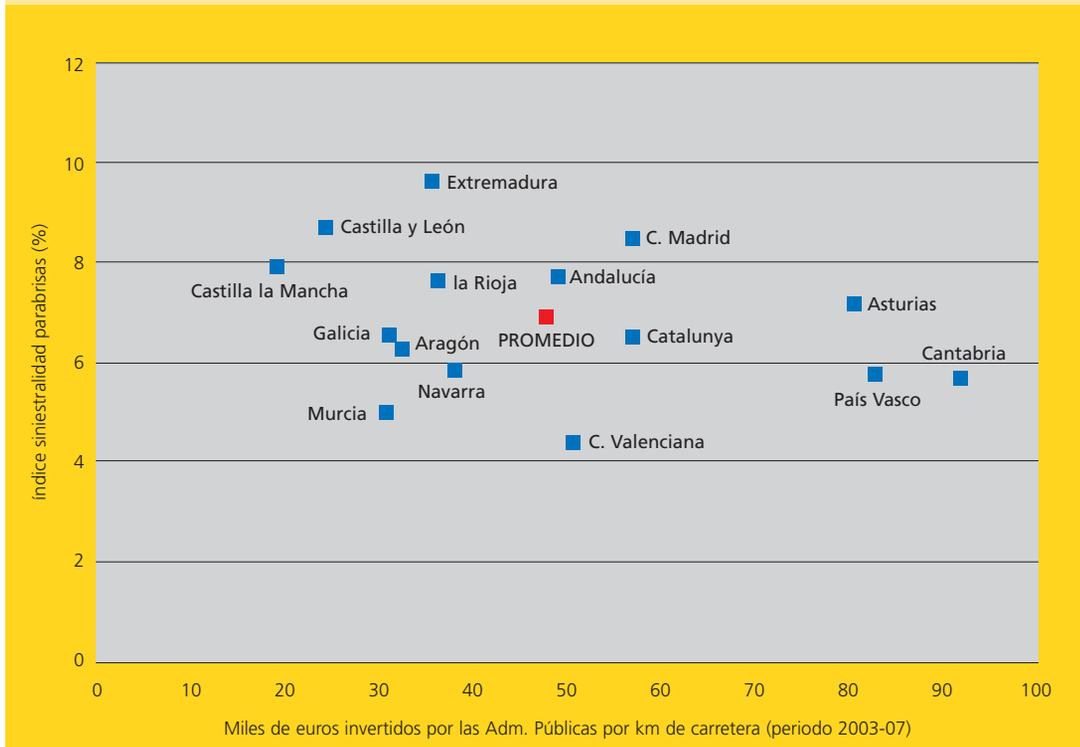
**Gráfico 11.8.** Siniestralidad parabrisas VS nº turistas/km carretera.



Fuente: Anuario de Fomento, 2007

No se observa una tendencia a la mayor siniestralidad de los parabrisas al aumentar la densidad de vehículos en la carretera (total turistas / total km de carretera).

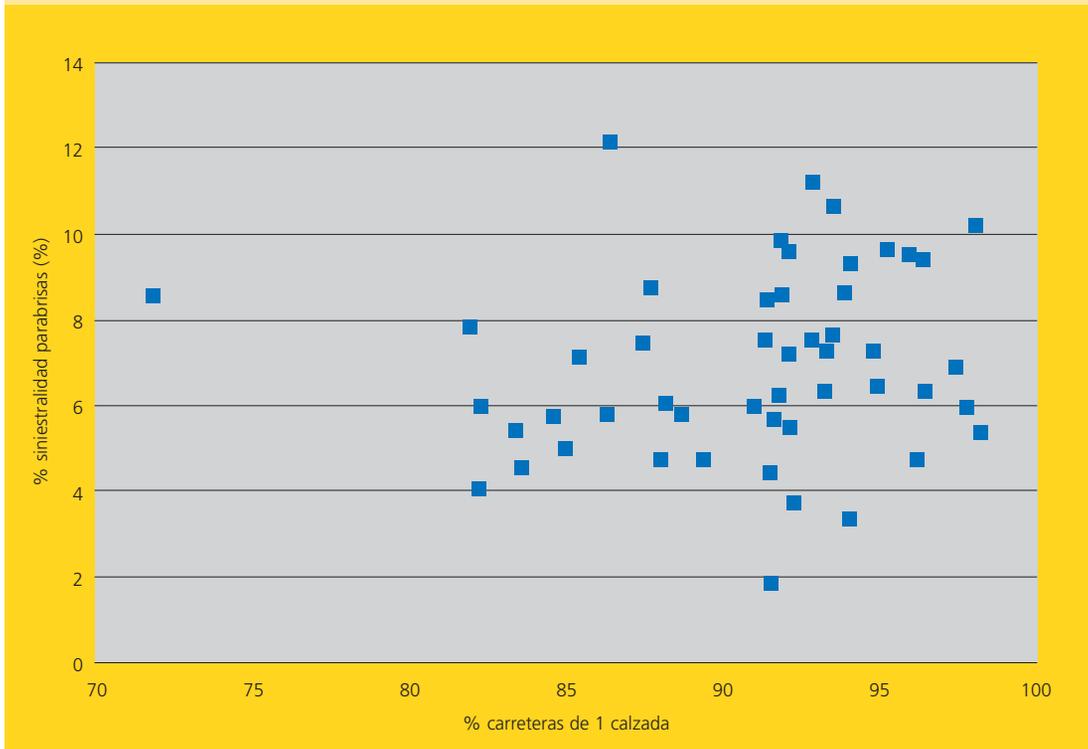
**Gráfico 11.9.** Siniestralidad parabrisas VS inversión pública por km de carretera.



Fuente: Anuario de Fomento, 2007

Se observa una cierta tendencia que muestra que a mayor inversión por km de carretera, disminuye la siniestralidad de los parabrisas.

**Gráfico 11.10.** Siniestralidad parabrisas VS porcentaje carreteras de una calzada.



Fuente: Anuario de Fomento, 2007

No puede afirmarse que a mayor porcentaje de carreteras de una calzada, las más susceptibles a recibir un mantenimiento más deficiente, aumenta la siniestralidad de los parabrisas.

## 12. Conclusiones

El parabrisas es un componente del automóvil que ha experimentado una gran evolución desde sus inicios hasta la actualidad, de manera análoga a la evolución del vehículo en general.

Existen principalmente dos tipos de lunas en el vehículo: laminado, es decir, formado por dos láminas de cristal más una lámina intermedia, y templado. Actualmente el parabrisas debe ser laminado, tal y como indica la normativa en vigor. Además, hay diversas leyes y normas de organismos reguladores, que afectan a los parabrisas de los automóviles (Normas ISO, UNE, etc.)

El parabrisas es un elemento que tiene influencia y unas funciones determinadas en los siguientes apartados:

- Aislante entre el interior y el exterior del vehículo, manteniendo unas condiciones en el interior del habitáculo tales que los ocupantes mantengan unas buenas condiciones de confort.
- Elemento de seguridad ya que impide la intrusión de elementos externos en el habitáculo, que podrían producir lesiones en los ocupantes.
- Soporte de ciertas innovaciones tecnológicas como el sensor de lluvia (que detecta la lluvia y pone en funcionamiento los limpiaparabrisas de forma automática), o como el sensor de luz, que detecta la falta de iluminación, y enciende automáticamente las luces del vehículo. Otro recurso tecnológico es el "head-up display", que consiste en una imagen que utiliza el parabrisas como proyector, aunque la tecnología en sí no está incorporada en el parabrisas.

Estas funciones de los parabrisas pueden verse perjudicadas o alteradas si se producen roturas en el mismo, derivadas típicamente de un impacto sufrido mientras se circula a una determinada velocidad por carretera.

La distribución de roturas entre las diferentes lunas presentes en el vehículo indica que el parabrisas es la luna del vehículo que presenta una mayor frecuencia de roturas (67%), seguida por las lunas laterales (27%) y la luna trasera (6%).

La principal causa de la rotura de las lunas del automóvil es el impacto de gravilla proyectada hacia el parabrisas, en un 80 % de los casos ésta es la causa. Luego ya hay otras causas menores como la caída de ramas de árboles, vandalismo, etc.

Como ya se ha comentado a lo largo del estudio, desde el punto de vista del usuario es más recomendable la reparación que la sustitución del parabrisas. Esto es así porque el ahorro de tiempo y costes es notable.

Un factor muy a tener en cuenta en los procesos de rotura del parabrisas es la diferencia de temperatura existente entre el interior y el exterior del vehículo, cuando esta diferencia es extrema, es decir, cuando en el exterior hay calor o frío extremo y en el interior se ponen en funcionamiento los sistemas de calefacción o refrigeración del vehículo, provocándose así tensiones térmicas en las láminas interior y exterior del parabrisas. Este fenómeno puede acabar abriendo grietas o micro-fisuras existentes previamente en el parabrisas que resultaban imperceptibles a la vista humana.

La velocidad de variación de la temperatura del parabrisas también afecta a sus propiedades mecánicas. La introducción de tensiones térmicas elevadas provocadas por cambios bruscos de temperatura, puede producir la apertura de una grieta existente.

Las coberturas de las aseguradoras tienen en cuenta el caso singular de la rotura de lunas, aunque no en cualquier circunstancia. Es una cobertura interesante, pues la póliza contratada pasa a ser automáticamente consorciable, lo que cubre ciertas situaciones inusuales que a menudo no están cubiertas. Las consecuencias de estas situaciones inusuales van a cargo de un ente dependiente del Estado, el Consorcio de Compensación de Seguros. La reparación del parabrisas normalmente no afecta a la bonificación de la póliza contratada con la compañía aseguradora. En cambio, la sustitución normalmente sí que afectará a la bonificación.

El parabrisas es un elemento del vehículo que interviene tanto en la seguridad activa como en la seguridad pasiva del vehículo. En referencia a la seguridad activa, el parabrisas debe mantener unas condiciones de visibilidad así como hacer de soporte a otros elementos como los limpiaparabrisas o los sensores de luz y lluvia. En referencia a la seguridad pasiva, la rigidez del parabrisas contribuye a la distribución de los esfuerzos entre los elementos estructurales de la carrocería del vehículo. Asimismo, también impide la intrusión en el habitáculo de elementos externos al vehículo durante el impacto, reduciendo el riesgo de lesiones de sus ocupantes. Cabe destacar también que el parabrisas actúa como soporte del airbag del acompañante cuando este se despliega y es de configuración top-mount. Un parabrisas que se despegara del marco como consecuencia del mal estado del adhesivo usado, podría afectar a la seguridad del acompañante dado que el airbag no se desplegaría de forma correcta.

Se observa como las cuatro comunidades con mayor índice de siniestralidad son Castilla y León, Castilla la Mancha y Extremadura. Las dos posibles causas son la variación de temperatura entre el periodo estival e invernal, son zonas del país con clima continental; esto significa que tienen inviernos muy fríos y veranos muy calurosos y que por lo tanto, existe un gran salto térmico entre la cara exterior e interior del parabrisas por el uso de los sistemas de refrigeración/calefacción del vehículo, y presentan un estado de conservación del pavimento peor que otras comunidades autónomas, con el consecuente aumento de la probabilidad de proyección de gravilla en el pavimento.

También se observa que en las Comunidades Autónomas con mayor densidad de vehículos, la siniestralidad de los parabrisas tiene una cierta tendencia a ser inferior que las de menor densidad. Una posible explicación es el mejor mantenimiento que reciben las vías con mayor circulación. (Gráfico 11.8 apartado 11.2).

En el Gráfico 11.9 del apartado 11.2, se observa como las Comunidades Autónomas que reciben más inversión por km de carretera tienen una siniestralidad de los parabrisas bastante reducida. Sin embargo, la baja inversión por km de carretera no tiene porque comportar una alta siniestralidad de los parabrisas, como se observa por ejemplo en la Región de Murcia.

## 13. Recomendaciones a usuarios

### 1) Mantener distancia de seguridad

Mantener una cierta distancia de seguridad con el vehículo precedente no sólo es bueno para tener suficiente espacio para frenar en una situación de emergencia, sino también para evitar el impacto de la grava que este vehículo pueda proyectar hacia nuestro vehículo.

### 2) Acudir rápidamente al taller al detectar cualquier rotura en el parabrisas

En caso de que se identifique una rotura en el parabrisas, debe irse lo más rápido posible a un taller especializado. De lo contrario, esta pequeña rotura puede agrandarse o agrietarse y entonces la reparación resulta imposible. Como ya se ha mencionado, el tiempo y el coste de una reparación son mucho menores que los de una sustitución.

### 3) No usar agua caliente para descongelar el parabrisas

En condiciones de frío extremo, con el parabrisas helado, es totalmente desaconsejable verter agua caliente sobre éste. Esta acción comporta un aumento de las probabilidades de que el parabrisas se agriete, en caso de que ya presente alguna micro rotura anterior.

### 4) Qué hacer en caso de hielo en el parabrisas

La mejor manera de deshacer el hielo del parabrisas de un vehículo es activar la calefacción con los aireadores de desempañado para obtener así aire caliente dirigido hacia la capa interna del parabrisas. Debe estar a la máxima temperatura posible, pero a velocidad baja. A velocidades altas el aire saliente es más frío.

Otra opción más rápida es utilizar un spray denominado "descongelante". Éste se pulveriza sobre la capa externa del parabrisas y rápidamente el hielo se empieza a derretir.

### 5) Desempañar el parabrisas

Para desempañar los vidrios, lo ideal es partir con aire frío o poner la calefacción al máximo, pero será incómodo para los ocupantes del vehículo.

El aire caliente es capaz de contener mayor cantidad de vapor de agua que el aire frío. Si se utiliza aire caliente, al llegar al cristal el aire se enfría y disminuye su capacidad para contener agua y la que lleva de exceso se condensa en el cristal. Cuando se ha calentado el cristal, éste comienza a secarse. Este método es lento y caluroso para los pasajeros.

Si se utiliza el aire acondicionado, el aire frío está más seco porque su humedad de saturación es menor, y cuando llega al cristal se calienta un poco y aumenta su capacidad para contener agua, así que es más rápido y más eficaz.

Los automóviles con climatizador, en la posición de desempañar los cristales usan el aire acondicionado.

## **6) Evitar grandes saltos térmicos entre el interior y el exterior del parabrisas**

En situaciones de temperaturas extremas, ya sea frío extremo o calor extremo, no es recomendable que la temperatura dentro del habitáculo del vehículo difiera mucho de la exterior. Si eso ocurriera, podría aumentar el riesgo de agrietamiento del parabrisas debido al salto térmico entre las dos caras, cuando éste ya presenta algún tipo de daño previo. De cualquier modo, si la temperatura exterior es extrema (baja o alta), debe cambiarse la temperatura interior progresivamente. El hacerlo bruscamente aumenta aún más la probabilidad de agrietamiento.

## **7) Renovar el limpiaparabrisas cada 6-12 meses**

Es aconsejable renovar los limpiaparabrisas cada 6-12 meses. Usar un limpiaparabrisas en mal estado puede rayar el parabrisas, lo que disminuye la visibilidad del conductor y, por consiguiente, aumenta el riesgo de accidente. Preferentemente, se recomienda cambiar los limpiaparabrisas justo antes de la época de lluvias del lugar geográfico donde se habite. En muchos lugares de España esta época corresponde a otoño. Hay ciertos factores que ayudan a cerciorarse de que el limpiaparabrisas debe ser sustituido sin tener que llegar a notar las consecuencias de su mal estado. Observar con regularidad los limpiaparabrisas es fundamental. Lo más importante es centrarse en la hoja, más que en el brazo. La hoja es la parte del limpiaparabrisas que está en contacto directo con el parabrisas. Si se observan desgarres, cortes o algún tipo de degradación, hay que sustituir el parabrisas para evitar que este defecto pueda dañar el parabrisas. La higiene de la hoja también es importante, hay que limpiarla periódicamente con líquido no abrasivo limpiador de cristales o bien con el mismo líquido lava-parabrisas. En cualquier caso, primero es mejor consultar el manual del vehículo para ver si el fabricante recomienda algún producto en particular.

## 14. Bibliografía

### Publicaciones especializadas

CARGLASS® NEWS n° 5 (noviembre 2004)  
CESVIMAP n° 60 (junio 2007)  
CESVIMAP n° 45 (septiembre 2003)

### Entidades y fuentes de información

Universidad Metropolitana de Swansea (Reino Unido)  
Belron® Technical, S.A.  
Cátedra Applus en Seguridad del Automóvil (Universitat Politècnica de Catalunya)  
Laboratorios Calsonic Kanser Ltd. (Reino Unido)  
Asociación Española de la Carretera  
Anuario del Ministerio de Fomento  
Instituto Nacional de Estadística  
Dirección General de Tráfico  
AENOR  
ISO  
CESVIMAP  
Citroën España S.A.  
National Highway Traffic Safety Administration (Estados Unidos)









