

DESARROLLO DE LOS CRITERIOS DE REPARABILIDAD DE MARCAS  
PREMIUM EN FUNCIÓN AL SUSTRATO

JUAN SEBASTIÁN MELO PINZÓN  
MARIO ALBERTO ACEVEDO LEYVA

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BOGOTÁ D.C.  
2.017

DESARROLLO DE LOS CRITERIOS DE REPARABILIDAD DE MARCAS  
PREMIUM EN FUNCIÓN AL SUSTRATO

JUAN SEBASTIÁN MELO PINZÓN  
MARIO ALBERTO ACEVEDO LEYVA

Proyecto de Grado Integral para Optar el Título de  
INGENIERO MECÁNICO

Director: Ing. Juan Pablo Mora Riaño  
Coordinador de Pintura Cesvi Colombia S.A.

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BOGOTÁ D.C.  
2.017

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

Presidente del Jurado  
Ing. Álvaro Romero Suárez

---

Jurado 1  
Ing. Héctor Julio Moreno

---

Jurado 2  
Ing. Gabriel H. Rivera Rodríguez

Bogotá, 28 de Julio de 2.017

## DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de La Universidad y Rector del Claustro

Dr. Jaime Posada Díaz

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos

Dr. Luis Jaime Posada García – Peña

Vicerrectora Académica y de Posgrados

Dra. Ana Josefa Herrera Vargas

Secretario General

Dr. Juan Carlos Posada García – Peña

Decano Facultad de Ingenierías

Ing. Julio César Fuentes Arismendi

Director de Programa Ingeniería Mecánica

Ing. Carlos Mauricio Veloza Villamil

Los conceptos emitidos en este documento son responsabilidad exclusiva de los autores

En primer lugar, agradecemos a Dios y a la vida por permitirnos la oportunidad de llegar a este momento en el desarrollo de nuestras vidas profesionales.

Agradecemos también;

Al equipo técnico y administrativo de Cesvi Colombia S.A. quienes otorgaron las herramientas y conocimientos suficientes; particularmente a nuestro director, el Ingeniero Juan Pablo Mora Riaño, quien de manera abierta y amigable nos compartió gran parte de su conocimiento en el sector automotriz, en el progreso de este proyecto investigativo.

A nuestro ente educativo, Fundación Universidad de América, que en sus enseñanzas académicas y formativas que nos ayudaron al desarrollo como ingenieros íntegros; especialmente a nuestro orientador, el Ingeniero Álvaro Romero Suárez, por sus conocimientos y paciencia para llevar a cabo de manera eficiente el proyecto investigativo.

Dedicamos este trabajo de grado a nuestras familias, quienes durante el día a día infundieron diferentes valores y principios, base fundamental para el éxito en la vida y el desarrollo de este trabajo; fue su esmero y sacrificio, el reflejo de perseverar no solo por un trabajo de calidad, sino por el de un mejor porvenir en donde se recompense sus esfuerzos y apoyo incondicional.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. GENERALIDADES	17
1.1 GÉNESIS	17
1.2 MISIÓN	17
1.3 VISIÓN	17
1.4 OBJETIVOS	18
1.5 VALORES CORPORATIVOS	18
1.6 ORGANIGRAMA	19
1.7 ENSAYO DE IMPACTO	19
1.8 MARCAS PREMIUM	20
1.9 SUSTRATO	20
2. CRITERIOS DE REPARABILIDAD	21
2.1 ÁREA	21
2.1.1 Daño leve	21
2.1.2 Daño medio	22
2.1.3 Daño fuerte	22
2.2 INTENSIDAD	22
2.3 ACCESIBILIDAD	22
2.4 ACCESORIOS	22
3. PROCESOS DE REPARACIÓN (CONFORMADO)	23
3.1 TRATAMIENTO MECÁNICO DE LA LÁMINA	23
3.1.1 Aplanado	23
3.1.2 Estirado	24
3.1.3 Recalcado	24
3.1.4 Batido	25
3.2 TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LA LÁMINA	25
3.2.1 En caliente	25
3.2.2 En frío	26
3.2.3 En frío con remate en caliente	26
4. PROCESOS DE SUSTITUCIÓN	27
4.1 SUSTITUCIÓN CONVENCIONAL (PIEZAS MÓVILES, ATORNILLADAS)	27
4.2 SUSTITUCIÓN DE ELEMENTOS FIJOS Y POR SECCIÓN PARCIAL	28
4.2.1 Corte	28
4.2.2 Desgrafado	29
4.2.3 Unión	29
4.2.3.1 Soldadura por puntos de resistencia	30
4.2.3.2 Soldadura MIG/MAG y DURA-MIG (MIG-BRAZING)	31



4.2.3.3 Soldadura láser	32
4.2.3.4 Remaches sólidos (cilíndricos)	33
4.2.3.5 Remaches ciegos	34
4.2.3.6 Remaches autoperforantes	34
4.2.3.7 Adhesivos de resinas epoxy	35
4.2.3.8 Adhesivos de poliuretanos	35
4.2.3.9 Adhesivos de cianoacrilatos	36
5. MATERIALES EN CARROCERÍAS DE AUTOMÓVIL	37
5.1 ACERO DE MEDIA RESISTENCIA	37
5.2 ACERO DE ALTA RESISTENCIA	37
5.3 ACERO DE MUY ALTA RESISTENCIA	38
5.4 ACERO DE ULTRA ALTA RESISTENCIA	38
5.5 ALUMINIO	38
6. PROCESOS DE CONFORMACIÓN	40
6.1 TRATAMIENTO MECÁNICO DE LA LÁMINA	40
6.1.1 Aplanado	40
6.1.2 Estirado	43
6.1.3 Recalcado/Batido	45
6.2 TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LA LÁMINA	48
7. RECURSOS PARA SUSTITUCIÓN PARCIAL	51
7.1 CORTE	51
7.2 DESGRAFADO	55
7.3 UNIÓN POR SOLDADURA	58
7.3.1 Puntos de resistencia	58
7.3.2 MIG/MAG	60
7.4 UNIÓN POR REMACHADO	63
7.5 UNIÓN POR ADHESIVOS	65
8. ACTUALIZACIÓN TECNOLÓGICA EN LOS PROCESOS	68
9. DISTRIBUCIÓN DE MATERIALES	73
9.1 AUDI	73
9.2 BMW	77
9.3 MERCEDES-BENZ	80
9.4 VOLVO	84
10. PROTOCOLOS DE REPARACIÓN	88
11. CONCLUSIONES	89
12. RECOMENDACIONES	90

BIBLIOGRAFÍA

91

ANEXOS

94

## LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Muestra de vehículos premium	16
Cuadro 2. Equipos de corte en carrocerías	29
Cuadro 3. Tipos de remaches	34
Cuadro 4. Aplanado de lámina en reparación	41
Cuadro 5. Estirado de lámina en reparación	44
Cuadro 6. Recalcado/Batido de lámina en reparación	46
Cuadro 7. Tratamiento térmico según el sustrato	49
Cuadro 8. Recursos de corte según el sustrato	52
Cuadro 9. Desgrafado según el sustrato	56
Cuadro 10. Soldadura por puntos de resistencia según el sustrato	59
Cuadro 11. Soldadura MIG/MAG según el sustrato	61
Cuadro 12. Remachado según el sustrato	64
Cuadro 13. Adhesivos según el sustrato	66
Cuadro 14. Actualidad de herramientas en función al sustrato	69
Cuadro 15. Distribución de materiales en Audi	74
Cuadro 16. Distribución de materiales en BMW	78
Cuadro 17. Distribución de materiales en Mercedes-Benz	81
Cuadro 18. Distribución de materiales en Volvo	85

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Organigrama de CESVI COLOMBIA S.A.	19
Figura 2. Ensayo de impacto	19
Figura 3. Aplanado de lámina con martillo	23
Figura 4. Estirado de carrocería	24
Figura 5. Recalcado de lámina	24
Figura 6. Recogida de chapa con electrodo de carbono	25
Figura 7. Recogida de chapa con electrodo de cobre	26
Figura 8. Brocas y despunteadora	29
Figura 9. Soldadura por puntos de resistencia	31
Figura 10. Soldadura MIG-BRAZING	32
Figura 11. Soldadura láser	33
Figura 12. Remaches ciegos	34
Figura 13. Remaches autoperforantes	35
Figura 14. Adhesivo de cianoacrilato	36
Figura 15. Herramientas e insumos para el aplanado	40
Figura 16. Equipo hidráulico portátil para el estirado	43
Figura 17. Martillo de inercia	45
Figura 18. Equipo de tratamiento térmico	48
Figura 19. Sierras y equipo de corte	51
Figura 20. Brocas y despunteadora	55
Figura 21. Equipo de soldadura por puntos	58
Figura 22. Equipo de soldadura MIG/MAG	60
Figura 23. Máquina remachadora de BMW	63
Figura 24. Adhesivos	65
Figura 25. Convención de materiales en el Audi A4	73
Figura 26. Convención de materiales en la camioneta GLK	80

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Protocolos de sustitución Audi A4 y Q5	95
Anexo B. Generalidades de reparación para vehículos Mercedes-Benz	149

## RESUMEN

El desarrollo del proyecto denominado DESARROLLO DE LOS CRITERIOS DE REPARABILIDAD DE MARCAS PREMIUM EN FUNCIÓN AL SUSTRATO, se inició con la recopilación de información concerniente a los materiales y procesos presentes en los vehículos de marcas premium, proveedores especializados en equipos propios de este segmento de vehículos e información propia de las marcas investigadas. Se realizó un análisis de información, se establecieron las piezas que necesitan procedimientos especializados, se establecieron estos procedimientos, para proceder a identificar los equipos y herramientas necesarias para la correcta sustitución o reparación según el sustrato. Durante todo el proceso del proyecto se tuvo en cuenta el impacto medio ambiental, especialmente en los procesos requeridos en la reparación o sustitución de piezas de estos automóviles.

**PALABRAS CLAVE:** Criterios, reparabilidad, sustrato, vehículos de marcas premium.

## INTRODUCCIÓN

La *importancia* de este proyecto radica en la investigación y el resultado que esta arroje para poder establecer parámetros claros o por lo menos generar un antecedente frente a la reparabilidad de vehículos de gama premium en función al sustrato. Teniendo en cuenta que a pesar de la difícil situación económica actual, los vehículos de esta gama están con los precios al alza, lo que genera la necesidad para el sector reparador de saber qué hacer y cómo hacerlo, ya que en este segmento de vehículos tanto la información existente como el conocimiento están restringidos a los propios fabricantes.

El *origen* de este trabajo se da por la necesidad que manifiestan las aseguradoras a Cesvi Colombia S.A., quienes frente a la reparación de vehículos de gama premium, la única acción que pueden hacer es pagar a los talleres autorizados, sin conocimiento de donde sale el valor ni de la razón por la cual una pieza tiene que ser reemplazada y no puede ser reparada.

Como *objetivo* general, este trabajo de grado tiene, “Desarrollar los criterios de reparabilidad de marcas premium en función al sustrato”. Como objetivos específicos se tiene;

- ✓ Identificar los materiales constructivos presentes en los vehículos de marcas Premium
- ✓ Definir listado de piezas y conjuntos de los automóviles que requieren procedimientos especializados o que tengan protocolos para su sustitución, reparación y/o pintado
- ✓ Definir los procedimientos especializados y protocolos en piezas que por su material constructivo requieren de estos
- ✓ Identificar los equipos y herramientas especializadas necesarias para la ejecución de estos procedimientos
- ✓ Establecer el impacto de los nuevos procesos estudiados sobre dichos sustratos en operaciones ya analizadas por CESVI Colombia
- ✓ Estudiar la necesidad de realizar actualizaciones tecnológicas en los procesos de reparación de carrocería ya existentes
- ✓ Definir protocolos de sustitución y reparación, características constructivas, materiales y particularidades que permitan contar con un marco de referencia acerca de las intervenciones sobre vehículos de las marcas Premium

Este trabajo tiene como *delimitación* el posible análisis de los modelos y sus respectivas marcas que se presentan a continuación;

Cuadro 1. Muestra de vehículos premium

AUDI	BMW	MERCEDEZ-BENZ	VOLVO
A3 coupé	Serie 1 de 1 y 5 puertas	Clase A	V40
A4 sedán	Serie 3 sedán	Clase C sedán	S60
Q5	X3	GLK	XC60

Fuente: CESVI Colombia, 2.016

La *metodología* empleada para la elaboración de este trabajo radica en la búsqueda de información con la ayuda de CESVI Colombia, las marcas objeto de estudio y las bases de datos que la Universidad pone a disposición de los estudiantes.

La información a buscar tiene que ver con las plataformas de construcción de los vehículos definidos en la muestra de estas marcas, dentro de las plataformas lo esencial a tener en cuenta va a ser los materiales constructivos y los mecanismos de unión de las diferentes piezas, con especial atención a la presencia de aspectos relevantes o particulares.

Con lo anterior y conjuntamente con las marcas se van a evaluar los procesos de sustitución y reparación, si estos existen, de lo contrario ver la viabilidad de establecer protocolos estandarizados que a su vez se complementen con los equipos y herramientas que se ajusten a las propiedades encontradas en los materiales constructivos de estos vehículos.

Lo anterior se verá reflejado en un documento el cual estará guiado por medio de los orientadores y docentes en cuanto a aspectos técnicos, normativos y metodológicos del desarrollo del proyecto.

El *significado* de este trabajo es el avance para el sector automotriz colombiano, en especial el encargado de la reparación en vehículos de alta gama, ya que proporcionará conocimiento en los materiales presentes, en los procedimientos y equipos requeridos para intervenir estos vehículos. Para los accionistas de Cesvi Colombia S.A. todo este conocimiento será punto de partida para poder exigir un trabajo de calidad por parte de los talleres y de manera inversa cancelar el valor real y justo por una reparación.

La *aplicación* de este proyecto tiene dos posibles campos, uno en el ámbito investigativo por el cual será un punto de partida a la hora de explorar en marcas de vehículos premium no involucradas en este proyecto. El otro campo es en los talleres en general, ya que de no ser autorizados, con este conocimiento pueden incursionar en el mercado de la reparación de vehículos de alta gama.



## 1. GENERALIDADES

En el presente capítulo se van a presentar algunas generalidades sobre CESVI COLOMBIA S.A., las marcas involucradas en esta investigación y los materiales constructivos o sustratos.

### 1.1 GÉNESIS

“Cesvi<sup>1</sup> Colombia S.A. se inauguró el 22 noviembre de 1.999 con el objetivo de investigar y experimentar en el campo de la reparación automotriz, generando resultados aplicables a los modelos de gestión y control de compañías aseguradoras, talleres reparadores, marcas de vehículos, así como soluciones en el campo de la seguridad vial”.

Sus accionistas son las compañías aseguradoras de automóviles presentes en el país, como lo son MAPFRE COLOMBIA, SURA, PREVISORA Seguros, SEGUROS BOLIVAR, Allianz, Liberty Seguros, BBVA Seguros, Aseguradora Solidaria de Colombia y Equidad Seguros.

Por su trayectoria Colciencias la reconoció como centro de experimentación e investigación. Internacionalmente es miembro de la Research Council for Automobile Repairs (RCAR), un organismo que tiene como propósito mejorar las condiciones de reparabilidad de los vehículos, reducir los costos de reparación en beneficio de la vida humana.

### 1.2 MISIÓN

“Somos una empresa innovadora y líder en soluciones de diagnóstico y evaluación, modelos de consultoría y auditoría, soluciones de educación y divulgación, servicios técnicos de ingeniería, soluciones tecnológicas y ambientales, tratamiento de Vehículos Fuera de Uso y prevención; que a través de la investigación y experimentación, busca el desarrollo del sector asegurador automotor y de la seguridad vial”<sup>2</sup>.

### 1.3 VISIÓN

“En 2.017 ser una empresa líder, reconocida socialmente con un funcionamiento auto sostenible, que genere soluciones integrales, competitivas y rentables para el sector asegurador, automotor y de la seguridad vial”<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> CENTRO DE EXPERIMENTACIÓN Y SEGURIDAD VIAL (CESVI). Información CESVI Colombia [diapositivas]. Bogotá: Cesvi, 2015. 6 diapositivas.

<sup>2</sup> Ibid., diapositiva. 4.

<sup>3</sup> Ibid., diapositiva. 4.

## 1.4 OBJETIVOS

“Investigar y experimentar en el campo de la reparación automotriz, generando resultados aplicables a los modelos de gestión y control de compañías aseguradoras, talleres reparadores, marcas de vehículos, así como soluciones en el campo de la seguridad vial”<sup>4</sup>.

## 1.5 VALORES CORPORATIVOS

- ✓ “Integridad, apreciar la igualdad y el valor de las personas comprendiendo sus diferencias. Nos identifica el comportamiento ético, la responsabilidad social y ambiental”<sup>5</sup>
- ✓ “Equipo comprometido, nos identificamos con la eficacia y el cumplimiento de los acuerdos. Buscamos mejorar nuestra gestión, basándonos en la formación y desarrollo constante de nuestras habilidades”<sup>6</sup>
- ✓ “Vocación de servicio, buscamos permanentemente la calidad y la excelencia de nuestras actividades. Cuidamos la relación con nuestro cliente y nos esforzamos para exceder sus expectativas”<sup>7</sup>
- ✓ “Innovación para el liderazgo, aplicamos o integramos nuevas ideas y conceptos a nuestros productos, procesos y servicios. Agregamos valor y diferenciación respecto al mercado”<sup>8</sup>

---

<sup>4</sup> Ibid., diapositiva. 1.

<sup>5</sup> Ibid., diapositiva. 5.

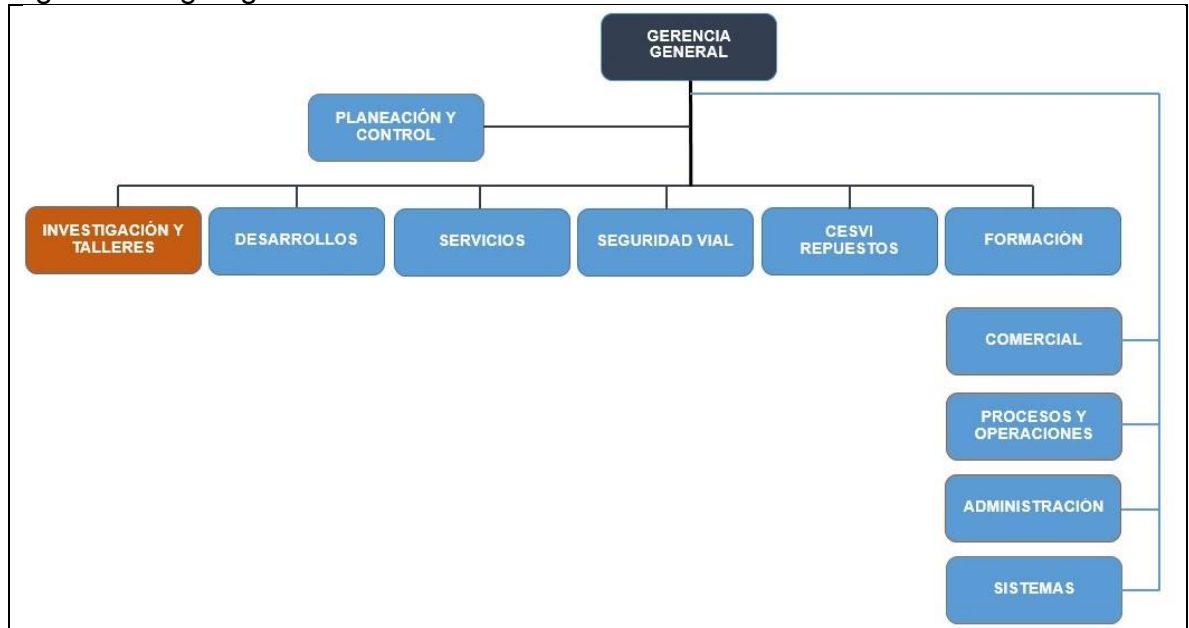
<sup>6</sup> Ibid., diapositiva. 5.

<sup>7</sup> Ibid., diapositiva. 5.

<sup>8</sup> Ibid., diapositiva. 5.

## 1.6 ORGANIGRAMA

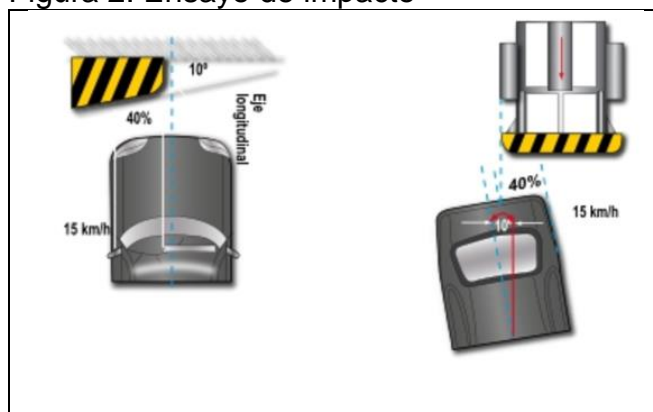
Figura 1. Organigrama de CESVI COLOMBIA S. A.



## 1.7 ENSAYO DE IMPACTO

“Bajo las normas del RCAR, los golpes de rampa que realiza CESVI Colombia se hacen bajo condiciones controladas. La liberación de energía es similar a la que se presenta en un choque urbano contra otro vehículo a 40 km/h simulando una maniobra evasiva”<sup>9</sup>

Figura 2. Ensayo de impacto



Fuente: CESVI COLOMBIA S.A. Información CESVI Colombia [Diapositivas]. Bogotá: CESVI, 2015. 6 diapositivas.

<sup>9</sup>Ibid., diapositiva. 6.

## 1.8 MARCAS PREMIUM

Dentro del mercado Colombiano de vehículos Premium encontramos diferentes marcas tales como Audi, BMW, Ferrari, Maserati, Mercedes-Benz, Jeep, Mini, Porsche y algunos modelos de marcas como Chevrolet, Dodge, Ford, Kia, Nissan, Seat, Subaru, Volkswagen. Para interés de esta investigación se propuso cuatro marcas, las cuales son las de mayor nivel de ventas según registro de Fasecolda a cierre del año 2015, estas marcas y sus respectivos modelos se presentan en un cuadro anterior...Véase cuadro1...

## 1.9 SUSTRATO

Previamente a esta investigación, se conoce que en los vehículos de marcas Premium, se van a encontrar diferentes tipos de sustratos. Cuando se habla del sustrato, se entiende por los materiales constructivos, de los cuales se desprenden diferentes tipos de procesos, equipos, materiales e insumos para poder tratarlos.

## 2. CRITERIOS DE REPARABILIDAD

Para CESVI COLOMBIA los criterios de reparabilidad son cuatro, los cuales son de gran utilidad para clasificar los daños que un vehículo sufra.

Lo que realiza CESVI Colombia en los ensayos de impacto, y teniendo en cuenta los criterios de reparabilidad, es la estandarización a nivel de taller, mediante la toma de los tiempos relativos, para formalizarlo en un baremo. El cual es de vital importancia como herramienta para poder cotizar una pieza de un vehículo de marca premium.

Estos criterios son globales y son independientes del tipo de material del que está fabricada la pieza a reparar, sin embargo esto se puede ver afectado en el caso de vehículos de marcas premium debido al material en el que se fabricó dicha pieza, el fabricante recomienda el remplazo de la misma. En caso de que la pieza se pueda reparar habrá que seguir los protocolos sugeridos por las marcas, acompañados de los equipos y herramientas necesarias... Véase el numeral 10...

Los criterios de reparabilidad se clasifican en función a;

- ✓ Área
- ✓ Intensidad
- ✓ Accesibilidad
- ✓ Accesorios

### 2.1 ÁREA

Este criterio toma en cuenta la relación del área afectada de la pieza sobre el área total de la misma, y de acuerdo a eso se clasifica en daño leve, daño medio o daño fuerte.

En la parte práctica, con el propósito de optimizar en tiempo no se mide, sino que se toma un formato A4 en referencia al daño, y de acuerdo al tamaño del daño con relación al área del formato, se clasifica. Si el daño es cubierto por el formato, es pequeño o leve; si el daño es equivalente o parejo al formato es medio; si el daño supera el formato se toma como uno fuerte.

2.1.1 Daño leve. Este tipo de daño se da cuando la relación de áreas es menor o igual al 8%.

2.1.2 Daño medio. Para este tipo de daño hay que tener en cuenta el tamaño de la pieza, para piezas grandes se da cuando la relación de áreas está entre el 8 y 25% y para piezas pequeñas y medianas se da cuando la relación está entre el 8 y 40%.

2.1.3 Daño fuerte. Al igual que el daño medio, este tipo de daño tiene en cuenta el tamaño de la pieza, por lo tanto para las piezas grandes se da cuando la relación de áreas es mayor al 25% y para piezas pequeñas y medianas cuando es superior al 40%.

## 2.2 INTENSIDAD

La intensidad a la hora de valorar un daño en una pieza de un automóvil se puede entender como la profundidad y la gravedad del daño que sufrió la pieza y también como la pérdida de material de la pieza, como por ejemplo cuando una bala la atraviesa dejando un agujero.

Este criterio en cuanto a relevancia se antepone al área, tanto así, que en casos en que la clasificación respecto al área sea leve, este criterio puede escalar la clasificación como un daño fuerte.

## 2.3 ACCESIBILIDAD

Este criterio adquiere importancia a la hora de realizar la reparación, puesto que de acuerdo a la ubicación del daño, el técnico podrá tener tres tipos de accesos a la zona a tratar, fácil, difícil o nulo. En el caso en el que el acceso sea nulo, será necesario el uso de equipos y herramientas específicas que pueden afectar tanto el tiempo como el costo de la reparación.

## 2.4 ACCESORIOS

Los accesorios como criterio de reparabilidad son importantes en cuanto al tiempo que toma su desmontaje y posterior montaje cuando se lleva a cabo una reparación.

Hay que tener en cuenta que no son solo elementos que se quitan y ponen sino que por el contrario son elementos que cumplen una función, la cual no se debe ver afectada, por lo que la correcta colocación y verificación de funcionamiento son primordiales. Esto en términos de reparación afecta el tiempo y costo de la misma.

### 3. PROCESOS DE REPARACIÓN (CONFORMADO)

El proceso de conformado de una pieza afectada abarca las operaciones necesarias para devolverle en la medida de lo posible sus condiciones originales de resistencia y estética, y que no representen peligro para la seguridad de los ocupantes del vehículo (afectación de seguridad activa y pasiva). En el presente capítulo, se revisarán rápidamente los métodos más utilizados para la reparación de la lámina.

Las siguientes proposiciones no contienen una definición referenciada en diccionarios o manuales, sino que son términos técnicos que se extrajeron conjuntamente con personal técnico de CESVI COLOMBIA S.A..

#### 3.1 TRATAMIENTO MECÁNICO DE LA LÁMINA

También conocido como trabajo en frío, consiste en someter la zona dañada a esfuerzos mecánicos adecuados, con el fin de corregir las deformaciones existentes. Para ello, se utilizan diferentes herramientas, tales como martillos, tases, palancas, limas, tranchas, equipos de tracción, etc.

3.1.1 Aplanado. Es la operación de conformado más básica, la cual consiste en golpear repetitivamente la superficie, con la ayuda de un martillo de conformación, soportado sobre un objeto sólido plano o curvo, conocido como tas, con el fin de alisar la superficie afectada.

Figura 3. Aplanado de lámina con martillo



Fuente: CESVI COLOMBIA S.A. Nuevos materiales empleados en la fabricación de carrocerías y su incidencia en la reparación, 2005.

3.1.2 Estirado. Cuando la pieza ha sufrido afectaciones, modificando su longitud original (sobre estiramiento) es necesario, con la ayuda de un equipo de tracción, aplicar esfuerzos controlados con el objeto de retornar la longitud original de la misma.

Figura 4. Estirado de carrocería



Fuente: [https://www.grupomavesa.com.ec/cms/uploads/servicios/images/6\\_reparacion\\_de\\_compatos.jpg](https://www.grupomavesa.com.ec/cms/uploads/servicios/images/6_reparacion_de_compatos.jpg).

3.1.3 Recalcado. Consiste en devolver su forma original a protuberancias propias de la pieza (curvas, nervaduras o pliegues) haciendo uso de cinceles, tranchas o herramientas adecuadas para tal fin.

Figura 5. Recalcado de lámina



Fuente: CESVI COLOMBIA S.A. Nuevos materiales empleados en la fabricación de carrocerías y su incidencia en la reparación, 2005.

3.1.4 Batido. Se aplica golpeando repetidamente la pieza para desplazar el material hacia la zona deseada; en otras palabras, se puede entender como una operación



de recogida de chapa de forma mecánica. No hay que confundir este proceso con el bruñido, el cual es un proceso de un acabado superficial muy fino y no se aplica en el campo automotriz.

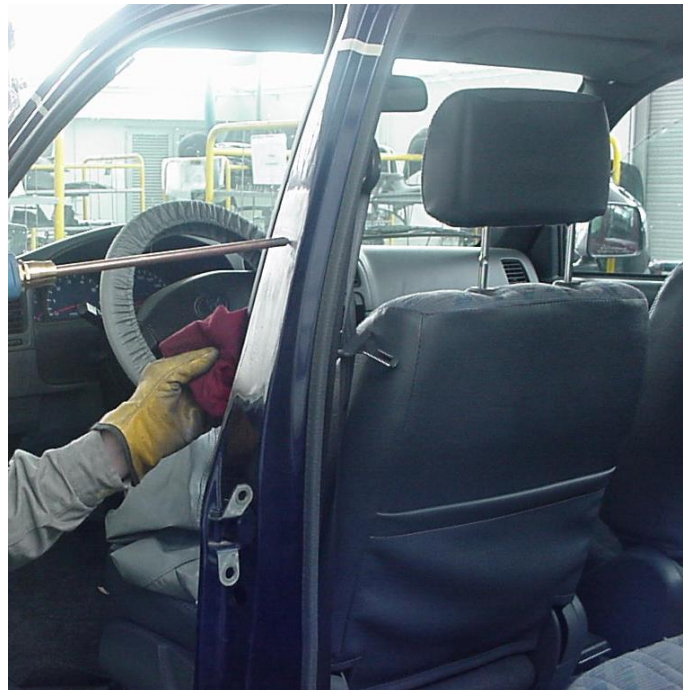
### 3.2 TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LA LÁMINA

Consiste en calentar el material y enfriarlo rápidamente, produciendo una contracción del material, con el objeto de corregir deformaciones causadas directamente por el impacto o por una aplicación excesiva de martilleo.

3.2.1 En caliente. En este apartado se contemplan aquellos procedimientos necesarios para la recuperación del acabado de la pieza, haciendo uso de la aplicación de temperatura sobre la zona afectada. Aquí se encuentran principalmente dos métodos;

- ✓ Recogida de chapa con electrodo de carbono: empleada normalmente para el tratamiento de áreas grandes, su función es la transferencia de temperatura a la zona afectada a través de un movimiento en espiral sobre dicha zona. Se conoce también como “contracción en continuo”

Figura 6. Recogida de chapa con electrodo de carbono



Fuente: CESVI COLOMBIA S.A. Nuevos materiales empleados en la fabricación de carrocerías y su incidencia en la reparación, 2005.

- ✓ Recogida de chapa con electrodo de cobre: en esta técnica se apoya el electrodo sobre la lámina sin desplazarse sobre su superficie, por lo que también recibe el nombre de “contracción por puntos”; por tanto, la aplicación de la temperatura se limita a la superficie del electrodo

Figura 7. Recogida de chapa con electrodo de cobre



Fuente: CESVIMAP. Reparación de carrocerías de automóviles, 2009.

3.2.2 En frío. Corresponde a las operaciones descritas anteriormente...Véase el numeral 3.1...

3.2.3 En frío con remate en caliente. Esta técnica es utilizada en aquellos casos en donde, después de realizar tratamiento mecánico de la lámina, ésta aún continúa con defectos en el acabado, es necesaria entonces su intervención a través de las técnicas de recogida de chapa con electrodo de carbono u electrodo de cobre, según sea la magnitud de la superficie defectuosa.

Hay un factor preponderante en la selección de herramientas para la reparación, y es el tipo de acceso con el que se cuente a la pieza. Cuando el acceso a la zona deformada es restringido o nulo, será necesaria la utilización del martillo de inercia, debido a la imposibilidad del uso de herramientas manuales.

## 4. PROCESOS DE SUSTITUCIÓN

Ante una pieza de la carrocería afectada, y luego de una inspección detallada se deberá valorar la conveniencia de su reparación o su sustitución en función de los daños que presente, procesos de trabajo a seguir en cada caso y condicionantes técnicos y económicos. Si se opta por la sustitución habrá que emplear herramientas específicas y seguir un método adecuado con el objeto de causar el menor daño posible a la carrocería y devolverle sus características originales. Por lo anterior, a continuación, se describen brevemente los tipos de sustitución a realizar, según su unión a la carrocería.

Las siguientes proposiciones no contienen una definición referenciada en diccionarios o manuales, sino que son términos técnicos que se extrajeron conjuntamente con personal técnico de CESVI COLOMBIA S.A..

### 4.1 SUSTITUCIÓN CONVENCIONAL (PIEZAS MÓVILES, ATORNILLADAS)

Con los sistemas de unión móviles, se facilita la reparación, generalmente las piezas que presentan este tipo de unión, presentan una siniestralidad alta, dentro de este tipo de piezas se encuentran las partes exteriores como guardafangos, capós, puertas, frontales, tapa baúl/compuertas.

La sustitución de este tipo de piezas es relativamente sencilla (dependiendo de las particularidades que cada pieza pueda presentar), por lo cual se dictan a continuación una serie de pasos generales para la realización de esta actividad;

- ✓ Desmontaje del conjunto, o de los accesorios que puedan interferir en el desmontaje del mismo, tales como molduras, embellecedores, farolas, guarnecidos, rejillas, etc. Así mismo desconectar las conexiones eléctricas, tuberías y demás elementos
- ✓ Inspección de los diferentes elementos de unión, para evaluar la viabilidad de su reutilización; o de lo contrario proceder con la consecución de sus repuestos
- ✓ Remoción de accesorios del conjunto afectado
- ✓ Presentación y ajuste del nuevo conjunto sobre la carrocería
- ✓ Restauración de tratamientos anticorrosivos, anti sonoros, etc. (si aplica)
- ✓ Montaje de los accesorios del conjunto y conexión de instalaciones eléctricas tuberías, etc. Así mismo, de etiquetas, calcomanías o plaquetas identificativas del conjunto original

## 4.2 SUSTITUCIÓN DE ELEMENTOS FIJOS Y POR SECCION PARCIAL

La mayoría de las piezas de la carrocería que presentan un sistema de unión fijo están ensambladas mediante soldadura, debiéndose poner en práctica para su sustitución las técnicas de corte y desgrafado, de las cuales se estarán hablando más adelante. De igual manera en muchos casos no es necesario el reemplazo de la pieza completa, pudiéndose optar por una sustitución parcial de la misma. A nivel general, el procedimiento de trabajo para la sustitución de este tipo de piezas es el siguiente;

- ✓ Desmontaje de elementos y accesorios que interfieran en la sustitución de la pieza y/o que puedan resultar dañados
- ✓ Desconexión de cables y módulos electrónicos, así como el cable negativo de la batería; de igual forma, las tuberías cercanas a la zona de trabajo
- ✓ Protección de piezas y zonas adyacentes
- ✓ Corte de la pieza
- ✓ Desgrafado de puntos por resistencia
- ✓ Taladrado, retiro de la pieza, arreglo de pestañas
- ✓ Limpieza, aplicación de protección anticorrosiva y cortes pieza nueva
- ✓ Presentación, y corte de la pieza nueva (si aplica)
- ✓ Unión de la pieza (soldadura y pulido)
- ✓ Aplicación de estaño y taladrado (si aplica)
- ✓ Aplicación de soldadura MIG y pulido
- ✓ Limpieza, presentación y acabado superficial
- ✓ Montaje de los accesorios, conexiones eléctricas y de tuberías adyacentes (si aplica)

4.2.1 Corte. En piezas con uniones fijas, es necesario el retiro parcial o total de la misma debiendo aplicar operaciones de corte en función al tipo de lámina, las cuales pueden ser planas, ligeramente curvadas o perfiladas. Para ello, el carrocerero tiene a su disposición una serie de herramientas de accionamiento manual, neumático o eléctrico, según la siguiente descripción.

Cuadro 2. Equipos de corte en carrocerías

ACCIONAMIENTO	EQUIPO	HERRAMIENTA/MATERIAL
MANUALES	Sierra de arco	Hoja de corte (segueta)
	Cinzel	No aplica
NEUMÁTICO	Sierra de vaivén	Hoja de corte
	Cinzel	No aplica
	Roedora	No aplica
ELÉCTRICAS	Sierra circular	Disco de corte
	Pulidora	Disco de corte
	Corte por plasma	No aplica

4.2.2 Desgrafado. Es una operación complementaria y sucesiva al corte de la pieza, cuyo objeto es retirar la unión de la soldadura por puntos de resistencia, entre la lámina exterior (pieza de recambio) y la chapa interior (cierre de la pieza). Para la realización de esta actividad, el técnico cuenta con una herramienta reconocida, la despunteadora neumática. Este equipo dispone de brocas intercambiables, compuestas por aceros convencionales, normalmente de 6 y 8 mm de diámetro, con una profundidad de corte regulable de hasta 6 mm.

Figura 8. Brocas y despunteadora



Fuente: WIELANDER-SCHILL. Spot Weld removing [diapositivas].

4.2.3 Unión. Proceso que permite el ensamblaje y/o montaje de una o varias piezas de la carrocería entre sí. Está condicionado por;

- ✓ La naturaleza de los materiales a unir
- ✓ La función a cumplir dentro de la estructura

- ✓ Accesibilidad

En un vehículo se pueden encontrar tres tipos de unión;

- ✓ Fijas, las cuales no permiten la separación de las piezas luego de ser unidas
- ✓ Amovibles, permiten retirar las piezas cuantas veces se requiera
- ✓ Articuladas, dan algún tipo de libertad de movimiento entre las piezas

4.2.3.1 Soldadura por puntos de resistencia. Es el principal método de unión empleado entre piezas de la carrocería, el cual se fundamenta en aplicación de [presión](#) y aumento de la [temperatura](#), calentándose las zonas a soldar por medio de corriente eléctrica y ejerciendo presión al tiempo entre las mismas. La temperatura alcanzada en el proceso es próxima a la fusión del material. Es ampliamente utilizada en la unión de [chapas](#) o láminas metálicas, entre los 0,5 y 3 mm de espesor. Se pueden encontrar de 2.000 a 3.000 puntos de soldadura en un automóvil.

Las ventajas de su uso son;

- ✓ Rapidez en la ejecución y un tiempo inferior a un segundo por soldadura
- ✓ No requiere de material de aporte
- ✓ Gran resistencia de unión
- ✓ No requiere de operaciones de pulido ni acabado

Figura 9. Soldadura por puntos de resistencia



Fuente: CESVIMAP. Reparación de carrocerías de automóviles, 2009.

4.2.3.2 Soldadura MIG/MAG y DURA-MIG (MIG-BRAZING). La soldadura MIG/MAG (Metal Inert Gas/Metal Active Gas), hace referencia a que el gas protector es inerte o activo, en función del tipo de gas utilizado; es una técnica de soldadura de alambre, que consiste en un arco eléctrico que se da entre el electrodo y la pieza a soldar, bajo la protección de un gas (argón, helio, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>.), evitando oxidación y porosidad sobre la pieza. Esta soldadura se utiliza para la fabricación y reparación de carrocerías en acero y en aluminio.

Este tipo de soldadura presenta unas ventajas como;

- ✓ Puede unir materiales de alta resistencia sin dificultad
- ✓ No necesita tratamientos adicionales debido a que el calor está localizado
- ✓ Permite realizar soldaduras en todas las posiciones

Figura 10. Soldadura MIG-BRAZING



Fuente: CESVIMAP. Reparación de carrocerías de automóviles, 2009.

Debido a que la soldadura MIG convencional no es adecuada en las carrocerías actuales, por su elevado arco eléctrico (temperaturas de hasta 1700°C) que evapora el zinc (temperatura de evaporación 910°C) que contrarresta la corrosión de la chapa ha sido reemplazada; actualmente se utiliza soldadura dura MIG-BRAZING que se realiza con equipo MIG, el cual se da por difusión, que consiste en la fundición del metal de aporte con fluencia del mismo entre los metales a unir, alcanzando una temperatura de hasta 450 °C.

Por ser una soldadura de menor energía presenta las siguientes ventajas;

- ✓ No genera cambios estructurales
- ✓ Ocasiona menor deformación y distorsión en los paneles soldados
- ✓ Soldadura con pocas salpicaduras
- ✓ Permite mayor tolerancia de las uniones

En cuanto al material de aporte, se usan aleaciones a base de cobre y silicio, y cobre con aluminio. Por el lado del gas de protección, se recomienda el argón puro, sin embargo, en algunas aplicaciones se usa con un 18% de CO<sub>2</sub> con el fin de mejorar la estabilidad el arco.

4.2.3.3 Soldadura láser. Es un proceso potente que permite realizar soldadura por puntos de resistencia, por fusión y difusión. También puede interactuar con cualquier material gracias a que la densidad de energía del haz láser se da por la concentración de las ondas de luz y no de electrones, lo que hace que no requiera conductividad eléctrica y que no se vea afectada por el magnetismo.

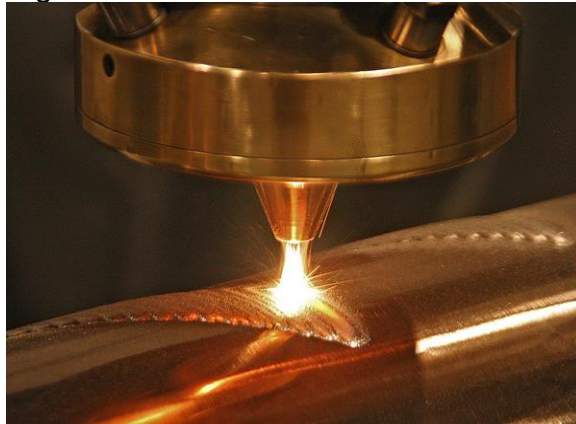


Dentro de la soldadura láser, se encuentra la soldadura por penetración y por conducción.

La soldadura por penetración se da gracias al vapor que se genera al incremento de temperatura del metal por encima del punto de ebullición. La presión del vapor abre un conducto por conducción alrededor del haz láser, que atrapa casi toda la radiación, convirtiéndola en calor, lo que en la práctica da una soldadura profunda y estrecha.

La soldadura por conducción es un proceso óptimo para pequeños espesores, a diferencia de la de penetración, consigue una baja radiación, lo suficiente para fundir el metal, pero no para vaporizarlo.



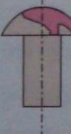

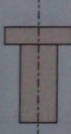

Figura 10. Soldadura láser



Fuente: <http://www.ingelaser.com/site/>.

4.2.3.4 Remaches sólidos (cilíndricos). Consisten en una cabeza preformada, seguida por un cuerpo cilíndrico de alma llena, la segunda cabeza se formará mediante conformado por deformación plástica, recalado manual o con una máquina específica. Se clasifican por su cabeza, como se muestra en el siguiente cuadro.

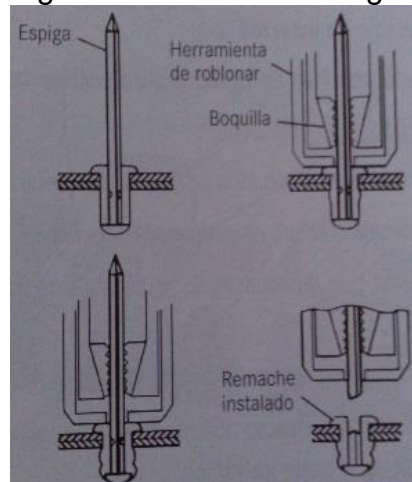
Cuadro 3. Tipos de remaches

<p><b>Cabeza avellanada plana</b></p>  <p>Para materiales delgados y aquellas aplicaciones en las que la cabeza deba quedar enrasada con las chapas a unir.</p>	<p><b>Cabeza redonda</b></p>  <p>Remache de uso más general. Empleado en la fabricación de bastidores de camiones y aplicaciones estructurales.</p>	<p><b>Cabeza en forma de seta</b></p>  <p>Para superficies blandas.</p>
<p><b>Cabeza redonda estrecha</b></p>  <p>Para estructuras de chapa ligeras.</p>	<p><b>Cabeza cilíndrica</b></p>  <p>Para unión de elementos delgados.</p>	<p><b>Cabeza en gota de sebo</b></p>  <p>Para casos en los que el reborde saliente de la cabeza deba ser pequeño.</p>

Fuente: CESVIMAP. Reparación de carrocerías de automóviles, 2009.

4.2.3.5 Remaches ciegos. Consisten en un cuerpo cilíndrico que en el centro tiene una espiga, la cual cerrará el cuerpo, ya que hará de mandril y al aplicarle una fuerza de tracción, la cabeza embutirá el cuerpo del remache, creando la cabeza de cierre.

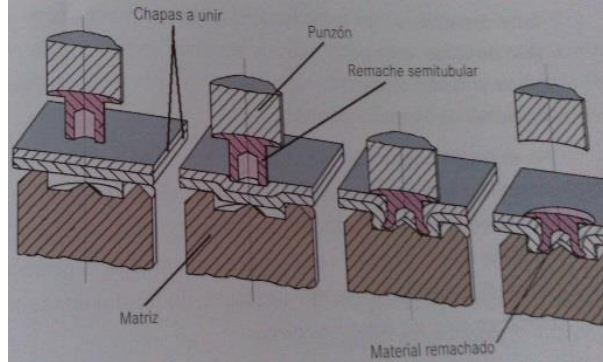
Figura 12. Remaches ciegos



Fuente: CESVIMAP.  
Reparación de carrocerías de Automóviles, 2009.

4.2.3.6 Remaches autoperforantes. Es un método muy común, sobretodo en carrocerías de aluminio, se da mediante remachadoras dotadas de un punzón y una matriz en forma de tronco de cono, se da la unión mediante la acción conjunta de corte y remachado.

Figura 13. Remaches auto perforantes



Fuente: CESVIMAP. Reparación de carrocerías de automóviles, 2009.

Se pueden encontrar remaches sólidos y semitubulares, los primeros realizan una perforación completa de las chapas, mientras que los segundos solo perforan la chapa superior, y de manera parcial en la inferior mediante el conjunto del punzón y la matriz.

4.2.3.7 Adhesivos de resinas epoxy. Compuesto por una resina y un endurecedor y dependiendo de su presentación, resinas monocomponentes o bicomponentes, siendo la última la más usada. Sus particularidades son;

- ✓ Debido a su aporte de humectación y baja viscosidad poseen elevada adhesión en sustratos como, metales, cerámicas, plásticos, entre otros
- ✓ No presenta fallos de cohesión, siempre y cuando su preparación sea adecuada
- ✓ Poseen buena resistencia química y a la humedad.
- ✓ Su tiempo de curado es prolongado dependiendo del tipo de resina

4.2.3.8 Adhesivos de poliuretanos. Abarca los polímeros sintéticos que proceden de la reacción de un poliol con un isocianato, que de igual manera se pueden encontrar como adhesivos monocomponentes o bicomponentes, así;

- ✓ Poliuretanos monocomponentes: reaccionan con la humedad atmosférica provocando la polimerización desde el exterior hacia el interior del cordón, por lo que se limita el grosor del cordón y el tiempo de curado
- ✓ Poliuretanos bicomponentes: polimerizan como resultado de la reacción de los isocianatos con sus correspondientes polioles o aminas; secan relativamente rápido, pero son más sensibles a los rayos ultravioleta, igual que los monocomponentes. Requieren de uso de promotores de adherencia

4.2.3.9 Adhesivos de cianoacrilatos. Son un tipo especial de adhesivos acrílicos, que realizan su curado mediante la reacción con la humedad contenida en el sustrato, y ejerciendo una presión constante. Sus propiedades son;

- ✓ No hay necesidad de catalizadores, pues seca y endurece a temperatura ambiente con gran velocidad
- ✓ Requiere de una cantidad pequeña de adhesivo en un tiempo de manipulación corto
- ✓ No es práctico en el relleno de holguras, en unión exhibe baja resistencia al impacto y a la temperatura
- ✓ Suelen ser usados en la unión de plásticos y gomas

Figura 13. Adhesivo de cianoacrilato



Fuente: <http://www.loctite.es/busqueda-de-producto-4978.htm?nodeid=8802621751297>.

## 5. MATERIALES EN CARROCERÍAS DE AUTOMÓVIL

En este capítulo se hará una breve inducción acerca de los diferentes materiales utilizados para la fabricación de piezas que componen la carrocería de un automóvil.

En el caso particular del acero, este se ha beneficiado de la constante innovación en la tecnología de las aleaciones, las cuales han permitido aumentar su resistencia y disminuir su espesor. Con respecto al aluminio, su alta resistencia, su alta conductividad eléctrica y térmica hacen de este material uno de los preferidos por la industria automotriz para el ensamblaje de carrocerías.

Las siguientes proposiciones no contienen una definición referenciada en diccionarios o manuales, sino que son términos técnicos que se extrajeron conjuntamente con personal técnico de CESVI COLOMBIA S.A..

### 5.1 ACERO DE MEDIA RESISTENCIA

Las siguientes proposiciones no contienen una definición que esta referenciada en diccionarios o manuales, sino que son términos técnicos que se extrajeron conjuntamente con personal técnico de Cesvi.

También denominado acero convencional se caracteriza por contener bajos niveles de carbono y es laminado en frío. Esto hace que su límite elástico sea relativamente bajo (hasta 220 MPa aproximadamente), lo que hace que se deba fabricar con espesores mayores para poder soportar los esfuerzos a los que se pueda ver sometido. No presenta grandes inconvenientes a la hora de su reparación.

### 5.2 ACERO ALTA RESISTENCIA

En este tipo de aceros su resistencia se ve aumentada gracias a algunas aleaciones y tratamientos a los cuales es sometido en su fabricación, lo que le confiere resistencias de hasta 510 MPa aproximadamente. Se pueden distinguir las siguientes clases de acero de alta resistencia;

- ✓ Aceros termoendurecidos: aquellos que han sido sometidos a un tratamiento térmico a baja temperatura. Usados en paneles de puertas, guardafangos, techos, entre otros
- ✓ Aceros refosforados: estos aceros se obtienen mediante una aleación con fósforo de hasta 0,12%. Ofrecen buenos niveles de resistencia, lo que los hacen aptos para ser utilizados en piezas sometidas a fatiga, como largueros, travesaños y refuerzos
- ✓ Aceros microaleados (ALE): poseen buena resistencia a la fatiga y a la deformación gracias a que están compuestos por pequeñas cantidades de

elementos como titanio, niobio o vanadio; inclusive, se combinan con manganeso, silicio o molibdeno. Utilizados para refuerzos internos, largueros y travesaños

### 5.3 ACERO DE MUY ALTA RESISTENCIA

También conocidos como aceros multifásicos, obtienen una alta resistencia gracias a un tratamiento térmico específico partiendo de un acero inicial, lo que le confiere resistencias de hasta 800 MPa. Existen varias clases;

- ✓ Aceros de fase doble, los cuales poseen altas propiedades mecánicas, debido a la mezcla entre su fuerte estructura y un tratamiento térmico a baja temperatura. Brinda un 15% de aligeramiento respecto a los aceros convencionales
- ✓ Aceros de fase compleja, aquellos compuestos por un bajo porcentaje de carbono, inferior al 2%. Su estructura se basa en la ferrita con elementos de aleación con manganeso, silicio, cromo, entre otros
- ✓ Aceros TRIP que se caracterizan por poseer una microestructura particular; esto, en razón a que son sometidos a una transformación plástica inducida (transformación de la austenita en martensita), por lo que presentan gran capacidad de absorción de energía

### 5.4 ACERO DE ULTRA ALTA RESISTENCIA

Pertenece a una nueva generación de aceros, caracterizados por sus altas propiedades antideformantes, su gran absorción de energía y a su elevada rigidez. Utilizados en piezas como los refuerzos del parál central, parál delantero, costado, estribos, entre otros. En la actualidad se pueden encontrar dos tipos de estos aceros;

- ✓ Aceros martensíticos que presentan una microestructura basada en la martensita. El resultado son aceros que alcanzan límites elásticos de hasta 1500 MPa
- ✓ Aceros al boro o aceros boron que presentan un altísimo grado de dureza debido a los materiales de aleación que posee boro, manganeso y cromo

### 5.5 ALUMINIO

Desde la década de los años 70 se ha multiplicado el uso del aluminio en el automóvil, llegando a encontrar en la actualidad más de cien piezas diferentes fabricadas con este material, y la tendencia sigue creciendo. Esencialmente, podemos encontrar aluminio en la fabricación de piezas de gran superficie tales

como capó y costados, lo cual ha permitido disminuir el peso de estas piezas entre un 40 y un 60%, tomando como referencia la misma pieza construida en acero.

Dentro de sus principales beneficios se encuentran;

- ✓ Excelente resistencia a la corrosión
- ✓ Alta fluencia mecánica
- ✓ Baja densidad
- ✓ Baja resistencia eléctrica y térmica (alta conductividad)

Si bien se puede encontrar en el mercado una gran variedad de aleaciones de aluminio, las más usadas en el automóvil son tres. Aleaciones de aluminio – cobre, aluminio – magnesio, aluminio – magnesio – silicio.

## 6. PROCESOS DE CONFORMACIÓN

Consiste en devolver una pieza a sus medidas originales de tal manera que no afecte propiedades como la resistencia para brindar seguridad a los ocupantes del vehículo. En el presente capítulo se presentan los diferentes procesos con equipos, herramientas y materiales en función al sustrato.

### 6.1 TRATAMIENTO MECÁNICO DE LA LÁMINA

Dentro de los tratamientos mecánicos que se aplican a una lámina se encuentra el aplanado, el estirado, el recalado y el batido.

A continuación se aprecian las herramientas, insumos, elementos de protección personal y criterio o particularidad, según el sustrato, para cada proceso.

6.1.1 Aplanado. Es un proceso que se aplica a la lámina con el fin de corregir algún daño en la lámina causado por un golpe. Este proceso busca devolver a la lámina a su estado inicial, dejando la superficie uniforme.

Figura 14. Herramientas e insumos para el aplanado



Fuente: CESVI COLOMBIA S.A. Nuevos materiales empleados en la fabricación de carrocerías y su incidencia en la reparación, 2005.



Cuadro 4. Aplanado de lámina en reparación

Sustrato	Equipo	Herramientas	Insumos/ Materiales	Seguridad (EPIS)	Criterio/ Particularidad
Acero convencional	Motor tool	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Juego de tases metálicos</li> <li>○ Juego de martillos y mazos de golpeo y de acabado</li> <li>○ Lima de repasar</li> <li>○ Cepillo de alambre</li> </ul>	Disco abrasivo de bajo poder	Gafas, tapa oídos, guantes de carnaza, overol, botas punta de acero	Aplicación de técnicas convencionales
Acero de alta resistencia	Motor tool	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Juego de tases metálicos sin marcas y sin aristas vivas</li> <li>○ Juego de martillos y mazos de golpeo y de acabado</li> <li>○ Limas de repasar plana</li> <li>○ Cepillo de alambre</li> </ul>	Disco abrasivo de bajo poder	Gafas, tapa oídos, guantes de carnaza, overol, botas punta de acero, peto	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aplicación de golpes pequeños y precisos para no causar sobre-estiramientos</li> <li>○ Evitar el golpe directo del martillo sobre el tas; realizar repaso de lámina con efectos de palanca</li> </ul>
Acero de muy alta resistencia	Motor tool	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Juego de tases metálicos sin marcas y sin aristas vivas</li> <li>○ Juego de martillos y mazos de golpeo y de acabado</li> <li>○ Limas de repasar plana</li> <li>○ Cepillo de alambre</li> </ul>	Disco abrasivo de bajo poder	Gafas, tapa oídos, guantes de carnaza, overol, botas punta de acero, peto	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aplicación de golpes pequeños y precisos para no causar sobre-estiramientos</li> <li>○ Evitar el golpe directo del martillo sobre el tas; realizar repaso de lámina con efectos de palanca</li> </ul>

Cuadro 4. (Continuación)

Sustrato	Equipo	Herramientas	Insumos/ Materiales	Seguridad (EPIS)	Criterio/ Particularidad
Acero de ultra alta resistencia	Motor tool	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Juego de tases metálicos sin marcas y sin aristas vivas</li> <li>○ Juego de martillos y mazos de golpeo y de acabado</li> <li>○ Limas de repasar plana</li> <li>○ Cepillo de alambre</li> </ul>	Disco abrasivo de bajo poder	Gafas, tapa oídos, guantes de carnaza, overol, botas punta de acero, peto	En este tipo de aceros (al boro y martensíticos) este trabajo está muy limitado; no es posible su conformación debido a sus elevadas propiedades mecánicas, por lo que se recomienda su sustitución
Aluminio	Motor tool	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tases metálicos sin marcas vivas, tases de madera con suficiente peso</li> <li>○ Juego de martillos y mazos de golpeo y de acabado (Aluminio, nylon o teflón)</li> <li>○ Lima de repasar (picado muy fino)</li> </ul>	Disco abrasivo de bajo poder	Gafas, tapa oídos, guantes de carnaza, overol, botas punta de acero, peto	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Elección adecuada de la herramienta</li> <li>○ Aplicación controlada de esfuerzo, ya que el aluminio posee menos resistencia que el acero</li> <li>○ Evitar el golpe directo del martillo sobre el tas; realizar repaso de lámina con efectos de palanca</li> <li>○ Se debe realizar un atemperado previo (Sin superar los 170°C) de la lámina para facilitar su conformación y evitar grietas</li> </ul>

6.1.2 Estirado. Este proceso se aplica cuando la pieza ha experimentado algún tipo de golpe severo que causa la modificación de su geometría original, por esto es necesario usar un equipo de tracción para poder aplicar esfuerzos controlados con el objetivo de retornar a la longitud original.

Figura 16. Equipo hidráulico portátil para el estirado



Fuente: CESVI COLOMBIA S.A. Nuevos materiales empleados en la fabricación de carrocerías y su incidencia en la reparación, 2005.

Cuadro 5. Estirado de lámina en reparación

Sustrato	Equipo	Herramientas	Insumos/ Materiales	Seguridad (EPIS)	Criterio/ Particularidad
Acero convencional	Equipo hidráulico portátil, motor tool	Banca da universal	Disco de desbaste	Gafas, tapa oídos, guantes de carnaza, overol, botas punta de acero	Aplicación de técnicas convencionales.
Acero de alta resistencia	Equipo hidráulico portátil, motor tool	Banca da universal	Disco de desbaste	Gafas, tapa oídos, guantes de carnaza, overol, botas punta de acero, peto	La operación de estirado debe hacerse en frío, si se calienta pierde sus propiedades originales
Acero de muy alta resistencia	Equipo hidráulico portátil, motor tool	Banca da universal	Disco de desbaste	Gafas, tapa oídos, guantes de carnaza, overol, botas punta de acero, peto	La operación de estirado debe hacerse en frío, si se calienta pierde sus propiedades originales
Acero de ultra alta resistencia	Equipo hidráulico portátil, motor tool	Banca da universal	Disco de desbaste	Gafas, tapa oídos, guantes de carnaza, overol, botas punta de acero, peto	El estirado de este tipos de aceros es muy complicado, ya que el endurecimiento como consecuencia de la colisión lo hace muy frágil
Aluminio	Equipo hidráulico portátil, motor tool	Banca da universal	Disco de desbaste	Gafas, tapa oídos, guantes de carnaza, overol, botas punta de acero, peto	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aplicar con precaución los esfuerzos de estirado, debido a la baja resistencia del aluminio</li> <li>○ Si es necesario, realizar un atemperado previo de la zona</li> <li>○ Proteger adecuadamente la zona de las mordazas para evitar marcas irreversibles</li> </ul>

6.1.3 Recalcado/Batido. Consiste en devolver las protuberancias propias de la pieza (curvas, nervaduras o pliegues) a su estado original, mediante el uso de cinceles, tranchas o herramientas adecuadas para tal fin. Por su parte el batido se aplica golpeando repetidamente la pieza para desplazar el material hacia la zona deseada.

Figura 17. Martillo de inercia



Fuente: CESVI COLOMBIA S.A. Nuevos materiales empleados en la fabricación de carrocerías y su incidencia en la reparación, 2005.

Cuadro 6. Recalcado/Batido de lámina en reparación

Sustrato	Equipo	Herramientas	Insumos/ Materiales	Seguridad (EPIS)	Criterio/ Particularidad
Acero convencional	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Martillo de inercia para acero (pasador tornillo), motor tool</li> <li>○ Equipo para soldar accesorio de tracción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tases metálicos convencionales</li> <li>○ Juego de martillos y mazos de golpeo y de acabado</li> <li>○ Juego de cinceles sin filo</li> </ul>	Disco de desbaste	Gafas, tapa oídos, guantes de carnaza, overol, botas punta de acero	Aplicación de técnicas convencionales
Acero de alta resistencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Martillo de inercia para acero (pasador tornillo), motor tool</li> <li>○ Equipo para soldar accesorio de tracción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tases metálicos sin marcas vivas</li> <li>○ Juego de martillos y mazos de golpeo y de acabado</li> <li>○ Limas con filos desbastados</li> <li>○ Juego de cinceles sin filo</li> </ul>	Disco de desbaste	Gafas, tapa oídos, guantes de carnaza, overol, botas punta de acero, peto	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aplicación de golpes pequeños y precisos para no causar sobre-estiramientos</li> <li>○ Evitar el golpe directo del martillo sobre el tas; realizar repaso de lámina con efectos de palanca</li> </ul>
Acero de muy alta resistencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Martillo de inercia para acero (pasador tornillo), motor tool</li> <li>○ Equipo para soldar accesorio de tracción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tases metálicos sin marcas vivas</li> <li>○ Juego de martillos y mazos de golpeo y de acabado</li> <li>○ Limas con filos desbastados</li> <li>○ Juego de cinceles sin filo</li> </ul>	Disco de desbaste	Gafas, tapa oídos, guantes de carnaza, overol, botas punta de acero, peto	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aplicación de golpes pequeños y precisos para no causar sobre-estiramientos</li> <li>○ Evitar el golpe directo del martillo sobre el tas; realizar repaso de lámina con efectos de palanca</li> </ul>

Cuadro 6. (Continuación)

Sustrato	Equipo	Herramientas	Insumos/ Materiales	Seguridad (EPIS)	Criterio/ Particularidad
Acero de ultra alta resistencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Martillo de inercia para acero (pasador tornillo), motor tool</li> <li>○ Equipo para soldar accesorio de tracción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tases metálicos sin marcas vivas</li> <li>○ Juego de martillos y mazos de golpeo y de acabado</li> <li>○ Limas con filos desbastados</li> <li>○ Juego de cinceles sin filo</li> </ul>	Disco de desbaste	Gafas, tapa oídos, guantes de carnaza, overol, botas punta de acero, peto	En este tipo de aceros al boro y martensíticos, este trabajo está muy limitado; no es posible su conformación debido a sus elevadas propiedades mecánicas, por lo que se recomienda su sustitución
Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Martillo de inercia para acero (pasador tornillo), motor tool</li> <li>○ Equipo para soldar accesorio de tracción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tases metálicos sin marcas vivas, tases de madera con suficiente peso</li> <li>○ Juego de martillos y mazos de golpeo y de acabado (Aluminio, nylon o teflón)</li> <li>○ Lima de repasar (picado muy fino)</li> <li>○ Juego de cinceles sin filo</li> </ul>	Disco de desbaste	Gafas, tapa oídos, guantes de carnaza, overol, botas punta de acero, peto	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Elección adecuada de la herramienta</li> <li>○ Evitar el golpe directo del martillo sobre el tas; realizar repaso de lámina con efectos de palanca</li> <li>○ Se debe realizar un atemperado previo (Sin superar los 170°C) de la lámina para facilitar su conformación y evitar grietas</li> <li>○ Evitar al máximo las operaciones de batido de la lámina directamente sobre el tas</li> </ul>

## 6.2 TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LA LÁMINA

Consiste en calentar el material y enfriarlo rápidamente, produciendo una contracción del material, con el objeto de corregir deformaciones causadas directamente por el impacto o por una aplicación excesiva de martilleo.

Figura 18. Equipo de tratamiento térmico



Fuente: CESVIMAP. Reparación de carrocerías de automóviles, 2009.



Cuadro 7. Tratamiento térmico según el sustrato

Sustrato	Equipo	Herramientas	Insumos/ Materiales	Seguridad (EPIS)	Criterio/ Particularidad
Acero convencional	Electrodo de cobre y de carbono	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Juego de martillos y mazos de golpeo y de acabado</li> <li>○ Limas de repasar plana</li> <li>○ Tases metálicos sin marcas vivas</li> </ul>	No aplica	Gafas, guantes de carnaza, overol, botas punta de acero, peto	Aplicación de técnicas convencionales
Acero de alta resistencia	Electrodo de cobre y de carbono	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Juego de martillos y mazos de golpeo y de acabado</li> <li>○ Limas de repasar plana</li> <li>○ Tases metálicos sin marcas vivas</li> </ul>	No aplica	Gafas, guantes de carnaza, overol, botas punta de acero, peto	Aplicación de técnicas convencionales
Acero de muy alta resistencia	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	Las operaciones de recogido de lámina deben ser evitadas al máximo, ya que sus propiedades mecánicas pueden verse disminuidas
Acero de ultra alta resistencia	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	Las operaciones de recogido de lámina deben ser evitadas al máximo, ya que sus propiedades mecánicas pueden verse disminuidas

Cuadro 7. (Continuación)

Sustrato	Equipo	Herramientas	Insumos/ Materiales	Seguridad (EPIS)	Criterio/ Particularidad
Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Equipo del fontanero y/o soplador de aire caliente</li> <li>○ Equipo para la soldadura de elemento de tracción (descarga de condensadores)</li> <li>○ Electrodo de cobre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Juego de martillos y mazos de golpeo y de acabado (Aluminio, nylon o teflón)</li> <li>○ Lima de repasar (picado muy fino)</li> <li>○ Tases metálicos sin marcas vivas, tases de madera con suficiente peso</li> </ul>	Indicador térmico	Gafas, guantes de carnaza, overol, botas punta de acero, peto	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Se debe realizar un atemperado previo (Sin superar los 170°C) de la lámina para facilitar su conformación y evitar grietas</li> <li>○ Utilizar indicador termo cromático (lápiz, adhesivo, termómetro laser)</li> <li>○ Se debe realizar un enfriamiento con agua posterior al tratamiento térmico</li> </ul>

## 7. RECURSOS PARA SUSTITUCIÓN PARCIAL

En el presente capítulo se van a presentar cada uno de los procesos aplicados para una sustitución parcial, acompañado de los respectivos equipos, herramientas, insumos, elementos de protección individual (EPIS) y diferentes particularidades, todo lo anterior en función al sustrato.

### 7.1 CORTE

Es necesario en piezas con uniones fijas, debiendo aplicar operaciones de corte en función al tipo de lámina, las cuales pueden ser planas, ligeramente curvadas o perfiladas. Para ello, el carrocerero tiene a su disposición una serie de herramientas de accionamiento manual, neumático o eléctrico.

Figura 19. Sierras y equipo de corte



Fuente: WIELANDER-SCHILL. Air saw and saw blades. [Diapositivas].

Cuadro 8. Recursos de corte según el sustrato

Sustrato	Equipo	Herramientas	Insumos/Materiales	EPIS	Criterios/Particularidad
Acero convencional	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sierra neumática: (ejemplo WPS 2000,3000)</li> <li>○ Corte por plasma (GYS)</li> <li>○ Láser cutter LC 04 (corte por plasma soldadura láser)</li> <li>○ Pulidora</li> </ul>	Hoja de sierra desde 18 hasta 28 TPI	Disco de corte	Guantes de cuero, tapa oídos, gafas (inactiva DIN 5), ropa ignífuga (overol), botas punta de acero, mascarillas apropiadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ No usar con polvo metálico que conduce electricidad</li> <li>○ No utilizar disco de corte con superficies curvas</li> <li>○ La boquilla debe ubicarse de manera perpendicular al material</li> <li>○ Tener en cuenta la intensidad y presión (5-30A, 4-5.5 Bar) respectivamente, en función al espesor</li> <li>○ Disco de corte se utiliza generalmente para la remoción de soldadura láser; en el resto de la carrocería se utiliza sierra o cortador por plasma</li> <li>○ No superar la velocidad periférica del disco, no ladear el disco por efecto de ruptura</li> </ul>
Acero de alta resistencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sierra neumática: (ejemplo WPS 2000,3000)</li> <li>○ Equipo de corte por plasma (GYS)</li> <li>○ Láser cutter LC 04 (Corte por plasma soldadura láser)</li> <li>○ Pulidora (Amoladora)</li> </ul>	Hojas de sierra de 32 TPI (PEND)	Disco de corte especiales (Cubitron) entre 0,8 y 2 mm de espesor	Guantes de cuero, tapa oídos, gafas (inactiva DIN 5), ropa ignífuga (overol), botas punta de acero	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ No usar con polvo metálico que conduce electricidad</li> <li>○ No utilizar disco de corte con superficies curvas</li> <li>○ La boquilla debe ubicarse de manera perpendicular al material</li> <li>○ Tener en cuenta la intensidad y presión (5-30A, 4-5.5 Bar) respectivamente, en función al espesor</li> <li>○ Disco de corte se utiliza generalmente para la remoción de soldadura láser; en el resto de la carrocería se utiliza sierra o cortador por plasma</li> <li>○ No superar la velocidad periférica del disco, no ladear el disco por efecto de ruptura</li> </ul>

Cuadro 8. (Continuación)

Sustrato	Equipo	Herramientas	Insumos/Materiales	EPIS	Criterios/Particularidad
Acero de muy alta resistencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sierra neumática: (ejemplo WPS 2000,3000)</li> <li>○ Equipo de corte por plasma (GYS)</li> <li>○ Láser cutter LC 04 (Corte por plasma soldadura láser)</li> <li>○ Pulidora (Amoladora)</li> </ul>	Hojas de sierra de 32 TPI (PEND)	Disco de corte especiales (Cubitron) entre 0,8 y 2 mm de espesor	Guantes de cuero, tapa oídos, gafas (inactínica a DIN 5), ropa ignífuga (overol), botas punta de acero	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ No usar con polvo metálico que conduce electricidad</li> <li>○ No utilizar disco de corte con superficies curvas</li> <li>○ La boquilla debe ubicarse de manera perpendicular al material</li> <li>○ Tener en cuenta la intensidad y presión (5-30A, 4-5.5 Bar) respectivamente, en función al espesor</li> <li>○ Disco de corte se utiliza generalmente para la remoción de soldadura láser; en el resto de la carrocería se utiliza sierra o cortador por plasma</li> <li>○ No superar la velocidad periférica del disco, no ladear el disco por efecto de ruptura</li> </ul>
Acero de ultra alta resistencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Corte por plasma (GYS), WS 40</li> <li>○ Láser cutter LC 04 (corte por plasma soldadura láser)</li> <li>○ Pulidora (Amoladora angular)</li> </ul>	No aplica	Disco de corte especiales (Cubitron) entre 0,8 y 2 mm de espesor	Guantes de cuero, tapa oídos, gafas (inactínica a DIN 5), ropa ignífuga (overol), botas punta de acero	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ No utilizar disco de corte con superficies curvas</li> <li>○ Disco de corte se utiliza generalmente para la remoción de soldadura láser; en el resto de la carrocería se recomienda utilizar equipo de corte por plasma</li> <li>○ No superar la velocidad periférica del disco, no ladear el disco por efecto de ruptura</li> <li>○ La boquilla debe ubicarse de manera perpendicular al material</li> <li>○ Tener en cuenta la intensidad y presión (5-30A, 4-5.5 Bar) respectivamente, en función al espesor</li> </ul>

Cuadro 8. (Continuación)

Sustrato	Equipo	Herramientas	Insumos/Materiales	EPIS	Criterios/Particularidad
Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sierra neumática (ejemplo WPS 2000,3000)</li> <li>○ Corte por plasma (GYS)</li> <li>○ Pulidora</li> </ul>	Hojas de sierra de 14 y 28 TPI	Disco de corte especiales (Cubitron) entre 0,8 y 2 mm de espesor	Guantes de cuero, tapa oídos, gafas (inactiva DIN 5), ropa ignífuga (overol), botas punta de acero	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Es conveniente lubricar la sierra con jabon específico o parafina; del mismo modo se recomienda lubricar el disco</li> <li>○ No utilizar disco de corte con superficies curvas</li> <li>○ La boquilla del equipo de corte debe ubicarse de manera perpendicular al material</li> <li>○ Tener en cuenta la intensidad y presión (5-30A, 4-5.5 Bar respectivamente) en función al espesor</li> <li>○ Disco de corte se utiliza generalmente para la remoción de soldadura láser; en el resto de la carrocería se utiliza sierra o cortador por plasma</li> <li>○ No superar la velocidad periférica del disco, no ladear el disco, so pena de producir su ruptura</li> </ul>

## 7.2 DESGRAFADO

Es una operación sucesiva al corte, el objetivo es retirar la unión de la soldadura por puntos de resistencia, entre la lámina exterior (pieza de recambio) y la chapa interior (cierre de la pieza). Para la realización de esta actividad, el técnico cuenta con una despunteadora neumática.

Figura 20. Brocas y despunteadora



Fuente: WIELANDER-SCHILL. Spot Weld removing [diapositivas].

Cuadro 9. Desgrafado según el sustrato

Sustrato	Equipo	Herramientas	Insumos/ Materiales	EPIS	Criterios/ Particularidad
Acero convencional	Despunteadora (1500 rpm), taladro	Escariador de dos labios de corte, fabricado usualmente en aceros rápidos y extrarápidos	Juego de hombrosolos	Guantes de cuero, oídos, antivaho tapa gafas	Usar una broca despunteadora, de ángulo plano, cuya función es cortar un espesor delgado de la lámina
Acero de alta resistencia	Despunteadora (1500 rpm), taladro	Escariador entre 3 y 4 labios de corte con recubrimiento especial (nitruro/nitrato de titanio con aluminio, carbonitruro de cromo y titanio, carburos de tungsteno, cobalto)	Juego de hombrosolos	Guantes de cuero, oídos, antivaho tapa gafas	Usar una broca despunteadora, de ángulo plano, cuya función es cortar un espesor delgado de la lámina
Acero de muy alta resistencia	Despunteadora (900 rpm), taladro	Escariador entre 3 y 4 labios de corte con recubrimiento especial (nitruro/nitrato de titanio con aluminio, carbonitruro de cromo y titanio, carburos de tungsteno, cobalto)	Juego de hombrosolos	Guantes de cuero, oídos, antivaho tapa gafas	Usar una broca despunteadora, de ángulo plano, cuya función es cortar un espesor delgado de la lámina



Cuadro 9. (Continuación)

Sustrato	Equipo	Herramientas	Insumos/ Materiales	EPIS	Criterios/ Particularidad
Acero de ultra alta resistencia	Despunteadora (900 rpm), taladro	Escariador entre 3 y 4 labios de corte con recubrimiento especial (nitruro/nitrato de titanio con aluminio, carbonitruro de cromo y titanio, carburos de tungsteno, cobalto)	Juego de hombrosolos	Guantes de cuero, tapa oídos, gafas antivaho	Usar una broca despunteadora, de ángulo plano, cuya función es cortar un espesor delgado de la lámina
Aluminio	Despunteadora, taladro	Escariador tipo W (de hélice rápida)	Juego de hombrosolos	Guantes de cuero, tapa oídos, gafas antivaho	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Usar una broca despunteadora, de ángulo plano, cuya función es cortar un espesor delgado de la lámina</li> <li>○ Lubricar la sierra con jabón específico o con parafina</li> </ul>

### 7.3 UNIÓN POR SOLDADURA

A continuación por medio de cuadros se puede apreciar los equipos, herramientas, insumos, elementos de protección personal y algún criterio o particularidad en función del sustrato para poder realizar un tipo de sustitución parcial en la que intervenga la soldadura por puntos de resistencia, MIG/MAG o láser.

7.3.1 Puntos de resistencia. Consiste en la aplicación de [presión](#) y aumento de la [temperatura](#), calentándose las zonas a soldar por medio de corriente eléctrica y ejerciendo presión al tiempo entre las mismas.

Figura 21. Equipo de soldadura por puntos



Fuente: Centro de experimentación y seguridad vial MAPFRE [PDF]. Equipo de soldadura por puntos de resistencia GYSPOT INVERTER PTI EVOLUTION-S7. 2015.

Cuadro 10. Soldadura por puntos de resistencia según el sustrato

Sustrato	Equipo	Herramientas	Insumos/ Materiales	Seguridad (EPIS)	Criterio/ Particularidad
Acero convencional	Equipo soldadura por puntos convencional (5000 A, 250 dAN)	Juego de hombrosol os	Sustancia lubricante, (agua, aceite)	Careta para soldadura, tapa oídos, mascarilla con filtro de carbón activado, guantes de carnaza, overol, botas punta de acero, peto	Aplicación de técnicas convencionales
Acero de alta resistencia	Equipo soldadura por puntos con tecnología inverter (8000 A, 300 dAN)	Juego de hombrosol os	Sustancia lubricante, (agua, aceite)	Careta para soldadura, tapa oídos, mascarilla con filtro de carbón activado, guantes de carnaza, overol, botas punta de acero, peto	Aplicación de técnicas convencionales
Acero de muy alta resistencia	Equipo soldadura por puntos con tecnología inverter (9000-12000 A, 350-500 dAN)	Juego de hombrosol os	Sustancia lubricante, (agua, aceite)	Careta para soldadura, tapa oídos, mascarilla con filtro de carbón activado, guantes de carnaza, overol, botas punta de acero, peto	Aplicación de técnicas convencionales
Acero de ultra alta resistencia	Equipo soldadura por puntos con tecnología inverter (12000-14500 A, 500-550 dAN)	Juego de hombrosol os	Sustancia lubricante, (agua, aceite)	Careta para soldadura, tapa oídos, mascarilla con filtro de carbón activado, guantes de carnaza, overol, botas punta de acero, peto	Aplicación de técnicas convencionales
Aluminio	Equipo soldadura por puntos con tecnología inverter (25000 A, 550 dAN)	Juego de hombrosol os	Sustancia lubricante, (agua, aceite)	Careta para soldadura, tapa oídos, mascarilla con filtro de carbón activado, guantes de carnaza, overol, botas punta de acero, peto	Por la dificultad existente en la aplicación de esta técnica de unión se aconseja la soldadura MIG

7.3.2 MIG/MAG. Este tipo de soldadura hace referencia a su gas protector el cual es inerte o activo, en función del tipo de gas utilizado. Consiste en un arco eléctrico que se da entre el electrodo y la pieza a soldar, bajo la protección de un gas (argón, helio, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>.), evitando oxidación y porosidad sobre la pieza. Esta soldadura se utiliza para la fabricación y reparación de carrocerías en acero y en aluminio.

Figura 22. Equipo de soldadura MIG/MAG



Fuente: Centro de experimentación y seguridad vial MAPFRE [PDF]. Equipo de soldadura Trimig 200, de Codhe. Junio 2009.

Cuadro 11. Soldadura MIG/MAG según el sustrato

Sustrato	Equipo	Herramientas	Insumos/Materiales	Seguridad (EPIS)
Acero convencional	Equipo soldadura MIG/MAG convencional	Juego de hombrosolos	Material de aporte, igual al material a soldar (acero con fino recubrimiento de cobre)	Careta para soldadura (convencional) o pantalla de protección activa, sistema de extracción o mascarilla de gases, tapa oídos, guantes, overol, botas punta de acero, peto
Acero de alta resistencia	Equipo soldadura MIG/BRAZING (inverter)	Juego de hombrosolos	Material de aporte (Cobre-silicio, cobre-aluminio)	Careta para soldadura (convencional) o pantalla de protección activa, sistema de extracción o mascarilla de gases, tapa oídos, guantes, overol, botas punta de acero, peto
Acero de muy alta resistencia	Equipo soldadura MIG/BRAZING (inverter)	Juego de hombrosolos	Material de aporte (Cobre-silicio, cobre-aluminio)	Careta para soldadura (convencional) o pantalla de protección activa, sistema de extracción o mascarilla de gases, tapa oídos, guantes, overol, botas punta de acero, peto
Acero de ultra alta resistencia	Equipo soldadura MIG/BRAZING (inverter)	Juego de hombrosolos	Material de aporte (Cobre-silicio, cobre-aluminio)	Careta para soldadura (convencional) o pantalla de protección activa, sistema de extracción o mascarilla de gases, tapa oídos, guantes, overol, botas punta de acero, peto

Cuadro 11. (Continuación)

Sustrato	Equipo	Herramientas	Insumos/Materiales	Seguridad (EPIS)
Aluminio	Equipo soldadura MIG/MAG para aluminio (inverter)	Juego de hombrosolos	Material de aporte [aleaciones de aluminio con manganeso, cobre, magnesio, silicio, zinc, entre otros] (Diámetros entre 1 y 2 mm)	Careta de soldadura (FP 10-13), tapa oídos, guantes, sistema de extracción o mascarilla de gases, overol, botas punta de acero, peto

## 7.4 UNIÓN POR REMACHADO

En este tipo de unión, se utilizan frecuentemente los remaches sólidos o cilíndricos y los remaches ciegos.

Los remaches sólidos están compuestos por una cabeza preformada, un cuerpo cilíndrico de alma llena y por una segunda cabeza, la cual se formará mediante conformado por deformación plástica, recalado manual o con una máquina específica.

Los remaches ciegos están compuestos por un cuerpo cilíndrico que en el centro tiene una espiga, la cual cerrará el cuerpo, ya que hará de mandril y al aplicarle una fuerza de tracción, la cabeza embutirá el cuerpo del remache, creando la cabeza de cierre.

Figura 23. Máquina remachadora de BMW



Fuente: Centro de experimentación y seguridad vial MAPFRE [PDF]. Pegado y remachado de piezas exteriores de BMW. Enero 2011.

Cuadro 12. Remachado según el sustrato

Sustrato	Equipo	Herramientas	Insumos/Materiales	Seguridad (EPIS)
Acero convencional	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Máquina remachadora</li> <li>○ Taladro</li> <li>○ Lijadora de cinta</li> <li>○ Motor tool</li> </ul>	Juego de hombrosolos, cincel, alicates	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Escariador convencional</li> <li>○ Remaches sólidos o ciegos</li> <li>○ Disco abrasivo</li> </ul>	Guantes, gafas de protección, mascarilla de carbón activado
Acero de alta resistencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Máquina remachadora</li> <li>○ Lijadora de cinta</li> </ul>	Juego de hombrosolos, cincel, alicates	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Escariador con recubrimiento</li> <li>○ Remaches sólidos o ciegos</li> <li>○ Disco abrasivo</li> </ul>	Guantes, gafas de protección, mascarilla de carbón activado
Acero de muy alta resistencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Máquina remachadora</li> <li>○ Lijadora de cinta</li> <li>○ Motor tool</li> </ul>	Juego de hombrosolos, cincel, alicates	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Escariador con recubrimiento</li> <li>○ Remaches sólidos o ciegos</li> <li>○ Disco abrasivo</li> </ul>	Guantes, gafas de protección, mascarilla de carbón activado
Acero de ultra alta resistencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Máquina remachadora</li> <li>○ Lijadora de cinta</li> <li>○ Motor tool</li> </ul>	Juego de hombrosolos, cincel, alicates	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Escariador con recubrimiento</li> <li>○ Remaches sólidos o ciegos</li> <li>○ Disco abrasivo</li> </ul>	Guantes, gafas de protección, mascarilla de carbón activado
Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Máquina remachadora</li> <li>○ Lijadora de cinta</li> <li>○ Motor tool</li> </ul>	Juego de hombrosolos, cincel, alicates	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Remaches autoperforantes</li> <li>○ Remaches ciegos</li> <li>○ Adhesivo epoxi o poliuretano</li> <li>○ Disco abrasivo</li> </ul>	Guantes, gafas de protección, mascarilla de carbón activado



## 7.5 UNIÓN POR ADHESIVOS

Dentro de los adhesivos, se encuentra el uso de adhesivos de resinas epoxy y adhesivos de poliuretanos.

Los de adhesivos de resinas epoxy están compuestos por una resina y un endurecedor, siendo las resinas bicomponentes las más usadas.

Los poliuretanos son polímeros sintéticos, que al igual que las resinas epoxy son mono y bicomponentes. En los monocomponentes la polimerización se da desde el exterior hacia el interior, limitando así el grosor y el tiempo de curado.

Por su parte los bicomponentes curan más rápido sin embargo requieren de promotores de adherencia y al igual que los monocomponentes son sensibles a los rayos ultravioleta.

Figura 24. Adhesivos



Fuente: HENKEL COLOMBIANA S.A.S. Tecnología en adhesivos, selladores para ensamble, reparación y mantenimiento de carrocerías, 2016.

Cuadro 13. Adhesivos según el sustrato

Sustrato	Equipo	Herramientas	Insumos/Materiales	Seguridad (EPIS)	Criterio/ Particularidad
Acero convencional	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pistola de aplicación de adhesivos (manual o neumática)</li> <li>○ Equipo de flameado por llama directa</li> <li>○ Lijadora de cinta</li> </ul>	Espátulas	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Adhesivos epoxi o poliuretanos</li> <li>○ Limpiadores a base de acetona, tricloetileno o percloroetileno</li> <li>○ Imprimación (si aplica)</li> </ul>	Gafas, guantes, overol	Se debe seleccionar la pistola o equipo de aplicación del adhesivo en función a su viscosidad
Acero de alta resistencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pistola de aplicación de adhesivos (manual o neumática)</li> <li>○ Equipo de flameado por llama directa</li> <li>○ Lijadora de cinta</li> </ul>	Espátulas	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Adhesivos epoxi o poliuretanos</li> <li>○ Limpiadores a base de acetona, tricloetileno o percloroetileno</li> <li>○ Imprimación (si aplica)</li> </ul>	Gafas, guantes, overol	Se debe seleccionar la pistola o equipo de aplicación del adhesivo en función a su viscosidad
Acero de muy alta resistencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pistola de aplicación de adhesivos (manual o neumática)</li> <li>○ Equipo de flameado por llama directa</li> <li>○ Lijadora de cinta</li> </ul>	Espátulas	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Adhesivos epoxi o poliuretanos</li> <li>○ Limpiadores a base de acetona, tricloetileno o percloroetileno</li> <li>○ Imprimación (si aplica)</li> </ul>	Gafas, guantes, overol	Se debe seleccionar la pistola o equipo de aplicación del adhesivo en función a su viscosidad

Cuadro 13. (Continuación)

Sustrato	Equipo	Herramientas	Insumos/Materiales	Seguridad (EPIS)	Criterio/ Particularidad
Acero de ultra alta resistencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pistola de aplicación de adhesivos (manual o neumática)</li> <li>○ Equipo de flameado por llama directa</li> <li>○ Lijadora de cinta</li> </ul>	Espátulas	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Adhesivos epoxi o poliuretanos</li> <li>○ Limpiadores a base de acetona, tricloetileno o percloroetileno</li> <li>○ Imprimación (si aplica)</li> </ul>	Gafas, guantes, overol	Se debe seleccionar la pistola o equipo de aplicación del adhesivo en función a su viscosidad
Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pistola de aplicación de adhesivos (manual o neumática)</li> <li>○ Equipo de flameado por llama directa</li> <li>○ Lijadora de cinta</li> </ul>	Espátulas	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Adhesivos epoxi o poliuretanos</li> <li>○ Limpiadores a base de acetona, tricloetileno o percloroetileno</li> <li>○ Imprimación (si aplica)</li> </ul>	Gafas, guantes, overol	Se debe seleccionar la pistola o equipo de aplicación del adhesivo en función a su viscosidad

## 8. ACTUALIZACIÓN TECNOLÓGICA EN LOS PROCESOS

En el presente capítulo se presenta la actualización tecnológica en cuanto a herramientas, insumos y equipos con los que debería contar un taller que desee intervenir correctamente vehículos de marcas premium en los diferentes procesos, ya sea de reparación o sustitución en función del sustrato.

A continuación se presenta un cuadro en el que se pueden observar las herramientas, insumos y equipos en función al proceso y al sustrato, para un correcto procedimiento.

Cuadro 14. Actualidad de herramientas en función al sustrato

		ACERO DE MEDIA RESISTENCIA	ACERO DE ALTA RESISTENCIA	ALUMINIO
CONFORMACIÓN	APLANADO	Juego de tases metálicos, Juego de martillos y mazos de golpeo y de acabado, Lima de reparar, Cepillo de alambre	Juego de tases metálicos, Juego de martillos y mazos de golpeo y de acabado, Lima de reparar, Cepillo de alambre.	Tases metálicos sin marcas vivas, tases de madera con suficiente peso, juego de martillos y mazos de golpeo y de acabado (Aluminio, nylon o teflón), lima de reparar (picado muy fino)
	ESTIRADO	Bancada universal con equipo hidráulico portátil, motor tool	Bancada universal con equipo hidráulico portátil, motor tool	Bancada universal con equipo hidráulico portátil, motor tool
	RECALCADO/ BATIDO	Martillo de inercia para acero (pasador tornillo), motor tool, equipo para soldar accesorio de tracción con implementación de juego de tases metálicos, juego de martillos y mazos de golpeo y de acabado, lima de reparar, cepillo de alambre	Martillo de inercia para acero (pasador tornillo), motor tool, equipo para soldar accesorio de tracción con implementación de juego de tases metálicos, juego de martillos y mazos de golpeo y de acabado, lima de reparar, cepillo de alambre	Martillo de inercia para acero (pasador tornillo), motor tool, equipo para soldar accesorio de tracción con implementación de tases metálicos sin marcas vivas, tases de madera con suficiente peso, juego de martillos y mazos de golpeo y de acabado (Aluminio, nylon o teflón), lima de reparar (picado muy fino)

Cuadro 14. (Continuación)

		ACERO DE MEDIA RESISTENCIA	ACERO DE ALTA RESISTENCIA	ALUMINIO
CONFORMACIÓN	TRATAMIENTO TÉRMICO	Electrodo de cobre y de carbono con implementación de juego de martillos y mazos de golpeo y de acabado, limas de repasar plana, tases metálicos sin marcas vivas	NO APLICA	Equipo del fontanero y/o soplador de aire caliente, equipo para la soldadura de elemento de tracción (descarga de condensadores), electrodo de cobre con implementación de juego de martillos y mazos de golpeo y de acabado (Aluminio, nylon o teflón), lima de repasar (picado muy fino), tases metálicos sin marcas vivas, tases de madera con suficiente peso
CORTE		Sierra neumática: (ejemplo WPS 2000,3000) con hojas de sierra de 18, 28 y 32 TPI, Corte por plasma (GYS), Láser cutter LC 04 (corte por plasma soldadura laser), Pulidora	Corte por plasma (GYS), WS 40 Laser cutter LC 04 (corte por plasma soldadura láser), Pulidora (Amoladora angular)	Sierra neumática (ejemplo WPS 2000,3000) con hojas de sierra de 14 y 28 TPI, Corte por plasma (GYS), Pulidora

Cuadro 14. (Continuación)

		ACERO DE MEDIA RESISTENCIA	ACERO DE ALTA RESISTENCIA	ALUMINIO
DESGRAFADO		Despunteadora (1500 rpm), taladro y brocas de dos labios de corte, fabricado usualmente en aceros rápidos y extra rápidos	Despunteadora (900 rpm), taladro con broca entre 3 y 4 labios de corte con recubrimiento especial (nitruro/nitrato de titanio con aluminio, carbonitruro de cromo y titanio, carburos de tungsteno, cobalto)	Depunteadora y taladro con broca tipo W (de hélice rápida)
UNIÓN	PUNTOS DE RESISTENCIA	Equipo soldadura por puntos convencional (5000 A, 250 dAN) con juego de hombrosolos	Equipo soldadura por puntos con tecnología inverter (8000-14500 A, 300-550 dAN) con juego de hombrosolos	Equipo soldadura por puntos con tecnología inverter (25000 A, 550 dAN) con juego de hombrosolos
	SOLDADURA MIG/MAG	Equipo soldadura MIG/MAG convencional con juego de hombrosolos	Equipo soldadura MIG/BRAZING (inverter) con juego de hombrosolos	Equipo soldadura MIG/BRAZING para aluminio (inverter) con juego de hombrosolos

Cuadro 14. (Continuación)

		ACERO DE MEDIA RESISTENCIA	ACERO DE ALTA RESISTENCIA	ALUMINIO
UNIÓN	REMACHADO	Máquina remachadora, lijadora de cinta o Motor tool con juego de hombrosolos, cincel, alicates	Máquina remachadora, lijadora de cinta o Motor tool con juego de hombrosolos, cincel, alicates	Máquina remachadora, lijadora de cinta o Motor tool con juego de hombrosolos, cincel, alicates
	ADHESIVOS	Pistola de aplicación de adhesivos (manual o neumática), equipo de flameado por llama directa o Lijadora de cinta con juego de espátulas	Pistola de aplicación de adhesivos (manual o neumática), equipo de flameado por llama directa o Lijadora de cinta con juego de espátulas	Pistola de aplicación de adhesivos (manual o neumática), equipo de flameado por llama directa o Lijadora de cinta con juego de espátulas



## 9. DISTRIBUCIÓN DE MATERIALES

En el presente capítulo se va a dar a conocer por cada vehículo de la muestra, la distribución en la carrocería de los materiales tratados anteriormente en el presente documento... Véase el numeral 5...

Adicionalmente se acompañará el cuadro con el modelo o nombre con el que en el mercado se conoce este tipo de vehículos y con la identificación o numeración interna propia de cada marca, la cual para cualquier tipo de investigación es pieza clave para el correcto reconocimiento de los vehículos.







Es importante resaltar que en el caso específico del Volvo S60, se aprecia la distribución de materiales sin la convención de los mismos, sin embargo la marca maneja la misma convención en este tipo de diagramas, por lo que es válido apoyarse en la convención de los otros dos vehículos estudiados, V40 y XC60.

También en los vehículos de esta marca se encuentra otro tipo de materiales como plástico y magnesio, los cuales para esta investigación no se han tenido en cuenta, por tal motivo es meramente informativo.

### 9.1 AUDI

Los vehículos a estudiar de Audi son el A3, A4, y Q5, los cuales presentan el uso de los materiales de una manera muy similar a pesar de ser carrocerías de tamaños diferentes. En la siguiente figura se presenta la convención de materiales utilizados en el Audi A4.

Figura 24. Convención de materiales en el Audi A4



	Soft deep-drawn steel		Ultra high-strength steel
	High-strength steel		Hot-formed (die-quenched) steel
	Higher-strength steel		Aluminium

Fuente: AUDI AG. Audi A4 '08 Self-Study Programme 409. 2008.

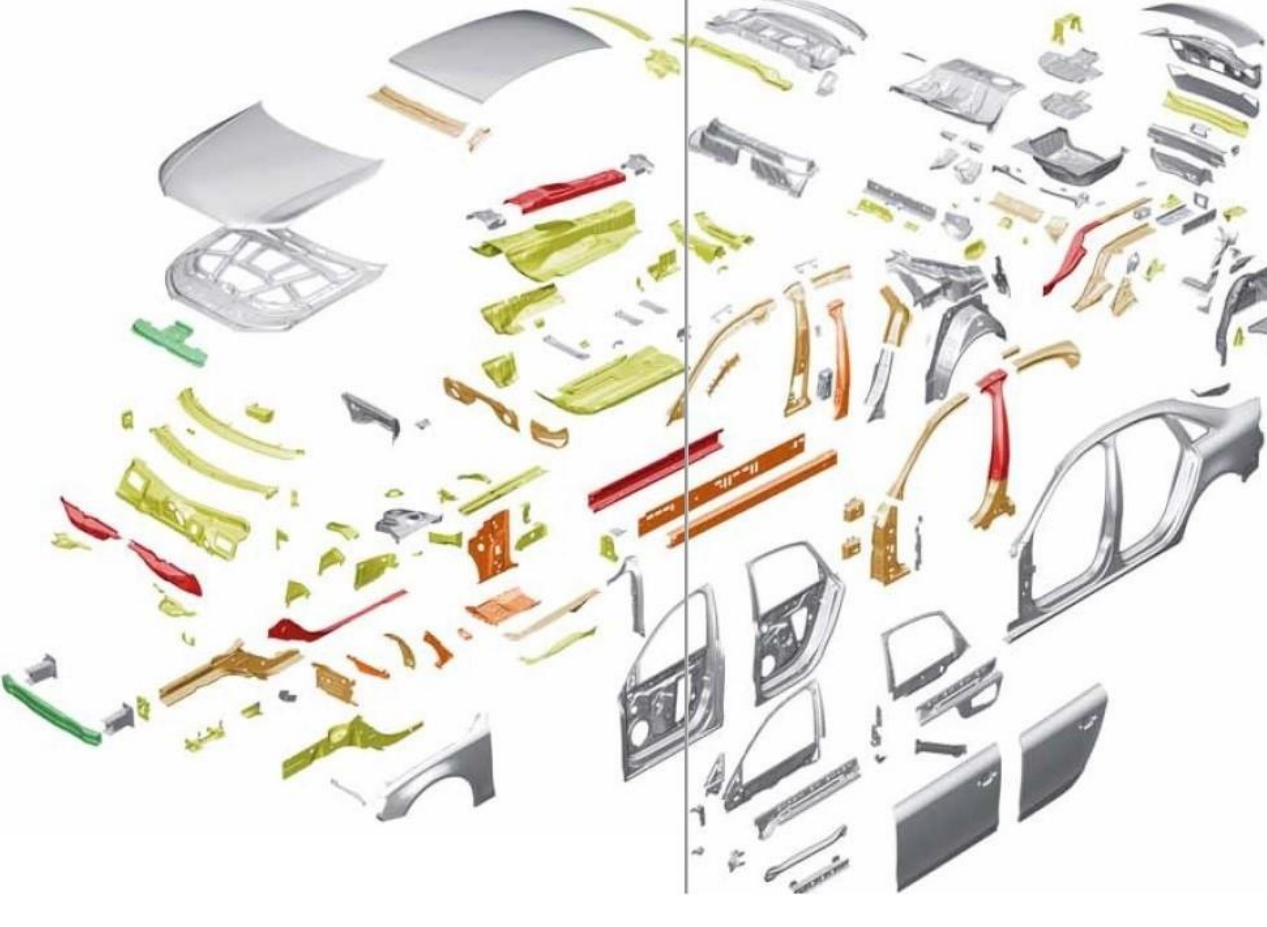
Los diagramas del Audi A3, A4 y Q5 que se presentan en el Cuadro 15 fueron obtenidos de programas de estudio de la marca, los cuales se mencionan a continuación en el mismo orden que se presentan en el cuadro;

- ✓ Audi A3 '13. Self-Study Programme 994609AG
- ✓ Audi A4 '08. Self-Study Programme 409
- ✓ Audi Q5 '08. Self-Study Programme 433

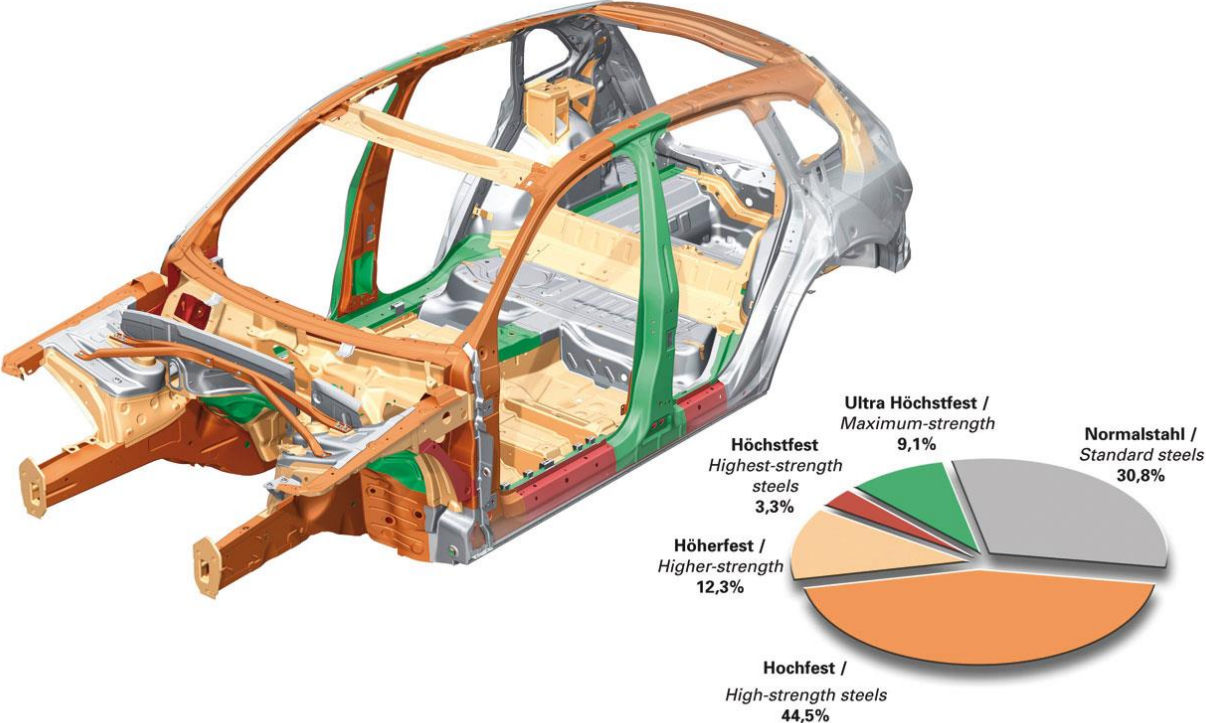
Cuadro 15. Distribución de materiales en Audi

Modelo	Identificación de la marca	Distribución de materiales
Audi A1	8V	<div style="text-align: right; margin-bottom: 10px;">   <b>Audi</b> </div> <p><b>Audi A3</b>            Karosseriematerialien            Materials in the body structure            04/13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #333; margin-right: 5px;"></span> <b>Ultrahochfeste Stähle (warmumgeformt)</b> Ultra-high strength steels (hot-formed)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #FFC000; margin-right: 5px;"></span> <b>Höchstfeste Stähle</b> Higher strength steels</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #FFD700; margin-right: 5px;"></span> <b>Hochfeste Stähle</b> High-strength steels</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #A9A9A9; margin-right: 5px;"></span> <b>konventionelle Stähle</b> Conventional steels</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #90EE90; margin-right: 5px;"></span> <b>Aluminium-Blech</b> Sheet aluminium</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #6495ED; margin-right: 5px;"></span> <b>Aluminium-Profil</b> Aluminium section</li> </ul> 

Cuadro 15. (Continuación)

Modelo	Identificación de la marca	Distribución de materiales
Audi A4	B8	 An exploded view diagram of the interior components of an Audi A4 B8. The components are arranged in a semi-circular pattern, showing various parts such as the dashboard, center console, seats, door panels, and trim pieces. The parts are color-coded, with many in shades of green and yellow, and some in red and orange. The diagram illustrates the distribution of materials used in the vehicle's interior.

Cuadro 15. (Continuación)

Modelo	Identificación de la marca	Distribución de materiales
Q5	8R	 <p>The image shows a cutaway view of a car chassis with various components color-coded to match the pie chart. The pie chart is divided into five segments representing different steel grades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Hochfest / High-strength steels</b>: 44,5% (Orange)</li> <li><b>Normalstahl / Standard steels</b>: 30,8% (Grey)</li> <li><b>Höherfest / Higher-strength</b>: 12,3% (Light Orange)</li> <li><b>Ultra Höchstfest / Maximum-strength</b>: 9,1% (Green)</li> <li><b>Höchstfest / Highest-strength steels</b>: 3,3% (Dark Orange)</li> </ul>

## 9.2 BMW

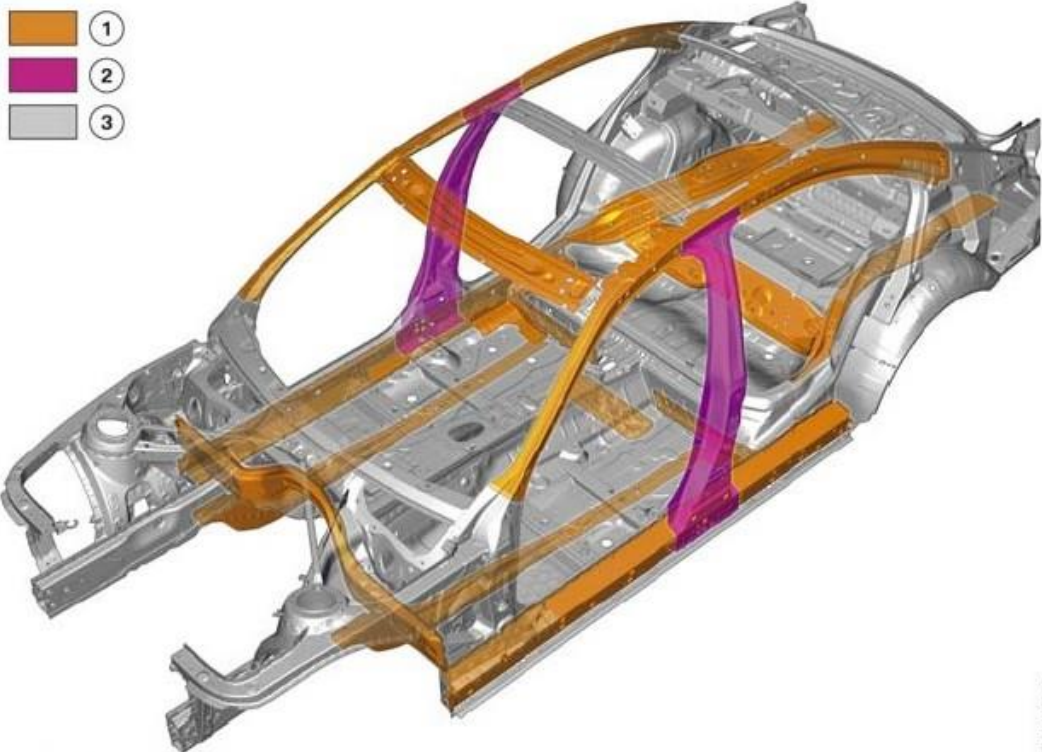
A continuación se presentan los vehículos Serie 1, Serie 3 y X3 de la marca BMW, con sus respectivas distribuciones de materiales e identificación interna en la marca.

En estos diagramas se puede apreciar que la marca provee la identificación de los materiales en cuanto a nombre y a su límite elástico, criterio el cual permite la elección de herramientas, equipos y demás elementos que juegan un papel importante a la hora de realizar una intervención en un vehículo de estas características.

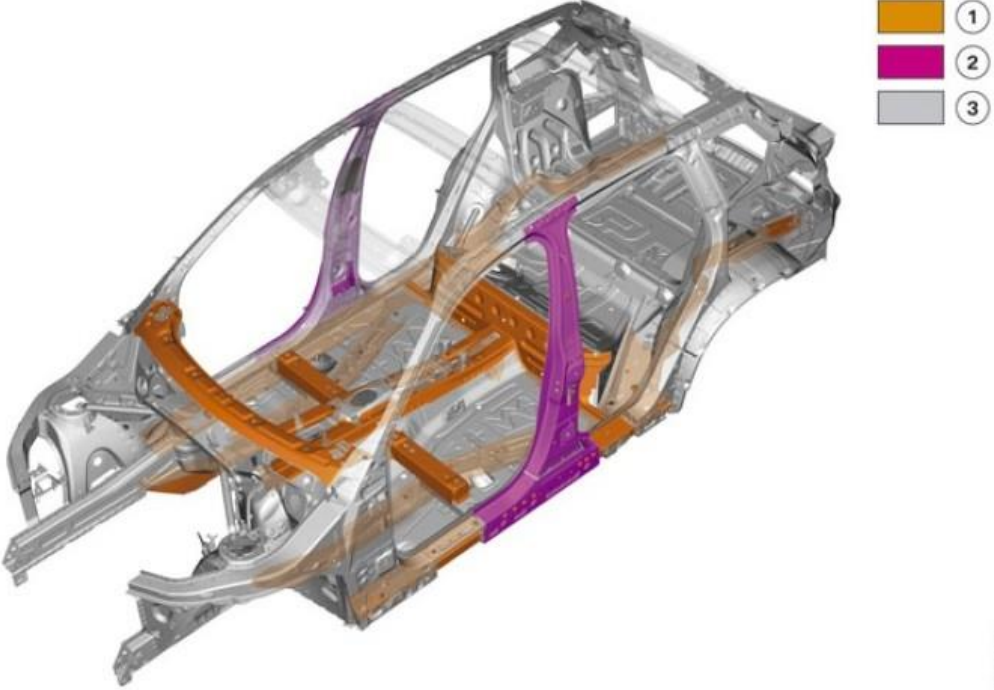
Los diagramas de los BMW Serie 3 y X3, que se presentan en el Cuadro 16 fueron obtenidos de documentos de entrenamiento de la marca, los cuales se mencionan a continuación en el mismo orden que se presentan en el cuadro;

- ✓ Technical training. Product information. F30 Introduction
- ✓ Technical training. Product information. F25 Introduction

Cuadro 16. Distribución de materiales en BMW

Modelo	Identificación de la marca	Distribución de materiales								
Serie 3	F30	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <p><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #C85130; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> ①</p> <p><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #800080; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> ②</p> <p><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #A9A9A9; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> ③</p> </div> <div style="flex-grow: 1;">  </div> </div> <p style="font-size: small; margin-top: 10px;">F30 material grades for bodyshell</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Index</th> <th style="text-align: left;">Explanation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Multi-phase steels (&gt; 300 MPa)</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Hot-formed steels (&gt; 900 MPa)</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Other steels (&lt; 300 MPa)</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right; font-size: x-small; margin-top: 10px;">TK11-0910</p>	Index	Explanation	1	Multi-phase steels (> 300 MPa)	2	Hot-formed steels (> 900 MPa)	3	Other steels (< 300 MPa)
Index	Explanation									
1	Multi-phase steels (> 300 MPa)									
2	Hot-formed steels (> 900 MPa)									
3	Other steels (< 300 MPa)									

Cuadro 16. (Continuación)

Modelo	Identificación de la marca	Distribución de materiales								
X3	F25	 <p data-bbox="789 1190 1041 1208">Material qualities of F25 bodyshell</p> <table border="1" data-bbox="789 1230 1843 1393"> <thead> <tr> <th>Index</th> <th>Explanation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Multi-phase steels (&gt; 300 MPa)</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Press hardened steels (&gt; 900 MPa)</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Other steels (&lt; 300 MPa)</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="1812 1101 1833 1179" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">TK10-0846</p>	Index	Explanation	1	Multi-phase steels (> 300 MPa)	2	Press hardened steels (> 900 MPa)	3	Other steels (< 300 MPa)
Index	Explanation									
1	Multi-phase steels (> 300 MPa)									
2	Press hardened steels (> 900 MPa)									
3	Other steels (< 300 MPa)									

### 9.3 MERCEDES-BENZ

En los vehículos de interés de esta investigación, Clase A, Clase C y GLK, se encuentra de forma similar el uso de los materiales, sin embargo sólo en el Clase A se obtuvo el diagrama de la distribución de los materiales con la respectiva convención de los mismos acompañado del límite elástico.

En la siguiente figura se presenta la convención de materiales utilizados en la camioneta GLK.

Figura 26. Convención de materiales en la camioneta GLK



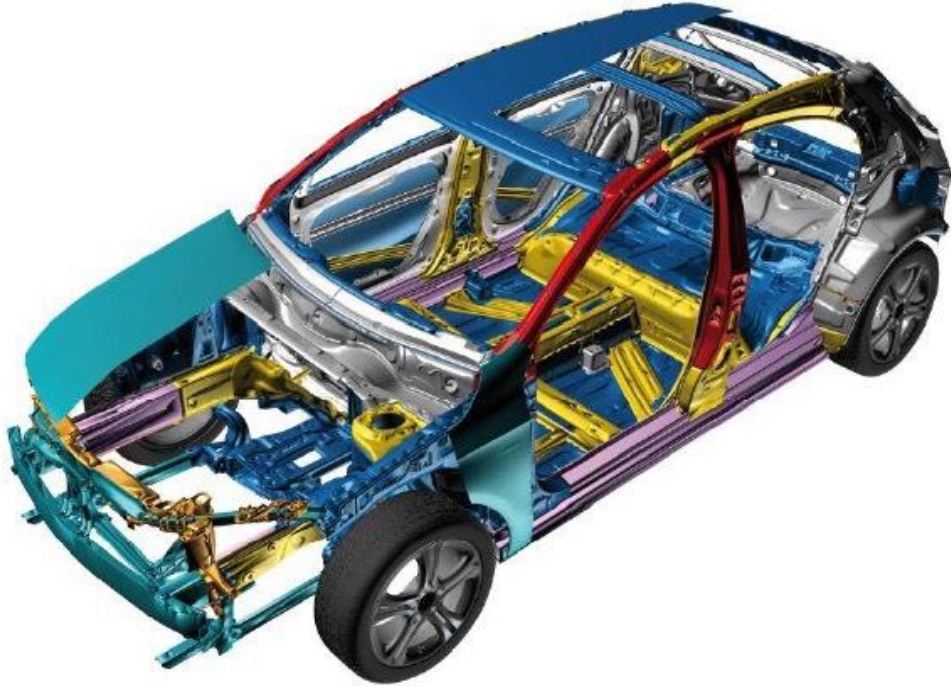
Fuente: DAIMLER AG. Introduction of the New GLK-Class. Introduction into Service Manual for Model Series 204 2008.

Los diagramas de los Mercedes-Benz Clase A, Clase C y GLK, que se presentan en el Cuadro 17 fueron obtenidos de documentos de entrenamiento que se mencionan a continuación en el mismo orden que se presentan en el cuadro;

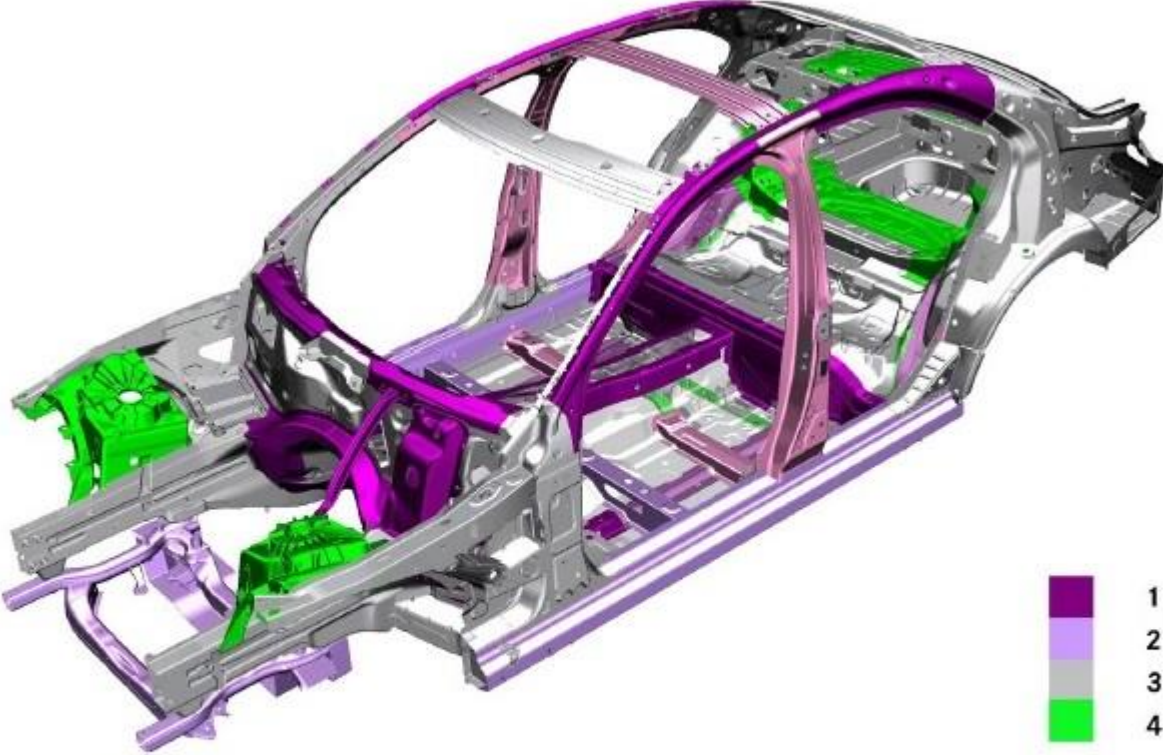
- ✓ Nociones básicas y directivas para una reparación profesional de vehículos siniestrados de Mercedes-Benz (turismos)
- ✓ Mercedes-Benz Global Training. Market launches · C-Class Model Series 205 · Product Technology and Operation of Vehicle Systems for Service Advisors · Go Trainer document
- ✓ Introduction of the New GLK-Class. Introduction into Service Manual for Model Series 204



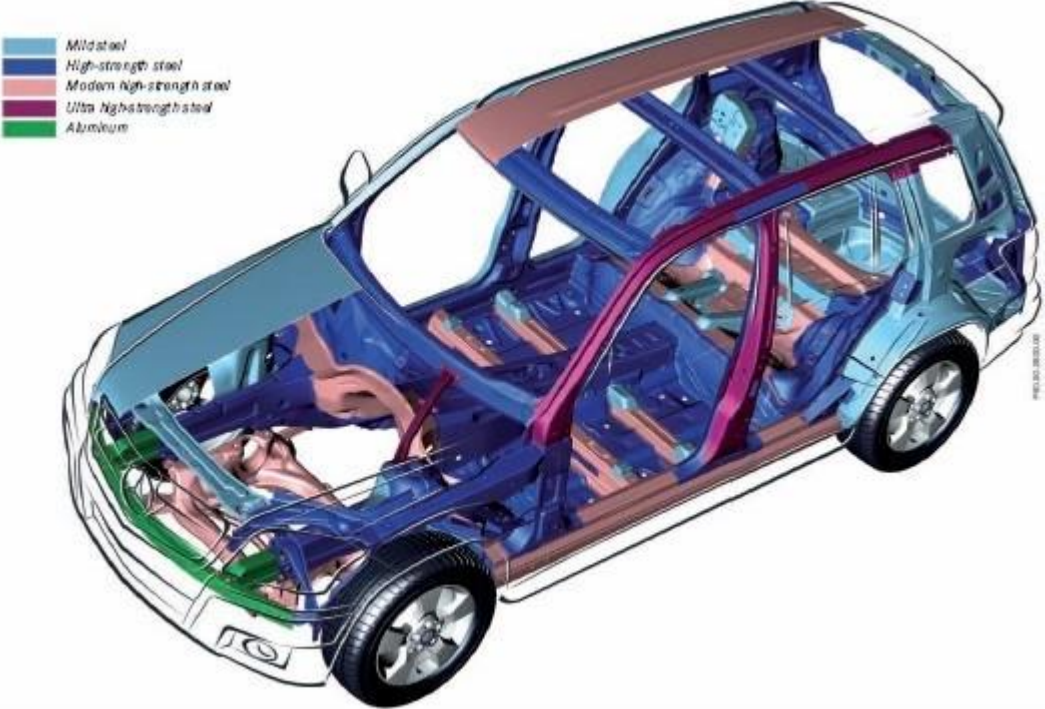
Cuadro 17. Distribución de materiales en Mercedes-Benz

Modelo	Identificación de la marca	Distribución de materiales
Clase A	W176	 <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div data-bbox="682 1128 1333 1356"> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Aceros blandos de hasta 300 N/mm<sup>2</sup> de resistencia a la tracción</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #0000ff; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Aceros de gran resistencia de 300 - 550 N/mm<sup>2</sup> de resistencia a la tracción</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #ffff00; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Aceros modernos de gran resistencia de 550 - 1000 N/mm<sup>2</sup> de resistencia a la tracción</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #8000ff; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Acero ultrarresistente de 1000 - 1500 N/mm<sup>2</sup> de resistencia a la tracción</li> </ul> </div> <div data-bbox="1396 1120 1858 1339"> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #ff0000; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Acero ultrarresistente, conformado en caliente de 1000 - 1500 N/mm<sup>2</sup> de resistencia a la tracción</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #ffa500; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Plásticos</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #00ced1; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Aluminio</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #808080; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Duroplástico</li> </ul> </div> </div>

Cuadro 17. (Continuación)

Modelo	Identificación de la marca	Distribución de materiales								
Clase C	W205	 <p data-bbox="688 1182 955 1209"><i>Steel bodyshell structure</i></p> <p data-bbox="1705 1190 1848 1209">TT_60_00_031390_FA</p> <table border="1" data-bbox="688 1258 1843 1356"> <tbody> <tr> <td data-bbox="688 1258 808 1291">1</td> <td data-bbox="814 1258 1270 1291">Ultra high-strength steel, hot formed</td> <td data-bbox="1285 1258 1407 1291">3</td> <td data-bbox="1413 1258 1843 1291">Steel</td> </tr> <tr> <td data-bbox="688 1307 808 1339">2</td> <td data-bbox="814 1307 1270 1339">Ultra-high-strength steel</td> <td data-bbox="1285 1307 1407 1339">4</td> <td data-bbox="1413 1307 1843 1339">Aluminum</td> </tr> </tbody> </table>	1	Ultra high-strength steel, hot formed	3	Steel	2	Ultra-high-strength steel	4	Aluminum
1	Ultra high-strength steel, hot formed	3	Steel							
2	Ultra-high-strength steel	4	Aluminum							

Cuadro 17. (Continuación)

Modelo	Identificación de la marca	Distribución de materiales
GLK	X204	 <p> <span style="color: lightblue;">■</span> Mild steel  <span style="color: darkblue;">■</span> High-strength steel  <span style="color: orange;">■</span> Modern high-strength steel  <span style="color: purple;">■</span> Ultra high-strength steel  <span style="color: green;">■</span> Aluminum         </p>

## 9.4 VOLVO

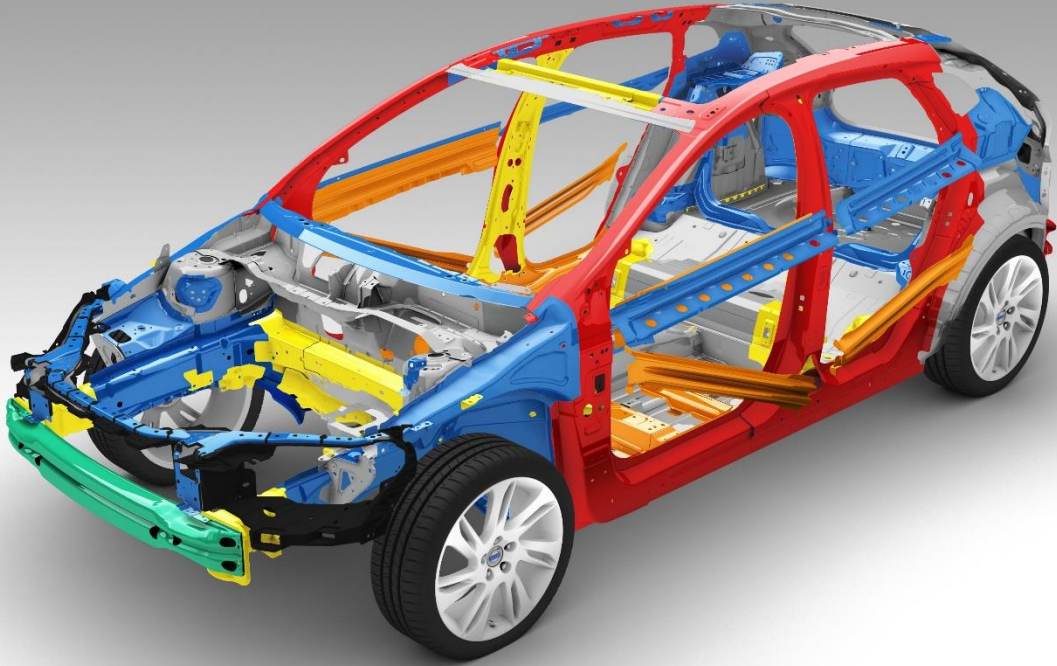
En el caso de esta marca, es importante resaltar que en el modelo S60, se aprecia la distribución de materiales sin la convención de los mismos, sin embargo la marca maneja la misma convención en este tipo de diagramas, por lo que es válido apoyarse en la convención de los otros dos vehículos estudiados, V40 y XC60.

También en los vehículos de esta marca se encontró otro tipo de materiales como plástico y magnesio, los cuales para esta investigación no se han tenido en cuenta, por tal motivo es meramente informativo.


Los diagramas de los Volvo V40, S60 y XC60, que se presentan en el Cuadro 17 fueron obtenidos directamente de la página oficial de Volvo, a continuación se mencionan los links de las imágenes en el mismo orden que se presentan en el cuadro;

- ✓ <https://www.media.volvocars.com/global/en-gb/media/pressreleases/45562/photos>
- ✓ <https://www.media.volvocars.com/us/en-us/media/photos/33606>
- ✓ <https://www.media.volvocars.com/global/en-gb/media/pressreleases/14537/photos>

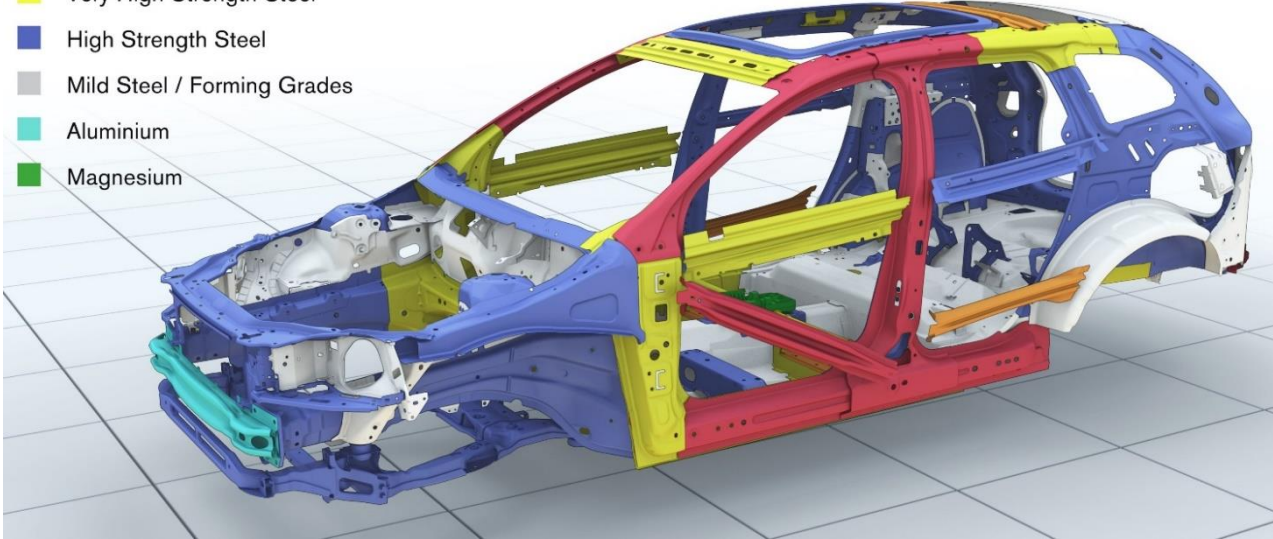
Cuadro 18. Distribución de materiales en Volvo

Modelo	Identificación en la marca	Distribución de materiales
V40	P1	 <p data-bbox="709 1258 913 1279"><b>Volvo V40 Safety Cage</b></p> <ul data-bbox="709 1287 1738 1312" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="709 1287 787 1312">■ Plastic</li> <li data-bbox="955 1258 1060 1279">■ Aluminium</li> <li data-bbox="955 1287 1207 1312">■ Mild Steel / Forming Grades</li> <li data-bbox="1239 1258 1417 1279">■ High Strength Steel</li> <li data-bbox="1239 1287 1459 1312">■ Very High Strength Steel</li> <li data-bbox="1501 1258 1738 1279">■ Extra High Strength Steel</li> <li data-bbox="1501 1287 1738 1312">■ Ultra High Strength Steel</li> </ul>

Cuadro 18. (Continuación)

Modelo	Identificación de la marca	Distribución de materiales
S60	P3	

Cuadro 18. (Continuación)

Modelo	Identificación de la marca	Distribución de materiales
XC60	P3	<div data-bbox="604 500 945 803"> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red;">■</span> Ultra High Strength Steel</li> <li><span style="color: orange;">■</span> Extra High Strength Steel</li> <li><span style="color: yellow;">■</span> Very High Strength Steel</li> <li><span style="color: blue;">■</span> High Strength Steel</li> <li><span style="color: gray;">■</span> Mild Steel / Forming Grades</li> <li><span style="color: cyan;">■</span> Aluminium</li> <li><span style="color: green;">■</span> Magnesium</li> </ul> </div> 

## 10. PROTOCOLOS DE REPARACIÓN

En este capítulo se pretende dar a conocer los protocolos ya sea de reparación como de sustitución, específicos para cada marca y para cada vehículo de la muestra, sin embargo dicha información es manejada con mucho celo por parte de las marcas tanto a nivel de Colombia como a nivel mundial. El compromiso previo fue no publicar esta información, por tanto se maneja en CESVI COLOMBIA S.A. mediante la plataforma destinada para sus asociados.

El protocolo específicamente es un esquema que muestra los pasos estandarizados que se deben realizar cuando se hace una sustitución parcial a nivel estructural, también muestra las herramientas pertinentes para su desmonte y unión, y advertencias para no perjudicar elementos de insonorización, eléctricos y mecánicos.

A continuación se presentan los resultados para cada marca;

- ✓ En la marca Audi, se logró obtener la información correspondiente a reparación y sustitución en los vehículos A4 y Q5 mediante la página web oficial de la marca y gracias al apoyo técnico y financiero de la empresa CESVI COLOMBIA S.A., la información del Audi A3 no se obtuvo debido a la similitud con el Audi A4. La información obtenida se puede consultar en el Anexo A
- ✓ Con la marca BMW la gestión realizada por parte de CESVI COLOMBIA S.A. con los representantes de la marca en Colombia fue infructuosa debido a temas de confidencialidad, adicionalmente se intentó acceder a la información mediante la página web oficial de la marca, sin embargo la información requerida no está disponible para Colombia
- ✓ Por parte de Mercedes-Benz, la página oficial solo permite el acceso a este tipo de información a países de la Unión Europea, y como respuesta invitan a contactar al representante de la marca en Colombia, gestión que CESVI COLOMBIA S.A. ha realizado sin resultados positivos debido a temas de confidencialidad, no obstante la empresa soporte consiguió generalidades propias de la marca para la reparación de sus vehículos, estas generalidades se pueden consultar en el Anexo B
- ✓ La gestión realizada por CESVI COLOMBIA S.A. con la marca Volvo en Colombia ha sido infructuosa debido a que al parecer no cuentan con esa información ya que la meta de la marca para 2020 es que ninguno de sus vehículos se vean involucrados en accidente alguno. Por otra parte la página web oficial de la marca solo permite el acceso a tres países de Latinoamérica, dentro de los cuales no está Colombia



## 11. CONCLUSIONES

- ✓ El proyecto contiene el material para entender la naturaleza de los materiales constructivos presentes en vehículos de marcas Premium y las nuevas modificaciones que inciden para reparar un daño leve mediante equipos, herramientas y el conocimiento pertinente, solo cuando el criterio de reparabilidad lo permita; con el objetivo de no tener como única opción la sustitución
- ✓ Para un taller reparador que desee intervenir de manera correcta este tipo de vehículos, es indispensable la actualización tecnológica, temática tratada en el proyecto, en cuanto a los equipos, herramientas, materiales y elementos de protección individual con los que debe contar el taller reparador
- ✓ La información presente en este documento, es válida para marcas que hacen parte de un mismo conglomerado (grupo Volkswagen: Audi, Seat, Škoda, Bentley, Lamborghini, Bugatti)

## 12. RECOMENDACIONES

- ✓ A CESVI COLOMBIA S.A. se le recomienda fortalecer las relaciones con los representantes de las marcas con el fin de contar con información de primera mano, esto en mira de proyectos futuros
- ✓ A quien interese reparar un vehículo de la muestra, se le recomienda contar con el manual de reparación propio de la marca y el vehículo, el cual se puede adquirir con las marcas que tienen su backup online, y así garantizar una correcta reparación del mismo. Al tener algún inconveniente en adquirir la información se recomienda contactar a CESVI COLOMBIA S.A.
- ✓ Si un taller desea incursionar en la reparación de este tipo de vehículos, se recomienda realizar un estudio financiero en cuanto a equipos, materiales y herramientas necesarias, ya que ello requeriría un alto presupuesto

## BIBLIOGRAFÍA

- AUDI AG. Audi A3 '13. Self-Study Programme 994609AG [PDF]. 2012. Ingolstadt.
- \_\_\_\_\_. Audi A4 '08. Self-Study Programme 409 [PDF]. 2008. Ingolstadt.
- \_\_\_\_\_. Audi Q5 '08. Self-Study Programme 433 [PDF]. 2012. Ingolstadt.
- BMW AG. Technical training. Product information. F30 Introduction [online]. January 2012. Munich. Disponible en internet: <  
[http://www.bimmerpost.com/goodiesforyou/docs/01\\_F30\\_Introduction1.pdf](http://www.bimmerpost.com/goodiesforyou/docs/01_F30_Introduction1.pdf)>.
- \_\_\_\_\_. Technical training. Product information. F25 Introduction [PDF]. January 2011. Munich. Disponible en internet: <  
<http://x3.xbimmers.com/forums/showthread.php?t=803813>>.
- AGUILAR, Julio. Formado y conformado. 2013. Disponible en:  
([http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2013/pro\\_ma/5.pdf](http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2013/pro_ma/5.pdf)).
- CESVI COLOMBIA S.A. Nuevos materiales empleados en la fabricación de elementos de la carrocería y su incidencia en la reparación. 22 ed. CESVI COLOMBIA S.A. 2005. 124p.
- \_\_\_\_\_. Información CESVI Colombia [Diapositivas]. Bogotá: CESVI, 2015. 6 diapositivas.
- \_\_\_\_\_. Baremos de carrocería [Diapositivas]. Bogotá: CESVI, 2004. 37 diapositivas.
- \_\_\_\_\_. Criterios de reparabilidad en vehículos de marcas premium en función al sustrato [Diapositivas]. Bogotá: CESVI, 2015. 13 diapositivas.
- CESVIMAP. Reparación de carrocerías de automóviles. Carretera de Valladolid, km 1. 05004 Ávila. 2009. ISBN 978-84-9701-298-0.
- \_\_\_\_\_. Sustitución de aceros de alta resistencia [PDF]. 2009. 4p.
- \_\_\_\_\_. Equipo de corte por plasma CUTTER 20K, de GYS [PDF]. 2009. 5p.
- \_\_\_\_\_. Equipo de soldadura por puntos de resistencia GYSPOT INVERTER PTI EVOLUTION-S7 [PDF]. 2015. 6p.
- \_\_\_\_\_. Equipo de soldadura por puntos de resistencia para aceros ALE [PDF]. 2011. 2p.

DAIMLER AG. Introduction of the New A-Class Model Series 176. Introduction into Service Manual. [PDF]. 2012. Stuttgart.

\_\_\_\_\_. Mercedes-Benz Global Training. Market launches · C-Class Model Series 205 · Product Technology and Operation of Vehicle Systems for Service Advisors · Go Trainer document. [PDF]. 2014. Stuttgart.

\_\_\_\_\_. Introduction of the New GLK-Class. Introduction into Service Manual for Model Series 204. [PDF]. 2008. Stuttgart.

\_\_\_\_\_. Nociones básicas y directivas para una reparación profesional de vehículos siniestrados de Mercedes-Benz (turismos). [PDF]. 2013. Stuttgart.

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA. Guía metodológica para la elaboración de trabajos de grado y proyectos de investigación en pregrado. Bogotá D.C.: 2011.101p.

GEOFF, Davies. Materials for automobile bodies. 1 ed. Burlington: Elsevier Ltd, 2003. 277p. ISBN 0 7506 5692 1.

HENKEL COLOMBIANA S.A.S. Tecnología en adhesivos, selladores para ensamble, reparación y mantenimiento de carrocerías, 2016. 11p.

\_\_\_\_\_. Para diseño, ensamble, reparación y mantenimiento de vehículos, 2016.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Referencias bibliográficas. Contenido, forma y estructura. NTC 5613. Bogotá D.C.: El instituto, 2008. 33p.

\_\_\_\_\_. Documentación. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. NTC 1486. Bogotá D.C.: El instituto, 2008. 36p.

\_\_\_\_\_. Referencias documentales para fuentes de información electrónicas. NTC 4490. Bogotá D.C.: El instituto, 1998. 23p.

J. A., Charles; F. A. A., Crane y J. A. G., Furness. Selection and use of engineering materials. 3 ed. Woburn: Butterworth-Heinemann, 1997. 343 p. ISBN 0 7506 3277 1.

ROWE, Jason. Advanced Materials in Automotive Engineering. 1ed. Cambridge, UK: Woodhead Publishing. 2012. 330p. ISBN 9781845695613. 9780857095466.


SMALLMAN, Ngan, A.H.W. Modern Physical Metallurgy. 8 ed. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann. 2014. 625p. ISBN 9780080982045. 9780080982236.

VOLVO CAR CORPORATION. Press releases [online]. 2017- [citado 2 de marzo 2017]. Disponible en internet: <<https://www.media.volvocars.com/global/en-gb/media/pressreleases/list>>.

WIELÄNDER SCHILL GERMANY. Air saw and saw blades [Diapositivas]. 2012. 9 diapositivas.

\_\_\_\_\_. Spot weld removing. Specially for UHSS [PDF]. 2012. 12p.

\_\_\_\_\_. Schweißpunktfräser. [PDF]. 2012.

 Fundación Universidad de América	FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA	Código:
	PROCESO: GESTIÓN DE BIBLIOTECA	Versión 0
	Autorización para Publicación en el Repositorio Digital Institucional – Lumieres	Julio - 2016


### AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL LUMIERES


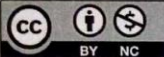
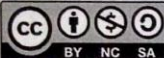
Nosotros **Mario Alberto Acevedo Leyva** y **Juan Sebastián Melo Pinzón** en calidad de titulares de la obra Desarrollo de los criterios de reparabilidad de marcas premium en función al sustrato, elaborada en el año 2016, autorizamos al **Sistema de Bibliotecas de la Fundación Universidad América** para que incluya una copia, indexe y divulgue en el Repositorio Digital Institucional – Lumieres, la obra mencionada con el fin de facilitar los procesos de visibilidad e impacto de la misma, conforme a los derechos patrimoniales que nos corresponden y que incluyen: la reproducción, comunicación pública, distribución al público, transformación, en conformidad con la normatividad vigente sobre derechos de autor y derechos conexos (Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, entre otras).

Al respecto como Autores manifestamos conocer que:

- La autorización es de carácter no exclusiva y limitada, esto implica que la licencia tiene una vigencia, que no es perpetua y que el autor puede publicar o difundir su obra en cualquier otro medio, así como llevar a cabo cualquier tipo de acción sobre el documento.
- La autorización tendrá una vigencia de cinco años a partir del momento de la inclusión de la obra en el repositorio, prorrogable indefinidamente por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de los autores y podrá darse por terminada una vez los autores lo manifiesten por escrito a la institución, con la salvedad de que la obra es difundida globalmente y cosechada por diferentes buscadores y/o repositorios en Internet, lo que no garantiza que la obra pueda ser retirada de manera inmediata de otros sistemas de información en los que se haya indexado, diferentes al Repositorio Digital Institucional – Lumieres de la Fundación Universidad América.
- La autorización de publicación comprende el formato original de la obra y todos los demás que se requiera, para su publicación en el repositorio. Igualmente, la autorización permite a la institución el cambio de soporte de la obra con fines de preservación (impreso, electrónico, digital, Internet, intranet, o cualquier otro formato conocido o por conocer).
- La autorización es gratuita y se renuncia a recibir cualquier remuneración por los usos de la obra, de acuerdo con la licencia establecida en esta autorización.
- Al firmar esta autorización, se manifiesta que la obra es original y no existe en ella ninguna violación a los derechos de autor de terceros. En caso de que el trabajo haya sido financiado por terceros, los autores asumen la responsabilidad del cumplimiento de los acuerdos establecidos sobre los derechos patrimoniales de la obra.
- Frente a cualquier reclamación por terceros, los autores serán los responsables. En ningún caso la responsabilidad será asumida por la Fundación Universidad de América.
- Con la autorización, la Universidad puede difundir la obra en índices, buscadores y otros sistemas de información que favorezcan su visibilidad.

Conforme a las condiciones anteriormente expuestas, como autores establecemos las siguientes condiciones de uso de nuestra obra de acuerdo con la **licencia Creative Commons** que se señala a continuación:

 Fundación Universidad de América	FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA	Código:
	PROCESO: GESTIÓN DE BIBLIOTECA	Versión 0
	Autorización para Publicación en el Repositorio Digital Institucional – Lumieres	Julio - 2016

	Atribución- no comercial- sin derivar: permite distribuir, sin fines comerciales, sin obras derivadas, con reconocimiento del autor.	<input type="checkbox"/>
	Atribución – no comercial: permite distribuir, crear obras derivadas, sin fines comerciales con reconocimiento del autor.	<input type="checkbox"/>
	Atribución – no comercial – compartir igual: permite distribuir, modificar, crear obras derivadas, sin fines económicos, siempre y cuando las obras derivadas estén licenciadas de la misma forma.	<input checked="" type="checkbox"/>

Licencias completas: [http://co.creativecommons.org/?page\\_id=13](http://co.creativecommons.org/?page_id=13)

Siempre y cuando se haga alusión de alguna parte o nota del trabajo, se debe tener en cuenta la correspondiente citación bibliográfica para darle crédito al trabajo y a sus autores.

De igual forma como autores autorizamos la consulta de los medios físicos del presente trabajo de grado así:

AUTORIZAMOS	SI	NO
La consulta física (sólo en las instalaciones de la Biblioteca) del CD-ROM y/o Impreso	x	
La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer para efectos de preservación	x	

Información Confidencial: este Trabajo de Grado contiene información privilegiada, estratégica o secreta o se ha pedido su confidencialidad por parte del tercero, sobre quien se desarrolló la investigación. En caso afirmativo expresamente indicaremos, en carta adjunta, tal situación con el fin de que se respete la restricción de acceso.	SI	NO
		x

Para constancia se firma el presente documento en Bogotá, a los 2 días del mes de agosto del año 2017.

LOS AUTORES:

Autor 1

Nombres	Apellidos
Mario Alberto	Acevedo Leyva
Documento de identificación No	Firma
1018457501	

Autor 2

Nombres	Apellidos
Juan Sebastián	Melo Pinzón
Documento de identificación No	Firma
1020776732	