



COLECCIÓN CICLOS FORMATIVOS

TRANSPORTE Y MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS. CARROCERÍA

ELEMENTOS FIJOS



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	9
PRÓLOGO	11
RECOMENDACIONES DE USO	12
1. ELEMENTOS QUE COMPONEN EL DESPIECE DE UNA CARROCERÍA	15
1.1. ELEMENTOS EXTERIORES	17
1.2. ELEMENTOS INTERIORES	17
ARTÍCULO	23
EXAMÍNATE Y PRACTICA	25
ESQUEMA	28
2. DESMONTAJE DE ELEMENTOS FIJOS DE LA CARROCERÍA	29
2.1. UNIONES MEDIANTE TORNILLOS Y GRAPAS	31
2.1.1. Uniones mediante tornillos	31
2.1.2. Uniones mediante grapas	34
2.2. UNIONES ARTICULADAS	34
2.3. UNIONES REMACHADAS	35
2.3.1. Remaches sólidos	35
2.3.2. Remaches ciegos	36
2.3.3. Remaches autoperforantes	37
2.4. UNIONES PLEGADAS O ENGATILLADAS	39
2.5. UNIONES PEGADAS	40
2.6. CLINCHADO	41
2.7. UNIONES SOLDADAS	42
2.7.1. Soldadura por puntos de resistencia	42
2.7.2. Soldadura de hilo continuo bajo gas protector (MIG/MAG)	44
2.7.3. Soldadura dura-MIG (MIG-Brazing)	46
2.7.4. Soldadura láser	47
EXAMÍNATE Y PRACTICA	54
ESQUEMA	55
3. SIMBOLOGÍA TÉCNICA DE LOS FABRICANTES DE VEHÍCULOS. ACTUACIONES SOBRE UNA CARROCERÍA	57
3.1. COMPROBACIÓN DE AJUSTES Y TOLERANCIAS DE ELEMENTOS AMOVIBLES DE UNA CARROCERÍA. FRANQUICIAS	58
3.2. VERIFICACIÓN DE HUECOS DE LA CARROCERÍA	59
3.3. COMPROBACIÓN DE LAS COTAS DE LA PLATAFORMA DE UNA CARROCERÍA	61
3.4. MEDICIÓN DE CARROCERÍAS EN BANCADA	62
3.5. REPRESENTACIÓN DE DESPIECES DE COMPONENTES DE UN VEHÍCULO	64
3.6. SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE LOS FABRICANTES DE VEHÍCULOS	69
EXAMÍNATE Y PRACTICA	76
ESQUEMA	79
4. DETERMINACIÓN DEL PROCESO DE CORTE Y DESGRAPADO DE ELEMENTOS FIJOS	81
4.1. HERRAMIENTAS DE CORTE	82
4.1.1. Herramientas manuales	83
4.1.2. Herramientas neumáticas	84
4.1.3. Herramientas eléctricas	86

4.2. HERRAMIENTAS DE DESGRAPADO	87
4.3. ELEMENTOS DE CORTE	90
4.4. CORTE POR PLASMA	93
4.4.1. Fundamentos del arco plasma	93
4.4.2. Gases plasma	94
4.4.3. Equipos de corte por plasma	94
4.4.4. Instrucciones de uso en el corte por plasma	95
4.5. PROCESOS DE SUSTITUCIÓN DE ELEMENTOS DE CARROCERÍA	96
4.5.1. Sustitución de piezas de carrocería	96
4.5.2. Influencia de las nuevas tecnologías de fabricación en las operaciones de sustitución	107
4.5.3. Sustituciones parciales	109
EXAMÍNALE Y PRACTICA	117
ESQUEMA	118
5. SUSTITUCIÓN DE ELEMENTOS FIJOS PEGADOS Y ENGATILLADOS	
5.1. APLICACIÓN DE ADHESIVOS EN EL AUTOMÓVIL	121
5.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIONES PEGADAS	122
5.3. ADHESIVOS ESTRUCTURALES. TIPOS	123
5.3.1. Poliuretano (PUR)	125
5.3.2. Resinas epoxi (EP)	126
5.3.3. Cianocrilatos (CA)	127
5.4. UNIÓN CON ADHESIVOS	128
5.4.1. Elección del adhesivo	128
5.4.2. Diseño de la junta	128
5.4.3. Preparación de las superficies de contacto	132
5.4.4. Preparación del adhesivo	133
5.4.5. Aplicación del adhesivo	135
5.4.6. Colocación de los elementos a unir	137
5.4.7. Curado del adhesivo	137
5.4.8. Desprendimiento de juntas adheridas	138
5.5. COMBINACIONES CON ELEMENTOS MECÁNICOS DE UNIÓN	138
5.5.1. Unión adhesivo-soldadura	139
5.5.2. Unión adhesivo-remache	140
5.6. PROCESOS DE REPARACIÓN CON ADHESIVOS	141
5.6.1. Sustitución de aleta trasera mediante pegado y remachado	141
5.6.2. Sustitución de un techo	148
ARTÍCULO	158
EXAMÍNALE Y PRACTICA	160
ESQUEMA	161
6. SUSTITUCIÓN DE ELEMENTOS FIJOS SOLDADOS	
6.1. CLASIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DE SOLDEO	164
6.2. SOLDADURA POR PUNTOS DE RESISTENCIA	165
6.2.1. Fundamento	165
6.2.2. Parámetros de la soldadura	166
6.2.3. Elementos que componen una máquina de soldadura por puntos de resistencia	170
6.2.4. Fases de la soldadura por puntos	176
6.2.5. Electrodo y portaelectrodo	177
6.2.6. Otros aspectos importantes en la ejecución de la soldadura	181
6.2.7. Soldadura con un sólo electrodo	183
6.2.8. Defectos de la soldadura	184
6.2.9. Recomendaciones de trabajo	185
6.2.10. Medidas de seguridad e higiene en la soldadura por puntos de resistencia	186

6.3. SOLDADURA DE HILO CONTINUO BAJO GAS PROTECTOR (MIG/MAG)	188
6.3.1. Fundamento	188
6.3.2. Parámetros de la soldadura	189
6.3.3. Tipos de transferencia del metal de aportación	191
6.3.4. Elementos que componen un equipo de soldadura MIG/MAG	193
6.3.5. Consumibles empleados en la soldadura MIG/MAG	200
6.3.6. Tipos de uniones	205
6.3.7. Recomendaciones de trabajo	206
6.3.8. Defectos de soldadura	207
6.3.9. Puesta en marcha de la máquina de soldadura MIG/MAG	208
6.3.10. Medidas de seguridad e higiene en la soldadura MIG/MAG	213
6.4. SOLDADURA FUERTE MIG (MIG-BRAZING)	216
6.4.1. Fundamento	216
6.4.2. Ventajas de la soldadura fuerte MIG	217
6.4.3. Equipos recomendados para la soldadura fuerte MIG	218
6.4.4. Consumibles empleados en la soldadura fuerte MIG	220
6.4.5. Técnica de soldadura	221
6.4.6. Medidas de seguridad e higiene en la soldadura fuerte MIG	222
6.5. SOLDADURA MIG DEL ALUMINIO	223
6.5.1. Factores que influyen en la realización de uniones soldadas	223
6.5.2. Soldabilidad de las aleaciones de aluminio	225
6.5.3. Soldadura MIG del aluminio	227
6.5.4. Características de los equipos para la soldadura MIG del aluminio	228
6.5.5. Consumibles en la soldadura MIG del aluminio	231
6.5.6. Parámetros operativos	235
6.5.7. Tipos de uniones	237
6.5.8. Defectos de la soldadura	237
6.5.9. Protección y seguridad	240
6.6. SOLDADURA BLANDA	242
6.6.1. Definición	242
6.6.2. Materiales y equipos	243
6.6.3. Protección y seguridad	245
6.7. SOLDADURA TIG	246
6.7.1. Principales características de la soldadura TIG	246
6.7.2. Elementos que componen el equipo de soldadura TIG	247
6.8. SOLDADURA OXIACETILÉNICA	253
6.8.1. Fundamento	253
6.8.2. Instalaciones y equipos	254
6.8.3. Protección y seguridad	255
6.9. PROCESOS DE REPARACIÓN	256
6.9.1. Sustitución de la aleta trasera	256
6.9.2. Sustitución parcial del estribo bajo puerta	271
ARTÍCULO	282
EXAMÍNATE Y PRACTICA	288
ESQUEMA	293

7. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES	295
7.1. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	296
7.1.1. Riesgos en el área de carrocería	296
7.1.2. Prevención y protección colectiva	297
7.1.3. Equipos de protección individual (EPIs)	299
7.1.4. Señalización de seguridad en el taller	308

7.2. GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL	310
7.2.1. Tratamiento de los residuos peligrosos	312
BIBLIOGRAFÍA	315

Elementos Fijos es uno de los diez módulos profesionales del primer curso de Carrocería, Ciclo Formativo de Grado Medio de la Familia Profesional **Transporte y Mantenimiento de Vehículos**. Los módulos son el equivalente a las áreas o materias de otros niveles de estudio, integrando conocimientos teórico-prácticos, en función de las diversas actividades que se desarrollan profesionalmente.

Los estudios de Formación Profesional tienen como objetivo preparar a los alumnos para una actividad y capacitarles para el desempeño cualificado de distintas profesiones. Esta etapa educativa les permitirá adquirir un conjunto de conocimientos, destrezas, habilidades y actitudes específicas para un puesto concreto de trabajo. Además, les descubrirá la organización y características del sector correspondiente, así como los mecanismos de inserción laboral. Con este objetivo, los Ciclos Formativos incorporan un módulo, denominado *Formación en centros de trabajo*, que se desarrollará en empresas o centros de trabajo de un medio productivo real.

La titulación que obtendrán los alumnos al finalizar el Ciclo Formativo de Grado Medio de Carrocería será la de técnico en la citada especialidad. Ejercerá su actividad desarrollando los procesos de ejecución del sector de mantenimiento de vehículos, área de carrocería. Los principales campos en los que puede desarrollar su labor son:

- Construcción de carrocerías.
- Reparación de automóviles (chapa y pintura).
- Reparación de maquinaria agrícola y obras públicas (chapa, pintura, equipos, aperos y transformaciones opcionales).
- Reparación de ferrocarriles (chapa y pintura).
- Otros sectores productivos en los que se realicen trabajos de chapa, construcción y reparación de elementos sintéticos y de pintura.

El Técnico en Carrocería deberá, por tanto, estar capacitado para los siguientes cometidos:

- Sustituir o reparar elementos amovibles de un vehículo.
- Reparar deformaciones en elementos metálicos, no estructurales y en materiales sintéticos.
- Sustituir elementos fijos completos del vehículo.
- Sustituir partes de elementos fijos.
- Preparar superficies para su posterior embellecimiento y pintado.
- Reparar deformaciones estructurales.
- Pintar superficies metálicas y sintéticas.
- Realizar la administración, gestión y comercialización de un pequeño taller.

Contenidos del módulo Elementos fijos

Particularmente, el módulo profesional **Elementos fijos** muestra al alumno el procedimiento de sustitución de elementos fijos del vehículo, total o parcialmente, realizando modificaciones en los casos demandados. Las capacidades terminales asociadas a este módulo son las siguientes:

- Analizar las propiedades mecánicas de los materiales metálicos, mediante la interpretación de resultados y/o la realización de ensayos que determinen sus características.
- Analizar los procesos de separación de los distintos elementos fijos, con el fin de seleccionar los métodos y equipos apropiados en función del tipo de unión que se debe romper.
- Operar diestramente con los equipos y herramientas necesarias para el desmontaje de elementos fijos.
- Analizar los métodos de ensamblaje con el fin de seleccionar los equipos y materiales según el tipo de unión que haya que realizar.

Los contenidos asociados a las capacidades terminales relacionadas, de manera sucinta, son los que se relacionan a continuación:

- **Materiales metálicos** empleados en los vehículos:
 - Composición y propiedades de aleaciones férricas y ligeras (aluminio).
 - Variación de las propiedades mediante tratamientos térmicos.
 - Ensayos para la determinación de propiedades.
- **Metrología** de medidas angulares.
- Operaciones de **despunteado y corte** de elementos:
 - Taladrado y fresado de puntos.
 - Representación gráfica: croquizado y acotado.
 - Trazado y preparación del corte.
 - Corte con herramientas y máquinas.
 - Corte térmico con plasma.
- **Métodos de soldeo**:
 - Preparación de uniones y equipo de soldadura.
 - Materiales de aportación con distintos métodos de soldadura.
 - Procedimientos de soldeo.
 - Soldadura eléctrica manual con electrodo revestido.
 - Soldadura eléctrica por resistencia.
 - Soldadura oxiacetilénica.
 - Soldadura MIG/MAG.

Elementos Fijos describe las técnicas que ha de conocer el profesional del taller para realizar la sustitución parcial o total de componentes estructurales del vehículo, empleando el método de unión que corresponda a cada pieza u operación.

Un repaso a los materiales utilizados en la fabricación de carrocerías, acero y aluminio, precede a un completo análisis de los distintos sistemas de corte y desgrapado, así como a los diversos procedimientos de soldadura y pegado de elementos estructurales. Novedades tecnológicas como el empleo de la soldadura TIG o de la cada vez más habitual MIG Brazing hallan también su espacio en este libro.

La obra aporta, a su vez, los conocimientos necesarios para interpretar la documentación técnica de los fabricantes de automóviles y no descuida generosas referencias a las necesarias medidas de protección individual y colectiva que demandan estas tareas.

La redacción de este libro, siguiendo un criterio lógico y secuencial, facilita la comprensión y el aprendizaje de las materias tratadas, que servirán de base para encauzar la actividad profesional de los especialistas en reparación de vehículos.

Esta obra es el resultado de la experiencia investigadora y docente de Cesvimap, puesta en práctica en infinidad de reparaciones reales efectuadas en sus talleres empleando los equipos más actuales. Estas experiencias prácticas son un extraordinario aval de la fiabilidad de los temas, explicados con detenimiento e ilustrados con detallados procesos de trabajo.

RECOMENDACIONES DE USO

Este libro se divide en 7 capítulos, para que el alumno se forme en la reparación de elementos metálicos, plásticos y compuestos.

1. Elementos que componen el despiece de una carrocería
2. Desmontaje de elementos fijos de la carrocería
3. Simbología de los fabricantes de vehículos. Actuaciones sobre una carrocería
4. Determinación del proceso de corte y desgrapado de elementos fijos
5. Sustitución de elementos fijos pegados y engatillados
6. Sustitución de elementos fijos soldados
7. Prevención de riesgos laborales

Cada capítulo presenta un **sumario**, que resume los contenidos que se van a tratar en profundidad, junto con un **plan de aprendizaje**, desarrollado en "Aprenderás a...".

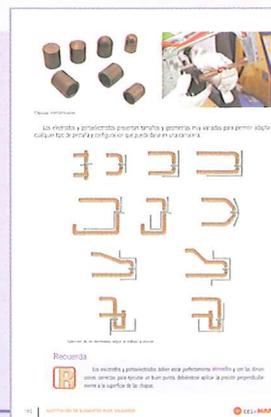


A continuación, el capítulo se inicia con una breve **aproximación a la materia**. Todas las unidades de trabajo disfrutan de numerosas fotografías y dibujos que facilitan las explicaciones y que acercan al alumno a la que será su área de trabajo en el futuro y a las herramientas que deberá emplear.

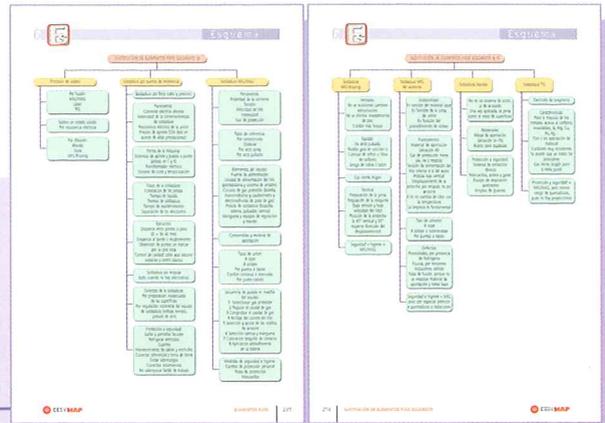


Además, cada capítulo se ve salpicado por diferentes cajas de texto, con aportaciones de utilidad para el alumno:

- **Recuerda:** resalta parte de los conocimientos más importantes de cada tema.
- **Debes saber:** resume los conceptos esenciales de los capítulos.



Al final de cada tema se ubica un **esquema**, que contiene, de forma sintetizada, las principales ideas objeto de estudio para, de un vistazo y gráficamente, tener una idea general del tema y fijarlo mejor.



Examínate son cuestiones que se formulan al alumno, a modo de actividad final, que le pueden servir como autoevaluación.

Practica es un apartado que desarrollará el profesor con los alumnos en las aulas del centro. Estas actividades despertarán inquietudes relacionadas con los temas que se estudian, de tal forma que el aprendizaje sea más completo.

El **artículo** de Revista CESVIMAP seleccionado facilita una visión diferente o hace referencia a nuevas tecnologías empleadas en el taller de reparación.

Para saber más recoge referencias a artículos, vídeos y fichas tanto de Ceviteca, la biblioteca multimedia de CESVIMAP, como de Revista CESVIMAP, revista especializada en la peritación y reparación de carrocerías de automóviles.

Elementos Fijos es un libro en el que se detallan las últimas tecnologías de reparación que se ejecutan en el taller. Con este fin, se han efectuado numerosos y prácticos procesos sobre diversos materiales, procesos en los que ha sido necesario completar trabajos de soldadura y fijaciones mediante adhesivos. La regulación del equipamiento, su uso y empleo de las medidas de prevención obligatorias son contenidos fundamentales.

Elementos que componen el despiece de una carrocería

Sumario

1.1. Elementos exteriores

1.2. Elementos interiores

Artículo

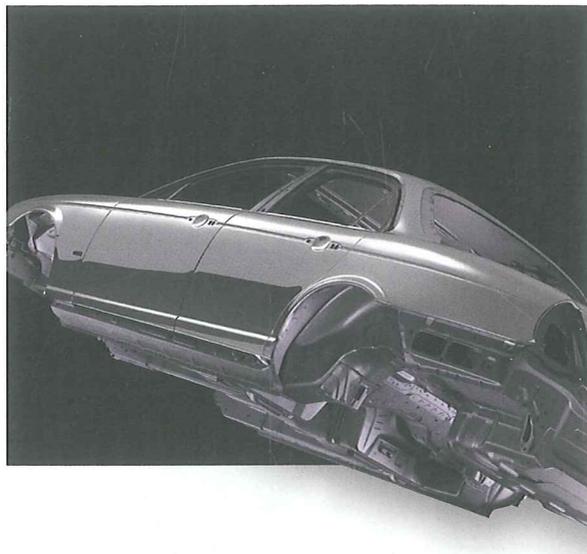
Examínate y Practica

Esquema

Aprenderás a...



- **Identificar** qué aspectos condicionan la construcción de una carrocería.
- **Nombrar y ubicar** los elementos interiores y exteriores de una carrocería.



La carrocería es un conjunto coherente y complejo formado por multitud de piezas unidas entre sí. Las técnicas de unión están condicionadas por una serie de necesidades, entre las que cabe citar las siguientes:

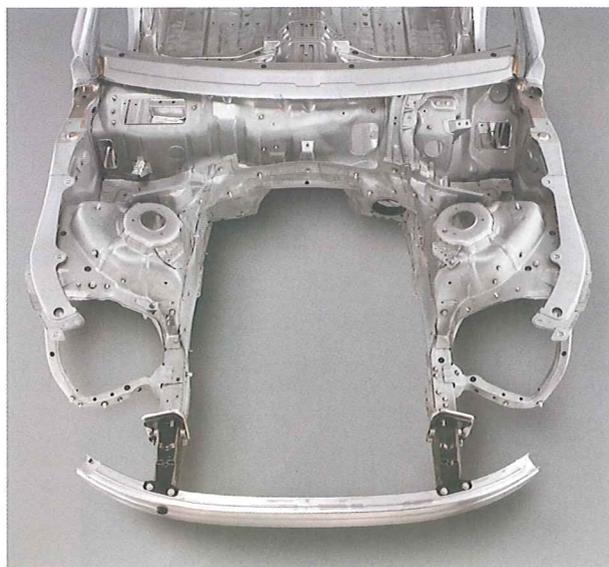
- Naturaleza de los materiales que se van a unir, mediante técnicas de unión adecuadas a sus características.
- Necesidades estructurales requeridas, ya que los diversos métodos de unión se comportan de modo muy distinto frente al mismo tipo de solicitaciones.
- Accesibilidad a las distintas zonas, que puede condicionar el método de unión que se vaya a emplear.
- Frecuencia de sustitución de los distintos elementos.
- Grado de libertad que precisan algunas piezas.

Todas y cada una de las piezas que componen esta carrocería autoportante tienen su denominación; la persona encargada de su reparación ha de estar familiarizada con ellas y saber qué es un larguero, un pase de rueda o un faldón, al igual que un mecánico está familiarizado y conoce qué es un motor, una caja de cambios o una transmisión.

No obstante, este tema es complicado, pues no todas las carrocerías disponen del mismo tipo ni del mismo número de piezas, y éstas pueden presentarse independientemente o agrupadas, formando conjuntos. Sin embargo, sí habrán de conocerse perfectamente las principales. Además, otro inconveniente reside en que, en función de las zonas geográficas, muchas piezas tienen distinto nombre. Por ejemplo, las piezas de chapa dispuestas verticalmente, que llevan las bisagras de las puertas; según la posición que ocupen y de los resbalones de la cerradura de las puertas se pueden denominar pilar, poste, pie o columna.

Para facilitar la comprensión, se empleará en este libro la nomenclatura más extendida y de uso más generalizado por la mayoría de los profesionales.

A continuación, se muestran una serie de ejemplos para conocer las piezas que integran una carrocería y familiarizarse con la terminología. Para realizar este estudio, se agrupan las piezas en elementos exteriores e interiores.



Crash box de un Mercedes Clase S

1.1. ELEMENTOS EXTERIORES

Son aquellos que conforman la carrocería exterior; todos son perfectamente visibles sin que haya que desmontar ningún accesorio o pieza.

La mayoría suelen ser elementos estéticos, como las puertas, las aletas, los capós, etc. Su misión principal es cerrar huecos y determinar la línea externa de la carrocería.

Existen también elementos estructurales como los pilares y los estribos, cuya función es soportar cargas y distribuir los esfuerzos.



Piezas:

1. Luna parabrisas
2. Capó
3. Rejilla frontal
4. Faro izquierdo
5. Faro antiniebla izquierdo
6. Paragolpes delantero
7. Aleta delantera izquierda
8. Estribo bajo puerta izquierdo
9. Luna de custodia
10. Retrovisor exterior izquierdo
11. Portón trasero
12. Piloto trasero derecho
13. Silencioso trasero
14. Paragolpes trasero
15. Llanta
16. Puerta delantera derecha
17. Puerta trasera derecha
18. Aleta trasera
19. Luneta térmica



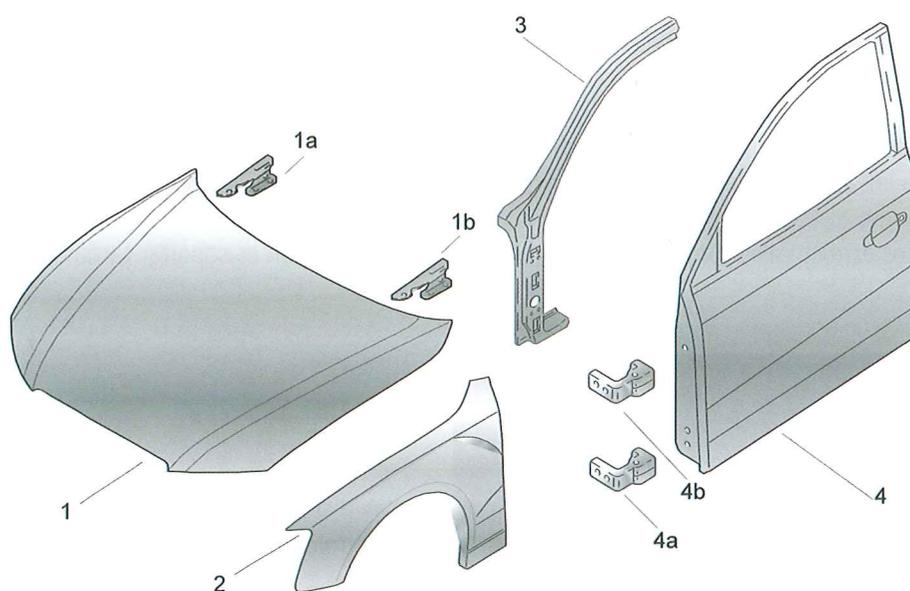
Carrocería con sus accesorios

1.2. ELEMENTOS INTERIORES

Los elementos interiores son la mayoría de las piezas que conforman la carrocería. Suelen quedar ocultos por las piezas exteriores, los accesorios y los tapizados y guarnecidos que la recubren. La mayor parte son elementos estructurales, cuya misión es soportar los esfuerzos estáticos debidos al propio peso del vehículo y al de los pasajeros y mercancías que transporte, así como los esfuerzos dinámicos generados por su movimiento (aceleraciones, frenadas, entradas en curva, etc.).

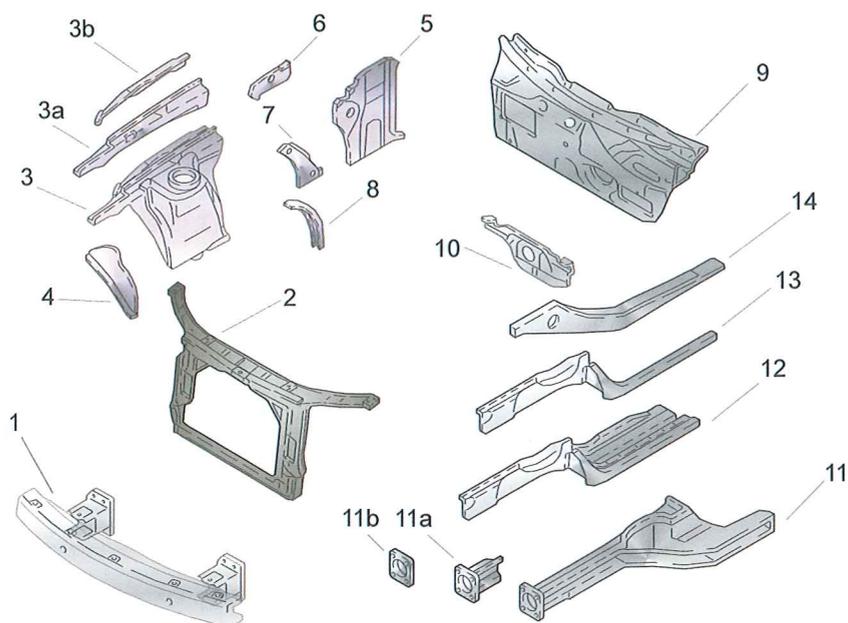
Por ejemplo, mostramos el despiece completo de la carrocería de un Audi A4.

Despiece exterior de la parte delantera de la carrocería



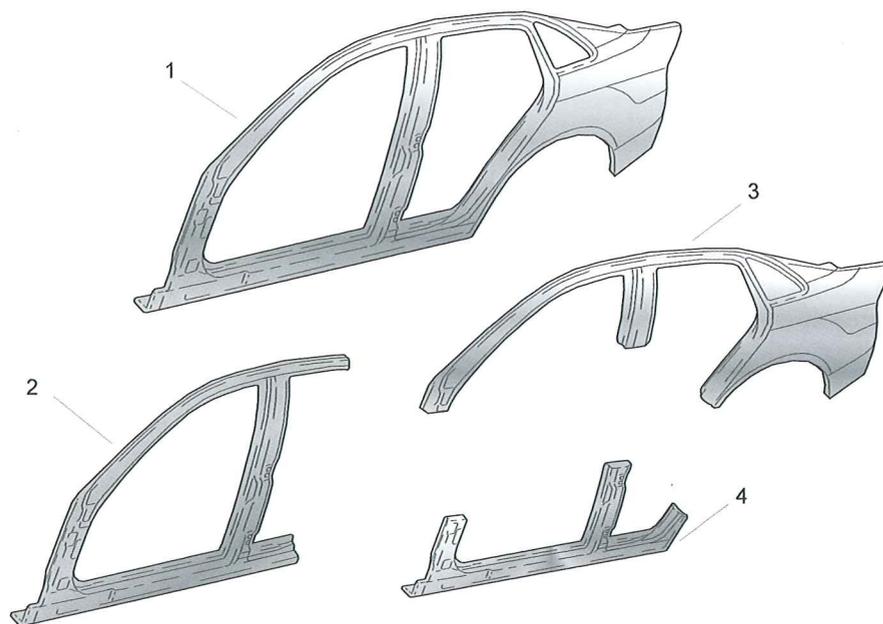
1. Capó.
- 1a. Bisagra del capó.
- 1b. Bisagra del capó
2. Aleta delantera.
3. Pilar delantero.
4. Puerta delantera.
- 4a. Bisagra de la puerta.
- 4b. Bisagra de la puerta.

Despiece interior de la parte delantera de la carrocería



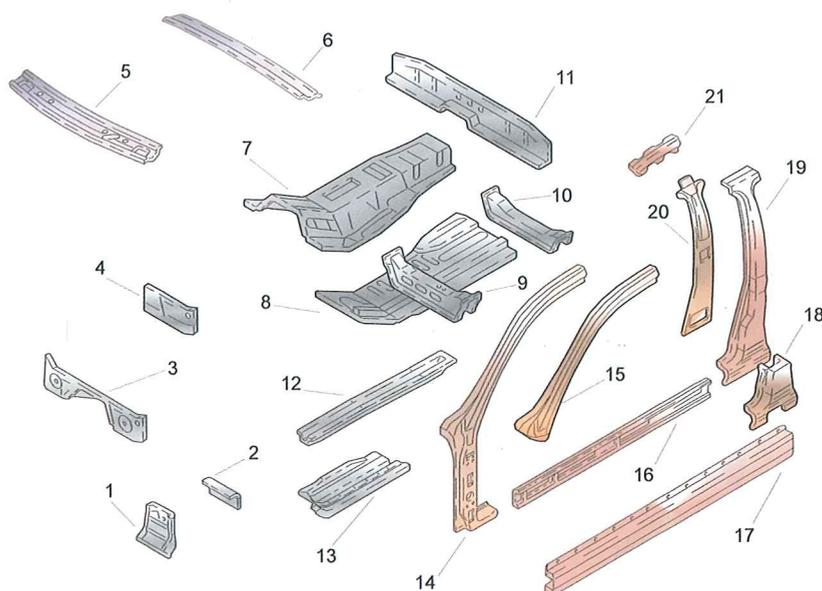
1. Alma del paragolpes.
2. Frente delantero.
3. Pase de rueda.
- 3a. Refuerzo superior del pase de rueda.
- 3b. Chapa de cierre del refuerzo superior del pase de rueda.
4. Soporte del pase de rueda.
5. Montante del pilar delantero.
6. Refuerzo superior del montante del pilar delantero.
7. Chapa de cierre del larguero delantero.
8. Refuerzo inferior del montante del pilar delantero.
9. Salpicadero.
10. Cierre de la chapa de aireación.
11. Larguero delantero.
- 11a. Punta del larguero.
- 11b. Cierre delantero del larguero.
12. Chapa de cierre completa del larguero delantero.
13. Chapa de cierre del larguero delantero.
14. Refuerzo delantero inferior del pase de rueda.

Despiece exterior de la parte central de la carrocería



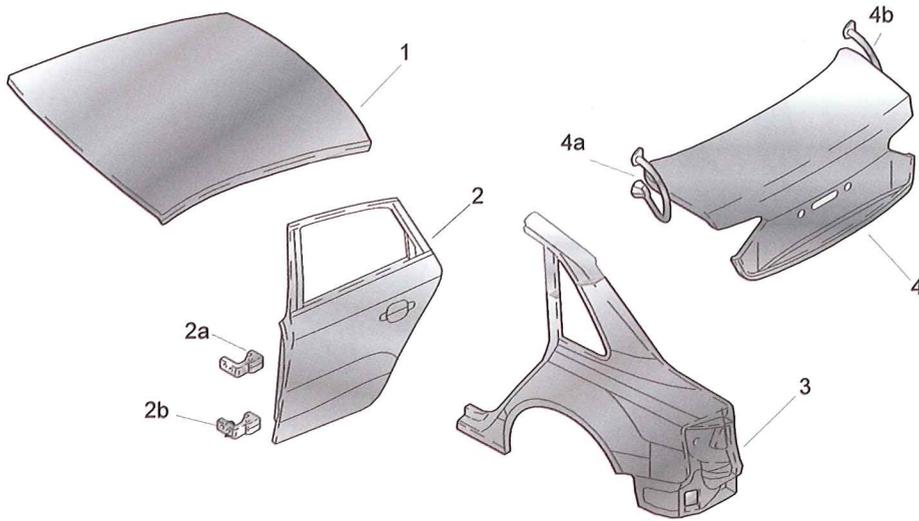
1. Lateral completo.
2. Lateral delantero.
3. Lateral trasero.
4. Estribo completo.

Despiece interior de la parte central de la carrocería



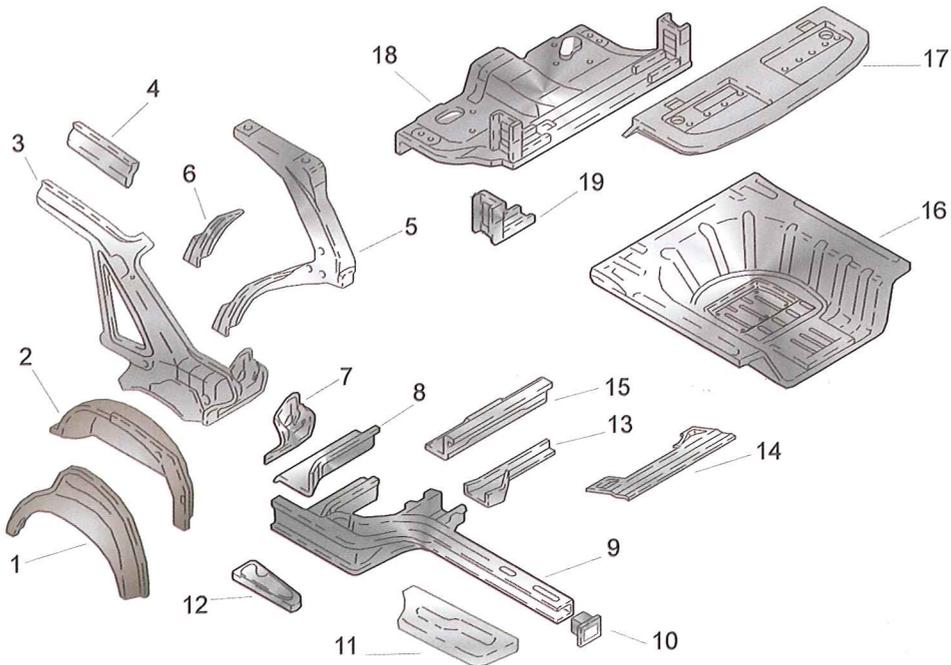
1. Prolongación del pase de rueda delantero.
2. Refuerzo trasero del pase de rueda.
3. Travesía delantera del piso.
4. Travesaño delantero del asiento delantero.
5. Travesaño delantero del techo.
6. Travesaño trasero del techo.
7. Túnel del piso.
8. Piso (lateral derecho/lateral izquierdo).
9. Travesía del asiento delantero.
10. Travesía del asiento trasero.
11. Travesaño trasero del asiento trasero.
12. Prolongación del larguero delantero.
13. Alojamiento del larguero delantero.
14. Montante delantero.
15. Refuerzo del montante delantero.
16. Refuerzo interior del estribo.
17. Interior del estribo.
18. Refuerzo inferior del pilar.
19. Refuerzo interior del pilar central.
20. Chapa de cierre del pilar.
21. Refuerzo superior del pilar.

Despiece exterior de la parte trasera de la carrocería



1. Techo.
2. Puerta trasera.
- 2a. Bisagra de la puerta.
- 2b. Bisagra de la puerta.
3. Aleta trasera.
4. Capó trasero.
- 4a. Bisagra del capó.
- 4b. Bisagra del capó.

Despiece interior de la parte trasera de la carrocería



1. Pase de rueda trasero.
2. Interior del pase de la rueda trasera.
3. Armazón interior de la aleta trasera.
4. Marco del techo trasero.
5. Refuerzo inferior del montante trasero.
6. Refuerzo interior del montante trasero.
7. Refuerzo interior de la aleta trasera.
8. Travesaño interior del piso.
9. Larguero trasero.
10. Marco del larguero trasero.
11. Chapa de cierre del piso trasero.
12. Chapa de unión del piso trasero.
13. Traviesa central del piso.
14. Traviesa de alojamiento de rueda.
15. Travesaño trasero del piso.
16. Piso del maletero.
17. Chapa de cierre superior.
18. Piso trasero.
19. Soporte del pase de rueda.

Los métodos de unión que se empleen en cada caso estarán en función de las necesidades de resistencia estructural y de la frecuencia de sustituciones que se requieran.

En fabricación de automóviles, se denomina **ensamblaje** a la unión, por medio de soldadura, de los diferentes componentes de la estructura de la carrocería; en los sucesivos procesos de fabricación se denomina **montaje** a la unión de todas aquellas piezas que, por necesidades de futuras reparaciones, deban ser desmontadas con mayor frecuencia, para lo cual se unen con sistemas más fácilmente desmontables (tornillos, remaches, plegados, pegamentos, etc.).

Respecto a las piezas que conforman estas carrocerías, hay que indicar que la elevada competitividad existente entre los fabricantes de vehículos provoca una continua necesidad de ofrecer al mercado automóviles cada vez más perfectos desde múltiples puntos de vista, fabricando vehículos no sólo mejores desde el punto de vista técnico, sino también en su habitabilidad, confort, economía etc. Todo ello tiene como consecuencia un aumento de los elementos y accesorios que entran a formar parte del mismo, lo que se traduce en un incremento directo de su peso y, por lo tanto, en factores tales como consumo de combustible y emisiones contaminantes para el medio ambiente.

La consecuencia de dicho aumento de peso y las continuas imposiciones legales en materia de medio ambiente (descenso de los niveles de contaminación, uso de materiales reciclables, etc.) han impuesto a los distintos fabricantes la necesidad de **aligerar las carrocerías**.

Parte importante en la consecución de este aligeramiento se asienta en la utilización de **nuevos materiales** para la fabricación de las carrocerías. Además, esta disminución del peso global del vehículo no ha de mermar sus características de seguridad, que pueden incluso aumentar.

A continuación, se muestra una tabla que refleja la evolución de los elementos utilizados más frecuentemente en la fabricación de carrocerías por sus propiedades y posibilidades de utilización. Incluye tanto piezas metálicas como no metálicas, destacando los aceros de alta resistencia, otros metales como el aluminio y el magnesio o los últimos plásticos de generalizada utilización como *noryl*, *xenoy* o los *composites*.

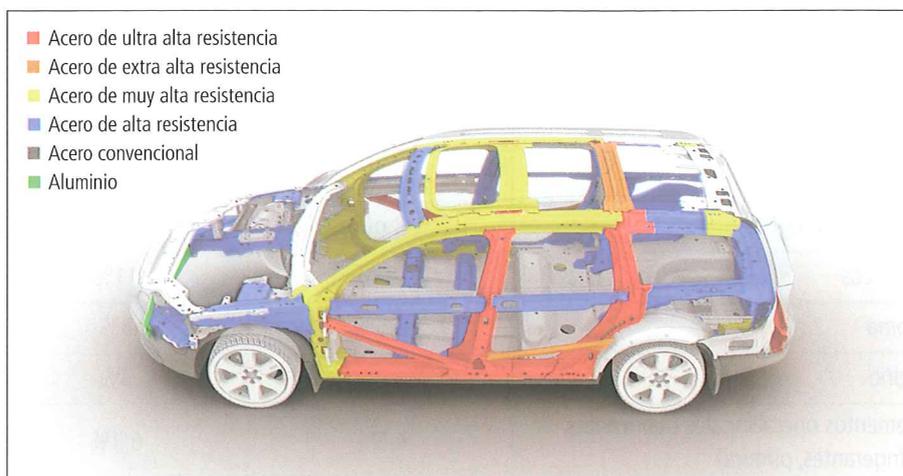
Otro método para rebajar el peso es utilizar determinados aceros especiales más ligeros. Entre los aceros utilizados en la construcción de carrocerías, atendiendo a sus características, se puede distinguir básicamente, además de aceros tradicionales para embutición, entre aceros de *alta resistencia* y *aceros de muy alta resistencia*.

EVOLUCIÓN DEL USO DE MATERIALES (Modelos similares en un mismo fabricante)		
	Década de los 90	Desde el año 2000
Acero	63%	46,2%
Aluminio	6%	19,5%
Metales no férreos	Ver otros	2,5%
Plásticos	8%	11%
Goma	3,5%	3%
Vidrio	Ver otros	3%
Elementos operacionales (lubricantes, refrigerantes, pintura)	4,5%	6,4%
Otros	14%	8,4%

Otro ejemplo de la tendencia actual es el BMW Serie 5, que presenta hasta 9 tipos de acero diferentes en su carrocería, equivaliendo los aceros de alta y muy alta resistencia al 85% de los aceros utilizados, frente al 50% de su vehículo predecesor.

PIEZA		MATERIAL
1	Chapa exterior del techo	Acero de embutición profunda
2	Derivabrisas, parte superior	Acero termoendurecido
3	Cercha del techo	Acero termoendurecido
4	Marco de la luneta trasera	Acero termoendurecido
5	Soporte del refuerzo del montante C	Acero termoendurecido
6	Revestimiento de la parte posterior del vehículo	Acero termoendurecido
7	Cinta de tracción del montante C al revestimiento trasero	Acero termoendurecido
8	Refuerzo del montante C	Acero isotrópico
9	Armazón lateral	Acero libre de intersticios
10	Refuerzo de la parte superior del montante B	Acero borado
11	Refuerzo de la parte inferior del montante B	Acero microaleado
12	Refuerzo de la parte superior del montante A	Acero microaleado
13	Soporte del refuerzo del montante A	Acero microaleado
14	Crash-Box	Acero microaleado
15	Armazón lateral interior delantero	Acero microaleado
16	Parte interior del montante B	Acero microaleado

Un último ejemplo lo encontramos en Volvo, como se ilustra en la fotografía.



Diferentes aceros empleados en Volvo



Aceros de alta resistencia

Por Alberto Garnelo Fernández

Revista CESVIMAP
www.revistacesvimap.com

Cuando se habla de aceros de alta resistencia, por regla general nos referimos a aceros que soportan presiones de rotura por encima de los 210 MPa. Sin embargo, aunque se piense que la fabricación de aceros de alta resistencia es una invención de la última década, lo cierto es que su desarrollo comenzó a partir de la Primera Guerra Mundial y resurgió con fuerza en los años 70, debido a la crisis del petróleo. Por tanto, estos aceros surgen como una necesidad frente al considerable aumento de peso de los vehículos; paralelamente, elevan la resistencia estructural y el rendimiento en el consumo de combustible, todo ello sin menoscabo para la seguridad.

Hoy en día, el incremento de accesorios que facilitan la vida a bordo es una evidencia. A los conocidos elementos de seguridad como airbags o centralitas electrónicas se suman elementos de confort que suponen una interesante oferta comercial, como DVD integrados en los reposacabezas, navegadores de serie, climatizadores, etc. Todo ello se comporta como un lastre, que obliga a los fabricantes a buscar soluciones que aligeren sus vehículos.

Es en este entorno en el que se decide apostar claramente por los aceros ALE (alto límite elástico).

¿Dónde se sitúan?

Mientras que las zonas delantera y trasera cuentan con multitud de elementos que absorben las fuerzas del impacto (traviesas, largueros, refuerzos, etc.), la zona central únicamente se encuentra protegida por el pilar central y el estribo. Es aquí, en la zona central, donde se podrán encontrar algunas de las piezas clave para la protección de los ocupantes. Convendrá, entonces, fabricar estas piezas en aceros de alta resistencia, de forma que impidan cualquier posible intrusión de elementos exteriores en el habitáculo del vehículo.

Fabricación y tipos de aceros de alta resistencia

Estos nuevos materiales pueden conseguirse en fabricación de forma sencilla, variando los procesos termo-



Aceros de alta resistencia empleados en la Clase CL, de Mercedes

mecánicos originales de fabricación del acero o bien incidiendo directamente sobre su composición química.

En cuanto a los sistemas termomecánicos, basta incidir sobre la velocidad de enfriamiento o los ciclos de recocido para influir en sus características finales. Mientras que en la composición química, conviene reseñar que es el carbono el principal actor responsable de la dureza del material final. Variando su concentración, y añadiendo otros materiales como vanadio, magnesio o boro se puede cambiar la resistencia del material original.

En general, pueden considerarse aceros convencionales aquellos que tienen presiones de ruptura de hasta 210 Mpa. Desde aquí y hasta unos 510 Mpa encontramos aceros de alto límite elástico y, a partir de aquí, y con presiones de hasta 1500-1600 Mpa, se hallan los de muy alto límite elástico.

Comportamiento de los aceros de alta resistencia frente a una reparación

A la hora de trabajar con este tipo de aceros, se deben tener en cuenta una serie de importantes recomendaciones, ya que sus propiedades un tanto especiales condicionarán los procesos de reparación en el taller.

Operaciones de estiraje

Cuando se trate de aceros de muy alta resistencia, como el acero al boro, los trabajos de estiraje estarán muy limitados. Cuando este tipo de acero se deforma como resultado de una colisión, el endurecimiento por trabajo en frío que experimenta la hace demasiado frá-



Aceros en el Volvo XC60



Soldadura por puntos sobre acero ALE



Plasma para el corte de aceros de alta resistencia

gil para poder restaurar su forma original, llegando a aparecer fisuras en dicha operación. El empleo de calor puede evitar esta circunstancia, pero hace que el material pierda sus propiedades mecánicas.

El estiraje debe hacerse en frío. Calentamientos incluso a temperaturas del orden de 400 °C, en este tipo de aceros, harán que puedan perder sus propiedades originales. Hay que tener en cuenta que en los aceros de alto límite elástico, el componente a trabajar necesitará ser estirado más de lo usual.

Repaso de chapa

En las operaciones de repaso de chapa los aceros de alto límite elástico tienen tendencia a quedar cóncavos, hecho a considerar para su conformación mediante tratamientos mecánicos.

En los aceros de muy alto límite elástico, como los aceros al boro y martensíticos, este tipo de trabajos está muy limitado. No es posible su conformación debido a sus elevadas propiedades mecánicas.

Operaciones de corte y desgrapado

Cuando estemos trabajando con aceros de muy altas prestaciones, las operaciones de corte y desgrapado se verán lógicamente dificultadas. Para proceder al corte de estos materiales debemos recurrir al empleo de discos de corte de unos 75 mm de diámetro, no siendo factible realizar el corte con hojas de sierra alternativa.

Para el desgrapado o taladrado de puntos de soldadura existen en el mercado brocas especiales con tres labios de corte y revestimiento de carburo de titanio, pero cuando se trata de aceros al boro su efectividad se encuentra muy limitada, perdiendo sus capacidades de corte al desgrapar unos pocos puntos de soldadura.

No es aconsejable recurrir al empleo de brocas convencionales de aceros rápidos o de cobalto para trabajar con estos aceros.

Como alternativa eficaz, tanto para el corte como para el desgrapado, existen equipos de plasma que permiten regular la penetración, de forma que podamos cortar la chapa superior sin llegar a dañar la inferior.

Operaciones de soldadura

Normalmente, las operaciones de soldadura MIG/MIAG no suelen presentar problemas especiales, dada la pequeña cantidad de elementos aleantes empleado, no siendo por ello sensible a la figuración en caliente.

En el caso de la soldadura por puntos de resistencia eléctrica, hay que prestar atención a tres aspectos clave:

La potencia necesaria para realizar una soldadura correcta en aceros de alta resistencia es de 8.000 amperios, aproximadamente.

La fuerza de cierre de los electrodos recomendada es de 300 kg para asegurar una correcta forja del punto. Fuerzas inferiores pueden producir pequeños arcos eléctricos, que podrían dar lugar a la aparición de poros y a una soldadura debilitada.

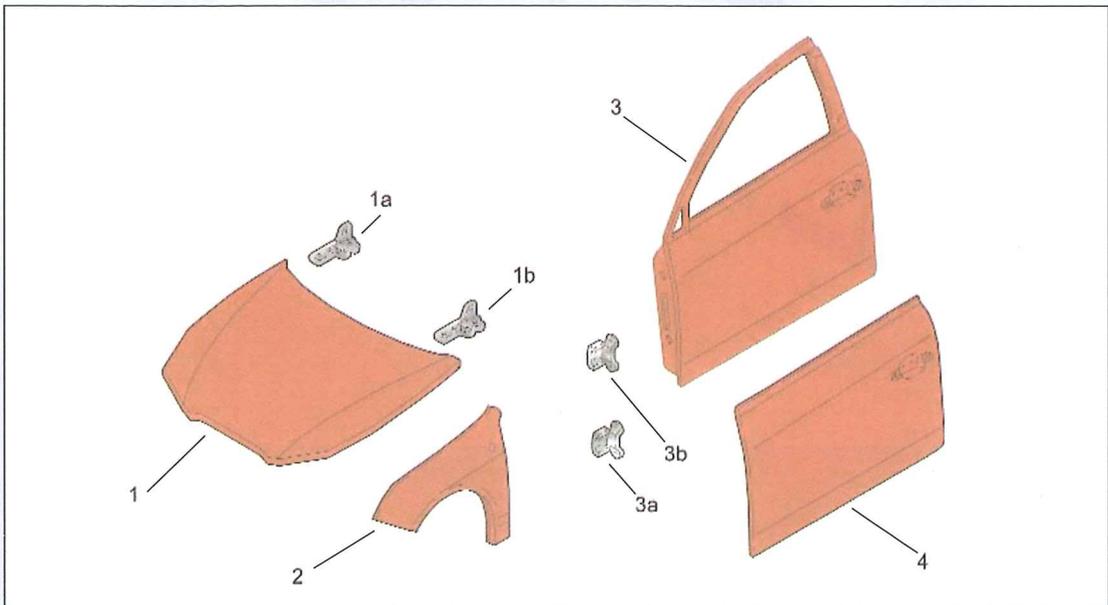
Es recomendable que la punta de los electrodos presenten una geometría plana y no esférica.

PARA SABER MÁS

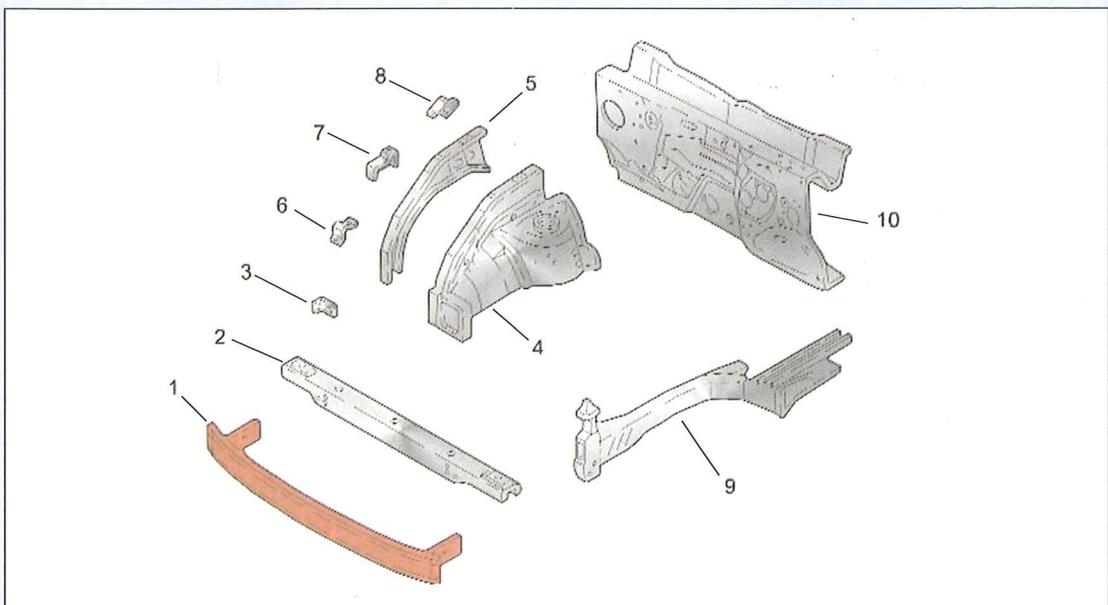
- Área de Carrocería carroceria@cesvimap.com
- [Cesviteca](#), biblioteca multimedia CESVIMAP
- www.cesvimap.com
- www.revistacesvimap.com



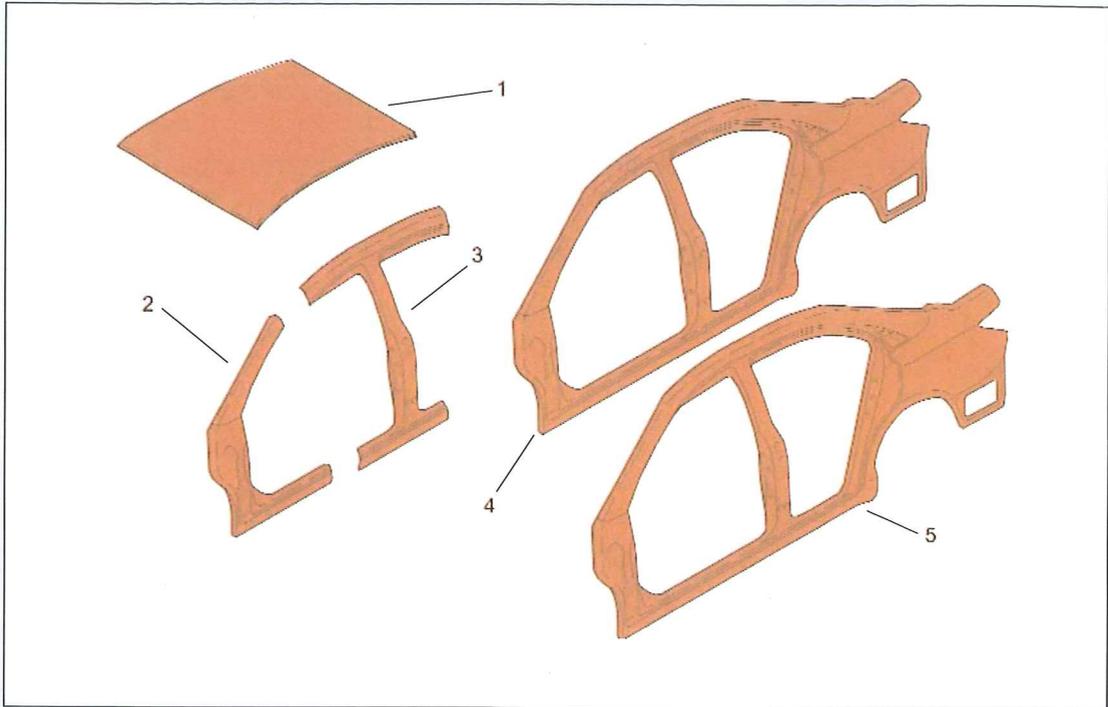
- Describe las necesidades que condicionan las técnicas de unión en un automóvil.
- ¿Qué alternativas barajan los fabricantes para aligerar el peso de sus carrocerías?
- Identifica las diferentes piezas que componen la carrocería del siguiente vehículo, un Chevrolet Cruze de 4p del 2010.



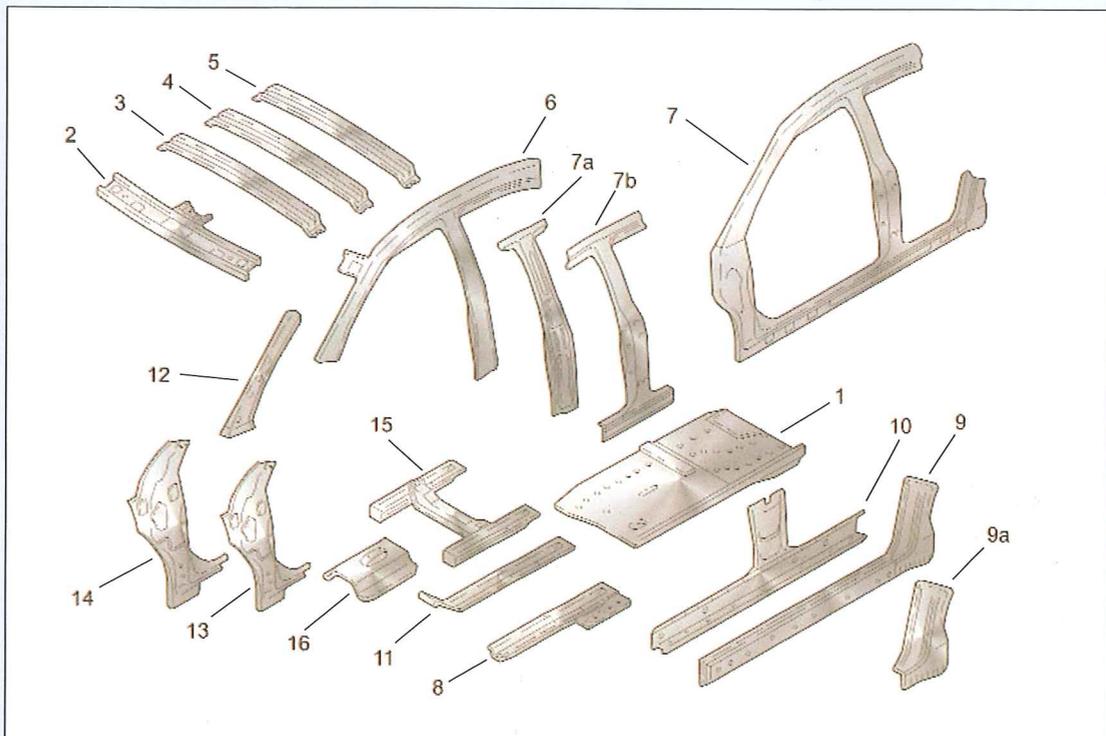
Despiece exterior de la parte delantera de la carrocería



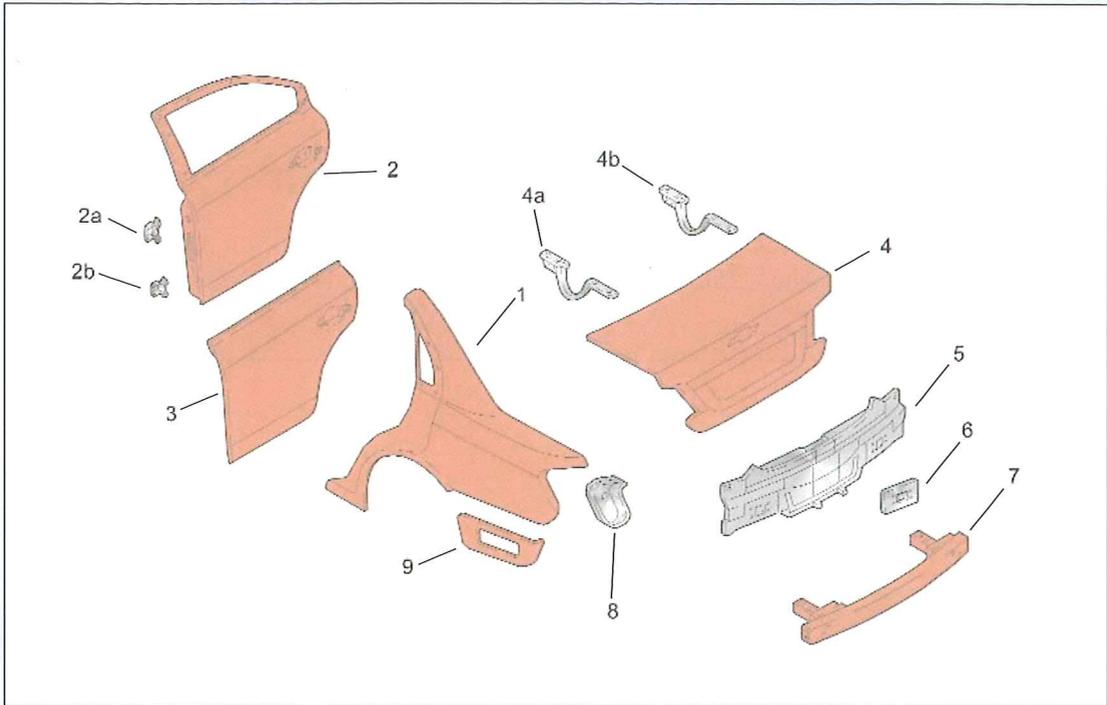
Despiece interior de la parte delantera de la carrocería



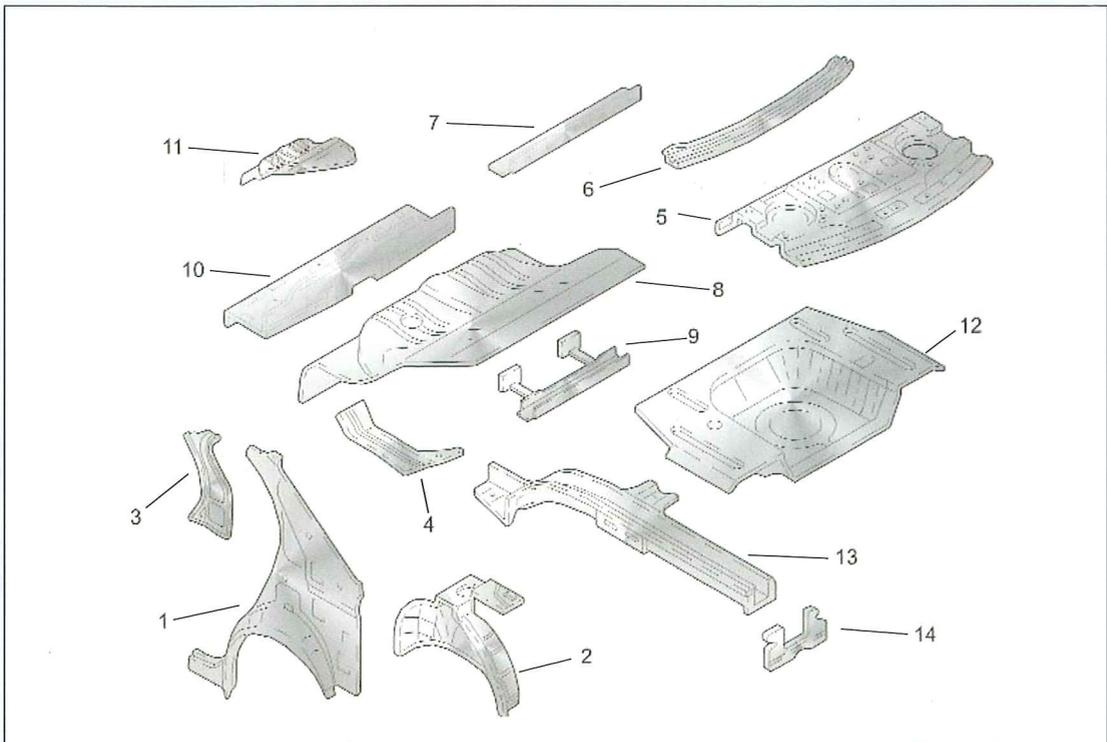
Despiece exterior de la parte central de la carrocería



Despiece interior de la parte central de la carrocería



Despiece exterior de la parte trasera de la carrocería



Despiece interior de la parte trasera de la carrocería

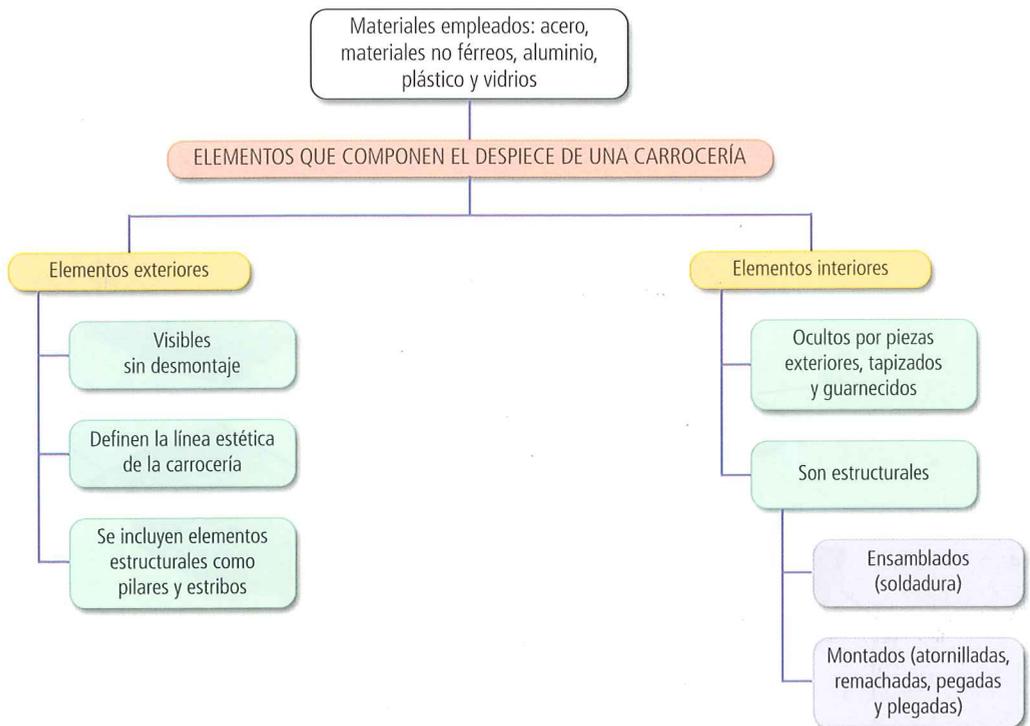
P

Practica

- Toma una muestra rectangular de chapa de una carrocería (10 x 10 cm, aproximadamente), dóblala por su mitad y, a continuación, enderézala. Posteriormente, intenta realizar un nuevo doblez, perpendicular al anterior pliegue. ¿Existe dificultad? Razona la respuesta.
- Selecciona dos muestras, una de chapa y otra de aluminio, y compara físicamente sus diferentes características.
- Sobre un vehículo completo, clasifica distintos materiales empleados en su fabricación.

Es

Esquema



2

Desmontaje de elementos fijos de la carrocería

Sumario

2.1. Uniones mediante tornillos y grapas

2.2. Uniones articuladas

2.3. Uniones remachadas

2.4. Uniones plegadas o engatilladas

2.5. Uniones pegadas

2.6. Clinchado

2.7. Uniones soldadas

Exáminate y Practica

Esquema

Aprenderás a...



- Diferenciar los tipos de uniones que se distribuyen por la estructura de una carrocería.
- Seleccionar el tipo de unión conforme a su demanda estructural.



grandes grupos:

tantas veces como se considere nece-

elementos acoplados.

retirarlos sería preciso destruir el sis-

movibles, articuladas y fijas.

2.1. UNIONES MEDIANTE TORNILLOS Y GRAPAS

2.1.1. Uniones mediante tornillos

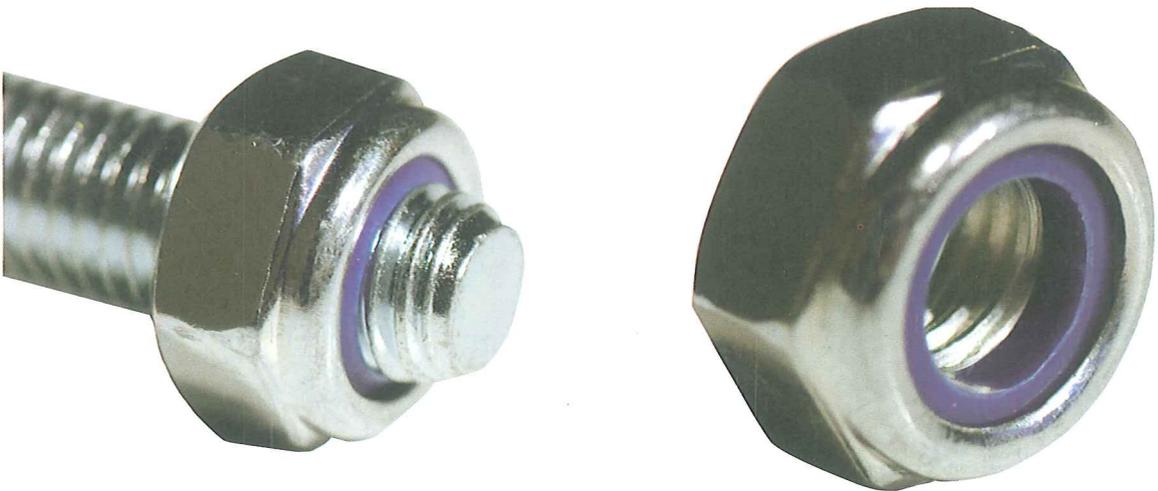
Este tipo de uniones se emplean con gran frecuencia en el mundo de la carrocería para la fijación de piezas que no presentan un compromiso estructural importante y para aquéllas que, con el fin de facilitar una reparación posterior, hayan de ser desmontadas y montadas con relativa frecuencia (aletas delanteras y traseras, frentes, paragolpes, etc.).

Normalmente, la unión con tornillos no precisa tuerca, ensamblándose directamente sobre las chapas o por medio de grapas de sujeción. Suele caracterizarse por disponer de un paso de rosca muy ancho, con la finalidad de adaptarse al perfil de las chapa a unir.

Existen diversos sistemas de atornillado; los siguientes son los más representativos:

— Tornillo-tuerca

Método muy conocido que consiste en el empleo de un tornillo corriente de mecánica y una tuerca hexagonal. En estos casos se suelen utilizar arandelas elásticas de seguridad o tuercas de interferencia, dotadas de una corona de material plástico que se autorrosca en el tornillo, evitando que ésta se mueva.



Tuercas autoblocantes con inserto plástico

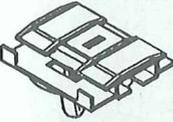
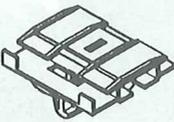
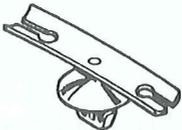
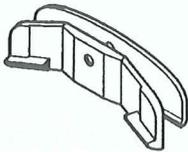
— Tornillo-tuerca prisionera

La tuerca no es móvil y está colocada cerca de un taladro, bien soldada a la pieza, bien en una jaula soldada.

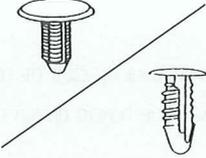
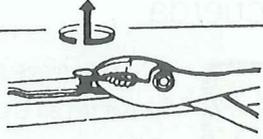
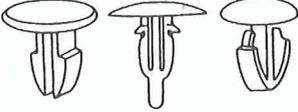
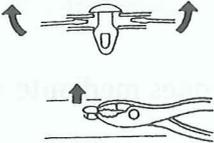
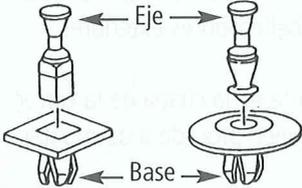
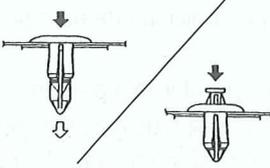
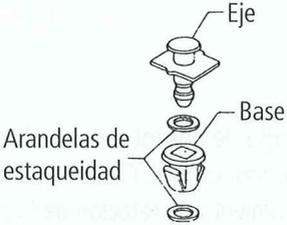
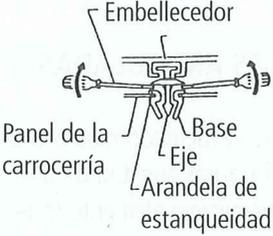
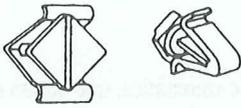
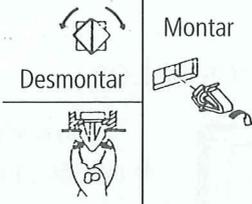
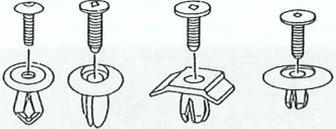
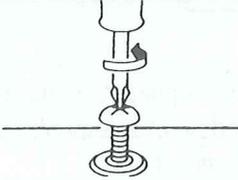
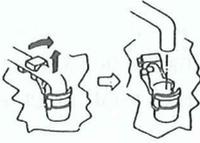
— Tornillo-grapa

Las grapas hacen las veces de una tuerca elástica. Pueden ser simples o dobles y colocarse sin necesidad de ros-carlas. Las grapas dobles se aseguran en una de las planchas para servir después de sólida sujeción al tornillo, generalmente de paso estrecho, que unirá las dos planchas.

DIFERENTES TIPOS DE GRAPAS DE SUJECCIÓN UTILIZADAS EN LOS AUTOMÓVILES

Guardabarros					
Guarnecido del maletero					
Instalación eléctrica					
Guarnecidos de puerta					
Insonorizante del capó					
Cejilla de puerta					
Fijación de tornillos rosca-chapa					
 X5	 X1	 X2	 X9	 X8	 X2
 X1	 X1	 X3	 X1	 X1	 X1
 X2	 X5	 X1	 X1	 X3	 X2
 X3	 X1	 X1	 X1	 X1	 X1

MÉTODOS DE DESMONTAJE Y MONTAJE DE GRAPAS DE FIJACIÓN

Forma	Desmontaje
	<p>Ejercer palanca con un sacagrapas o, en su defecto, con un destornillador de boca plana.</p> 
	<p>Tirar hacia arriba con unos alicates y girar a su vez 90°.</p> 
	<p>Ejercer palanca con un sacagrapas o, en su defecto, con un destornillador de boca plana.</p> 
 <p>Eje</p> <p>Base</p>	<p>Empujar el eje central a la posición de abierto o cerrado, en función de si se va a desmontar o montar.</p> 
 <p>Eje</p> <p>Base</p> <p>Arandelas de estaqueidad</p>	<p>Ejercer palanca con el sacagrapas o, en su defecto, con un destornillador de boca plana.</p>  <p>Embellecedor</p> <p>Panel de la carrocería</p> <p>Base</p> <p>Eje</p> <p>Arandela de estanqueidad</p>
	<p>Hacerla girar 45° con unos alicates.</p>  <p>Desmontar</p> <p>Montar</p>
	<p>Roscar o desenroscar con un destornillador de tipo <i>Phillips</i> o <i>Torx</i>.</p> 
	<p>Retirar la varilla que está uniendo y sacarla a presión.</p> 

— Tornillos roscachapa o autorroscantes

Son tornillos templados de paso ancho que se adaptan al grosor de la chapa, aterrajando en parte a la misma y quedando muy fijados en ella.

Se utilizan, principalmente, para fijar guarnecidos, tapizados y accesorios de la carrocería. No deben emplearse para piezas que tengan que sufrir grandes esfuerzos.

Recuerda



Las **uniones atornilladas** se utilizan con gran frecuencia para la fijación de piezas que no presentan un compromiso estructural importante y en aquéllas que hayan de ser desmontadas frecuentemente.

2.1.2. Uniones mediante grapas

Existe una gran variedad de diseños y modelos de grapas de sujeción. Todas sirven para la fijación de elementos de tapicería y guarnición interna o para la colocación de molduras y embellecedores exteriores.

Las grapas se colocan a presión sobre orificios practicados directamente en la chapa de la carrocería. El chapista debería conocer el tipo de grapa empleado para evitar daños o roturas cuando proceda a desmontar algún accesorio, en su sustitución o bien para facilitar alguna operación concreta.

2.2. UNIONES ARTICULADAS

El dispositivo articulado más común en los automóviles es la clásica bisagra de pasador para la fijación de sus puertas. Estas bisagras constan de dos piezas, unidas entre sí mediante un pasador central. Cada una de esas piezas va fijada a su respectivo elemento (puerta o carrocería), permitiendo así el movimiento de rotación de la puerta sobre la carrocería.

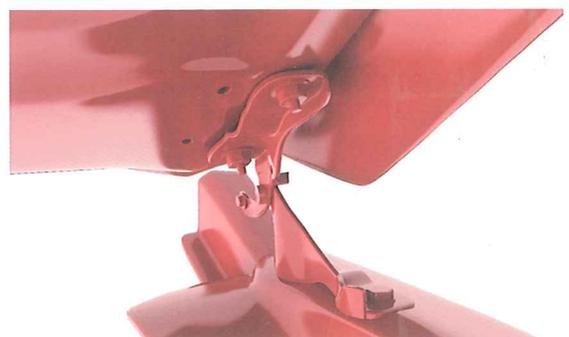
Debes saber



Algunos vehículos poseen **uniones articuladas** de doble cinemática, que aúnan movimiento de rotación y traslación. Así, la puerta, además de girar, realiza un pequeño desplazamiento para permitir un acceso más cómodo.

Los pasadores pueden ser macizos, tubulares o con rosca, precisándose útiles específicos para el desmontaje de los dos primeros tipos.

Con la ayuda de estos útiles y de un martillo o mazo, preferiblemente de cabeza plástica, el desmontaje de las bisagras es relativamente sencillo.



Unión del capó

2.3. UNIONES REMACHADAS

El remachado es una de las técnicas de unión más antiguas y más utilizadas. En general, consiste en mantener unidos dos o más elementos por medio de vástagos metálicos, que se introducen por unos orificios previamente realizados a través de los elementos a unir. La formación de dos cabezas en sus extremos mantendrá sólidamente unidos los elementos.

El empleo de remaches es un método de unión muy versátil y no excesivamente caro, que se caracteriza por que:

- Se puede utilizar sobre diferentes materiales; en este sector se aplica sobre acero, aluminio y plásticos.
- Puede utilizarse para diferentes propósitos; no sólo como elemento de unión.
- Está disponible en una gran variedad de geometrías, tamaños y acabados.
- El coste de producción no es excesivo.

Los remaches se utilizan para la fijación de múltiples accesorios y elementos en todo tipo de vehículos, y de forma directa en la fabricación de las carrocerías, tanto de turismos como de autobuses y vehículos industriales, así como en la fabricación de bastidores de camiones, principalmente.



Engatillado del panel de puerta

Debes saber



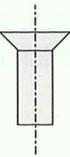
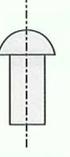
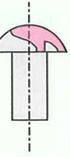
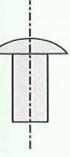
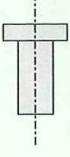
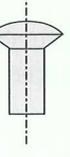
Con la aparición de **carrocerías fabricadas íntegramente en aluminio**, el remachado ha experimentado un notable auge, haciendo su aparición en este sector remaches como los auto-perforantes, típicos de la industria aeronáutica.

Las tecnologías de remachado pueden subdividirse en dos grandes grupos: los sistemas que requieren de un pretaladrado de los elementos a unir, como los remaches sólidos estándar y los remaches ciegos, y los sistemas que no requieren pretaladrado, como los remaches auto-perforantes.

2.3.1. Remaches sólidos

Los remaches sólidos u ordinarios consisten en un cuerpo cilíndrico de alma llena, disponiendo en uno de sus extremos de una cabeza preformada. La segunda cabeza se creará mediante un proceso de conformación por deformación plástica, bien sea mediante un recalado manual o mediante máquina específica. Su colocación solamente podrá realizarse en aquellas zonas donde se tenga accesibilidad por ambos lados.

Este tipo de remaches suele estar definido por su diámetro nominal o diámetro de la caña, fijándose el resto de sus dimensiones con relación al mismo.

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

Tipos de remaches sólidos

Los remaches sólidos pueden clasificarse de acuerdo a la forma de su cabeza. Para uniones de chapa metálica y construcciones ligeras, que no precisen remaches mayores de 8 mm de diámetro, los tipos más usuales son los indicados en la tabla superior.

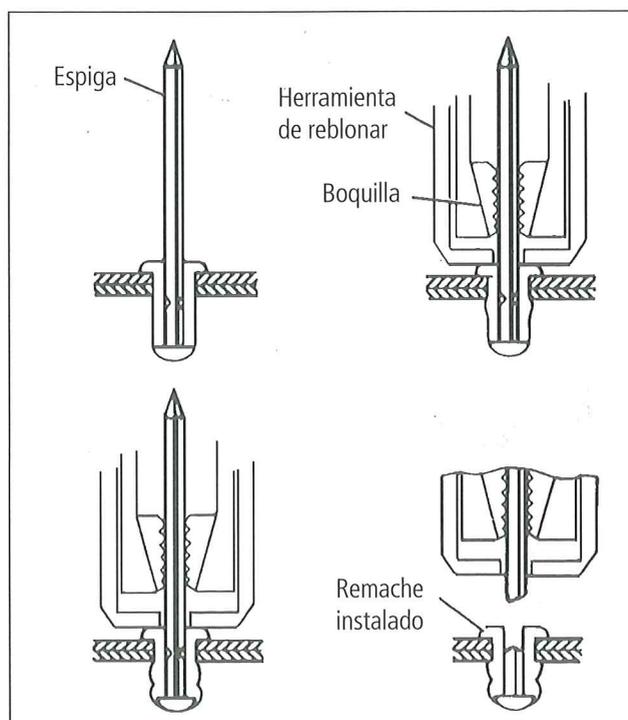
Actualmente, la operación de remachado con este tipo de remaches se realiza en frío, si bien no es el tipo de uso más generalizado en las carrocerías. Sin embargo, sí se hace un uso importante de los mismos, especialmente de los de cabeza redonda, en la fabricación y en la reparación de los bastidores de vehículos industriales. En este caso, los remaches empleados son de 11, 13 y hasta 15 mm de diámetro. Su remachado se realiza también en frío, con el auxilio de prensas específicas, que proporcionan una fuerza de cierre de 40 toneladas.

2.3.2. Remaches ciegos

El empleo de remaches ciegos en la industria del automóvil es muy generalizado en todo tipo de carrocerías y en las más diversas aplicaciones, como la fijación de elementos y accesorios.

Los remaches ciegos consisten en un cuerpo cilíndrico, tubular y ciego, que aloja en su centro una espiga o vástago, cuya cabeza cerrará dicho cuerpo cilíndrico. Este vástago hará las veces de mandril y, al aplicarle una fuerza de tracción, su cabeza embutirá el cuerpo del remache, formándose la cabeza de cierre.

Cuando la fuerza del mandril exceda de un determinado nivel, el vástago se romperá por una posición predeterminada (zona entallada). Esta posición puede estar localizada en la cabeza o fuera de la zona de la cabeza.



Fases para la colocación de remaches ciegos

Las características de este sistema de remachado son:

- No es necesario que haya acceso por las dos caras de los elementos a unir.
- Requiere un pretaladrado previo de las chapas a unir.
- Alta capacidad para soportar carga en la unión de paneles delgados.
- Existe una gran variedad de remaches de diferentes materiales, geometrías, tamaños y acabados, que se adaptan a multitud de aplicaciones.



Remaches ciegos empleados en carrocería

En líneas generales, puede decirse que el remachado presenta dos inconvenientes importantes:

- Debilitamiento de la zona de unión, debido al taladrado que es necesario realizar.
- Corrosión galvánica, que resulta de poner en contacto dos metales de distinta naturaleza y, por lo tanto, de distinto potencial de la serie galvánica.

También existen en el mercado remachadoras específicas que, dotadas de las buterolas apropiadas, se emplean para el desmontaje de las uniones remachadas.



Remachadora para la colocación de remaches ciegos

Debes saber



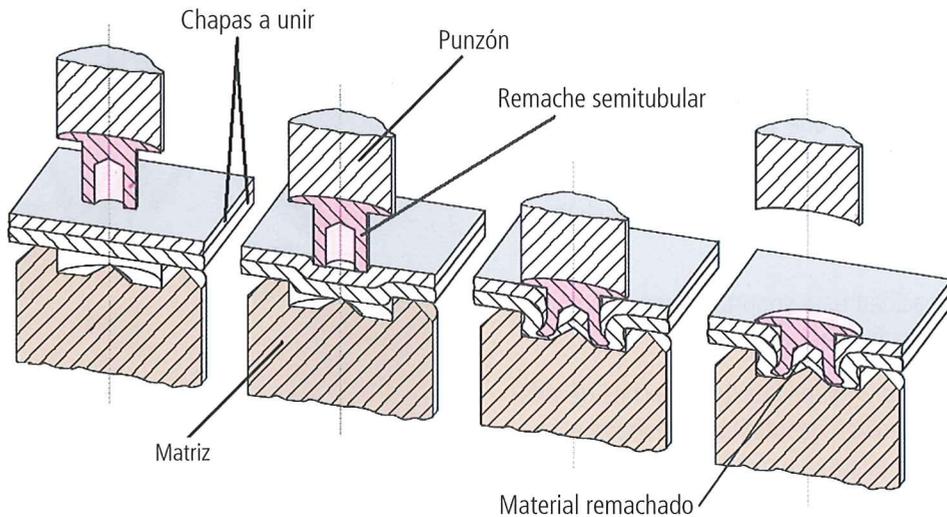
Para la sustitución de un elemento **remachado** es necesaria la eliminación del remache. Para ello, bastará con taladrar su cuerpo con una broca de un diámetro ligeramente inferior al diámetro del remache.

2.3.3. Remaches autoperforantes

Entre los métodos de unión mecánicos existentes en el mundo de la carrocería, el empleo de remaches autoperforantes es uno de los métodos con mayor utilización, sobre todo en las carrocerías de aluminio.

Esta técnica no requiere de ningún taladrado previo de las piezas a unir. Con el empleo de remachadoras específicas dotadas de un punzón y una matriz en forma de tronco de cono se realiza la unión en único paso, mediante una acción combinada de corte y remachado. La geometría de la matriz conforma plásticamente al material, creando una especie de «collar», que hace las veces de cabeza de cierre.

Existen dos tipos fundamentales de remaches: **los sólidos y los semitubulares**. Los remaches sólidos perforan completamente las chapas a unir, mientras que los semitubulares solamente perforan la chapa superior, clavándose de forma parcial en la inferior y formando el cierre de la unión bajo el efecto conjunto del punzón y de la matriz.



Esquema de remachado autoperforante

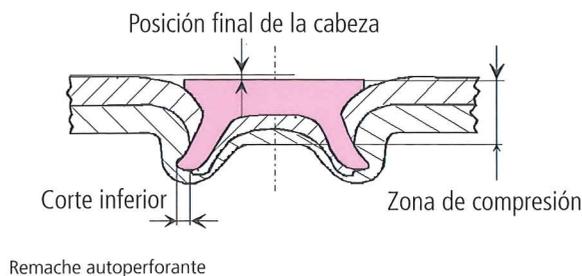
La longitud del cuerpo del remache, el diámetro del agujero, la relación existente entre la profundidad del agujero y el diámetro del remache y el diseño del utillaje de remachado determinarán la forma final de la unión remachada. En la fabricación de carrocerías se emplean remaches semitubulares, cuya cabeza, por la zona vista, queda enrasada con la superficie de las chapas unidas.

Debes saber



Cuando se trata de unir materiales similares, el remachado generalmente debe ser aplicado en la dirección de la chapa más delgada a la más gruesa, o desde el material menos resistente al más resistente.

En la figura adjunta se indica, de forma esquemática, la unión con este tipo de remaches.



Remache autoperforante

Estos remaches suelen estar fabricados en acero al carbono y, en el caso de utilizarse en carrocerías de aluminio, llevan aplicado un tratamiento protector, bien sea un cromatado o un galvanizado para evitar, de este modo, problemas de corrosión galvánica.

Utilizando el equipo adecuado, ya es posible reproducir este tipo de remachado en el taller. Si no se dispone de estos equipos, puede remplazarse por una combinación de remaches ciegos y adhesivo, dependiendo de las directrices marcadas por cada fabricante. La eliminación de este tipo de remaches dejará dañada la pestaña de la carrocería, debiéndose resanar y ejecutar un taladro en la zona para colocar en ellos los remaches ciegos.

2.4. UNIONES PLEGADAS O ENGATILLADAS

Las uniones plegadas o engatilladas permiten unir los bordes de dos piezas de chapa doblándose sobre sí mismas una o más veces. Se aplican, generalmente, en chapas delgadas, de espesores comprendidos entre 0,5 y 0,9 mm.

Es el sistema de unión típico de los paneles de puerta, los cuales van engatillados en todo su contorno, combinándose con un adhesivo semiestructural para reforzar la unión.

Se trata, por lo tanto, de una técnica de conformación por deformación plástica en frío. La calidad de los resultados y el radio mínimo de doblado va a depender de factores como el tipo y las propiedades del material a doblar, espesor de la chapa y utillaje y parámetros del proceso de conformación.

En este tipo de uniones se debe garantizar la estanqueidad de la junta mediante selladores de poliuretano adecuados.

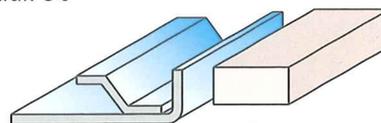
En fabricación, este tipo de unión se lleva a cabo mediante prensas; en reparación, el chapista lo realizará manualmente con la acción combinada del tas y el martillo.

Para la sustitución de un panel engatillado bastará con pasar una radial por todo el borde del panel; de este modo queda destruido el engatillado y separados la pestaña y el panel propiamente dicho.

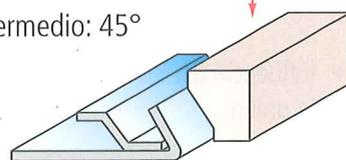


Engatillado en un panel de puerta

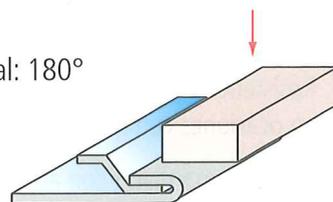
Doblado inicial: 90°



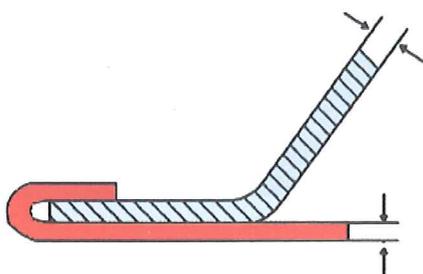
Doblado intermedio: 45°



Doblado final: 180°



Esquema del engatillado en fabricación



Detalle de una unión engatillada con doblado único

Recuerda



El **engatillado** es el sistema de unión típico de los paneles de puerta, combinado con un adhesivo semiestructural que refuerza la unión.

2.5. UNIONES PEGADAS

Hoy en día, el uso de adhesivos está muy difundido en la fabricación de carrocerías y, por lo tanto, en las posteriores operaciones de reparación. Éste es un sistema de unión cada vez más común para los reparadores.

El empleo de adhesivos va a permitir incrementar la rigidez y mejorar el comportamiento de la estructura desde el punto de vista de ruidos y vibraciones, a la vez que contribuye a evitar problemas de corrosión.

El pegado puede definirse como una unión química entre dos sustratos, por medio de una sustancia capaz de mantenerlos unidos mediante un anclaje superficial.

Recuerda



Principales **ventajas** que aporta el uso de **adhesivos**:

- Distribución más uniforme de **la carga**, reduciéndose la concentración de tensiones. Mejora el comportamiento de la unión frente a esfuerzos de fatiga.
- Uniones más **rígidas** que la soldadura por puntos y las uniones mecánicas.
- Posibilidad de **unir materiales** con diferentes coeficientes de dilatación, siempre que se seleccione un adhesivo con la elasticidad necesaria.
- **Reducción del peso** en las grandes zonas de unión.
- Posibilidad de realizar **uniones no conductoras** de la electricidad, evitando problemas de corrosión.

Por otro lado, conviene también tener presentes las siguientes particularidades en el empleo de los adhesivos:

- Influencia del tiempo en las propiedades de la unión.
- Preparación adecuada de los sustratos a unir.
- Baja resistencia a determinados tipos de esfuerzos.
- Resistencia limitada, debiéndose compensar en ocasiones con grandes áreas de unión.

Al efectuar una unión con adhesivos, se ha de comenzar por seleccionar la más apropiada para la aplicación concreta, así como realizar el diseño de la junta de forma específica para este sistema de unión, de acuerdo al tipo de esfuerzos que ha de resistir.

Los adhesivos industriales están basados en varios tipos de polímeros orgánicos, si bien los más empleados son los poliuretanos, seguidos de las resinas epoxi.

En fabricación, suelen emplearse adhesivos estructurales epoxy monocomponentes, cuyo secado se realiza mediante la aplicación de calor.



Aplicación de adhesivo

En reparación, en la gran mayoría de los casos se utilizan adhesivos bicomponentes, cuyo secado se realiza por reacción química entre ambos componentes, dado que, en este caso, no es posible aplicar elevadas temperaturas en los procesos de secado. Normalmente, este tipo de adhesivos suele presentar menores resistencias y peor comportamiento que los adhesivos utilizados originalmente.



Equipo eléctrico para la aplicación de adhesivo en reparación

La aplicación de adhesivos pasa por una correcta preparación de los sustratos y un seguimiento de las recomendaciones de aplicación. En todo caso, no son procesos ni peligrosos ni complicados.

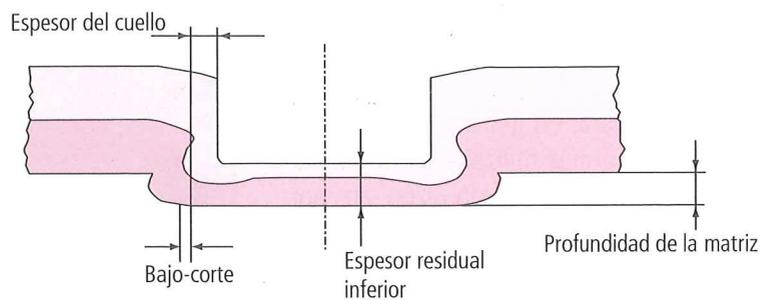
Tanto en fabricación como en los posteriores procesos de reparación puede combinarse un método de unión continuo, como es el adhesivo, con uno discontinuo o puntual, como la aplicación de soldadura por puntos de resistencia, remaches o tornillos.

Los resultados finales de la unión se benefician de las ventajas de ambos métodos. El adhesivo mejora la rigidez y aporta un buen comportamiento frente a la fatiga, mientras que el otro método facilita la inmovilización durante el tiempo de curado del adhesivo, a la vez que resiste las fuerzas de pelado que se pueden producir durante un impacto.

2.6. CLINCHADO

El clinchado es una técnica de unión directa de materiales, generalmente chapas, mediante un proceso de conformación local, que no requiere ningún elemento de unión extra.

Un punzón incide sobre las dos chapas a ser unidas, empujándolas hacia el interior del cuerpo de la matriz, amoldándose al mismo. Ello da lugar a la creación de una especie de «botón», produciendo un cierre entre ambas chapas.



Esquema de clinchado

Debes saber



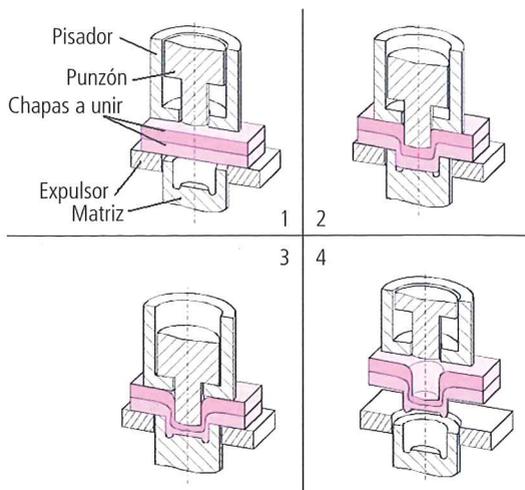
El clinchado puede emplearse con chapas de aluminio, acero o en uniones multimaterial; es decir, en una combinación de aluminio y acero.

El proceso de clinchado simple consta de cuatro fases principales:

- **Fase 1:** El punzón y el pisador se desplazan hacia abajo hasta entrar en contacto con las chapas. Éstas quedan fijadas por la fuerza del pisador.
- **Fase 2:** El punzón se desplaza hacia abajo, haciendo que el material fluya hacia el cuerpo de la matriz, formándose una copa.
- **Fase 3:** Finalmente, el espesor inferior de la copa se reduce, forzando al material en dirección lateral hasta formar el bajo-corte.
- **Fase 4:** Después de alcanzar la máxima fuerza (control por fuerza) o un desplazamiento dado (control de la carrera), el punzón se retira. La unión queda concluida, sin necesidad de ningún acabado posterior.

La resistencia de la unión está definida por la magnitud del bajo-corte y el espesor del cuello, estando determinados por el diseño del utillaje y por el desplazamiento del punzón. El espesor inferior residual puede entenderse como una medida no destructiva del control de calidad.

Cuando se trate de unir materiales disimilares, la unión ha de aplicarse, generalmente, en dirección de la chapa más gruesa hacia la más delgada; o del material más resistente al menos.



Fases del clinchado



Unión por clinchado

2.7. UNIONES SOLDADAS

La soldadura, en general, es la técnica de ensamblaje más utilizada en la fabricación de carrocerías. Por esta razón, en capítulos posteriores se tratarán a fondo las principales técnicas de soldadura, debido a la importancia que tiene para el chapista su conocimiento y manejo. Aquí, únicamente se hará una breve descripción, como un sistema más de unión.

2.7.1. Soldadura por puntos de resistencia

Es el sistema de ensamblaje empleado con más frecuencia en fabricación para la unión de las piezas de la carrocería y, en consecuencia, el más empleado en reparación.



Soldadura por puntos de resistencia en fabricación

Recuerda

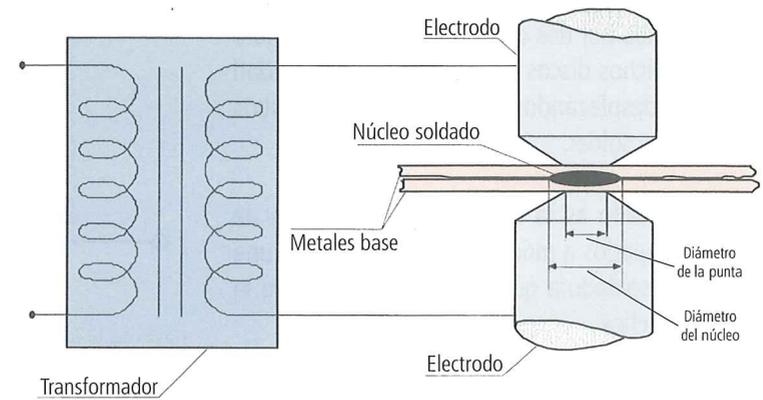


Ventajas del uso de la soldadura por puntos:

- Rapidez de ejecución, necesiéndose menos de un segundo por soldadura, además de contar con la posibilidad de automatizar todo el proceso.
- Ausencia de deformaciones y cambios estructurales en el material, pues el calentamiento es reducido y limitado.
- Gran resistencia final de la unión.
- No precisa de repaso ni operaciones finales de acabado.
- Facilidad de manejo y bajos costes de formación en operaciones manuales.
- Fácil desmontaje posterior.
- Mejores garantías anticorrosivas.

La soldadura por puntos de resistencia se produce por presión (forja). El calor necesario para llevar a estado pastoso las chapas a unir es generado por la resistencia que oponen éstas al paso de la corriente eléctrica (efecto *joule*).

La presión necesaria para producir la forja del punto es ejercida por los propios electrodos bajo un sistema de accionamiento, generalmente neumático.



Soldadura por puntos de resistencia

Las variables que rigen este proceso son:

- Intensidad de soldadura.
- Tiempo de soldadura.
- Presión de apriete.
- Resistencia al paso de la corriente.
- Geometría de los electrodos, aunque ésta es secundaria.

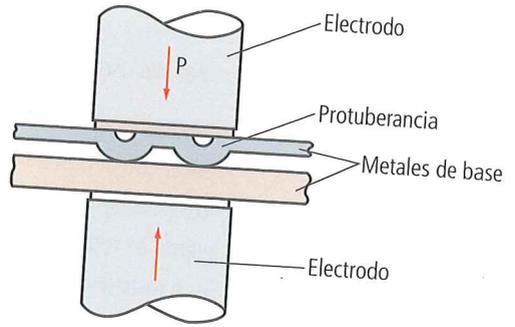
Si bien es cierto que la técnica de soldadura más generalizada es la soldadura por puntos, existen otras variantes, como son la soldadura por protuberancias o por roldana, que se han venido utilizando en aplicaciones en la carrocería.

Soldadura por protuberancias

En este caso, las piezas a unir también se sueldan mediante unas lentejas formadas por material en estado pastoso y forjado.

Ahora bien, el lugar donde se produce esa lenteja no viene determinado por el posicionamiento de los electrodos, sino por unas protuberancias o resaltes creados artificialmente en la pieza. El paso de la corriente a través de las piezas no se define por la dimensión de los electrodos, sino por las dimensiones de dichos resaltes.

La presión para la forja la reciben las piezas en toda la superficie posible y se concentra en los únicos lugares donde se establece el contacto entre las dos chapas, las protuberancias.

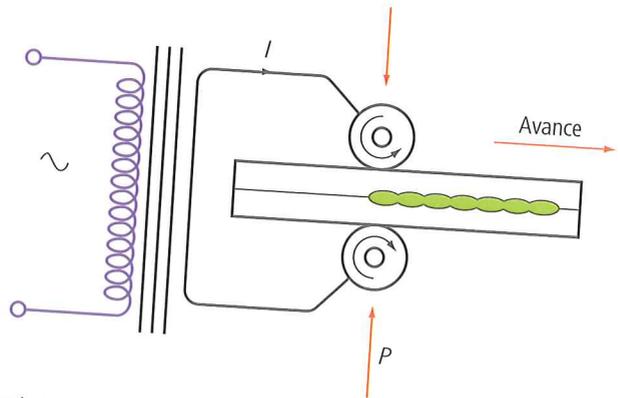


Fundamento de la soldadura por protuberancias

Soldadura por roldanas

Este tipo de soldadura puede asimilarse a la soldadura por puntos, en la cual los electrodos se han sustituido por dos discos o roldanas del mismo material. Dichos discos giran a la misma velocidad periférica, desplazándose arrastradas entre ambos las chapas a soldar.

El resultado es la obtención de una serie de puntos solapados a modo de cordón lineal. Es una técnica de soldadura que se ha empleado para la unión de techos.

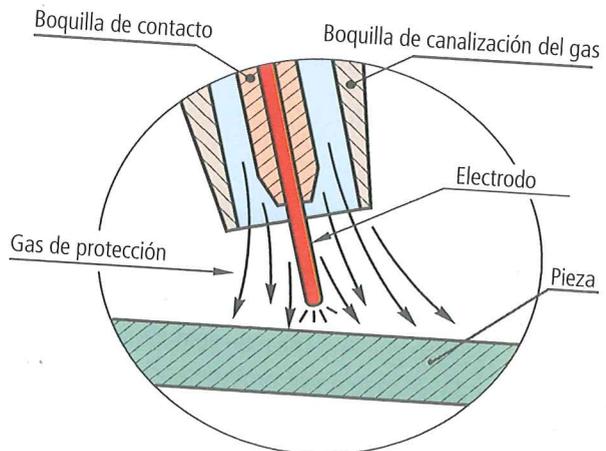


Fundamento de la soldadura por roldanas

2.7.2. Soldadura de hilo continuo bajo gas protector (MIG/MAG)

La soldadura MIG/MAG, también conocida como soldadura de hilo bajo gas protector, es un proceso de soldadura al arco eléctrico, establecido entre un electrodo (hilo cuya alimentación es continua) y la pieza a soldar. Durante este proceso, tanto el hilo como el lecho de fusión se encuentran protegidos del oxígeno y del nitrógeno del aire mediante una campana de gas protector. Si estos gases entraran en contacto con el lecho de fusión podrían dar lugar a oxidaciones y/o a la aparición de porosidad.

Dependiendo de la naturaleza del gas, esta técnica se divide en dos subgrupos: soldadura MIG (*Metal Inerte Gas*), cuando el gas de protección es inerte, y soldadura MAG (*Metal Activo Gas*), cuando el gas de protección es activo.



Fundamento de la soldadura MIG-MAG

Recuerda



Ventajas de la soldadura MIG/MAG:

- Es económicamente **rentable**, debido a la alta velocidad de soldadura y a que no necesita interrupciones frecuentes, porque el electrodo se alimenta de forma automática.
- Pueden **unirse materiales difíciles de soldar** mediante otras técnicas.
- El **arco y el lecho de fusión** son claramente visibles.
- El **calor** está **relativamente localizado**, no requiriéndose, normalmente, operaciones posteriores de tratamiento.
- Permite ejecutar **soldaduras** en todas las **posiciones**.
- El lecho de fusión se encuentra protegido por una **campana de gas**, lo que evita problemas posteriores.

Como limitaciones, se citan las siguientes:

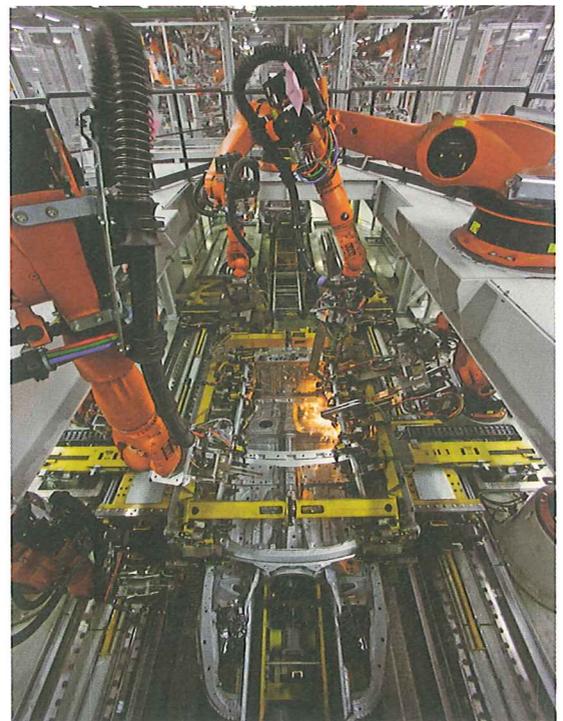
- El método es vulnerable a las corrientes de aire, que pueden hacer perder efectividad a la campana de gas de protección.
- En operaciones manuales, el soldador necesita estar correctamente formado para ejecutar soldaduras de calidad y sin defectos.
- El gas de protección supone un coste añadido.
- Los equipos requieren importantes inversiones y un mantenimiento apropiado.

Esta es una técnica de soldadura empleada con frecuencia para la fabricación de carrocerías, tanto en acero como en aluminio.

Al igual que ocurría con la anterior técnica de soldadura, podemos encontrar dos tipos de instalaciones: las robotizadas, empleadas en fabricación, y las máquinas portátiles, en el taller reparador.

Las variables que rigen este procedimiento son:

- Tensión del arco.
- Velocidad de alimentación del hilo.
- Intensidad de soldadura.
- Caudal y tipo del gas de protección.



Equipos robotizados de soldadura en fabricación



Soldadura MIG/MAG

2.7.3. Soldadura dura-MIG (MIG-Brazing)

Es un hecho evidente que las carrocerías actuales están fabricadas prácticamente en su totalidad con acero pre-revestido, es decir, recubierto de una delgada capa de cinc para evitar problemas de corrosión. A pesar de las ventajas aportadas por la soldadura MIG convencional, el calor generado en el arco durante la ejecución de la soldadura eliminará la capa de cinc de protección, debiéndose recurrir al empleo de productos e imprimaciones para no perder la protección contra la corrosión original.

Normalmente, la temperatura alcanzada en el arco eléctrico tiene que ser suficiente para fundir el acero, siendo por ello superior a unos 1.700 °C. Como la temperatura de evaporación del cinc es de 910 °C, se evapora de la zona circundante a la soldadura. Todo lo que sea reducir la temperatura de la soldadura supondrá una menor evaporación del cinc en la zona.

Por esta razón, se ha incorporado en la fabricación y reparación de carrocerías una técnica de soldadura dura efectuada con un equipo MIG.

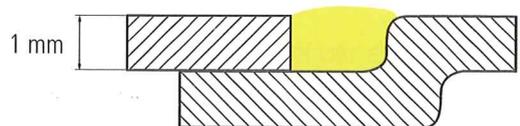
Debes saber



La **soldadura dura** es una soldadura por **difusión** y no por fusión; es decir, sólo se funde el metal de aportación, sin llegar a fundirse los metales base a unir. Se trabaja con temperaturas de fusión notablemente inferiores a la temperatura de fusión del acero, pero superiores a 450 °C pues, en caso contrario, se trataría de soldaduras blandas.

La unión se lleva a cabo mediante un *pegado metalúrgico* entre los metales a unir y el metal de aportación; éste fluye entre los metales base, llenando la junta por capilaridad. En esta técnica hay que tener en cuenta dos circunstancias: que el metal de aportación moje al metal base, es decir, que se extienda fácilmente por su superficie, y que, además, se dé un mecanismo de capilaridad (es decir, que el metal de aportación en estado líquido avance por las paredes del sólido).

Estos son los motivos por los que en este tipo de soldadura es muy importante la selección del metal de aportación, el diseño de la junta y la preparación de los sustratos.



Fundamento de la soldadura MIG-Brazing

Recuerda



El menor nivel de energía que requiere la soldadura **MIG-Brazing** aporta las siguientes ventajas:

- **No ocasiona cambios estructurales** destacables, especialmente en los aceros de altas prestaciones. Menor distorsión y deformación de los paneles soldados.
- **Menor evaporación del cinc** (temperatura de fusión del cinc: 910 °C); no se desprotegen tanto las chapas prerrevestidas. La zona circundante al cordón queda protegida por la acción galvánica del cobre.
- Permite absorber **mayor tolerancia** en las uniones.
- La **transferencia del metal** se produce sin ningún cortocircuito, lo cual da lugar a una soldadura con muy pocas salpicaduras.
- El **acabado de la junta**, en caso necesario, es más **fácil**, dado que el material de aportación es blando. Se produce un buen sellado a lo largo de la junta.

En cuanto a los principales inconvenientes de esta técnica, podemos citar:

- Bajas propiedades mecánicas del material de aportación, generalmente una aleación de cobre.
- Coste elevado del material de aportación.
- Soldadura más delicada en lo referente a la preparación de la junta.



Ejecución y detalle, a la derecha, de una soldadura dura-MIG

Las variables que rigen este procedimiento son:

- Requiere una máquina para soldadura MIG/MAG, dotada de una camisa para la alimentación de hilo de teflón.
- El material de aportación son aleaciones sobre una base de cobre, tratándose, por lo tanto, de una soldadura heterogénea.
- El gas de protección recomendado es argón puro.
- En lo referente a la operativa en general, pueden indicarse las siguientes recomendaciones prácticas:
 - Utilizar valores de tensión inferiores, dando lugar a arcos más cortos.
 - Emplear una menor velocidad de hilo que con la MIG convencional.
 - Es recomendable la soldadura por empuje.
 - Se recomienda utilizar un equipo sinérgico o con arco pulsado.

2.7.4. Soldadura láser

LASER es el acrónimo de *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* (amplificación de luz por emisión estimulada de radiación). Es decir, se trata de una luz (onda electromagnética) con unas características especiales.

El láser, por lo tanto, puede entenderse como un dispositivo en el cual se lleva a cabo la conversión de energía de una fuente primaria en energía de un campo electromagnético. La eficiencia de radiación es muy baja, del orden del 0,1% a 4,0%, lo que significa que casi toda la energía que se requiere para producir el haz láser es perdida, generalmente en forma de calor. Sin embargo, la utilidad viene determinada por las propiedades especiales de la radiación final obtenida.

La radiación electromagnética en cualquier zona del espectro puede comprenderse desde dos puntos de vista:

- **Ondulatorio:** La radiación se interpreta como una onda transversal caracterizada por una frecuencia (f), longitud de onda (λ) y una amplitud (A), que se propaga a la velocidad de la luz (c) en el vacío.
- **Corpuscular:** La radiación se interpreta como un conjunto de fotones caracterizados por una energía (E) determinada, que se propagan a la velocidad de la luz (c) en el vacío.

Ambos puntos de vista, ondulatorio y corpuscular, no son excluyentes; siempre es posible explicar cualquiera de ellos, dependiendo de la situación.

Propiedades del haz láser

La luz láser es muy diferente de la luz normal y presenta tres características importantes:

- **Monocromaticidad (misma longitud de onda):** La luz láser proviene de una transición atómica con una única y precisa longitud de onda, motivada por la cantidad de energía que se libera cuando un electrón cae a un nivel orbital más bajo. Por ello, dicha luz tiene un único color espectral y es casi monocromáticamente pura.
- **Coherencia (misma fase):** En el haz de luz amplificada, los fotones emitidos están organizados en una misma relación de fase entre sí, manteniéndose a lo largo de un período de tiempo suficiente. Esto significa que todos los fotones presentan frentes de onda que se desplazan al unísono.
- **Colimación (misma dirección):** La luz del láser emerge por un extremo en forma de haz muy delgado, muy fuerte y muy concentrado, presentando muy poca divergencia. Cualquier otra fuente de luz emite en todas las direcciones, siendo la luz muy débil y difusa.

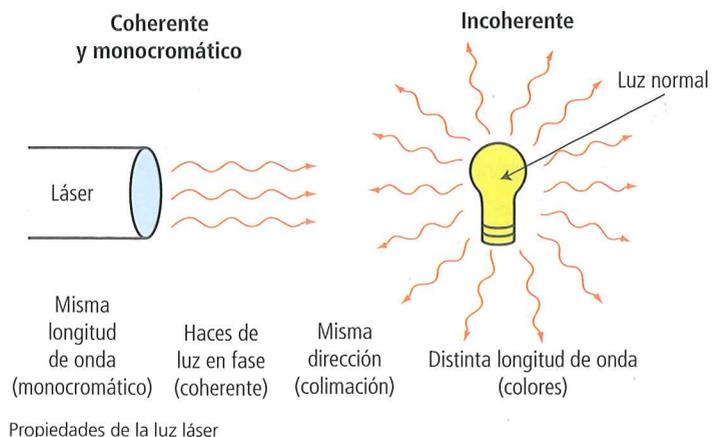
Para conseguir que concurren estas tres propiedades, se recurre a la llamada emisión estimulada. Esto no ocurre en cualquier haz de luz ordinaria, en el que todos los átomos emiten sus fotones al azar. En la emisión estimulada, la emisión de fotones está organizada.

Láseres de aplicación en soldadura

Existen diferentes tipos de láseres en función del *medio amplificador*, medio utilizado para obtener niveles significativos de energía por emisión estimulada. Este medio puede ser un sólido, un gas, un líquido o un semiconductor, designándose los láseres en función del tipo de material empleado.

Los más utilizados son los láseres gaseosos y los láseres de estado sólido.

Los **láseres gaseosos** emplean como medio amplificador un gas (helio, He, dióxido de carbono, CO_2) o mezcla de gases (helio más neón, He + Ne). Los láseres de CO_2 emiten una energía en el infrarrojo lejano y son utilizados para la soldadura y el corte de materiales duros.



Los **láseres de estado sólido** utilizan como medio amplificador una matriz sólida cristalina como el rubí o el neodimio en granate de ytrio y aluminio (Nd-YAG). Los láseres de Nd-YAG emiten una luz infrarroja de 1064 nanómetros en el espectro infrarrojo cercano, siendo utilizados en soldadura.

Láser de dióxido de carbono. Láser – CO₂

Es un láser de gas molecular típico, que emite una luz, bien de forma continua, bien pulsada, con una longitud de onda de 10.600 nanómetros. Esta radiación cae dentro de la infrarroja, a la cual también se la considera una radiación térmica. Es, por lo tanto, la interacción de esta radiación con la materia una interacción térmica.

Puede obtenerse con un amplio rango de potencias, desde varios vatios hasta 25 Kw, o incluso más, siempre que esté dotado de un sistema de refrigeración apropiado.

El medio activo es una mezcla del citado gas con helio y nitrógeno. La composición aproximada es de CO₂ : N : He de 0,8 : 1,0 : 7,0. El nitrógeno se suele añadir como gas de bombeo, para facilitar la subida de átomos a niveles energéticos superiores.

Como fuente de alimentación se utiliza una descarga eléctrica entre dos electrodos. La coherencia de este haz de láser hace que pueda ser concentrada en un foco de 10 nanómetros, permitiendo, por lo tanto, concentrar una elevada radiación térmica en el punto exacto de un determinado componente.

Dependiendo del tipo de láser, éste puede utilizarse desde una aplicación para soldadura hasta el marcado térmico de piezas o la aplicación de tratamientos térmicos.

Láser de estado sólido. Láser Nd – YAG

Se trata de un láser en estado sólido en el cuál el medio activo para generar la luz láser es una matriz cristalina en forma de barra. La matriz es un cristal de ytrio, aluminio y granate (Y₃Al₅O₁₂) al cual se le añade un 1% de iones Nd³⁺, obteniéndose un cristal de color azul claro. Como fuente de alimentación se emplea una descarga luminosa producida por una lámpara de criptón o xenón de alta intensidad.

Su funcionamiento puede ser en pulsado o continuo, proporcionando potencias más bajas que con el láser de CO₂, alrededor de 1 Kw, y a una longitud de onda de 1064 nanómetros.

Esta longitud de onda, 10 veces más pequeña que la del láser de CO₂, es más fácilmente absorbida. Resulta, por tanto, más apropiado para la soldadura de materiales con alto poder de reflexión. No obstante, si se trata de metales no es un factor esencial, dado que, una vez en estado fundido, dicho poder de reflexión desaparece. Por ello, puede decirse que los metales son fácilmente soldables.

La soldadura por láser

La soldadura láser es un proceso versátil y potente, que puede ser utilizado para realizar soldaduras por resistencia, por fusión y por difusión. Se utiliza para la unión de diferentes materiales.

La densidad de energía del haz láser se alcanza por la concentración de ondas de luz, no de electrones. Por lo tanto, no requiere conductividad eléctrica ni es afectada por el magnetismo. Puede interaccionar así con cualquier tipo de material: metal, plástico, madera, cerámica, etc., transformándose en calor.

Debes saber

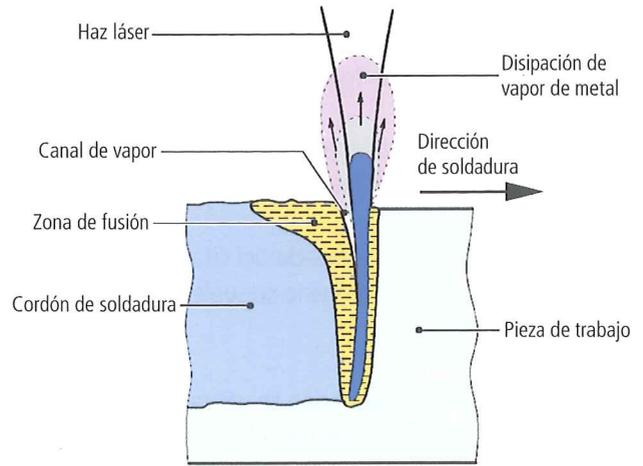


Mediante un **láser** se puede soldar en aire, en vacío, en atmósferas controladas e, incluso, en cámaras presurizadas.

La formación del baño de fusión va a depender de las características de la radiación láser y de la conductividad térmica del material, dando lugar a dos tipos de soldaduras: la soldadura por penetración y la soldadura por conducción.

Soldadura por penetración

Una vez que la superficie del metal se funde, los metales líquidos absorben más energía que cuando son sólidos. Esto hace que se incremente la temperatura del metal por encima de su punto de ebullición, generándose un vapor metálico. La presión de este vapor abre un canal alrededor del haz de láser, dando lugar a una cavidad profunda.



Esquema de una soldadura por penetración

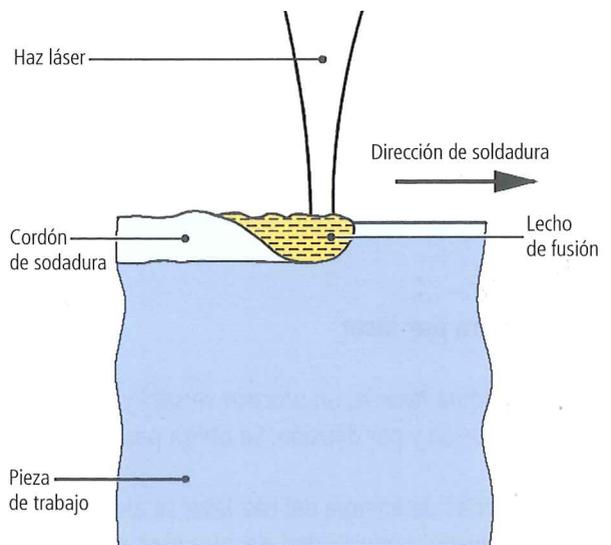
Desarrollada dicha cavidad, ésta atrapa casi toda la radiación láser incidente, convirtiéndola en calor. Ello permite al láser producir una soldadura profunda y estrecha con una relación profundidad/anchura de 8/1, aunque lo empleado más comúnmente es de 4/1.

Soldadura por conducción

También es posible obtener una soldadura láser sin llegar a formar dicha cavidad profunda, dando lugar a un proceso denominado «soldadura por conducción». Ello se consigue haciendo que la radiación que incide sobre el material sea baja, suficiente para fundir el metal, pero sin llegar a vaporizarlo. Es un proceso óptimo para la soldadura de pequeños espesores.

Este tipo de soldadura es más típico con los láseres de Nd-YAG que con los de CO_2 . Ello es debido a que el metal en estado sólido absorbe mucha más luz del primero que del segundo.

El haz incide y se absorbe en la capa externa del material, transmitiéndose por conducción la energía depositada al resto del material. Si la intensidad es suficiente, los metales se fundirán y, después de su enfriamiento, se obtendrá un cordón de soldadura común. Se caracteriza por dar lugar a un cordón de soldadura semiesférico, con una relación de profundidad/anchura baja, del orden de 1/2 ó menos.



Esquema de la soldadura por conducción

Características de la soldadura láser

En los últimos 15 años, los fabricantes de vehículos han venido utilizando la soldadura láser en la fabricación de la carrocería en uniones de componentes del piso, laterales, techo, faldón, etc. Hoy en día se hace un uso importante de esta técnica, tanto en carrocerías de acero como de aluminio.

Recuerda

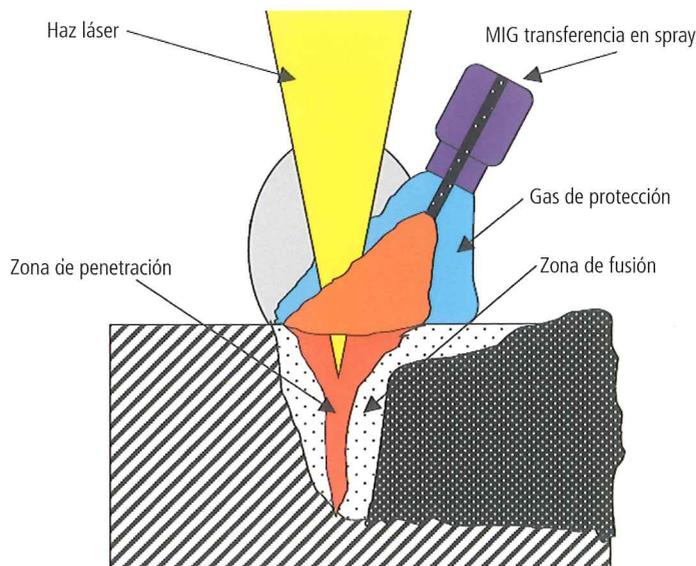


Ventajas de la soldadura láser:

- El **aporte específico de energía** al material es muy **bajo**, por lo que la zona afectada térmicamente es mínima. Ello se traduce en menores distorsiones de los paneles.
- Al no precisar contacto eléctrico con el material, es posible ejecutar soldaduras en zonas de **difícil acceso**.
- La velocidad de soldadura es muy **rápida**, superior a 5 m/min, lo que se traduce en una **alta productividad** y en una excelente reproducción de la junta.
- La estrechez y limpieza del cordón, unido a la no formación de salpicaduras, **evita operaciones** posteriores de **acabado**.
- Alta **rigidez** de la junta en el cordón continuo, aspecto positivo desde el punto de vista del comportamiento frente a un choque.
- El láser facilita la **automatización** e integración del proceso de trabajo.
- Da lugar a **ahorros de peso** mediante el uso de desarrollos de estampación a medida (*tailored blanks*).

Soldadura láser-híbrida

La combinación de la soldadura láser con la soldadura al arco en un mismo proceso se conoce desde los años 70, aunque su desarrollo no fue muy importante; no obstante, la tecnología ha sido puesta a punto en los últimos años, haciéndose un uso importante de esta técnica en la fabricación de carrocerías.



Principio de la soldadura láser-híbrida



Soldadura láser en una carrocería

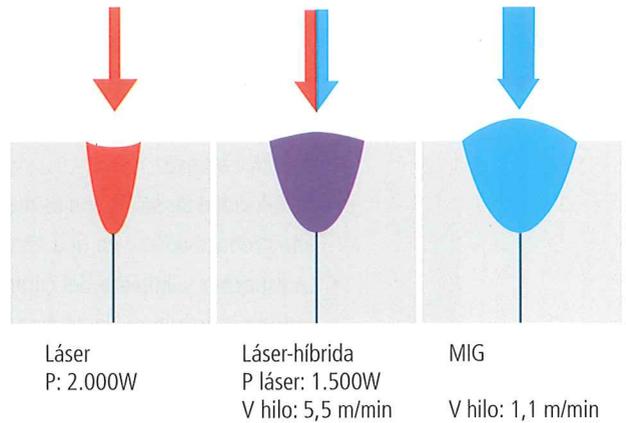
La combinación de la soldadura láser con cualquier otra técnica de soldadura, actuando en un mismo proceso, se denomina soldadura láser híbrida.

Esto significa que cada proceso afecta y se soporta en el otro. La influencia mutua resultante en el proceso final dependerá de los procesos y parámetros de soldadura aplicados. Los resultados que prevalecen obedecerán a la relación de potencias seleccionadas en ambas técnicas de soldadura. La velocidad y profundidad de la soldadura se incrementa en relación a los procesos individuales.

Con esta técnica de soldadura no sólo se produce una evaporación de metal de la superficie de la pieza, sino también una evaporación del material de aportación; al tener más vapor de metal, se facilita la radiación láser.

Para una misma penetración, con la soldadura híbrida se obtiene un cordón que no ofrece concavidad, como el de la soldadura láser, y presenta un efecto de refuerzo, pero menor que en el caso de la soldadura MIG.

Se obtiene con una velocidad de alimentación de hilo menor que en el caso de la soldadura MIG.



Efecto de la técnica en el cordón de soldadura

Recuerda



La **combinación** de la soldadura láser con cualquier otra técnica de soldadura, actuando en un mismo proceso, se denomina soldadura **láser híbrida**.

La soldadura MIG se caracteriza por:

- Fuente de energía de bajo coste.
- Gran capacidad para rellenar tolerancias de la unión.
- El empleo de metal de aportación puede influir en la microestructura.

La soldadura láser se caracteriza por:

- Soldadura de gran penetración.
- Alta velocidad de soldadura.
- Bajo aporte térmico.
- Alta resistencia de la unión.

Con todo ello, las características finales de la soldadura láser-híbrida son:

- Lecho de fusión mayor en comparación con la soldadura láser, lo que va a permitir ejecutar soldaduras en las uniones con mayor tolerancia en la junta.
- Alta estabilidad del proceso.
- Alta velocidad de soldadura.
- Buena capacidad para fluir en los bordes de la unión.
- Grandes volúmenes de producción.
- Buenas propiedades metalúrgicas.

Como ejemplo de aplicación de esta técnica puede ponerse la fabricación de la puerta del Volkswagen Phaeton, en cuya construcción se aplican siete cordones de soldadura MIG (380 mm), 11 cordones de soldadura láser (1.030 mm) y 48 cordones de soldadura láser-híbrida (3.570 mm). Esta última se emplea para la soldadura de los perfiles extruidos, la fundición y la chapa de aluminio.



Soldadura láser-híbrida en una carrocería



Examínate

- ¿Cuáles son los sistemas de unión más empleados en los elementos de la carrocería?
- Define lo que se entiende por unión articulada.
- ¿Qué tipos de remaches se emplean en la reparación de carrocerías?
- Indica las ventajas de la unión por adhesivos.
- Relaciona los diferentes tipos de soldadura empleados en el automóvil.



Practica

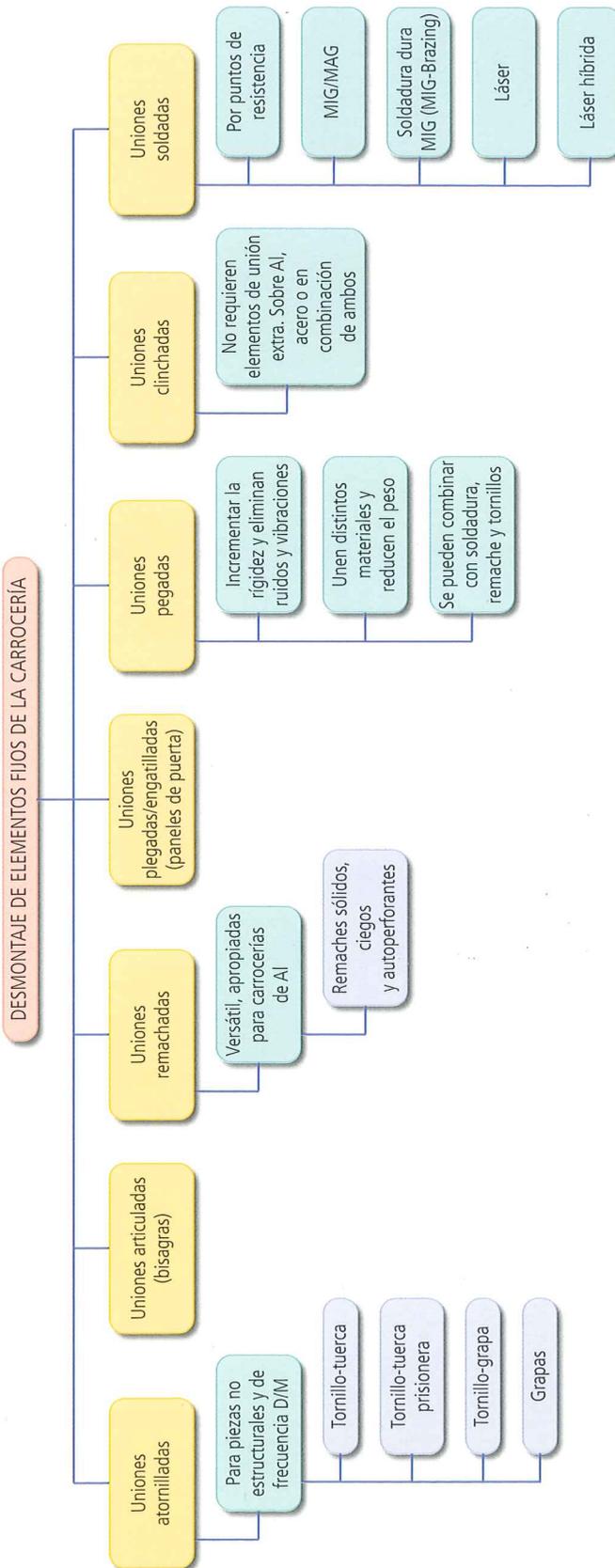
- Localiza e identifica los diferentes sistemas de unión utilizados en un turismo.

Sobre una carrocería desnuda, señala aquellos sistemas de unión empleados. Al menos deberá presentar: soldadura láser, soldadura por puntos de resistencia, soldadura de hilo continuo, uniones engatilladas, uniones mediante adhesivo y uniones articuladas.

Las uniones clinchadas, atornilladas, remachas, grapadas, etc. se podrán apreciar mejor sobre piezas independientes.

Se tendrá en cuenta el hecho de que una carrocería fabricada en aluminio presentará diferentes uniones.

- Sobre probetas de chapa, aplica diferentes tipos de uniones combinadas (adhesivo-remache, adhesivo-soldadura y adhesivo-engatillado).



Simbología técnica de los fabricantes de vehículos.

Actuaciones sobre una carrocería



Sumario

- 3.1. Comprobación de ajustes y tolerancias de elementos amovibles de una carrocería. Franquicias
- 3.2. Verificación de huecos de la carrocería
- 3.3. Comprobación de las cotas de la plataforma de una carrocería
- 3.4. Medición de carrocerías en bancada
- 3.5. Representación de despieces de componentes de un vehículo
- 3.6. Simbología utilizada en la documentación técnica de los fabricantes de vehículos

Exáminate y Practica

Esquema

Aprenderás a...



- Identificar, en los **manuales técnicos** de los fabricantes, las operaciones que se han de realizar con mayor frecuencia e interpretar el método de trabajo.
- Adquirir destreza en la interpretación de **símbolos y pictogramas**.
- La importancia de una detallada comprobación de las **cotas y dimensiones** de la estructura del vehículo.

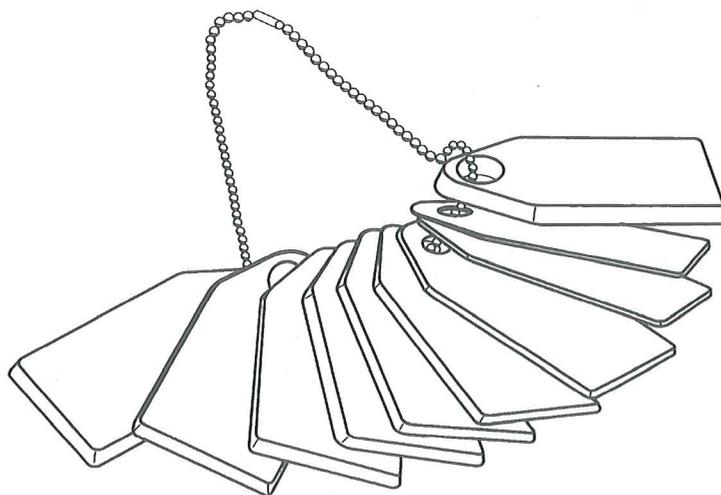


Para cualquier intervención en un taller reparador de vehículos, se hace necesario consultar e interpretar correctamente la documentación técnica que el fabricante tiene disponible para cada uno de sus modelos. Ésta es fundamental para realizar una correcta diagnosis de los daños mediante la medición de diferentes puntos de la carrocería del vehículo, a partir de los datos facilitados por el propio fabricante, así como para efectuar las diferentes operaciones de reparación, siguiendo el método y las recomendaciones establecidas.

3.1. COMPROBACIÓN DE AJUSTES Y TOLERANCIAS DE ELEMENTOS AMOVIBLES DE UNA CARROCERÍA. FRANQUICIAS

Una de las primeras comprobaciones que se realizan en el taller reparador de vehículos consiste en verificar el ajuste entre los elementos amovibles de la carrocería (puertas, capó o portón, por ejemplo, y sus piezas adyacentes). Estas medidas se denominan tolerancias o franquicias, disponiendo los fabricantes de los vehículos de un juego de galgas para su comprobación en cada uno de los modelos de carrocería.

A tal efecto, cada carrocería dispone de un plano donde constan, mediante una serie de llamadas en detalle o secciones, el valor nominal o cota de separación entre la carrocería y el elemento amovible correspondiente, así como el valor de la tolerancia admitida o desviación de las medidas sobre su valor nominal.



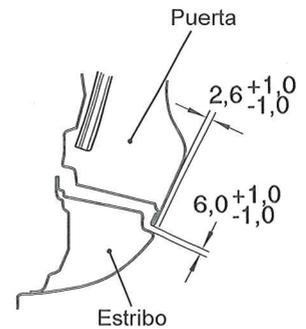
Comprobación de ajustes y tolerancias de elementos amovibles de una carrocería

Al realizar el ajuste de cada uno de estos elementos debe tenerse en cuenta que esté dentro de las tolerancias indicadas. Así pues, si, por ejemplo, se analiza la sección A-B del dibujo adjunto, que representa el ajuste entre el estribo y la puerta, resulta:

+1,0 → Desviación superior (D_s)

Medida nominal (M_n): 6,0

-1,0 → Desviación inferior (D_i)



La separación entre la puerta y el estribo tiene un valor nominal de 6,0 mm y una tolerancia entre +1,0 mm y -1,0 mm, es decir, una desviación superior de +1,0 mm y una desviación inferior de -1,0 mm, por lo que la separación máxima (S_{max}) será la suma algebraica, con su signo correspondiente, de la medida nominal (M_n) más la desviación superior (D_s):

$$S_{max} = M_n + D_s$$

Separación máxima: $6,0 + (+1,0) = 7,0$ mm.

Del mismo modo, la separación mínima (S_{min}) será el resultado de sumar algebraicamente, con su signo correspondiente, la medida nominal y la desviación inferior:

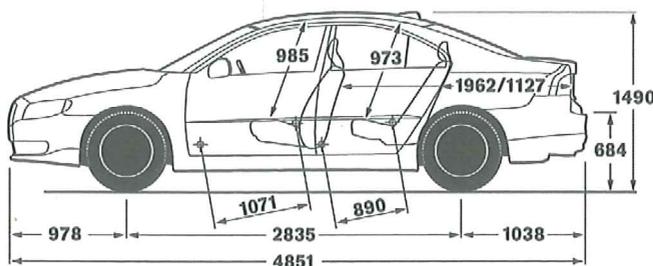
$$S_{min} = M_n + D_i$$

Separación mínima $6,0 + (-1,0) = 5,0$ mm.

Por tanto, la separación entre la puerta y el estribo será correcta y estará dentro de la tolerancia permitida siempre que su valor esté comprendido entre 5,0 y 7,0 mm.

3.2. VERIFICACIÓN DE HUECOS DE LA CARROCERÍA

Una de las informaciones de los fabricantes más comunes, puestas a disposición de los talleres, son las dimensiones de sus carrocerías.



Longitud: 4.851 mm + 29 mm

Anchura: 2.106 mm + 31 mm

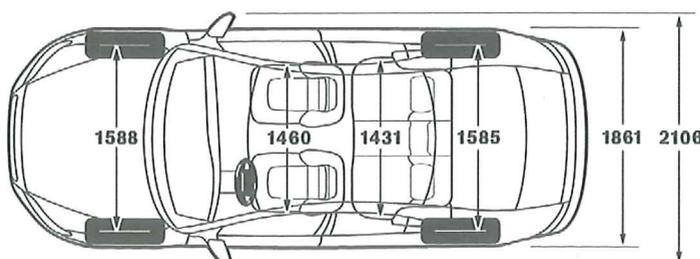
Altura: 1.490 mm + 36 mm

Distancia entre ejes: 2.835 mm + 44 mm

Ancho de vía delante: 1.588 mm (desviación 50 mm) + 18 mm

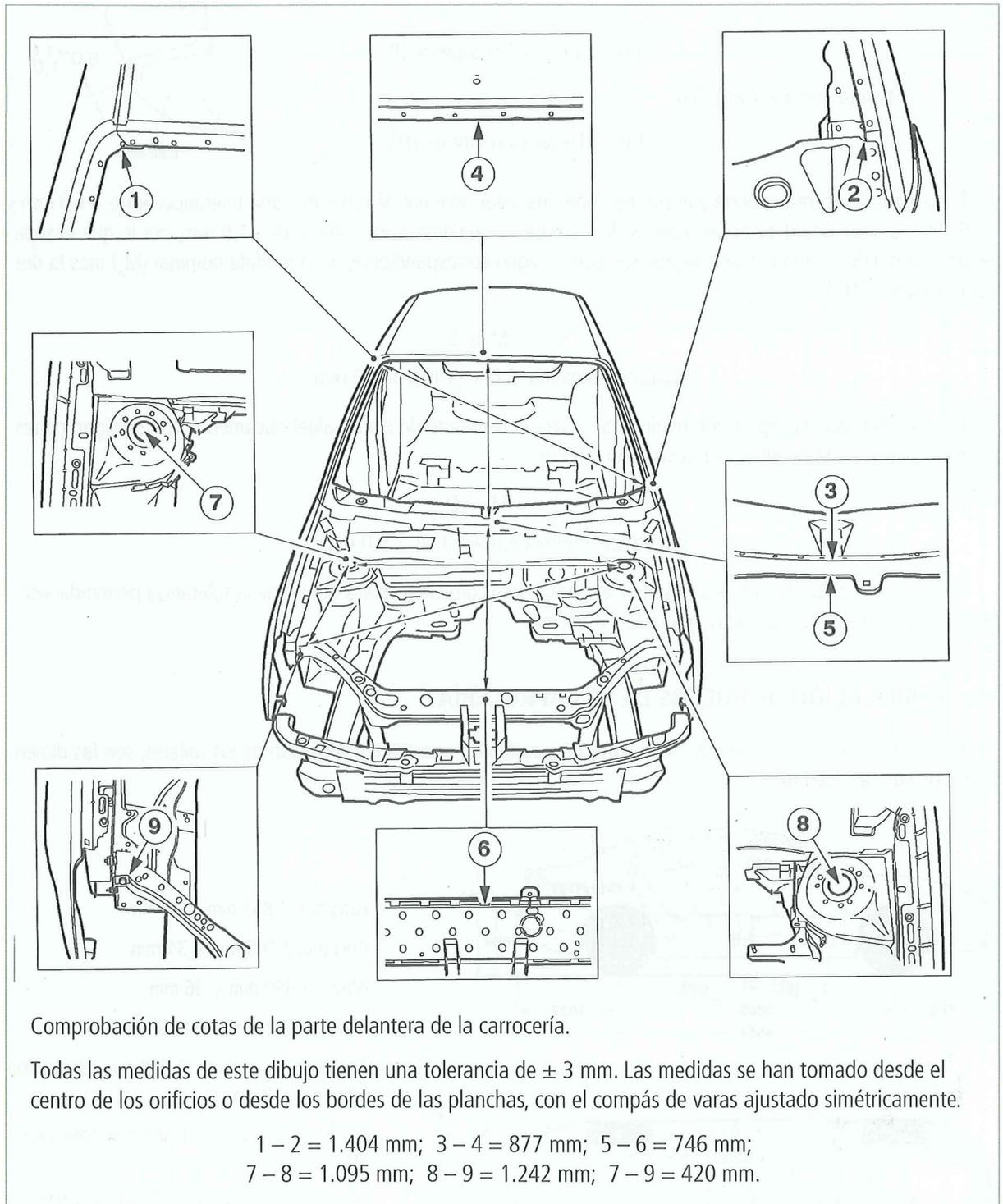
Ancho de vía detrás: 1.585 mm (desviación 50 mm) + 37 mm

Peso en orden de marcha: 1.618-1.816 kg + aprox. 100 kg con el motor correspondiente



Dimensiones y peso del Volvo S80 (07) respecto S80 (06)

Otra de las comprobaciones más habituales que se suelen realizar para diagnosticar los daños que ha podido sufrir un vehículo siniestrado consiste en verificar las medidas dadas por el fabricante para los huecos de puerta, capó y portón.

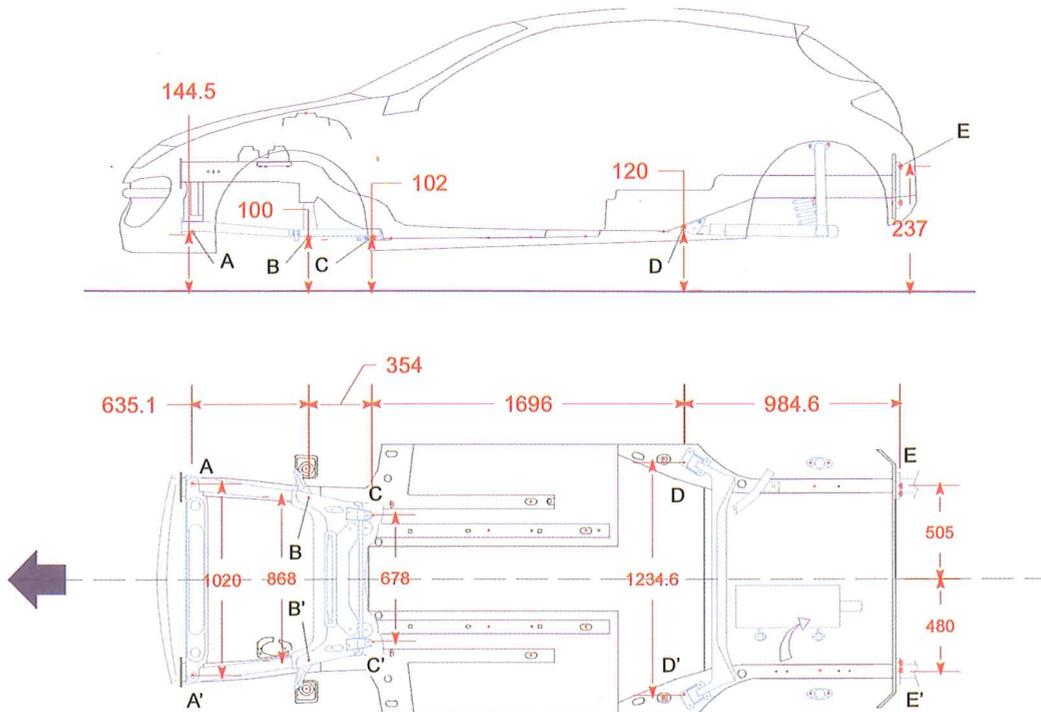


En este caso, mediante el empleo de un compás de varas, se tomarán las medidas indicadas en el dibujo, en los puntos señalados y en sus simétricos, que suelen ser taladros, tornillos, bordes de chapa o cualquier otro lugar exacto fácilmente identificable. Cada punto está definido por un número o letra, y éstos se encuentran detallados mediante una llamada en el dibujo, de manera que no puedan existir errores de interpretación.

3.3. COMPROBACIÓN DE LAS COTAS DE LA PLATAFORMA DE UNA CARROCERÍA

Una de las comprobaciones más comunes en el taller de reparación, cuando un vehículo ha sufrido un impacto de relativa importancia, consiste en verificar las dimensiones del bastidor o plataforma, puesto que las variaciones que puedan existir suelen afectar considerablemente al resto del vehículo, así como a la geometría de la dirección y a su estabilidad.

En el dibujo adjunto, se muestra la plataforma de la carrocería de un vehículo.



Dimensiones del bastidor o plataforma de un Peugeot 308

En él, el fabricante define, mediante un número o letra, a ambos lados de la carrocería, cada uno de los puntos a verificar y las distancias correspondientes entre ellos, de tal forma que, cualquier pequeña variación en alguna de estas dimensiones, como consecuencia de un impacto, puede apreciarse al verificar el resto de las cotas en la zona de influencia del impacto.

Analizando detenidamente las variaciones en las cotas, se podrán determinar, con precisión, los desplazamientos sufridos por un punto de la carrocería en magnitud, dirección y sentido.

Una vez conocida la nueva posición de un punto concreto de la carrocería, se podrán plantear adecuadamente los tiros correctores y su dirección, para devolver al punto verificado sus cotas originales de forma rápida, correcta y sin provocar nuevas deformaciones a la carrocería.

Recuerda



Cuando un vehículo ha sufrido un impacto importante es preciso verificar las **dimensiones** del bastidor o plataforma, puesto que las variaciones que puedan existir suelen afectar considerablemente a la **geometría** de la **dirección** y a su **estabilidad**.

3.4. MEDICIÓN DE CARROCERÍAS EN BANCADA

La estructura de la carrocería debe satisfacer una geometría y unas características dimensionales precisas, definidas al realizar el diseño del vehículo, formando todos y cada uno de sus elementos, en su posición exacta, un conjunto geoméricamente equilibrado. Los fabricantes de automóviles publican en sus manuales de taller planos de medidas de la plataforma de sus vehículos. En dichos planos aparecen reflejados los puntos de referencia a controlar, así como sus cotas. Las cotas pueden estar tomadas con respecto al plano del vehículo (alturas), a una línea central o de simetría que pasa por el centro del vehículo (anchuras) y a una línea cero, perpendicular a la línea central (longitudes); en la mayor parte de los casos, no obstante, son distancias entre puntos.

Las medidas van acompañadas de sus tolerancias correspondientes, que marcarán la dimensión máxima y mínima admisible para cada medida. Ello se debe a que en la fabricación de una carrocería, al igual que en cualquier otro proceso de fabricación, se van a concretar una serie de errores dimensionales en la propia fabricación de las piezas, de posición en su ensamblaje posterior y errores de medida en su control y verificación, debido a la apreciación y calibrado de los equipos correspondientes.

Debes saber

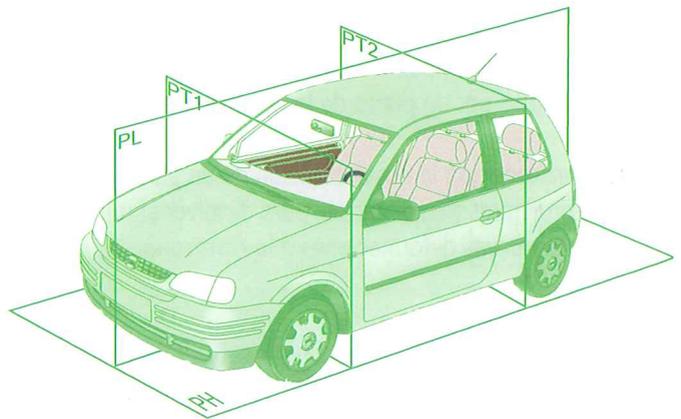


El equipo que posibilita el estiraje y la conformación de las deformaciones que puede presentar una carrocería en su conjunto es la **bancada**.

Una bancada hace posible el control y la verificación de las medidas y cotas originales de la carrocería; para ello, todas las bancadas disponen de un sistema de fijación y amarre, de un equipo de estiraje y de un sistema de medida y control.

Todos los sistemas de medición y control de las bancadas están basados en los mismos principios. El fundamento de estos equipos se basa en el establecimiento de tres planos de referencia imaginarios y perpendiculares entre sí, que son los siguientes:

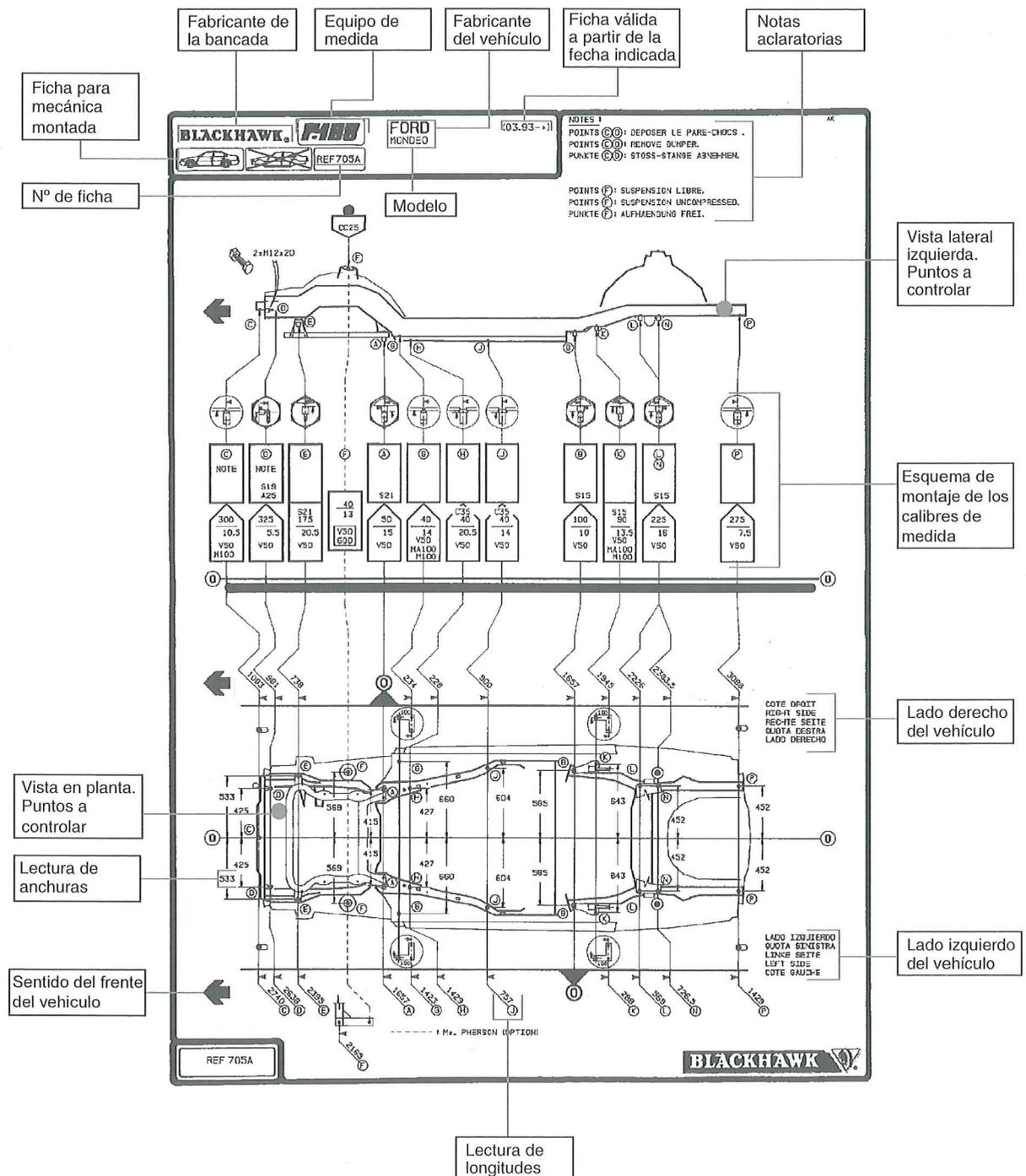
- Un **plano horizontal (PH)** paralelo al bastidor o la plataforma de la carrocería. Este plano se toma como referencia para medir la altura de los puntos a verificar.
- Un **plano longitudinal vertical (PL)**, que cruza el vehículo por su centro, de adelante a atrás; sobre éste se miden los anchos del vehículo a uno y otro lado.
- **Uno o dos planos transversales verticales**, uno delantero (PT1) y otro trasero (PT2), paralelos entre sí y perpendiculares a los planos longitudinal y horizontal. Desde uno de estos planos se miden las longitudes del vehículo. Se suele tomar como referencia cero, en longitud, el plano delantero, si el daño a verificar o reparar está en la parte trasera de la carrocería, y viceversa.



Planos de referencia de las bancadas

Las dimensiones del chasis o plataforma que definen los fabricantes de vehículos para cada carrocería son las cotas de partida a las que cada fabricante de bancadas y medidores adapta su equipo o equipos específicos de medición y control de carrocerías.

Esta adaptación de medidas se recoge en un plano, que se conoce con el nombre de ficha de medidas o **ficha de bancada** del vehículo correspondiente. Cada equipo de medición o comprobación de carrocerías dispone de una ficha con las medidas correspondientes a cada modelo de carrocería.



Ficha de medidas de bancada

Recuerda



Todos los sistemas de **medición y control** de las bancadas están basados en los mismos principios. El fundamento de estos equipos se basa en el establecimiento de tres planos de referencia imaginarios y perpendiculares entre sí (horizontal, longitudinal y transversal).

3.5. REPRESENTACIÓN DE DESPIECES DE COMPONENTES DE UN VEHÍCULO

En los trabajos que se realizan en la reparación de carrocerías es necesario consultar, con frecuencia, los despieces de conjuntos o grupos de elementos comercializados por el fabricante de cada vehículo, bien para adquirir las piezas de recambio necesarias, bien para conocer la forma de desmontaje y montaje de las distintas piezas que componen un conjunto.

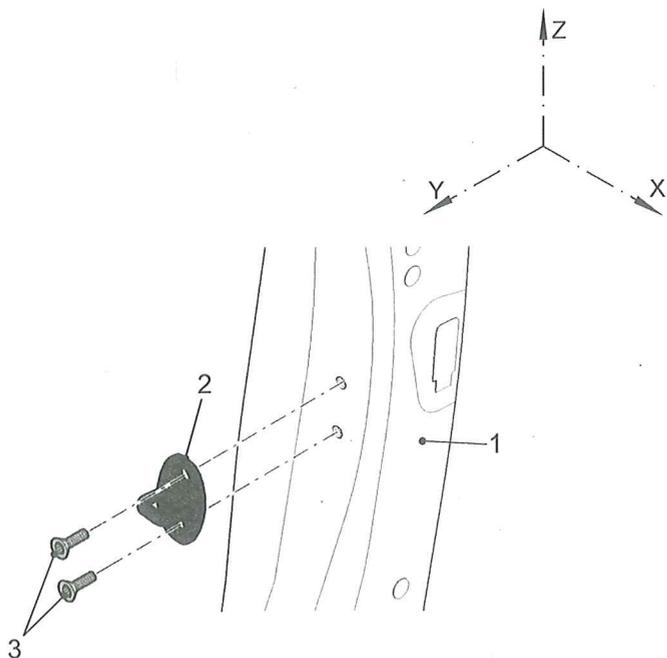
En la documentación técnica facilitada por los fabricantes de automóviles, al realizar la representación de los despieces de un conjunto de elementos, se suelen seguir las premisas siguientes:

Separar los elementos a lo largo de uno o varios de los ejes principales del conjunto, de tal manera que cada uno de los elementos separados mantengan una posición relativa paralela a su posición real de montaje.

Mantener el orden de montaje en los distintos elementos separados del conjunto o despiezados, de tal manera que cada elemento desmontado de la carrocería quede más próximo a ésta que el resto de elementos que se deberán montar después del elemento en cuestión.

A modo ilustrativo, se comentan a continuación varios casos prácticos que se presentan, habitualmente, en la documentación técnica para la reparación de vehículos.

EJEMPLO N.º 1: Despiece de un resbalón de puerta



Marca	Denominación
1	Pilar
2	Resbalón
3	Tornillo

Despiece del resbalón de puerta

Elementos que componen el despiece

En la figura, se observa que el despiece del resbalón de la puerta está compuesto por un resbalón (2) y dos tornillos (3).

Modo de montaje

El resbalón (2) va fijado al pilar (1) mediante dos tornillos (3), que entran por los orificios del resbalón y se anclan en los agujeros roscados del pilar.

Representación gráfica del despiece

Analizando el dibujo, se observa que el despiece se ha realizado de la siguiente forma:

- Desenroscar los tornillos y separarlos del pilar según la dirección del eje Y.
- Separar el resbalón del pilar según la dirección del eje Y.
- En el despiece se mantiene el orden de montaje, es decir, el resbalón queda más próximo al pilar que los tornillos, lo que implica que, en el orden de montaje, va primero el resbalón y, seguidamente, los tornillos.

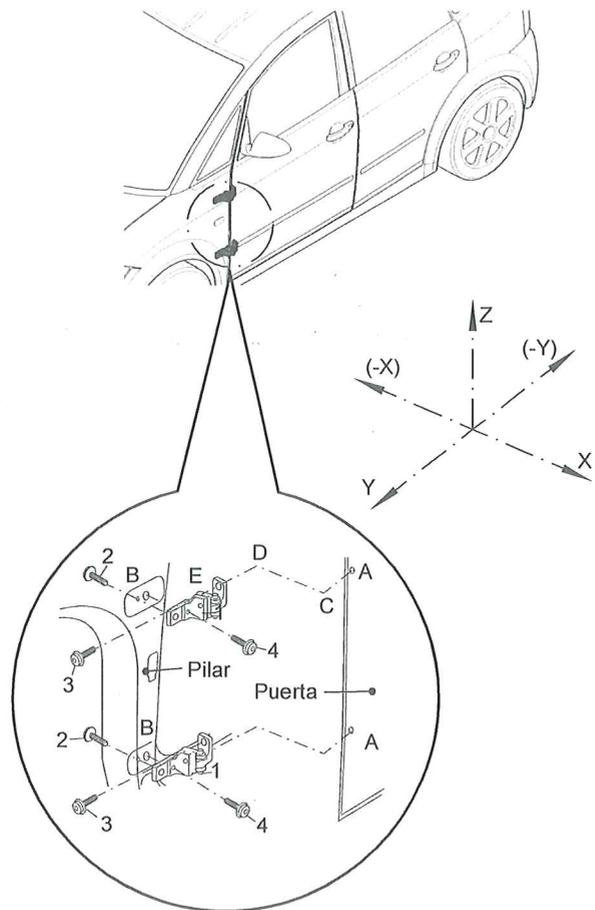
EJEMPLO N.º 2: Despiece de bisagras de la puerta delantera izquierda

En la figura se representan desmontadas las bisagras y se muestran separadas tanto de la puerta como de la carrocería, por medio de su desplazamiento en la dirección de los ejes representados.

Se puede observar que cada una de las piezas separadas se mantiene en una posición paralela a su posición real de montaje; es decir, sólo se han desplazado paralelamente a los ejes principales del conjunto montado.

A la vista del despiece representado, el montaje se interpretará y realizará de la siguiente forma:

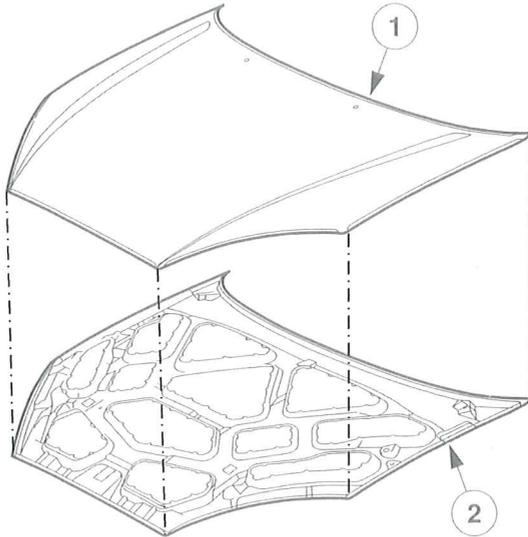
- Las bisagras (1) se acoplan en los taladros «A» de la puerta por medio de los tornillos (3), que entran por la bisagra y roscan en la puerta.
- Estas bisagras se unen al pilar delantero mediante los tornillos (2) y (4). El tornillo (2) cruza el pilar desde el interior de la carrocería y se rosca en la bisagra; el tornillo (4) cruza la bisagra desde la parte exterior del vehículo y se rosca sobre el pilar delantero de la carrocería.



Bisagras de la puerta delantera izquierda

EJEMPLO N.º 3: Despiece del capó delantero

El capó está compuesto por dos piezas de chapa ensambladas, que son el panel exterior y el refuerzo interior. Para representar su despiece, se han separado ambas piezas, desplazándolas en la dirección del eje Z y manteniéndolas paralelas entre sí.



- 1. Panel exterior del capó.
- 2. Refuerzo interior del capó.

Desmontaje del capó delantero

	Zona de unión	Tipo de unión
1	Bisagra derecha	2 tuercas
2	Bisagra izquierda	2 tuercas



Desmontaje del capó delantero del Opel Astra J

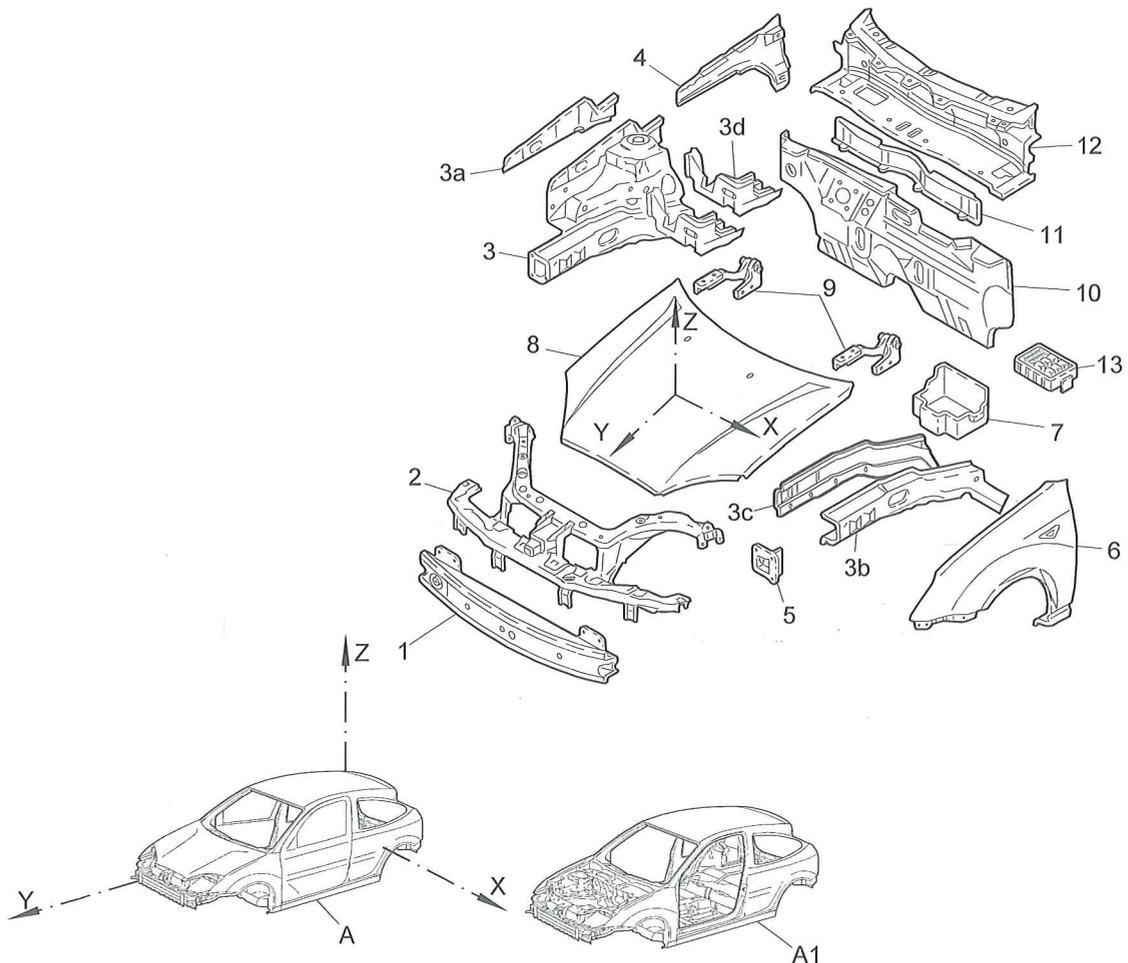
EJEMPLO N.º 4: Despiece de la carrocería de un automóvil

La correcta interpretación de los despieces disponibles de una carrocería facilita la tarea de elegir las piezas más idóneas para efectuar la reparación de un posible daño del modo más adecuado, desde un punto de vista técnico.

A modo de ejemplo, a continuación, se presenta el dibujo con las piezas disponibles de una carrocería y la denominación habitual de cada una de ellas.

Como se puede observar, existen piezas que se comercializan tanto formando parte de un conjunto como de manera independiente. Así, por ejemplo, en la parte delantera de la carrocería, cada una de las piezas que integran el conjunto pase rueda-larguero delantero (3) se suministra por separado o formando parte del citado conjunto. De esta manera, en función de la magnitud y de la localización exacta del daño, se optará por la alternativa que sea más adecuada.

DESPIECE DE LA PARTE DELANTERA DE LA CARROcerÍA



A. Carrocería.

1. Travesía delantera.

2. Frente delantero.

3. Conjunto pase rueda - larguero delantero.

3a. Pase de rueda.

3b. Larguero delantero.

3c. Chapa recubrimiento de larguero.

3d. Prolongación del larguero delantero.

4. Refuerzo del pase de rueda.

5. Punta del larguero delantero.

6. Aleta delantera.

7. Soporte de la batería.

8. Capó delantero.

9. Bisagras del capó.

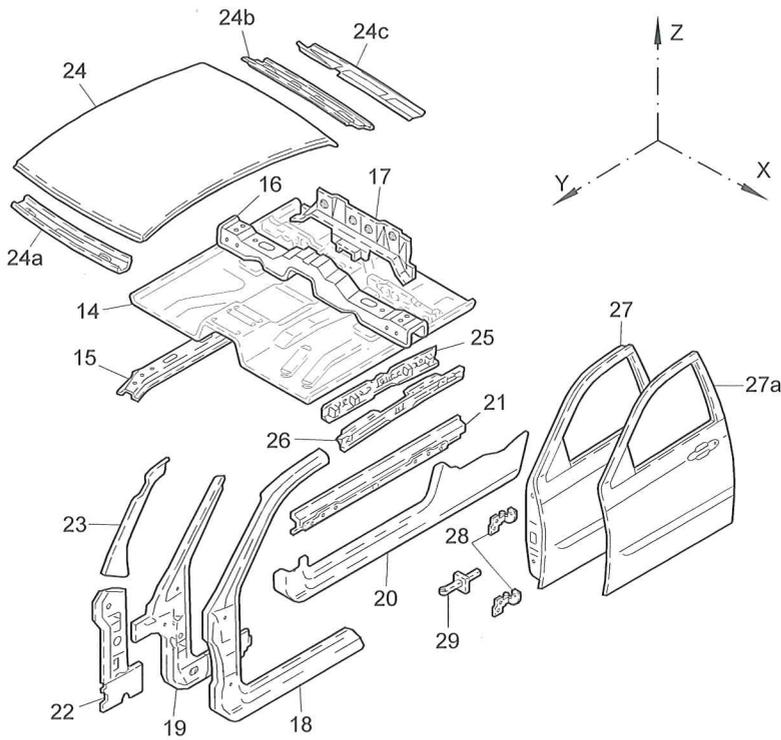
10. Salpicadero.

11. Refuerzo superior del salpicadero.

12. Rejilla de aireación.

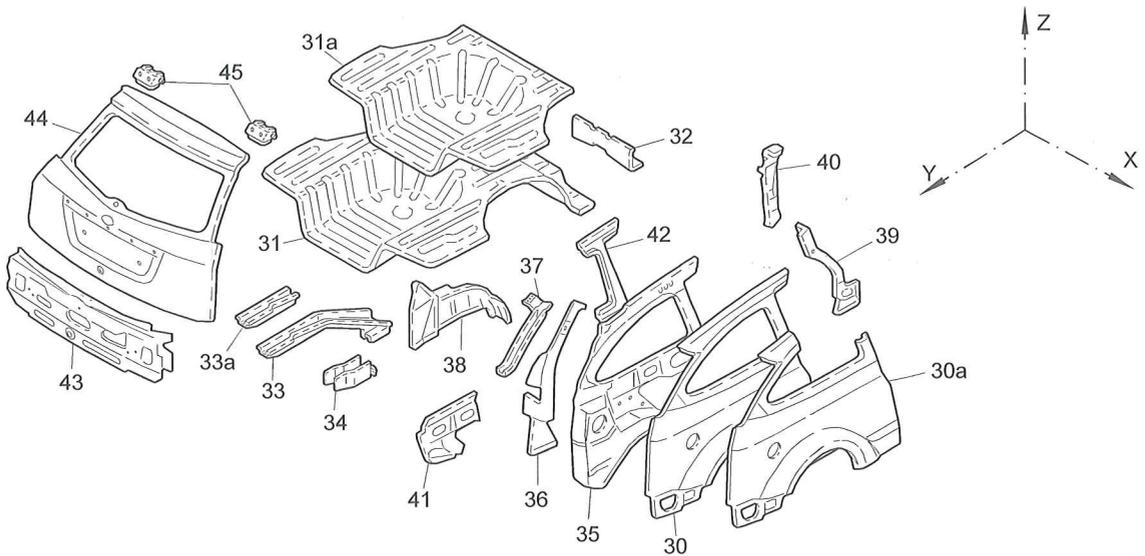
13. Soporte de la unidad electrónica.

DESPIECE DE LA PARTE CENTRAL DE LA CARROCERÍA



- 14. Piso del habitáculo.
- 15. Larguero del piso.
- 16. Travesaño del asiento delantero.
- 17. Travesía central del piso.
- 18. Pilar anterior.
- 19. Refuerzo del pilar anterior.
- 20. Estribo bajo puerta.
- 21. Cierre del estribo.
- 22. Cierre inferior del pilar anterior.
- 23. Cierre superior del pilar anterior.
- 24. Techo.
 - 24a. Travesía delantera del techo.
 - 24b. Travesía trasera del techo.
 - 24c. Cierre de la travesía del techo.
- 25. Larguero exterior del techo.
- 26. Cierre del larguero exterior del techo.
- 27. Puerta delantera.
 - 27a. Panel de la puerta delantera.
- 28. Bisagras de la puerta delantera.
- 29. Tirante de freno de la puerta delantera.

DESPIECE DE LA PARTE TRASERA DE LA CARROCERÍA



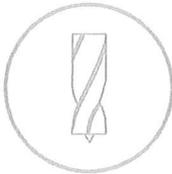
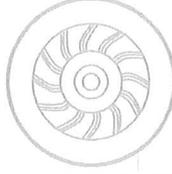
- 30. Aleta trasera.
 - 30a. Costado trasero por custodia.
- 31. Conjunto de piso maletero.
 - 31a. Piso maletero.
- 32. Travesaño del piso.
- 33. Larguero trasero.
 - 33a. Sección posterior del larguero trasero.
- 34. Soporte del gancho.
- 35. Cierre del costado trasero.
- 36. Revestimiento trasero de la aleta trasera.
- 37. Pletina vierteaguas.
- 38. Pase de rueda interior trasero.
- 39. Apoyo inferior de la aleta trasera.
- 40. Apoyo superior de la aleta trasera.
- 41. Refuerzo del pase de rueda trasero.
- 42. Refuerzo del montante anterior de aleta.
- 43. Faldón trasero.
- 44. Portón trasero.
- 45. Bisagras del portón trasero.

3.6. SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE LOS FABRICANTES DE VEHÍCULOS

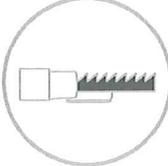
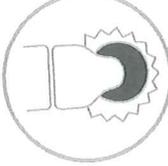
En la documentación técnica facilitada por los fabricantes de vehículos se indican los métodos de trabajo recomendados en cada una de las intervenciones a realizar en el taller. Con el fin de facilitar el reconocimiento de las operaciones, se utilizan una serie de símbolos, que evitan la repetición sistemática de las intervenciones que componen los procesos de trabajo.

De esta forma, mediante el símbolo y/o dibujo apropiado se consigue la información necesaria sobre las distintas operaciones.

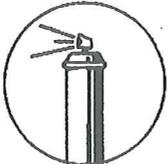
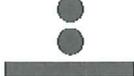
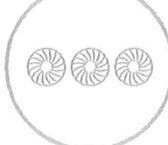
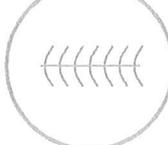
Entre los símbolos más comunes utilizados se encuentran las siguientes:

SIMBOLOGÍA DE REPARACIONES DE CARROCERÍA		
	*****	Taladrar con fresa los puntos de soldadura.
	●●●●●●●●	Taladrar con broca los puntos de soldadura.
		Limpiar con disco de fibra.
		Cortar con cincel y martillo.
		Reparar las zonas de asiento con tas y martillo.
		Esmerilar las uniones.

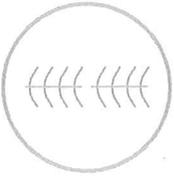
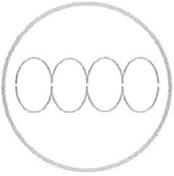
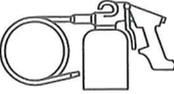
SIMBOLOGÍA DE REPARACIONES DE CARROCERÍA

		<p>Presentar la pieza y fijar con mordazas de presión.</p>
		<p>Cortar con tijera manual.</p>
		<p>Cortar con sierra alternativa.</p>
		<p>Cortar con sierra circular.</p>
		<p>Línea de corte.</p>
		<p>Taladrar con dobladora perforada.</p>
		<p>Realizar solape.</p>
		<p>Realizar unión mediante adhesivo.</p>
		<p>Adhesivo estructural.</p>

SIMBOLOGÍA DE REPARACIONES DE CARROCERÍA

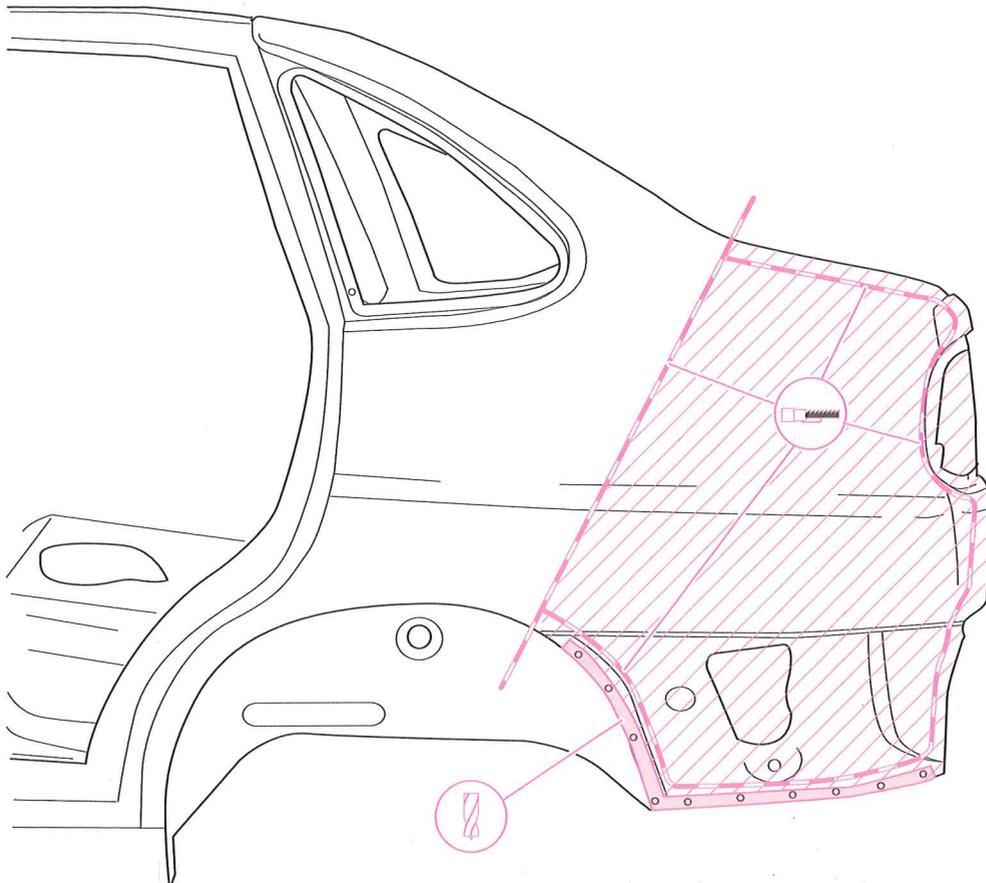
		<p>Aplicar masilla electrosoldable.</p>
		<p>Soldar por puntos con el tipo de electrodo representado y limpiar la unión con disco de fibra.</p>
		<p>Aplicar pintura con base aluminio.</p>
		<p>Soldadura por puntos a tapón.</p>
		<p>Soldadura por puntos, una fila.</p>
		<p>Soldadura por puntos, dos filas.</p>
		<p>Soldadura por puntos, dos filas desplazables.</p>
		<p>Soldadura por puntos a tapón bajo gas protector.</p>
		<p>Aplicar pintura de cinc, soldadura bajo gas protector puntos a tapón y esmerilar la soldadura.</p>
		<p>Soldadura bajo gas protector MIG/MAG, cordón continuo. A continuación, esmerilar la soldadura.</p>

SIMBOLOGÍA DE REPARACIONES DE CARROCERÍA

		<p>Soldadura bajo gas protector MIG/MAG, cordón discontinuo. A continuación, esmerilar la soldadura.</p>
		<p>Soldadura amarilla o soldadura de latón.</p>
		<p>Baño de estaño.</p>
		<p>Protección de bajos.</p>
		<p>Aplicación de cera de cavidades.</p>
		<p>Seguridad.</p>

Para adquirir destreza en la interpretación de los símbolos y pictogramas, a continuación se expone un ejemplo práctico de identificación de símbolos.

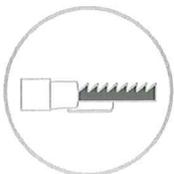
En el primer dibujo, se muestra la primera fase del proceso de sustitución parcial de una aleta trasera, indicándose las zonas de corte, mediante sierra neumática, y el taladrado de puntos de soldadura, con el objeto de separar la parte de aleta dañada.



Zonas de corte y separación



Línea de corte: Representa el trazado de la línea de corte a seguir hasta separar del vehículo la zona dañada de la aleta.

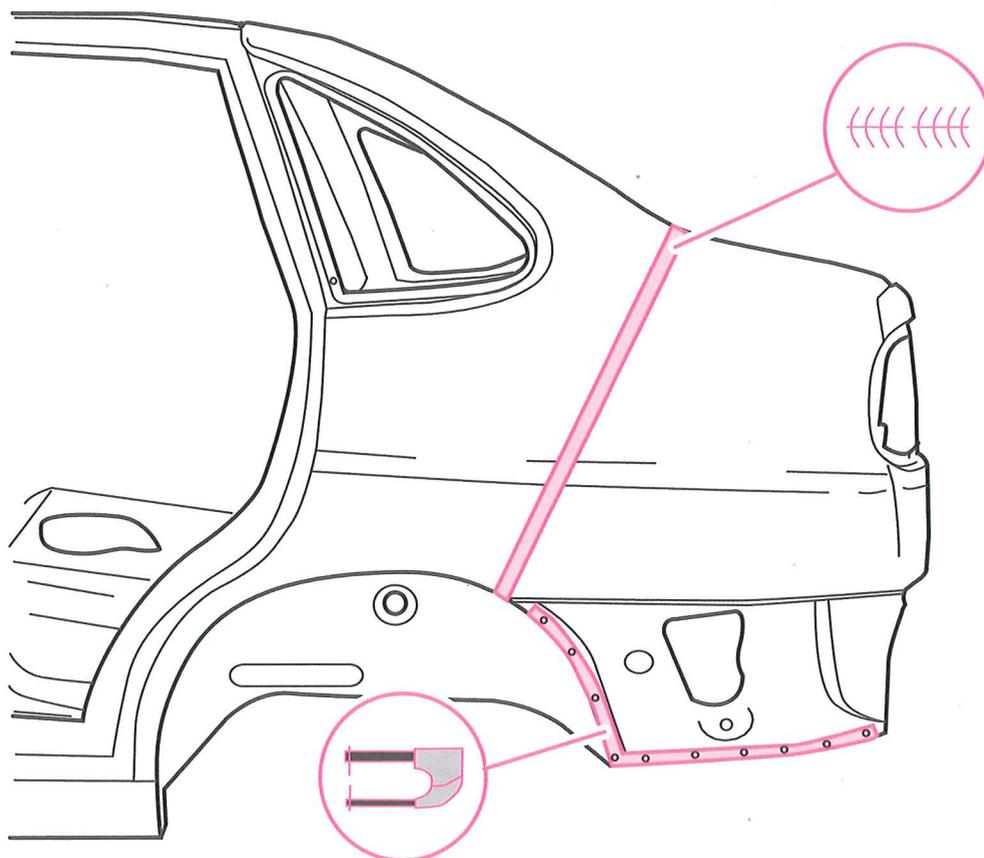


Corte con sierra alternativa.

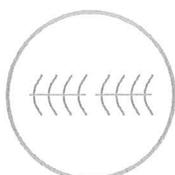


Taladrar con fresa los puntos de soldadura.

En el siguiente dibujo, se muestra otra de las fases del mismo proceso de sustitución, en el cual se indica el tipo de soldadura a emplear en cada una de las zonas de unión de la pieza.



Tipos de unión

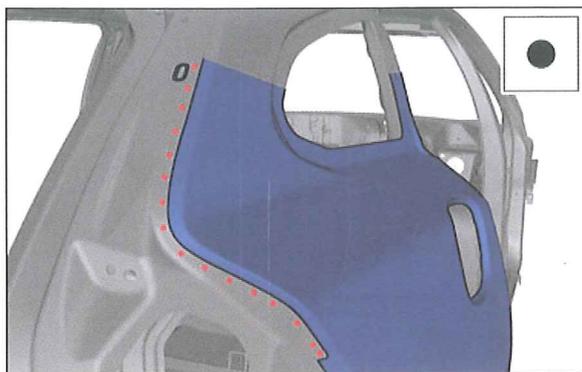
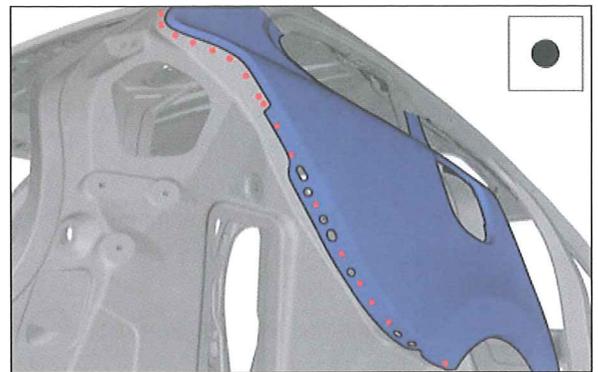
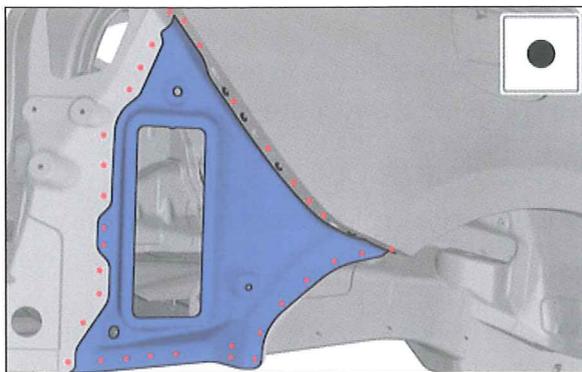
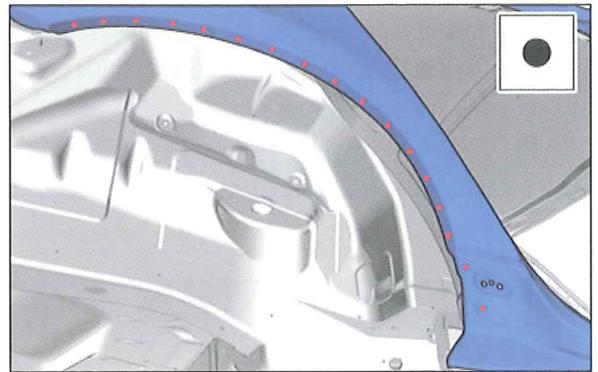
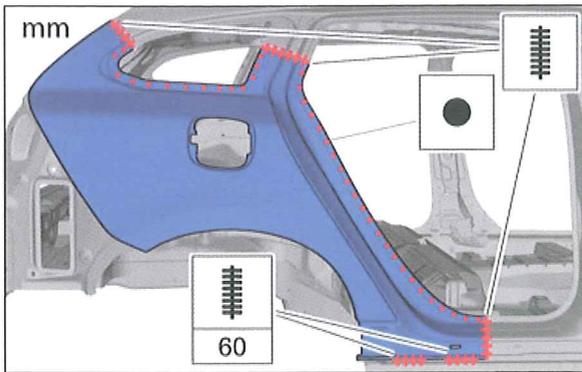


La zona del dibujo afectada por este símbolo se unirá bajo gas protector con soldadura MIG/MAG con cordón discontinuo.



La pestaña inferior de la aleta marcada con este símbolo se unirá mediante soldadura por puntos de resistencia.

El siguiente ejemplo nos muestra los tipos de soldadura necesarios en la sustitución de una aleta trasera de un Volvo V60 en cada una de sus zonas de unión.



- | | | | | | |
|---|---|--|--|--|--|
| |  |  =3,5mm |  =4,5mm |  =6mm |  =8mm |
| 1 |  | 1. Soldadura por puntos de resistencia (los colores indican el diámetro del punto) | | | |
| 2 |  | 2. Soldadura por puntos a tapón | | | |
| 3 |  | 3. Soldadura MIG continua (longitud, en mm) | | | |
| | |  | 220 | | |
| 4 |  |  | 20-50 | | |
| | | 4. Soldadura MIG a intervalos (longitud de distancia entre los cordones, en mm) | | | |



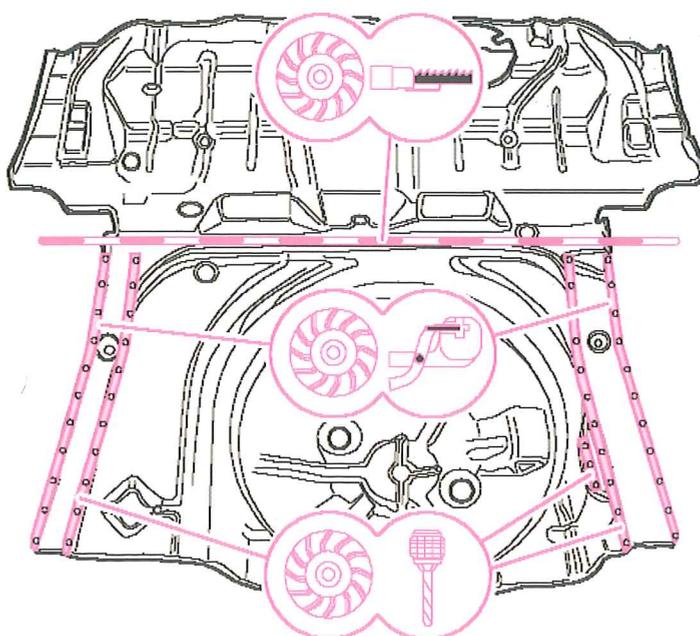
Examínate

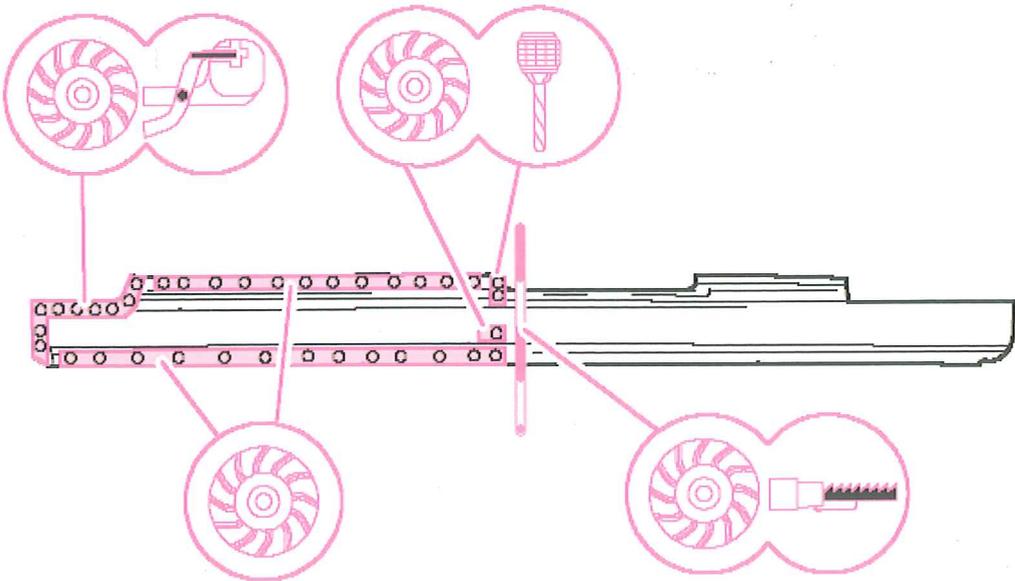
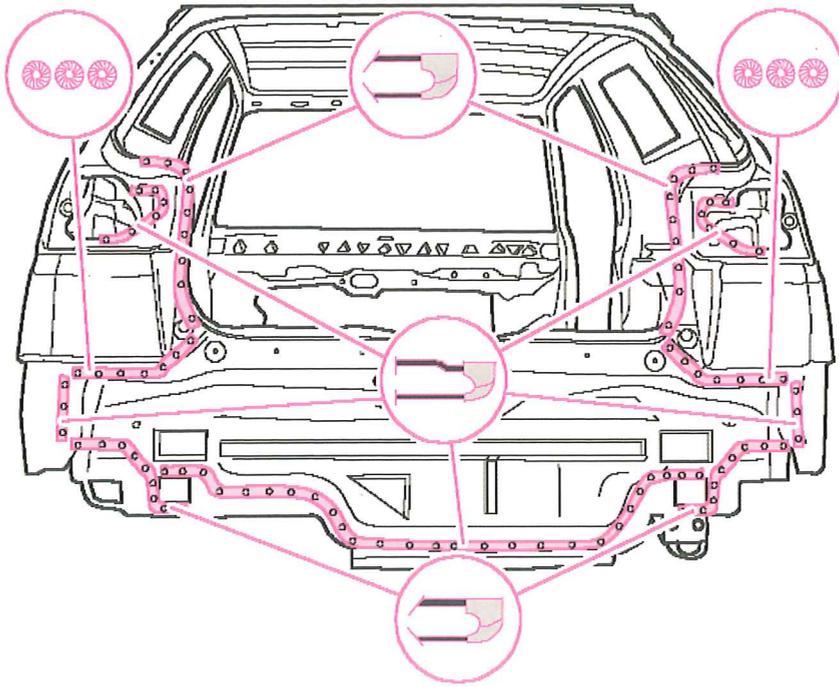
- Enumera las medidas imprescindibles que se deben tomar para comprobar los posibles daños que haya podido sufrir una carrocería en su parte delantera (hueco motor).
- Fundamento de la medición de carrocerías en bancada.

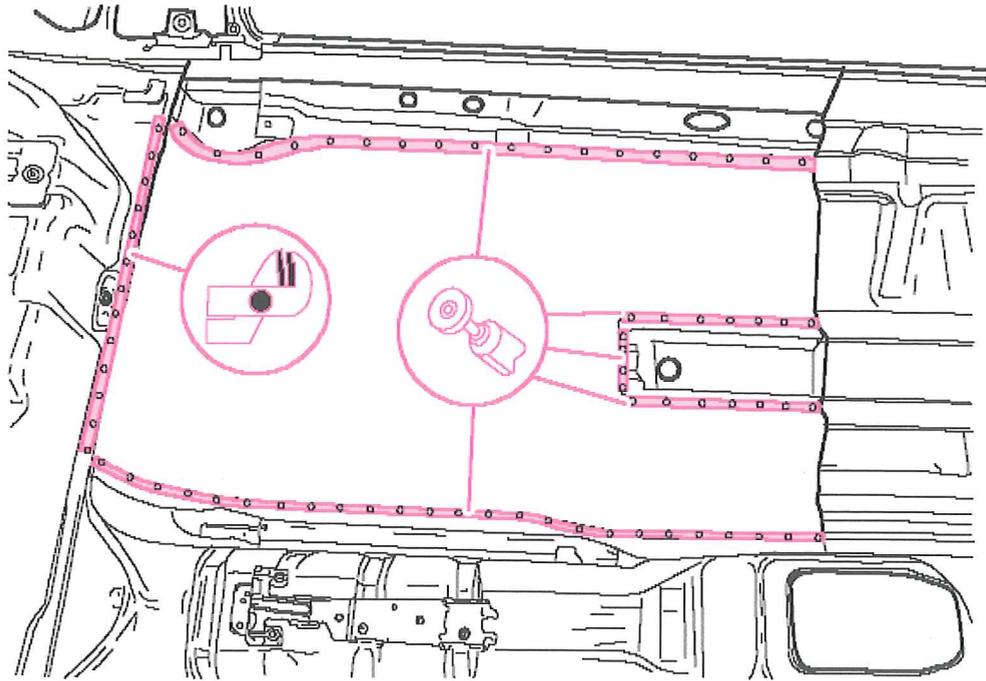


Practica

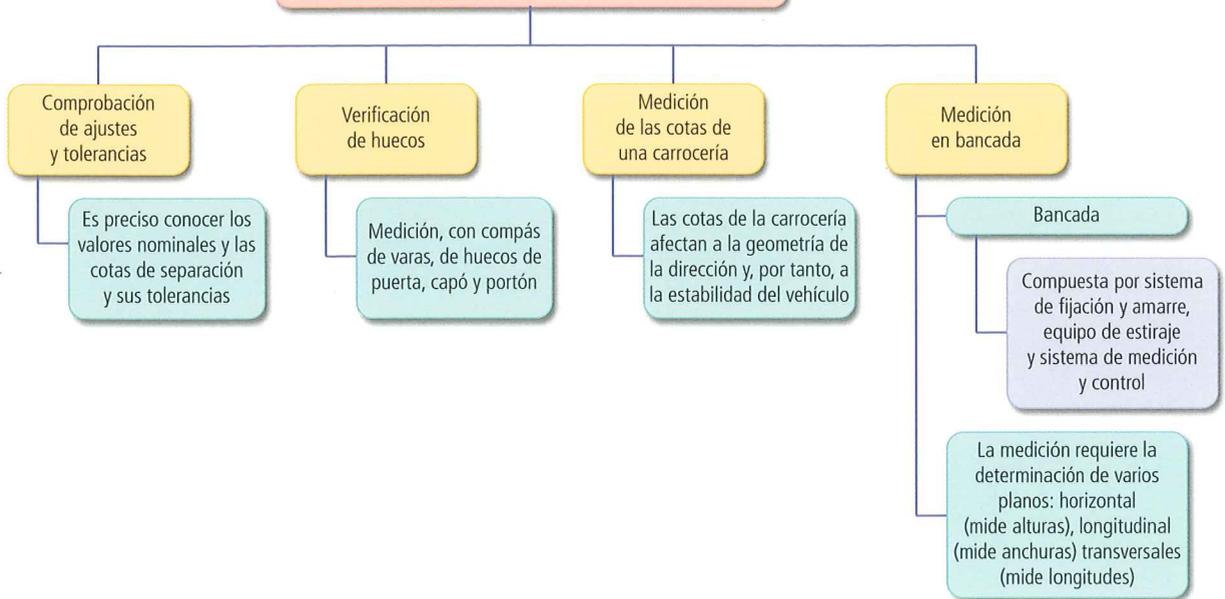
- Con una aleta delantera desmontada, realiza su croquis, indicando el sistema de unión de cada zona.
- Sobre una carrocería o vehículo, y con la ayuda de un compás de varas, verifica las medidas de los huecos de puertas, del capó y del portón, comparándolas con las que aparecen en el manual de reparación de carrocerías del fabricante.
- Sobre una carrocería, y con el manual del fabricante en la mano, identifica las piezas estructurales y cosméticas del vehículo.
- Desmonta una puerta y dibuja, en su posición relativa, para facilitar su montaje posterior, la disposición de las bisagras retiradas y de los tornillos de fijación con la carrocería.
- Interpretar las operaciones realizadas en los siguientes dibujos:







SIMBOLOGÍA TÉCNICA UTILIZADA POR LOS FABRICANTES



4

Determinación del proceso de corte y desgrapado de elementos fijos



Sumario

- 4.1. Herramientas de corte
 - 4.2. Herramientas de desgrapado
 - 4.3. Elementos de corte
 - 4.4. Corte con plasma
 - 4.5. Procesos de sustitución de elementos de carrocería
- Examínate y Practica
- Esquema

Aprenderás a...



- Seleccionar las herramientas apropiadas a cada unión.
- La utilidad de la tecnología de corte por plasma.
- Afrontar con garantías un proceso de sustitución de la pieza completa o por sección parcial.



En capítulos anteriores se han mostrado los tipos de unión de los elementos de una carrocería. Para su desmontaje, si el elemento tiene un sistema móvil de unión, la operación no suele presentar mayores problemas, puesto que el operario se limita a desmontar el panel dañado y a reemplazarlo por otro nuevo. Ahora bien, si es un sistema de unión fijo, su reemplazamiento es algo más complicado y laborioso, en el que habrá que hacer uso de técnicas de corte y desprendimiento de soldaduras que posibiliten su retirada total o parcial (en función del daño, de su localización y del tipo de sustitución).

Por tanto, estas operaciones de corte y desprendimiento de soldaduras, un tanto complementarias, las realiza frecuentemente el chapista, que deberá conocer las técnicas a seguir y las principales herramientas existentes en el mercado para facilitar la ejecución del trabajo, así como su manejo, con el fin de obtener reparaciones de calidad.

En la práctica, en la reparación o sustitución de componentes de la carrocería, las operaciones de corte y desgrapado más frecuentes son:

- Corte de desecho en paneles o componentes estructurales.
- Corte de uniones.
- Corte de aristas.
- Despunteo de puntos de soldadura.
- Desprendimiento de cordones MIG/MAG.
- Desprendimiento de cordones láser en acero y *brazing*.
- Desprendimiento de remachado.

Además de elementos de corte y despunteado, en este capítulo veremos procesos de sustitución de elementos de la carrocería en los que es preciso utilizar técnicas de unión.

4.1. HERRAMIENTAS DE CORTE

Para la ejecución de estas operaciones, el chapista tiene a su disposición una serie de herramientas, fundamentalmente de accionamiento manual, neumático o eléctrico. Las principales herramientas manuales para el corte de paneles se describen a continuación.

4.1.1. Herramientas manuales

El **cincel** es una pletina de acero con contornos redondeados, previamente sometido a un tratamiento de forja y temple. Está dividida en tres partes: cabeza (por donde se golpea), cuerpo (por donde se agarra) y filo (parte cortante). La parte cortante es de sección plana, rectilínea y muy fina, y dispone de un filo sencillo, con un ángulo de corte entre 30° y 60°. Este corte va en la parte opuesta a la cabeza y también en un lateral de esta sección. La empuñadura, en la zona de la cabeza, presenta una protección para la mano.



Cincel

El corte con esta herramienta ha de hacerse en zonas junto a los pliegues de las pestañas de unión para no deformar las piezas que han de quedar en la carrocería, no para seccionar una pieza por un vano amplio, ya que la herramienta rebotaría al golpear. Por esta razón, se empleará únicamente en el corte de piezas de desecho y nunca cuando se realice un corte para una junta.

El corte que se ejerce con esta herramienta sobre metales se limita a la eliminación de restos de los puntos fresados y a la separación de pestañas soldadas o con adhesivos y selladores. Esta herramienta facilita el desprendimiento de la pieza a sustituir, preservando de la deformación a las pestañas de unión.

Recuerda



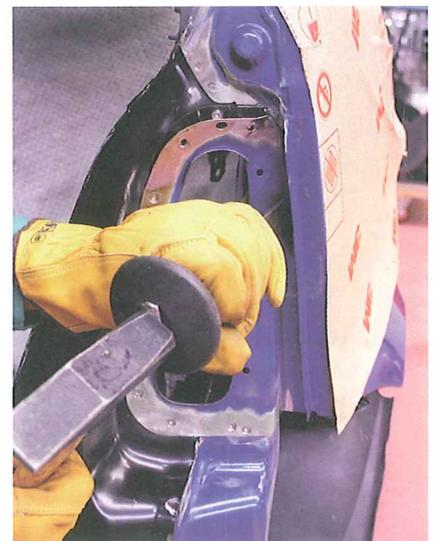
El **cincelado manual** es un trabajo fatigoso y lento, que se efectuará únicamente cuando no se puedan emplear otros procedimientos de corte.

Existe un tipo de **cincel de hacha** especial para el corte de desecho en la chapa de la carrocería que consta de un mango universal y, en los extremos, un soporte para golpear y una cuchilla de corte intercambiable en forma de media luna.

La **espátula o cuchilla de corte y separación** es una pletina de acero templado, más fina que un cincel, con un ángulo de corte de 30° y cubierta por un mango que facilite y asegure golpear en su cabeza.

El corte que se ejerce con esta herramienta sobre metales se limita a eliminar restos de los puntos fresados y a separar las pestañas soldadas o con adhesivos y selladores. Esta herramienta facilita el desprendimiento de la pieza a sustituir, preservando de la deformación a las pestañas de unión.

El método con **tijeras y cizalla manual** se basa en la introducción de la chapa en la boca de la tijera y cizallar la chapa. Al juntar y apalancar los mangos de la tijera, la boca pivota sobre el eje y presiona la chapa, cizallándola. Existen diferentes tipos de tijeras rectas y curvas (a derecha e izquierda). Esta herramienta se ha dejado de utilizar en reparación, ya que no se adapta a los cortes de desecho.



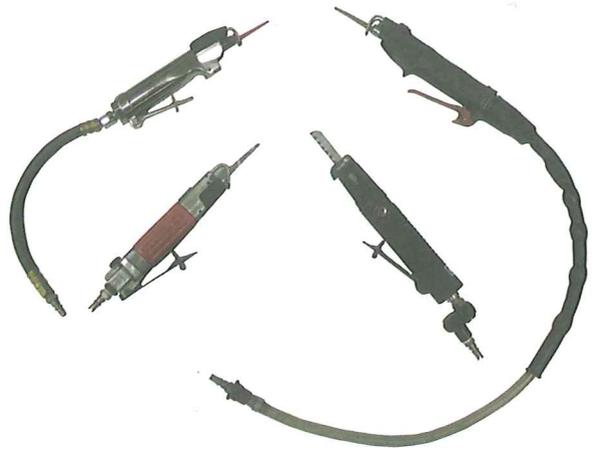
Corte con cincel en una chapa de la carrocería

4.1.2. Herramientas neumáticas

Estas herramientas proporcionan mayor seguridad y ergonomía al operario en caso de enganche o rotura de la herramienta, siendo accionadas por aire comprimido, que hace girar un rotor o mueve el pistón de un cilindro.

Estas herramientas son más ligeras, resistentes y seguras. Su mantenimiento es mínimo, aunque deben tenerse en cuenta las presentes consideraciones:

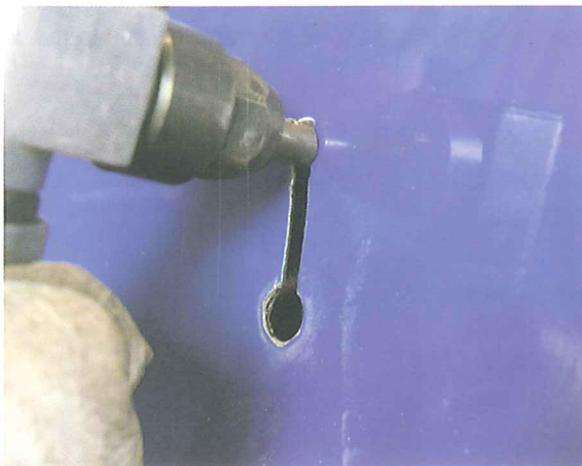
- El aire suministrado debe estar limpio y exento de humedad, por lo que la toma de aire dispondrá de filtro, separador de agua y lubricador.
- En caso de que la red no disponga de sistema lubricador en los puntos de conexión, conviene hacerlo de forma manual, diariamente, antes de su uso. El engrase se realizará vertiendo unas gotas de aceite especial para herramientas neumáticas en la entrada de aire y poniendo la máquina a funcionar.



Sierras neumáticas

Existen máquinas de **tijera, cizalla y roedora**, con movimiento neumático y eléctrico, poco efectivas para el corte en las carrocerías. Debido a las irregularidades y pliegues de la chapa dañada, las cuchillas se atascan fácilmente, no llevando a buen término el corte.

Los cortes de desecho también se pueden ejecutar con un **percutor neumático**, con mucha rapidez. No obstante, son muy molestos, no sólo para el operario sino para el resto de trabajadores del taller. Por ello, no se recomienda su uso.



Corte con roedora

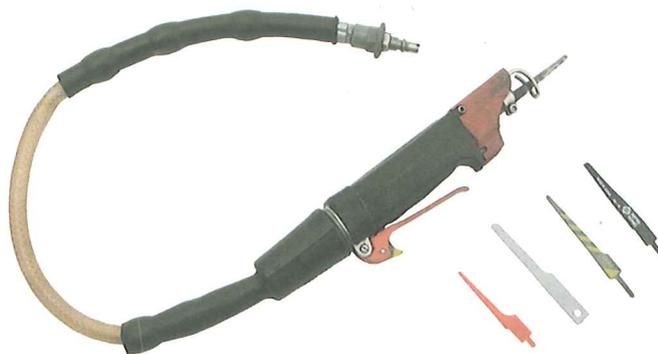


Corte con cincel neumático

La **sierra neumática de vaivén** realiza el corte por medio de un movimiento oscilante de vaivén aplicado a la hoja, con una frecuencia de alrededor de 200 carreras por segundo. Suelen disponer de diferentes hojas de corte intercambiables, en función del material y espesor que se vaya a cortar. En todo caso, es preciso regular la carrera entre 2 y 8 mm.

El uso de estas sierras está generalizado en la reparación de carrocerías, debido a las importantes ventajas que aportan:

- Permiten trabajar sobre superficies planas, curvadas, quebradas y aristas vivas, chapas recubiertas químicamente, etc.
- El corte no origina rebabas ni deformaciones en las chapas, y la sección producida tiene la precisión y uniformidad suficientes para servir como borde de unión y encarar las piezas nuevas.
- Hacen posible el corte de materiales de distinta naturaleza con sólo acoplar la hoja adecuada.



Sierra neumática de vaivén y cuchillas

Debes saber



Las **sierras de vaivén** se utilizan para practicar cortes de precisión en paneles de la carrocería, limitándose su uso a la longitud de la hoja de sierra.

Una limitación es que el corte se complica cuando en la parte posterior de la pieza existen otras chapas que no deben ser cortadas y la carrera de la sierra choca contra la pieza colindante; en este caso, han de extremarse las precauciones.

Si se apoya el patín desplazable sobre la pieza que se va a cortar, disminuyen las vibraciones de la chapa y se consigue mayor exactitud en el corte. La sierra no se debe forzar en su avance, que ha de ser suave y guiado sobre todo en las aberturas de cortes o cuando el espesor del material se incrementa. En este caso, se ayudará moviendo la máquina y multiplicando la refrigeración.

Es conveniente refrigerar con agua o taladrina la sierra, vigilando que la hoja de corte no exceda su calentamiento, según el espesor y el material de chapa que se esté cortando.

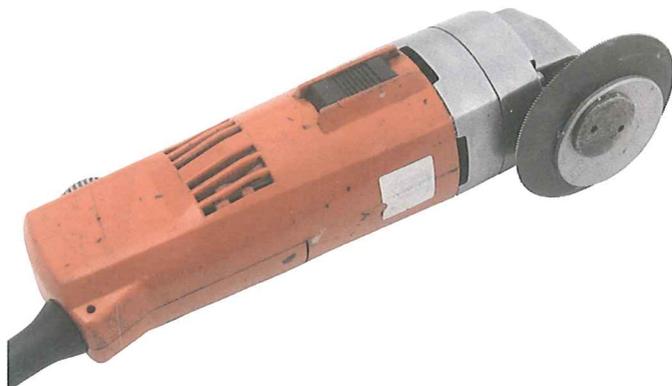
Estos equipos también están disponibles con motor eléctrico. Aumenta su volumen y peso, pero la carrera de la sierra es mayor. Son capaces de cortar mayor distancia y un espesor más grueso, dada su gran potencia.

Se utilizan para secciones de conjuntos en piezas montadas; por ejemplo, largueros. También para piezas de desecho.



Detalle del corte con una sierra neumática

La **sierra oscilante orbital** es una alternativa a la sierra de vaivén en los cortes rectos. El disco de sierra es de acero ($80 \text{ m/m } \varnothing \times 0,6 \text{ m/m}$), lo que permite un corte estrecho. Debido al movimiento que describe el cabezal de la máquina, sólo se utiliza una porción del disco para cortar. Resulta adecuada para el corte recto, ya que cala directamente en la chapa. La profundidad de corte se puede regular con facilidad utilizando un anillo de tope colocado excéntricamente junto al disco, solución ideal cuando se trabaja con refuerzos o paneles formados por dos o más chapas.



Sierra oscilante orbital

Aun siendo el corte más lento que con las de vaivén, practica cortes rectos de precisión, sin distorsiones ni rebabas. Aunque este tipo de herramienta se ha estudiado dentro de las herramientas eléctricas, son más conocidas las de accionamiento neumático.

Las fresadoras neumáticas con soporte y discos de cortar o desbarbar tienen los mismos inconvenientes que las simples desbarbadoras, con la diferencia de ser más manejables y que las posibilidades de rotura de los discos son menores, ya que se utilizan discos más pequeños, de 75 m/m de \varnothing .



Corte con sierra circular

Su empleo se limita a cortes ya descartados con otros equipos, como el desbarbado de los restos de puntos de resistencia fresados, el desbarbado del grueso de soldadura MIG/MAG y/o el desbarbado de cordones con soldadura láser.

Con estas herramientas se desestima el corte de aristas sobre paneles de puerta o el desprendimiento de las pestañas por su arista para el corte de desecho.

4.1.3. Herramientas eléctricas

Gran parte de estas herramientas están disponibles en los dos tipos de accionamiento: neumático y eléctrico. Sin embargo, las herramientas eléctricas se han visto desplazadas por las neumáticas debido, fundamentalmente, a las precauciones de seguridad que hay que adoptar con las eléctricas:

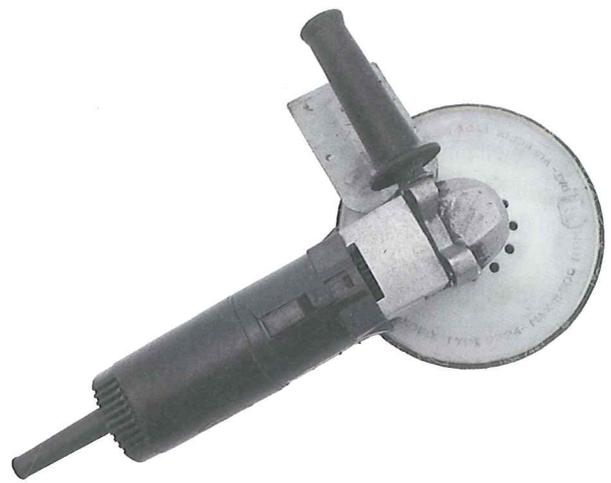
- Vigilar que las condiciones de aislamiento de los conductores de alimentación sean las adecuadas.
- Comprobar que las instalaciones estén provistas de puesta a tierra.
- No emplear estas herramientas sobre suelo mojado, etc.

Las herramientas eléctricas son más pesadas que las neumáticas y menos ergonómicas.

Las **amoladoras o desbarbadoras eléctricas** están previstas para trabajar con muelas radiales y axiales que esmerilan por la cara opuesta a su fijación o por su canto.

Presenta dos grandes inconvenientes, que han hecho que su empleo sea limitado:

- Debido a sus altas revoluciones, desprenden material abrasivo incandescente. Genera chispas con daños irreversibles tanto en el esmalte de la pintura como en cristales, tapicerías, etc.
- La presión de esmerilado y la excesiva abrasión generan calor en el punto en el que se trabaja, quemando, desgastando y deformando las chapas.



Amoladora eléctrica

Recuerda



Las **esmeriladoras** proporcionan un método de **corte muy rápido**, independientemente del espesor que haya que cortar; sin embargo, no se pueden realizar cortes en curva. Son peligrosas, por lo que se debe restringir su aplicación en la reparación de carrocerías.



Esmerilado de un punto de soldadura

4.2. HERRAMIENTAS DE DESGRAPADO

Antes de realizar el desgrapado de los puntos de soldadura es necesario marcarlos. Para ello, la persona responsable de realizar este tipo de operación utilizará el **granete**. Si los materiales que se van a despuntear son de aceros HLE es preciso centrar la posición del punto antes de desbarbar la superficie del punto para eliminar los restos de rebaba ocasionada por la huella del electrodo, en fabricación. De esta forma, el lijado deja la marca del granete sobre el punto y preserva el corte de la broca.

Los puntos que se van a despuntear deben estar bien visibles para centrar correctamente la despunteadora. Las pinturas, masillas o selladores que puedan ocultar estos puntos se eliminarán fácilmente con un disco de alambre o un disco abrasivo de nylon expandido.

Las **despunteadoras** son equipos neumáticos, generalmente taladros, que incorporan una regulación en la profundidad de corte y un arco para comprimir el avance de la broca o fresa. Se utilizan como herramientas de corte sobre el punto de resistencia que se quiera semitaladrar, regulando la profundidad de corte y preservando el resto de las chapas que van a quedar en el vehículo, a las cuales hay que seguir soldando la pieza nueva.



Despunteadoras de puntos de soldadura

El taladrado de los puntos de soldadura representa el procedimiento más rápido para deshacer este tipo de uniones tan frecuentes en el ensamblaje de las carrocerías. En estos casos, reviste gran importancia la posibilidad de regular la profundidad de corte, lo que permitirá taladrar, únicamente, las chapas a desmontar sin causar daños a las pestañas inferiores.

El equipo se alimenta de aire a presión (6 a 8 bar) y puede alcanzar una velocidad máxima de corte de 1.800 r.p.m.

Estos equipos disponen de brocas intercambiables, normalmente de 6 y 8 mm de diámetro, con una profundidad de corte regulable hasta los 6 mm, según los modelos, lo cual es más que suficiente para soltar cualquier punto de la carrocería.

Es una herramienta que aporta rapidez y calidad en la sustitución de elementos soldados. Entre sus principales características destacan:

- Robustez, sencillez y manejabilidad.
- La regulación de la velocidad de corte se realiza fácil y rápidamente.
- El desmontaje y montaje de las brocas para su sustitución o afilado se efectúa sin dificultad.
- Permite taladrar los puntos de soldadura sin causar deformaciones y evitando el repaso posterior de las pestañas.

Para regular la profundidad de corte, en un primer momento se comenzará a baja velocidad y se aumentará progresivamente, hasta llegar a la segunda chapa. Una vez regulada la máquina, y siempre que no se cambie el espesor de la chapa, podrá realizarse el taladrado de todos los puntos de la unión de forma rápida y sin temor a dañar la pieza soporte.

Debes saber



La eficacia del corte y la **duración** de las brocas se verán claramente aumentadas si se refrigeran en agua mientras se está trabajando.

Para una broca de cobalto será suficiente la refrigeración, mientras que para el cobalto nitrurado o el acero duro será preciso también lubricar con mucha frecuencia. Para ello se utiliza taladrina y se reducen las revoluciones en función de la dureza de la broca hasta 1.200 r.p.m.

Presentan una limitación: debido al puente de fijación, no pueden llegar al taladrado de determinados puntos. Para evitar este inconveniente, existen despunteadoras sin puente o con el puente desmontable.

También para despuntear, pero más lentamente, se utilizan las **fresadoras neumáticas o eléctricas** con fresas cilíndricas, fresando el punto de soldadura por la chapa que se quiera desprender; este proceso es menos preciso que el anterior por el descontrol del centrado y la profundidad del corte. Al ser más peligroso, por el desprendimiento de las virutas, se limita a zonas innacesibles para otros equipos.

El taladro neumático o eléctrico, comúnmente denominado taladro, es una máquina portátil. El sistema de fijación de las brocas se realiza mediante un mandril o portabrocas, cuyas mandíbulas aprietan su cola cilíndrica.

La penetración de la broca se obtiene por el empuje de la mano sobre la empuñadura de la taladradora, por lo que es difícil regular la profundidad de corte.

Como el taladrado se realiza generalmente sin más apoyo que la propia unión, el esfuerzo sobre la máquina puede hacer que se deformen las chapas con cierta frecuencia e, incluso, llegar a traspasarlas, lo cual supondrá un repaso posterior de las pestañas y, en ocasiones, un relleno con soldadura. Por este motivo, el uso del taladro debe quedar limitado a lugares a los que no pueda accederse con la despunteadora.

Para ejecutar los taladros ciegos, es decir, los que sólo eliminen el material de la primera chapa, se deberá trabajar con cuidado, examinando visualmente y con frecuencia el trabajo efectuado. Además, se emplearán brocas con el ángulo de corte lo más plano posible.

Como ya hemos indicado con anterioridad, uno de los mayores problemas que nos podemos encontrar es el desprendimiento de los puntos de resistencia sobre materiales extremadamente duros, como el acero al boro.

Sobre estos materiales sólo podemos actuar con brocas de metal duro (este sistema resulta muy costoso). Con la fresadora y un disco de desbarbar de 70 m/m \varnothing \times 6 m/m resulta peligroso por el desprendimiento de chispas y por la falta de control en la profundidad del desbarbado.

Otro sistema consiste en destemplan el punto mediante la utilización de un plasma a su mínima intensidad. Para ello, se coloca la antorcha centrada sobre el punto a una distancia de, aproximadamente, 10 mm, y se ceba el plasma comprobando la huella del plasma sobre el punto. La distancia de la antorcha y el punto se va disminuyendo hasta comprobar que el plasma sólo daña o semiperfora la primera chapa (cuidado con las chapas limítrofes internas). Esto se repite en todos los puntos que se necesite desprender. De este modo, y con la ayuda de una tenaza de mango amplio o un cortafíos, se desgarran las pestañas con facilidad, liberándose ésta (dada la tenacidad del material, que no se estira, sino que se rompe alrededor del punto).



Despunteado de una soldadura por resistencia



Taladrando puntos de soldadura

4.3. ELEMENTOS DE CORTE

Además de los equipos para realizar el corte y despunteado de paneles existe una amplia gama de elementos de corte como brocas, hojas de sierra, fresas y discos de corte de diversos tipos y características para adaptarse a los más diversos materiales y trabajos.

Las brocas son las herramientas más utilizadas para el taladrado de agujeros. Dentro del sector de la reparación de carrocerías se emplean diferentes tipos, en función del trabajo a realizar.

Las brocas convencionales son las helicoidales, dotadas de dos labios de corte. En esencia, consisten en un cuerpo cilíndrico sobre el que se han practicado dos ranuras en forma de hélice, diametralmente opuestas.

La broca está animada de dos movimientos: el de corte, que es el movimiento circular y uniforme que lleva la broca, y el de avance, que es el movimiento rectilíneo mediante el cual va avanzando, profundizando en el material.

El material con el que está fabricada la broca ha de ser más duro que el material a trabajar; normalmente, las brocas convencionales se fabrican con aceros denominados rápido y extra rápido. Este tipo de brocas no deben emplearse para el despunteado de puntos de soldadura pues, debido al ángulo de corte de que están dotadas, provocan daños en la chapa inferior. Su utilización queda restringida a la ejecución de taladros pasantes para la colocación de otros elementos como remaches, tornillos, etc.

Para el trabajo de despunteado, dada la diversidad de aceros que se emplean en las carrocerías, se hace necesario, como mínimo, trabajar con acero HSS-Co. Cuando se trabaja con materiales muy duros, existen brocas con mayor grado de dureza que, a continuación, se detallan.



Brocas convencionales y de cobalto

Aleado en el cuerpo de herramienta	Tratamiento nitrurado	Símbolo	Color de acabado
ACERO RÁPIDO		HSS	PAVONADO
MATERIAL ACERO RÁPIDO + COBALTO del 2 al 8%		HSS + Co	BRILLANTE - PLOMIZO O MARRÓN TRANSPARENTE
METAL DURO O WIDIA		MD WIDIA	BRILLANTE
	NITRURO DE TITANIO	TiN	DORADO
	CARBÓN - NITRURO DE TITANIO	TiCN	GRIS AZULADO
	NITRURO ALUMINIO TITANIO	TiAlN	GRIS AZULADO OSCURO
	NITRURO ALUMINIO CARBONO	TiAlCN	ROJIZO

La comercialización de las brocas y fresas en general o cualquier tipo de herramienta de corte se hace por su grado de dureza, rendimiento al desgaste y resistencia térmica. Así, nos encontramos con materiales de diferentes durezas que diferencian su resistencia y dureza por sus colores. Un ejemplo son las brocas que reciben una serie de tratamientos térmicos como el nitrurado, con diferentes tipos de carburos, que modifican la composición del acero.

Las **brocas para despuntear** son un tipo de brocas especialmente diseñadas para la eliminación de puntos de soldadura por resistencia, siendo, por lo tanto, de uso muy frecuente en los trabajos de carrocería.

Tienen una longitud reducida, pues su misión no es realizar taladros profundos, sino cortar espesores de chapa muy delgados. Su principal característica es que disponen de un ángulo de corte plano, evitándose, de este modo, daños en la chapa inferior, que servirá de apoyo al recambio nuevo. En el centro disponen de una pequeña punta para facilitar el autocentrado de la broca.

También están presentes con diferentes calidades y recubrimientos, incrementando su vida útil.

Las **brocas para despuntear especiales** han hecho su aparición en el mercado de forma paralela a la incorporación de aceros especiales en la fabricación de la carrocería.

Se trata de brocas fabricadas en metal duro y dotadas de un revestimiento especial de **cobalto** y/o **titanio**, lo que les confiere una gran dureza para poder taladrar aceros de altas propiedades mecánicas, como acero al boro (> 1.100 Mp); disponen de dos o de tres labios de corte, lo que aumenta su capacidad.

Se trata de brocas que no están pensadas para soportar esfuerzos transversales, por lo que han de trabajar siempre verticalmente.



Brocas convencionales



Brocas de despuntear



Brocas de despuntear especiales

Los elementos de corte más utilizados son **las hojas de sierra**, diseñadas para ser utilizadas con las sierras neumáticas de vaivén. Se trata de hojas de sierra bimetálicas, es decir, constituidas por dos tipos de acero soldados electrónicamente: acero rápido en la zona de corte, para disponer de unos dientes duros y resistentes al desgaste, y acero flexible en el dorso, para soportar los impactos y golpes. Esta combinación hace que su vida media se prolongue.

Los dientes van tallados con un ángulo de incidencia de unos 45°, y dispuestos de forma ondulada (triscado) para reducir el rozamiento del cuerpo de la sierra con las paredes laterales de la ranura.



Hojas de sierra

Glosario



Se denomina **grado de corte** al número de dientes que tiene la hoja por unidad de longitud, en centímetros o en pulgadas.

HOJAS DE SIERRA		
Grado de corte	Dientes por pulgada	Aplicaciones
Basto	14	Madera, aluminio, fibra, plásticos.
Basto	18	Aluminio y corte de radios pequeños.
Medio	24	Acero de espesor hasta 3 – 4 mm.
Fino	32	Chapa fina y acero de alta resistencia (hasta 1 mm de espesor).

Las fresas metálicas constan de un vástago y de un cuerpo de corte. El vástago suele presentar un diámetro de 3 ó de 6 mm y es el que permite su fijación a la herramienta, generalmente una fresadora neumática.

La cabeza dispone de estrías o labios de corte; las hay con una geometría muy variada: esférica, cónica, cilíndrica redondeada, cilíndrica de corte recto, oval, en forma de llama, etc.

Su empleo está indicado para el desbarbado de cordones de soldadura en zonas de acceso difícil, usándose también para el desgrapado de puntos de soldadura. En este segundo caso, la profundidad del corte se controlará manualmente, extremándose las precauciones para evitar el daño sobre la pestaña inferior.

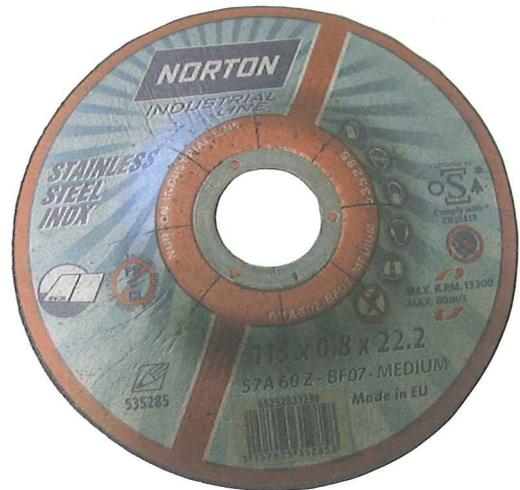


Fresadoras y estuche de fresas

Otro importante elemento de corte son los **discos de corte o de tronzar**, constituidos por un aglomerado de resina sintética y abrasivos, reforzado con fibras. Su uso se limita a discos de 75 m/m Ø, con el fin de evitar roturas que puedan conllevar accidentes y siendo más recomendable la utilización de fresadoras, neumáticas o eléctricas, para cortar o desbarbar cualquier tipo de material.

En el sector de la carrocería se emplean los discos delgados con espesores de 0,8 y 1,09 mm, que proporcionan un corte preciso, son escasas rebabas y con pequeño calentamiento de la chapa.

Se utilizan para realizar cortes en general, allí donde otros tipos de herramientas de corte no son adecuadas.



Disco de corte

4.4. CORTE POR PLASMA

La incorporación de nuevos materiales en la fabricación de carrocerías, como es el caso de los aceros de altas prestaciones y, en particular, de los aceros al boro, supone que tanto las herramientas y equipos como los métodos de trabajo se readapten. En el caso de piezas fabricadas con este tipo de aceros, las operaciones de corte y desgrapado se complican, debido a su elevada resistencia.

Para intentar solventar este inconveniente han hecho su reaparición en el mercado equipos de corte por plasma que trabajan a muy baja intensidad y que, regulados convenientemente, permiten soltar los puntos de soldadura sin llegar a dañar las pestañas de la pieza inferior.

4.4.1. Fundamento del arco plasma

El plasma es un gas ionizado, es decir, eléctricamente conductor. Este plasma existe por definición en todos los procesos de soldadura al arco eléctrico, debido a que es requerido para mantener el arco.

El estado de plasma se induce mediante la aplicación de pulsaciones de alto voltaje (alta frecuencia) entre un electrodo de tungsteno no consumible y la pieza de trabajo. La gran diferencia de potencial hace que la columna de gas se ionice y alcance muy altas temperaturas, del orden de 20.000 °C.

Esta columna de plasma se estrangula de forma deliberada, haciéndola pasar por un pequeño orificio (boquilla de la antorcha), dando lugar a una fina columna de plasma (arco constreñido) a alta temperatura y muy alta velocidad. El plasma calienta la pieza de trabajo fundiendo el material, y la elevada velocidad de la columna de plasma elimina mecánicamente, mediante un «soplado», el material fundido de la zona.



Eliminación de puntos con equipo de plasma

Un pequeño suministro de potencia y un generador de alta frecuencia inician el arco piloto eléctrico entre el electrodo y la boquilla. Este arco produce la energía suficiente para que el gas alcance las propiedades de plasma (conductividad eléctrica); si este arco piloto es seguido por un voltaje a circuito abierto entre el electrodo y la pieza de trabajo se inicia el arco principal entre estos dos (arco transferido), manteniéndose estable.

En este momento, se interrumpe al arco piloto para evitar el fenómeno conocido como «doble arco». Ello supondría que, en lugar de establecerse un arco de trayectoria directa entre electrodo y pieza, el arco se divide en dos partes: una desde el electrodo a la boquilla y otra desde la boquilla a la pieza, circunstancia ésta que hay que solventar, pues ocasionaría graves daños a la boquilla y a otros componentes internos de la antorcha.

4.4.2. Gases plasma

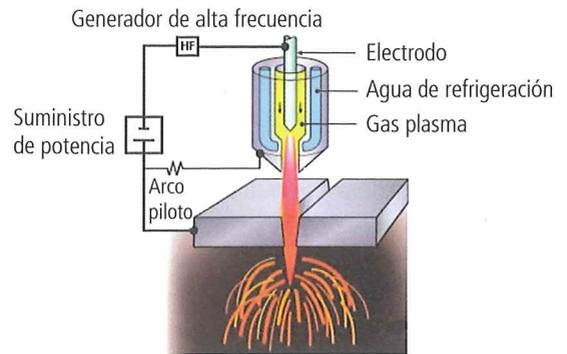
Los gases más empleados para el corte por plasma son argón, hidrógeno y nitrógeno o bien la mezcla de ambos. Sin embargo, para aquellos materiales que admitan como efectos secundarios la oxidación o inclusión de nitrógeno, como por ejemplo los aceros al carbono, se utiliza **aire** para el corte, mucho más barato que los anteriores. En nuestro caso, también se usa aire para los aceros aleados, pues el corte de los puntos sólo afectará a la pieza de desecho y no al resto de las pestañas de la carrocería.

4.4.3. Equipos de corte por plasma

Los equipos de corte por plasma que han hecho su aparición en el mercado para el desgrapado de los aceros al boro tienen muy bajo amperaje (5 a 30 A) y permiten una regulación muy fina del arco de plasma, que hace posible la eliminación del punto de soldadura sin causar daños a la pieza inferior.

Los elementos que componen un equipo de corte por plasma son los siguientes:

- Fuente de energía: Transformador-rectificador con una tensión en vacío elevada, del orden de 100 a 400 V, y con una característica de tensión constante.
- Distribuidor de gas: En este caso, una conexión para la red de aire comprimido del taller, dotada de un regulador y un manómetro para controlar su presión de alimentación.
- Generador de alta frecuencia: Se utiliza para ionizar parcialmente el gas.



Fundamento del corte por plasma



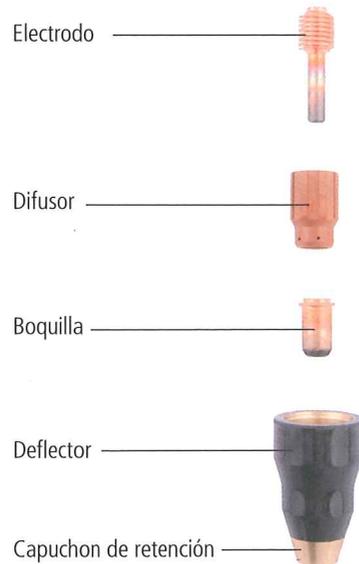
Equipo de corte por plasma

- Antorcha-manguera: Por la manguera discurre la corriente eléctrica y el aire comprimido. En la antorcha va dispuesto el interruptor de mando y en su punta se sitúa el portaelectrodo y la boquilla. En el portaelectrodo se sitúa un electrodo de wolframio o circonio, y la boquilla es la encargada de constreñir el chorro de plasma, aumentando así su temperatura y velocidad.
- Cable de masa: Es el que se conecta directamente a la pieza, para establecer así el arco eléctrico principal entre ésta y el electrodo.

4.4.4. Instrucciones de uso en el corte por plasma

Cuando vaya a utilizarse un equipo de corte por plasma deben tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones de carácter general:

- En primer lugar, ajustar la presión del aire comprimido de alimentación. El valor óptimo está entre los 4 y 5,5 bares, en función del espesor del material a cortar.
- Colocarla lo más cerca posible de la zona donde va a realizarse el corte, en contacto directo con el metal.
- Con el selector de intensidad (normalmente de 5 a 30 A) se puede controlar la profundidad de corte y, con ello, el espesor de la chapa a cortar. Conviene hacer alguna prueba sobre una chapa vieja para asegurarnos así de no causar daño a la chapa inferior de la unión.
- Situar la boquilla sobre la superficie a cortar, posicionándola perpendicularmente con respecto a la misma.
- Actuando sobre el interruptor de la antorcha se produce el cebado del arco, estableciéndose el arco piloto, que durará unos dos segundos, aproximadamente. Éste es suficiente para eliminar la pintura de la zona y establecer el arco principal.
- El corte debe realizarse de forma regular, sin movimientos bruscos de la antorcha. La boquilla se mantendrá firme y perpendicular a la superficie y no separada más de 2 mm de la zona.
- Para extinguir el arco se debe soltar el interruptor sin desconectar el equipo, dejando que el aire siga saliendo para que se refrigeren los componentes de la antorcha.



Elementos de una antorcha para corte con plasma



Corte por plasma en un techo

Debes saber



Debe evitarse la formación de **escorias** en la **boquilla**, ya que pueden ocasionar cortocircuitos que deterioran gravemente los elementos de la antorcha. Cuando se detecte un cráter importante en el electrodo, debe sustituirse por otro nuevo.

4.5. PROCESOS DE SUSTITUCIÓN DE ELEMENTOS DE CARROCERÍA

La carrocería incide de forma importante en la satisfacción de cada una de las exigencias de los vehículos actuales: seguridad, confort, consumo, etc. Por ello, cuando se haya de proceder a la reparación de una de estas estructuras, deberán garantizarse los niveles de resistencia y deformabilidad originales, sin descuidar el aspecto estético.

A pesar de que, a primera vista, una carrocería dé la sensación de ser un bloque muy compacto y rígido, con piezas soldadas en su mayoría y, en principio, no desmontables, no es así, ni mucho menos. La realidad es que disponiendo de las herramientas necesarias los trabajos de sustitución se pueden llevar a cabo fácilmente.

Ante una pieza dañada de la carrocería, después de una primera inspección global, se deberá valorar la conveniencia de proceder a su reparación o a su sustitución, en función de los daños que presente, procesos de trabajo a seguir en cada caso y condicionantes técnicos y económicos. Para realizar dicha valoración, deberán tenerse en cuenta factores como el grado de deformación, accesibilidad a la zona dañada, sistemas de unión, comercialización del recambio, posibilidad de sustitución por sección parcial, etc.

Si se opta por la sustitución, habrá de hacerse empleando herramientas específicas y siguiendo un método adecuado, con el objeto de causar el menor daño posible a la carrocería y devolverle sus características originales.

4.5.1. Sustitución de piezas de carrocería

Desde el punto de vista de la sustitución, las piezas de la carrocería pueden presentar un sistema de unión móvil o fijo, por lo que, lógicamente, las herramientas a emplear y la técnica a seguir serán distintas en un caso u otro.

Sustitución de elementos móviles

Con el sistema de unión móvil la reparación es más fácil. Normalmente, las piezas que presentan este tipo de fijación sufren una siniestralidad relativamente alta. Suelen ser aletas delanteras y frentes o alma de paragolpes; quedan excluidas las piezas con sistemas articulados, como puertas, portones y capós.

La sustitución de una de estas piezas no reviste grandes problemas. Para ello, deberán darse, como norma general, los siguientes pasos:

- Retirar todos los accesorios que interfieran en el desmontaje de la pieza, como molduras, embellecedores, faros, pilotos, paragolpes, rejilla frontal, etc.
- Desmontar la pieza, procurando no dañar las adyacentes.
- Presentar la pieza nueva sobre la carrocería y fijarla provisionalmente.

- Ajustar la pieza. Éste es el paso más delicado de toda la operación. Con el ajuste se conseguirá que las piezas queden ubicadas en su posición correcta, guardando perfectamente las líneas y huecos con los elementos adyacentes y manteniendo la misma holgura a lo largo de todo su contorno. Esta operación requerirá, en muchos casos, una presentación provisional de algunos de los accesorios desmontados.
- Fijar definitivamente la pieza una vez que está en su posición correcta, apretando los tornillos.
- Restaurar, si es preciso, los tratamientos anticorrosivos, pintura de bajos y selladores de juntas.
- Montar todos los accesorios.

Sustitución de elementos fijos

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 desgrapado.

Los pasos para la sustitución de una pieza que presente un sistema de unión fijo pueden resumirse en los siguientes:

- Desmontar todos los accesorios que interfieran en la sustitución de la pieza o que puedan resultar dañados.
- Seguir las recomendaciones del fabricante en lo referente a las memorias de los módulos electrónicos. Se debe asegurar que la llave del vehículo esté desconectada, así como el cable negativo de la batería.
- Retirar los mazos de cables o tuberías que discurren cerca de la zona de trabajo.
- Proteger las áreas y piezas adyacentes en las operaciones de lijado, corte y desgrapado.
- Retirar el panel dañado, haciendo uso de las herramientas y técnicas de corte y desgrapado apropiadas.
- Acondicionar y preparar las pestañas para que sirvan de apoyo a la pieza nueva.
- Aplicar los tratamientos anticorrosivos previos a la ejecución de la soldadura.
- Presentar la pieza, fijándola con mordazas autoblocantes.
- Ajustar la pieza, procurando que guarde las líneas con los elementos adyacentes, así como unos huecos uniformes de separación con los elementos móviles.
- Soldar provisionalmente para prescindir de las mordazas de fijación.
- Soldar definitivamente la pieza.
- Restaurar los tratamientos anticorrosivos destruidos en la operación.
- Montar todos los accesorios.

A continuación, se muestran, paso a paso, las primeras operaciones de desmontaje de un elemento soldado y de otro engatillado para su sustitución posterior. Estos son los dos sistemas de unión fijos más representativos. Primero se acomete la sustitución de un faldón trasero, elemento soldado.

Sustitución de un faldón trasero

Pieza: Faldón trasero.

Material: Acero convencional.

Espesor: 0,7 mm.

Daño que presenta: Daños importantes en su parte central, sin rotura de material.

Herramientas empleadas: Herramientas de corte y despunteado, equipo de soldadura por puntos de resistencia eléctrica y equipo de soldadura MIG/MAG.

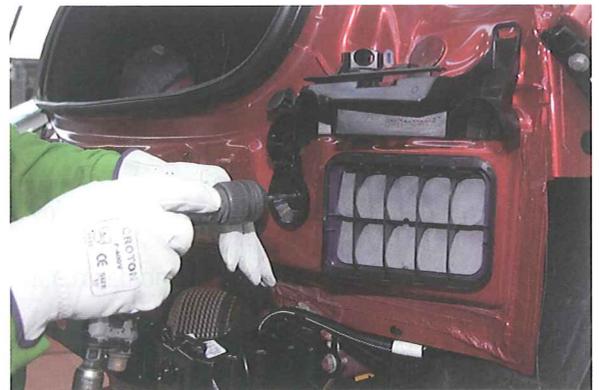
Operación realizada: Retirada del faldón dañado y ensamblaje del faldón de recambio.

PROCESO DE TRABAJO

1. Detalle de los daños que presenta el faldón. Los más severos se localizan en su parte central. El conjunto de los daños hace precisa su sustitución.



2. El proceso de reparación comenzará con la retirada de las piezas y accesorios de la zona afectada (travesía trasera, pilotos, goma de contorno, etc.) hasta dejar el faldón al descubierto.



3. Una vez desmontados los accesorios exteriores, se retirarán también elementos interiores como la moqueta del piso y los guarnecidos laterales y del faldón. Queda entonces la zona lista para dar inicio al proceso de sustitución propiamente dicho.



4. Antes de proceder a realizar el corte y desmontar el faldón dañado es recomendable comprobar que la pieza de recambio coincida exactamente con la pieza a sustituir y que no le falte ningún complemento o accesorio que pueda influir en el proceso. En este caso, el faldón se suministra en conjunto con su refuerzo como una única pieza de recambio.



5. Una vez que hemos comprobado las líneas de ensamblaje del faldón, se realiza un corte de desecho que facilite la operación de desmontaje. Esta operación se realizará de forma rápida haciendo uso de la sierra neumática de vaivén.



6. Con un disco de nylon expandido o similar se eliminan las masillas de estanqueidad en el contorno de las pestañas, dejando al descubierto los puntos de soldadura.



7. El despunteo de los puntos se realiza de forma rápida y sencilla al hacer uso de una despunteadora específica.



8. En aquellas zonas donde no existe acceso para la despunteadora por ambas caras, se recurre al empleo de un taladro equipado con una broca con un ángulo de corte plano; así se evitan daños excesivos a las pestañas de la carrocería.



9. Con la retirada del grueso del faldón se obtendrá un buen acceso a los puntos de soldadura de su contorno. Esta operación facilitará el despunteado de las pestañas, agilizándose la faena.



10. La siguiente operación consiste en la preparación de las pestañas, repasándolas con tas y martillo para dejar un buen asiento al recambio nuevo y esmerilando los puntos de soldadura.



11. Como paso previo a la ejecución de la soldadura, se aplica una imprimación electrosoldable de cinc por su cara interna. Con ello se evitarán problemas de corrosión por posibles filtraciones de humedad.



12. Se presenta el faldón, fijándolo provisionalmente para comprobar todos los ajustes con las piezas adyacentes y determinar su correcto posicionamiento.



13. A lo largo del contorno del faldón se elimina la cataforesis de aquellas zonas donde se vayan a ejecutar los puntos de soldadura por resistencia, consiguiéndose, de este modo, el contacto eléctrico necesario para ejecutar la soldadura.



14. En las uniones del faldón con las chapas portapi-lotos se dan unos puntos MIG a tapón, dado que es una zona a la que no se tiene acceso con la punteadora por resistencia eléctrica. Estos puntos refuerzan, a su vez, la unión provisional para poder efectuar las uniones finales.



15. Para ejecutar los puntos de soldadura por resistencia eléctrica se emplearán, siempre que sea posible, los brazos cortos de la punteadora, por facilidad de manejo y presión efectiva de forja.



16. Dado que la pestaña con piso maletero tiene difícil acceso, se hace necesario recurrir al empleo de los brazos largos del equipo para poder soldar desde arriba. Conviene recordar que la presión efectiva en la punta de los electrodos habrá disminuido, debido a la propia palanca de los mismos.



17. Se desbarban los puntos de soldadura y se aplica un sellador a brocha en los bajos del vehículo que garantice la estanqueidad necesaria a la unión entre el faldón y el piso. De este modo, se evitarán degradaciones prematuras de la carrocería por problemas de corrosión.



18. La comprobación final de los ajustes de toda la parte trasera dará por concluida la operación, quedando el vehículo listo para pasar a la zona de pintura.



Sustitución de un paño de puerta

Pieza: Paño de puerta delantera derecha.

Material: Acero convencional.

Espesor: 0,7 mm.

Sistema de unión: Plegado y sellado en todo su contorno.

Desmontajes previos: Embellecedores exteriores e interiores, asidero de puerta, manivela elevallunas, guardanido impermeabilizante, cejillas de luna, mecanismo elevallunas, cajetín de luna, luna móvil, cilindro de llave y varillas de seguro.

PROCESO DE TRABAJO

1. Detalle de la deformación existente en el panel.



2. Como en toda operación de sustitución, el proceso comienza con el desmontaje de los elementos que interfieren en la operación, como el guarnecido interior de puerta.



3. Con la retirada del plástico impermeabilizante se tendrá acceso a todos los accesorios interiores de la puerta.



4. Se desmontarán la luna y los accesorios que pudieran entorpecer la operación de sustitución del paño de puerta.



5. Con la ayuda de un martillo y el útil adecuado se sacarán los pasadores de las bisagras.



6. Una vez quitados los pasadores de las bisagras y el del tirante de freno se retirará la puerta del vehículo para llevarla a un soporte de trabajo apropiado



7. Se miden y se marcan las zonas de corte sobre el marco de la puerta y, seguidamente, se cortan las secciones mediante una sierra neumática.



8. Con una radial se desbarba el contorno de la puerta que se pretende sustituir, a fin de eliminar el engatillado del panel.



9. Auxiliándose de un cortafríos, se desprende el panel de la puerta de su armazón.



10. Con la retirada de toda la pestaña del armazón de la puerta, el panel se quita inmediatamente.



11. Por medio de un disco de resina y acero trenzado, se elimina el sellador en todo el contorno del armazón de la puerta.



12. Con una espátula, se termina de limpiar completamente el armazón.



13. Si fuera necesario, se acondicionan todas las pestañas del armazón con tas y martillo y se limpian adecuadamente, con el fin de conseguir una buena base de apoyo para el panel nuevo.



14. Para evitar posteriores problemas de corrosión, se aplica imprimación al zinc en todas las zonas que hayan quedado en chapa viva.



15. Para garantizar la estanqueidad de la junta, se aplica a lo largo de todo el contorno del panel un sellador de poliuretano apropiado. A su vez, contribuirá a garantizar la unión panel-armazón.



16. Se colocará el armazón de la puerta sobre el panel. Esta operación también puede realizarse a la inversa, sujetando el panel al armazón por medio de mordazas autoblocantes.



17. A continuación, se procede al engatillado de toda la pestaña con tas y martillo. Primero se plegarán pequeñas zonas para prescindir de las mordazas y presentar la puerta sobre el vehículo. Conviene asentar bien el tas para evitar marcas en el paño.



18. Al presentar la puerta, se ajustará definitivamente el panel sobre el armazón. Es en este momento cuando se hacen los últimos retoques, antes de proceder a la soldadura definitiva de la pieza.



19. Con un abrasivo adecuado se elimina la pintura, sin dañar la chapa, de la zona donde se realizará la soldadura de unión.



20. Las líneas de ensamblaje al marco de puerta se sueldan mediante soldadura MIG/MAG en la modalidad de cordón continuo a intervalos.



21. Para terminar el proceso, se repasan las soldaduras MIG para eliminar el material sobrante y dejar una superficie uniforme para recibir las capas de pintura.



El aspecto final, antes de su paso por pintura, es el que se muestra en la fotografía.



4.5.2. Influencia de las nuevas tecnologías de fabricación en las operaciones de sustitución

Los diferentes requisitos y necesidades que el mercado, los países y las legislaciones van imponiendo al mundo del automóvil hacen que los fabricantes vayan adoptando continuamente nuevas soluciones en la fabricación. Esta situación se ha puesto muy de manifiesto en estos últimos años y de un modo acelerado, dando lugar a una escalada de novedades en la fabricación de la carrocería en los vehículos de serie. Ahora bien, en una gran mayoría de los casos, muchos de estos cambios no se realizan teniendo debidamente en cuenta a otros sectores, como el sector reparador, que tendrá que ir evolucionando y adaptándose de la mejor manera.

Debes saber



La seguridad del vehículo y la legislación medioambiental son dos factores impulsores en la introducción de nuevas tecnologías.

Puede decirse que dos de los factores clave en estos cambios son la seguridad del vehículo y la legislación medioambiental. Desde el punto de vista de la seguridad, los requerimientos a demandar a un vehículo han sido puestos de manifiesto y dirigidos hacia el consumidor, a través de diversas organizaciones, cuyo objetivo es proporcionar al consumidor una valoración independiente sobre la seguridad y comportamiento del vehículo, como EuroNCAP (*European New Car Assessment Program*), en Europa, o IIHS (*Institute of Insurance Highway Safety*), en Estados Unidos.

Desde el punto de vista medioambiental, los acuerdos alcanzados en el Protocolo de Kyoto pasan por una progresiva reducción de las emisiones.

Una parte importante de la consecución de dichos objetivos pasa por optimizar la carrocería reduciendo su peso, pero sin mermar en absoluto sus características estructurales y de comportamiento; y todo ello haciéndolo compatible con un coste razonable.

A continuación, se analiza la influencia que, sobre los procesos de sustitución, suponen los avances incorporados.

- **Soldadura láser:** Dado que esta técnica de unión no puede ser reproducida por el taller en los procesos de reparación, los paneles soldados con láser se retirarán eliminando la soldadura con un disco de corte y sustituyéndola por soldadura MIG a tapón, por adhesivos estructurales o bien por una combinación de ambos.
- **Tailored welded blanks (desarrollos de estampación a medida):** Para mantener la integridad de la soldadura láser existente en este tipo de fabricado, la mayoría de los fabricantes de automóviles recomiendan que, ante una sustitución por sección parcial, el corte y posterior ensamblaje se realice en una zona separada varios centímetros de la unión láser, manteniéndola, de este modo, intacta.

Recuerda



Si el *tailored blank* ha sido realizado con dos materiales con distintas propiedades, su resistencia no será uniforme a lo largo de todo el panel, por lo que su conformación en bancada se verá afectada por su diferente comportamiento.

- **Aceros avanzados de alta resistencia:** El empleo de aceros avanzados de muy alta resistencia supone un desafío único para el taller reparador. Se trata de materiales difíciles de cortar y de taladrar. Es también muy difícil, si no imposible, su estiramiento y conformación. Se trata también de materiales que se debilitan de forma importante con la aplicación de calor.

Por lo tanto, ante la cuestión fundamental de si estos materiales se pueden reparar o sustituir por sección parcial, la respuesta es afirmativa, pero siempre dependiendo de las recomendaciones particulares de cada fabricante.

- **Acero silencioso Quiet Steel®:** Éste es un material desarrollado específicamente para amortiguar y evitar la transmisión de ruidos. Dadas su estructura y características especiales, no hay actualmente recomendaciones sobre sustitución por sección parcial para este material. Las indicaciones actuales implican su sustitución completa y los métodos de unión varían de un fabricante a otro: soldadura MIG/MAG, adhesivo estructural o combinación de adhesivo con remaches, dependiendo los casos.
- **Elementos hidroconformados:** Los diseños empleados con mayor frecuencia son elementos tubulares con ausencia de pestañas, como los largueros de bastidores independientes. Estos materiales pueden ser seccionados; varios fabricantes ofrecen procedimientos para la sección de sus elementos estructurales hidroconformados.

No obstante, para la realización de una intervención de este tipo hay que asegurarse de que el equipo de soldadura tiene capacidad suficiente para soldar el espesor de material presente y seleccionar el diámetro de hilo y el material de aportación más adecuado.

En definitiva, los nuevos materiales y las nuevas técnicas de unión empleadas en la fabricación de carrocerías suponen un reto para el sector reparador. No obstante, la mayoría de los fabricantes están proporcionando guías y recomendaciones de uso sobre cómo hacer una reparación de calidad y segura, que no afecte al comportamiento y seguridad del vehículo.

4.5.3. Sustituciones parciales

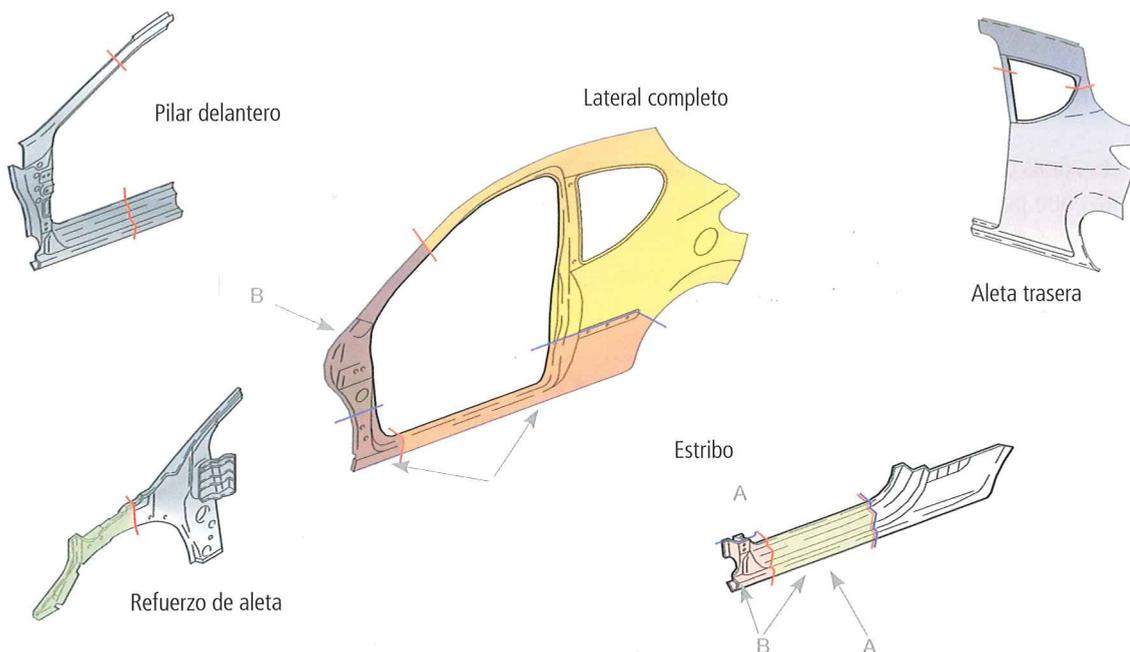
Las operaciones de sustitución de uno o más elementos de la carrocería conllevan, en ciertas ocasiones, trabajos laboriosos e importantes manipulaciones de zonas de la carrocería, excesivamente desproporcionadas con relación a la magnitud del daño que se pretende reparar.

Debes saber



Las **sustituciones parciales** de elementos de la carrocería son reparaciones técnicamente correctas, con las cuales se causa el menor daño posible a la carrocería, permitiendo asimismo obtener ahorros de tiempos, de mano de obra y, en ocasiones, también de recambios.

Las sustituciones de elementos de la carrocería por sección parcial son operaciones contempladas por todos los fabricantes de automóviles, por las cuales es posible preservar al máximo las cualidades originales del vehículo, manteniendo, en la medida de lo posible, las uniones realizadas en fabricación. Es por esto por lo cual es preciso seguir fielmente las instrucciones del fabricante, en lo que a líneas de corte, método de trabajo y herramientas se refiere.



Sustituciones parciales contempladas por el fabricante para un Peugeot 308 3p

Ventajas de las sustituciones parciales

La sustitución de piezas de la carrocería por sección parcial es una técnica por la cual se consigue que los procesos de reparación supongan el menor daño posible a la estructura y puedan garantizar los niveles de resistencia y deformabilidad originales, sin descuidar el aspecto estético.

Debes saber



Principales ventajas de una sustitución parcial:

- Ahorro considerable de tiempo en la sustitución, al disminuir los desmontajes y montajes de accesorios, guarnecidos, mecánica, lunas, etc.
- Reparación que actúa sólo en la zona deformada, ocasionando el menor daño posible a la carrocería del vehículo.
- Recambio más barato, en caso de piezas ya seccionadas y comercializadas.
- Garantía de la protección anticorrosiva de fábrica en las zonas que han resultado intactas.

Sustitución parcial de piezas de la carrocería por el proceso de solape

Descripción del proceso

Antes de comenzar la reparación, será necesario realizar un análisis lo más preciso posible de la zona afectada, e informarse de si el fabricante permite la sustitución parcial en las piezas afectadas.

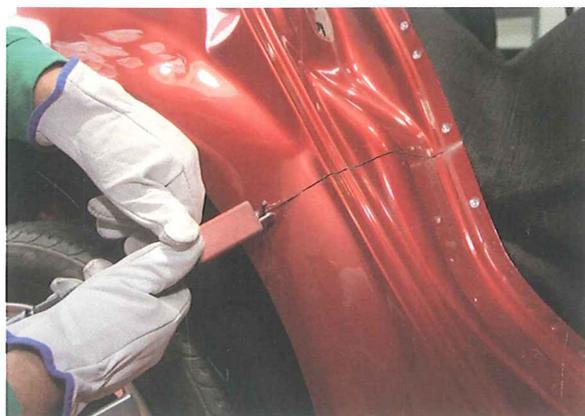
La localización del recambio se realiza mediante los catálogos o microfichas de recambios, utilizándose piezas específicas para sustituciones parciales o, si éstas no son suministradas por el fabricante, piezas completas. En este último caso, se cortará el panel a medida, de acuerdo con las dimensiones de la zona a sustituir.

Corte de las partes dañadas

Las zonas dañadas de las piezas serán retiradas para su reemplazamiento. Para esta operación se emplean herramientas que permitan un corte rápido y, en algunas ocasiones, un corte muy preciso.

El cincel y el martillo se utiliza en zonas de corte sencillo y sin riesgo de causar deformaciones indeseadas en la chapa.

La sierra circular es la adecuada en zonas en las que existe doble pared o algún tipo de refuerzo. La posibilidad de regulación de profundidad de corte, mediante un anillo excéntrico evitará daños en estos elementos.

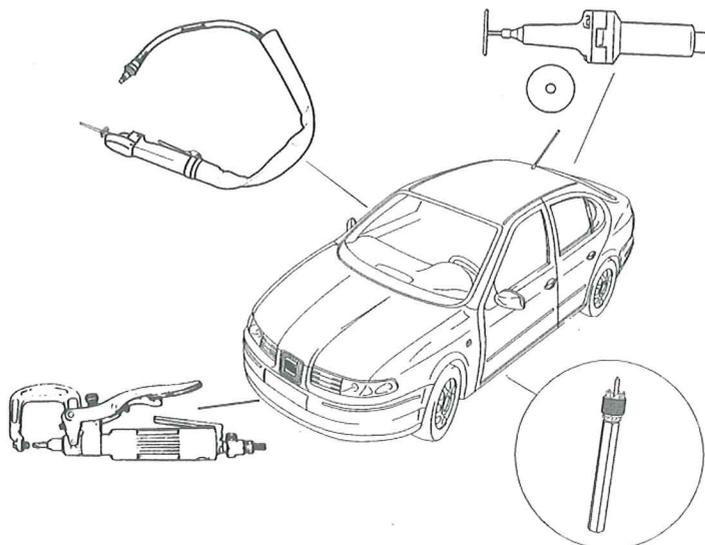


Corte con sierra neumática



Retirada de la aleta con un cortafíos

La sierra neumática de vaivén se empleará siempre que se necesiten cortes de gran precisión.



Corte del recambio

La eliminación de los puntos de soldadura por resistencia debe realizarse con una desgrapadora. Este equipo permite una regulación exacta de la profundidad de corte, eliminándose el riesgo de producir daños en la chapa contigua. Donde no exista el acceso necesario para la desgrapadora, se empleará una fresa especial para puntos de soldadura o un taladro dotado de una broca de punta plana.



Desgranado de puntos de soldadura



Eliminación de puntos mediante taladro

Una vez desgranadas y retiradas las pestañas de la zona afectada, se repasan las posibles deformaciones residuales que pudieran existir, para dejar la superficie de unión en perfectas condiciones.

Debes saber



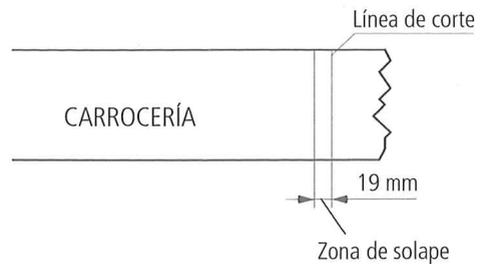
Los materiales de **sellado y protección de bajos** se eliminarán en la zona de la reparación mediante el empleo de un disco abrasivo de acero trenzado. No debe utilizarse para esta operación el soplete oxiacetilénico, ya que pueden generarse focos de corrosión en la chapa y se producen gases tóxicos para el operario.

Para montar el recambio nuevo sin problemas de ajuste, será necesario enderezar las zonas de chapa, conformando aquéllas que estén en mal estado con las herramientas de repaso adecuadas.

Preparación y ajuste del recambio

Se determinarán las líneas de corte, dejando un margen de 4 ó 6 cm sobre la medida de la zona cortada en la carrocería. Para este trabajo, se recomienda el uso de la sierra neumática.

Se presenta y ajusta perfectamente la pieza nueva para marcar sobre la carrocería la línea de corte, dejando una franja de 19 mm de ancho para delimitar la zona de corte definitiva.



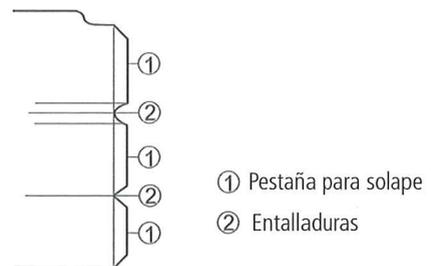
Con la sierra neumática se corta por la zona marcada, procediéndose seguidamente a la eliminación de la pintura en una franja de, aproximadamente, 8-10 cm.

Esta misma operación se realiza en la pieza nueva, eliminándose la cataforesis a lo largo de la línea de ajuste o ensamblaje. Se limpian las pestañas por su parte exterior en las superficies de contacto de los electrodos para que no existan problemas al soldar por puntos de resistencia.

Para esta operación se recomiendan discos apropiados para la eliminación de pintura, que producen un menor calentamiento y abrasión a la chapa.

En las zonas de las pestañas que no puedan soldarse con puntos de resistencia, se realizarán unos taladros de 4-6 mm de diámetro para soldar con MIG/MAG a tapón.

Sobre la carrocería, en aquellas zonas en las que existan excesiva curvatura o relieves y quebrantos propios de la configuración de la pieza se realizarán unas entalladuras o cortes en forma de «V».

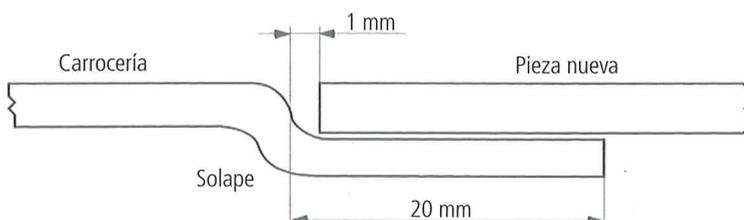


Con el alicate de filetear, se practica un escalón de 20 mm de ancho en toda la longitud del corte y hasta donde sea posible la utilización del alicate. En aquellas zonas en las que no pueda realizarse el escalón, se habrá cortado previamente la pestaña para su unión a tope.

Se protegen con imprimación anticorrosiva y conductora al cinc todas las pestañas de unión por su interior, así como las zonas de solape, dejando una pequeña franja de 1 mm, aproximadamente, para la soldadura MIG.



Solapadora manual



Se aplicarán los adhesivos y selladores allí donde los llevara originalmente la pieza y no puedan aplicarse, una vez montada la misma.



Aplicación de una imprimación electrosoldable

Soldadura del recambio

Antes de soldar el recambio es preciso que la pieza esté correctamente ajustada y sujeta con mordazas autoblocantes.

Recuerda



Es importante verificar la **alineación** y ajuste con el resto de las piezas adyacentes.

Con el equipo de soldadura MIG/MAG ajustado correctamente se suelda por puntos la junta de unión entre paneles.

La regulación de la máquina se efectuará previamente sobre una probeta con la chapa de la propia carrocería.

Los puntos se dan alternativamente, en distintas zonas de la costura, para evitar que la concentración de calor deforme las chapas.

La separación final entre puntos será de 6 a 8 mm en la unión a solape. Las zonas de unión a tope se sueldan mediante la modalidad de cordón continuo a intervalos.

Se suelda por puntos de resistencia en aquellas pestañas a las que se pueda acceder con la punteadora. En el resto, que previamente se ha taladrado, se soldará por puntos a tapón.

Con un disco abrasivo adecuado, se repasa la soldadura MIG/MAG dejando una superficie lista para aplicar el estaño de relleno.



Soldadura por puntos de resistencia



Repaso de los puntos MIG con radial

Sustituciones parciales de elementos estructurales de la carrocería

Los componentes de la carrocería del automóvil diseñados y calculados para soportar grandes esfuerzos reciben la denominación de estructurales, destacando especialmente los largueros, pases de rueda y pilares.

En la sustitución de algún elemento sometido a grandes esfuerzos se puede optar igualmente por dos posibilidades bien diferenciadas:

- Sustitución de la pieza completa.
- Sustitución parcial, siempre que la operación esté prevista por el fabricante.

En la sustitución de las zonas portantes de la carrocería deben seguirse estrictamente las líneas de corte y métodos de ensamblaje descritos por el fabricante.

No obstante, existen una serie de normas generales que deben tenerse en cuenta a la hora de sustituir parcialmente un elemento o pieza estructural, y son las siguientes:

- El corte debe hacerse en zonas rectas, nunca en curvas o quebrantos.
- No se debe cortar por zonas fusibles previstas para la deformación progresiva.
- En la sustitución de piezas con refuerzo, el corte en la pieza y en el refuerzo no debe coincidir en la misma línea.

Es importante tener en cuenta que, gracias a la sustitución parcial de las piezas como largueros, pases de rueda, frentes, etc., es posible efectuar reparaciones de cierta importancia sin necesidad de desmontar los elementos mecánicos más voluminosos, con lo que la operación completa se ve simplificada, evitándose, a su vez, operaciones complejas de carrocería.

Estañado de las uniones soldadas

Las uniones soldadas en las sustituciones de piezas de la carrocería requieren una terminación y acabado de calidad.

El proceso de estañado es idóneo para este tipo de trabajos, pues el nivel de calidad obtenido es el más elevado, correspondiéndose, por tanto, con las especificaciones de los fabricantes.

Para el estañado de las zonas soldadas se precisa de una perfecta limpieza en la costura con cepillo de alambre.

El proceso de estañado comienza con la aplicación de líquido limpiador a fin de eliminar todo resto de suciedad y óxidos en una banda lo suficientemente ancha. A continuación, una fina película de estaño que sirva de anclaje al estaño-plomo de relleno. Esto se consigue fundiendo pequeñas gotas de metal y extendiéndolo con un estropajo de aluminio. Seguidamente, y de abajo hacia arriba, se va aportando material para posteriormente moldearlo y extenderlo con una espátula de madera.

Para eliminar el exceso de estaño e igualar las superficies, se utiliza la lima de carrocerero, pues la misma permitirá detectar las posibles faltas en el relleno, el acabado final se realizará mediante un lijado con un abrasivo de grano fino.

Es importante destacar que en el trabajo con estaño-plomo (25-33 % Sn), y debido a la toxicidad de este último, el operario debe protegerse con guantes, mascarilla y disponer de extractor en la zona de trabajo.

Recuerda



Antes de pintar el vehículo, conviene proteger la chapa desnuda contra la oxidación, aplicando un pasivador con base de ácido fosfórico.



Aplicación del estaño



Moldeado con espátula



Empleo de lima de carroceros



Acabado con lijadora roto-orbital

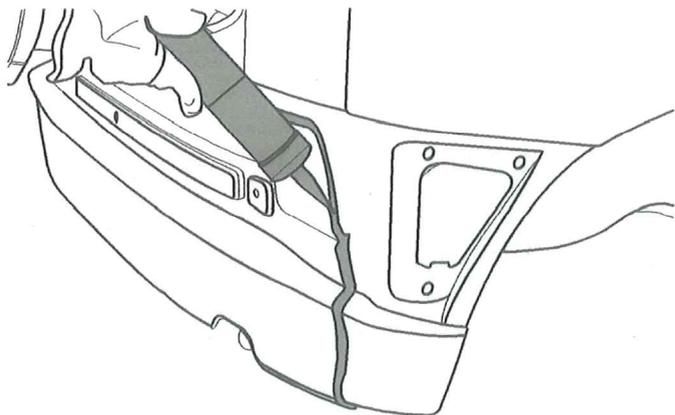
Protección anticorrosiva en las sustituciones parciales

La protección anticorrosiva en los vehículos es un proceso que empieza en las plantas de montaje para ofrecer garantías de larga duración.

En reparación, esta protección debe reponerse para seguir cumpliendo los objetivos de calidad y dichas garantías.

En el tratamiento anticorrosivo en secciones parciales pueden darse dos casos:

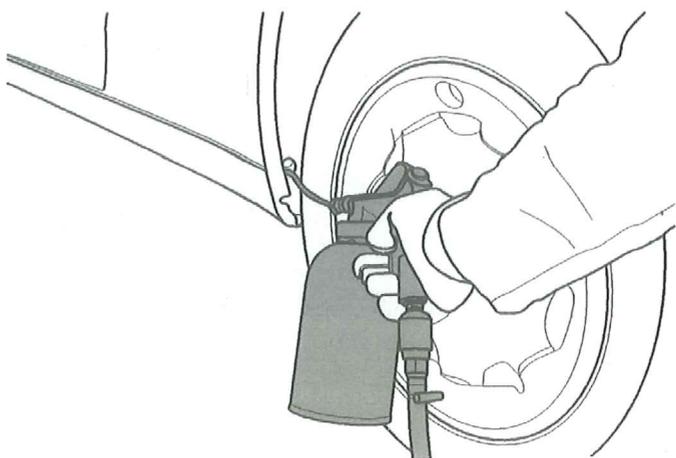
- Superficies externas y de fácil acceso.
- Cuerpos huecos.



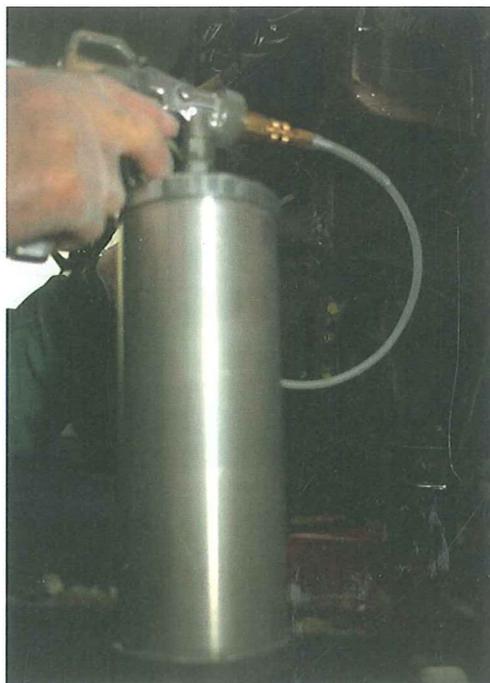
Sellado con pistola.



En las superficies de fácil acceso debe aplicarse imprimación anticorrosiva sobre la chapa viva y, una vez seca, un sellador de poliuretano a brocha o pulverizado.



Aplicación de cera de cavidades



Las superficies internas de los cuerpos huecos se pulverizarán con cera de cavidades, quedando aisladas de posibles filtraciones y condensaciones de humedad y evitándose, de esta forma, la corrosión.



Exáminate

- ¿Cuáles son las operaciones de corte y desgrapado más usuales?
- Realiza un esquema que clasifique las distintas herramientas empleadas en el corte y desgrapado de elementos.
- Qué ventajas aporta la sierra neumática de vaivén.
- Indica la principal ventaja del empleo de máquinas despunteadoras.
- ¿Cuáles son los riesgos a los que se encuentra sometido un operario en las operaciones de corte y desgrapado?
- Enumera los equipos de protección individual (EPI's) de obligada utilización en las operaciones de corte y desgrapado.



Práctica

- Selecciona las prendas de protección individual en función de la operación que debas realizar.
- Sobre una carrocería de desecho, regula las herramientas de corte y desgrapado.

Sobre ella se realizarán prácticas de corte de huecos en paneles, instalaciones de techos solares, ventanas laterales y, principalmente, cortes de precisión para sustituciones por sección parcial.

La única limitación es que el corte se complica cuando en la parte posterior de la pieza existen otras chapas que no deben ser cortadas; en este caso, se tienen que extremar las precauciones.

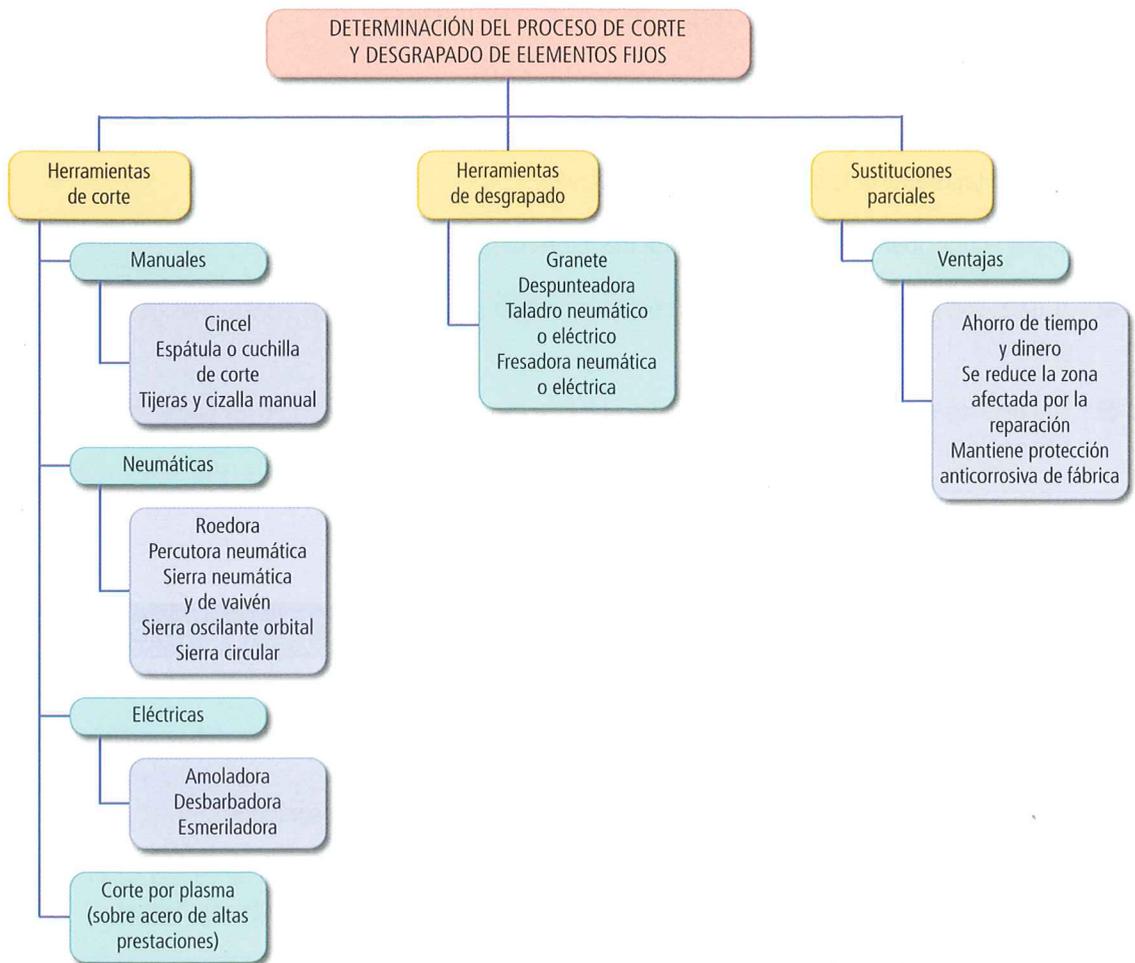
Para regular la profundidad de corte, se comenzará a baja velocidad y se aumentará progresivamente hasta llegar a la segunda chapa. Una vez regulada la máquina y siempre que no se cambie el espesor de la chapa, podrá realizarse el taladrado de todos los puntos de la unión de forma rápida y sin temor a dañar la pieza soporte.

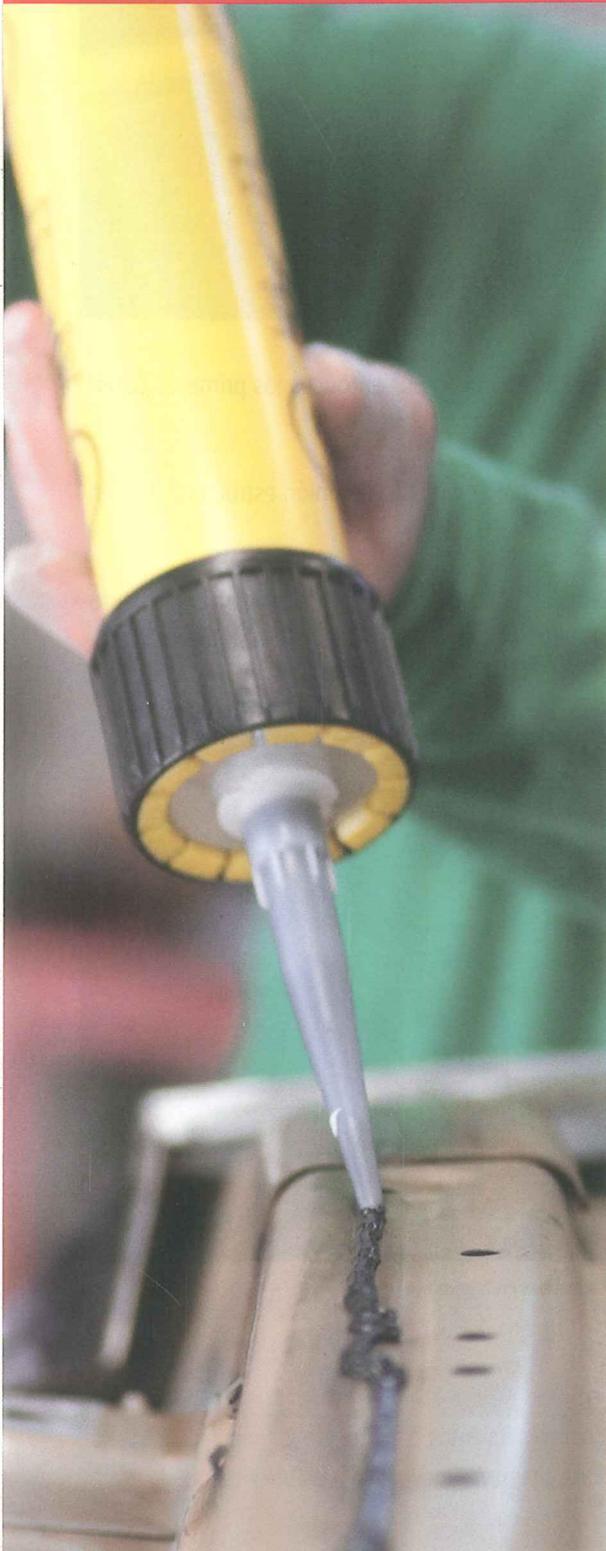
La eficacia del corte y la duración de las brocas se verá claramente incrementada si se refrigeran mientras se está trabajando. Esta tarea se realizará, normalmente, con agua.

- Sobre una carrocería, realiza el desgrapado de distintos elementos, tanto exteriores o cosméticos como estructurales.

Sobre una o varias carrocerías se realiza el taladrado de los puntos de soldadura de diferentes elementos de la carrocería (aletas traseras, estribos, faldones, etc.).

En el procedimiento correcto para deshacer este tipo de uniones, tan frecuentes en la carrocería, reviste gran importancia la posibilidad de regular la profundidad de corte, lo que permitirá taladrar únicamente la chapa superior sin causar daños a las pestañas inferiores.





Sumario

- 5.1. Aplicación de adhesivos en el automóvil
 - 5.2. Características de las uniones pegadas
 - 5.3. Adhesivos estructurales. Tipos
 - 5.4. Unión con adhesivos
 - 5.5. Combinaciones con elementos mecánicos de unión
 - 5.6. Proceso de reparación con adhesivos
- Artículo
Exáminate y Practica
Esquema

Aprenderás a...



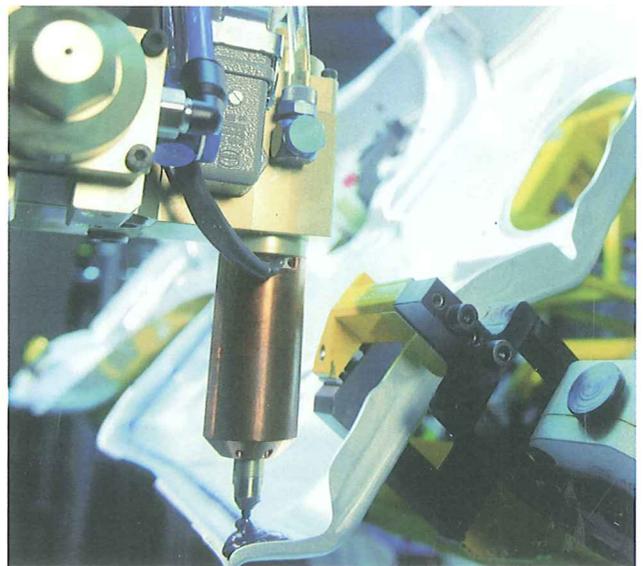
- Cuáles son las **ventajas** que hacen atractivos los adhesivos como elementos de unión.
- Seleccionar la clase de **adhesivo** más adecuada al tipo de unión.
- Combinar la **fuerza** del adhesivo con otros sistemas de fijación.
- Prevenir los **riesgos** que comporta el uso de adhesivos en el automóvil.

El empleo de adhesivos no es nuevo. En civilizaciones como las de Egipto, Roma y China ya se empleaban productos adhesivos de origen natural, obtenidos de animales y plantas. Sin embargo, no es hasta finales del siglo XIX cuando los adhesivos experimentan un gran desarrollo, de la mano de la creciente evolución de la química orgánica. Aparecen por entonces las primeras patentes de adhesivos orgánicos sintéticos (urea-formaldeídos, fenólicos, etc.).



La industria aeronáutica introduce, en los años cuarenta, el adhesivo como elemento de unión estructural, haciendo posible proyectos de difícil ejecución con métodos tradicionales de unión.

Tras la aeronáutica, la industria de la automoción es la segunda en su aplicación. No sólo se emplea como método de unión de algunos elementos como vidrios, revestimientos, juntas de estanqueidad, etc., sino también en aplicaciones estructurales, en la construcción de carrocerías de vehículos turismos, cajas de camiones y carrozados diversos. Hasta el punto de que la unión con adhesivos se está considerando como una alternativa muy válida a las uniones mecánicas, soldaduras fuertes y blandas y a la soldadura por puntos de resistencia.



Utilización de adhesivos en fabricación

Los avances de la tecnología de las resinas han dado como resultado nuevas generaciones de adhesivos, que combinan una alta resistencia a las sollicitaciones mecánicas y gran estabilidad frente a los agentes físicos, químicos y biológicos.

La unión con cualquier tipo de adhesivo requiere un buen conocimiento de los productos, directrices de fabricación y procesos de aplicación, con el que se obtendrán uniones de alta resistencia.

Recuerda



Los adhesivos no sólo se aplican a vidrios, revestimientos o juntas de estanqueidad; también tienen aplicación **estructural** y suponen una **alternativa** muy válida a las uniones mecánicas, soldaduras fuertes, blandas y por puntos.

En el presente capítulo se dará una visión global del empleo de estos productos en el mundo del automóvil, prestando especial atención a su aplicación en la reparación de carrocerías, orientando sobre sus actuales posibilidades de aplicación.

5.1. APLICACIÓN DE ADHESIVOS EN EL AUTOMÓVIL

La unión con adhesivos se utiliza actualmente en la carrocería del automóvil en multitud de aplicaciones, bien sea de forma exclusiva o en combinación con una unión mecánica complementaria (engatillado, remachado, puntos de soldadura por resistencia, etc.).

Entre las principales aplicaciones están:

— Fijación de elementos de guarnicionería:

- Juntas de hermeticidad de goma.
- Paneles de revestimiento insonorizantes.
- Guarnecido de puertas.
- Guarnecido de techos, etc.

— Unión de elementos metálicos entre sí, con una eventual unión mecánica complementaria; por ejemplo, unión de paneles de puertas y capós a sus armazones, pegado de aletas, etc.

— Unión de materiales plásticos entre sí en las carrocerías que disponen de paneles construidos con este tipo de material.

Los adhesivos tienen una especial aplicación en la unión de materiales de distinta naturaleza:

- Vidrio-metal, unión típica en el automóvil para la fijación de las lunas parabrisas y vidrios traseros y laterales.
- Plástico-metal, como las uniones que se dan en la fabricación de carrocerías con paneles exteriores en materiales compuestos, montados sobre un armazón metálico, y en algunos tipos de puertas, que combinan un armazón metálico con un panel de material compuesto.

Asimismo, tienen un campo de aplicación muy importante en la fabricación de cajas y carrocerías para vehículos industriales, autobuses, caravanas, etc.

Debes saber



En los talleres dedicados a la reparación de carrocerías, el chapista hará uso de **técnicas de adhesión** en operaciones como la sustitución de vidrios pegados, sustitución total o parcial de elementos exteriores de chapa, sustitución total o parcial de elementos exteriores de materiales compuestos, reparación de plásticos flexibles, semirrígidos y rígidos y un número variado más de aplicaciones.

5.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIONES PEGADAS

Las uniones con adhesivos presentan una serie de **ventajas** frente a otros sistemas convencionales de unión, lo que hace especialmente atractivo el empleo de estos productos en determinadas aplicaciones. Los aspectos que caracterizan la utilización de adhesivos son:

- «Técnica fría de ensamblaje». Los materiales que se van a unir no pierden sus propiedades ni, por tanto, su estructura.
- Eliminan los problemas producidos por el calor en los procesos de soldadura (corrosión, cambios estructurales del material, deformaciones, etc.).
- Ningún retraso por razones térmicas.
- Posibilidad de unir materiales sensibles al calor.
- La unión es impermeable a los líquidos, evitándose el empleo de medidas adicionales de estanqueidad.
- No debilitan la junta, como ocurre con el remachado.
- Incremento de la resistencia por combinación con tuercas, remaches, etc.
- Reduce el riesgo de rotura por fatiga al eliminar tensiones puntuales y concentración de tensiones.
- Posibilita la unión de materiales de distinta naturaleza.
- Alta resistencia dinámica. Proporciona una unión libre de fisuras.
- Ahorro de peso. Da lugar a estructuras más ligeras.
- Conserva prácticamente la protección anticorrosiva original.
- Elimina la corrosión local en las juntas y la corrosión electroquímica entre materiales diferentes.
- Reduce el tiempo de reparación, pues en determinados casos evita el desmontaje de una serie de piezas inflamables o no resistentes al calor, tales como revestimientos interiores, asientos, depósitos de combustibles, etc.
- Facilita el desmontaje posterior de la unión.



Aplicación de adhesivo bicomponente

En cuanto a los principales **inconvenientes** que presentan las uniones pegadas están:

- Poca resistencia al pelado.
- Resistencia limitada a la temperatura: no se pueden usar adhesivos en uniones sometidas a altas temperaturas.
- Se reducen los tiempos de aplicación, pero es necesario un período de curado del adhesivo.
- La tecnología de aplicación de adhesivos es muy sencilla, pero requiere la utilización de técnicas y equipos apropiados para cada aplicación, además de los materiales correspondientes.
- No es posible desmontar sin romper.
- Hay que prestar especial atención a la preparación previa de las superficies a pegar.

- Control cuidadoso del proceso.
- No respeta estrictamente las condiciones de operación, sobre todo en cuanto a presiones, temperaturas y períodos de curado; puede afectar seriamente las condiciones de respuesta de la unión.
- El tiempo de almacenamiento de los adhesivos es limitado.



Adhesivo estructural y pistola

5.3. ADHESIVOS ESTRUCTURALES. TIPOS

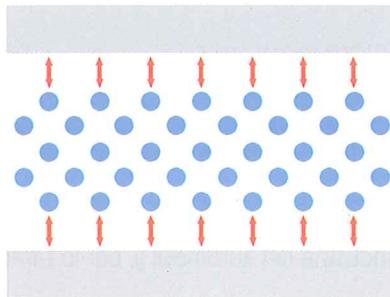
Un adhesivo es una sustancia que, aplicada entre dos cuerpos, es capaz de adherirse a ellos y mantenerlos unidos.

Recuerda



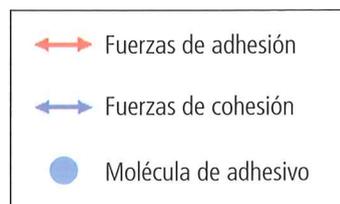
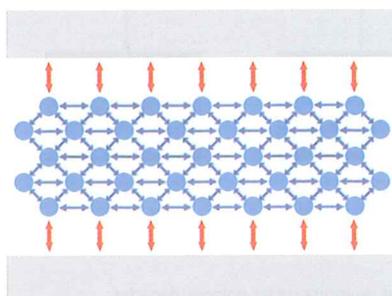
Los factores que intervienen en una unión pegada son, además de los materiales a unir y de la preparación de las superficies, la **adhesión** y **cohesión** del adhesivo.

Adhesión: Es la acción de las fuerzas que se oponen a la separación de las moléculas que pertenecen a diferentes cuerpos o, dicho de otra forma, la fuerza con la que el adhesivo se adhiere a la superficie a pegar.



Un mecanismo de acción para el pegado es la adhesión de superficies. Con la adhesión se describe generalmente la adherencia de un material.

Cohesión: Es la acción de las fuerzas que se oponen a la separación de las moléculas de un mismo cuerpo. Hace alusión a la resistencia interna del propio adhesivo.



La cohesión (solidez interna) es importante para la estabilidad y la resistencia de la unión de pegado. La cohesión se consigue cuando se alcanza la solidez final del pegamento. La cohesión es la consistencia de la moléculas de pegamento entre sí. Se subdivide en:

- Fuerzas mecánicas. Sujeción de distintas moléculas de pegamento.
- Fuerzas físicas. Efecto de cambio entre las moléculas de pegamento.
- Fuerzas químicas. Enlaces dentro de las moléculas de pegamento.

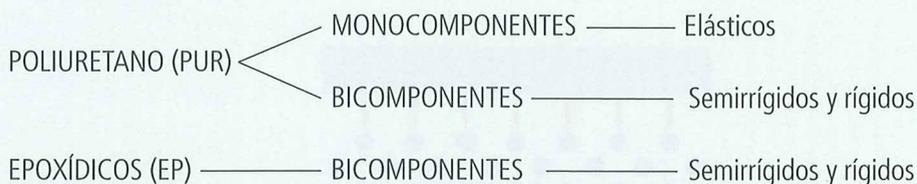
Recuerda



Cuanto más alta sea la cohesión más alta será la **resistencia** del pegamento.

La ausencia de una de estas dos propiedades conduce a uniones deficientes. Los adhesivos estructurales proporcionan una fuerte cohesión, elevada resistencia mecánica y al calor y excelente durabilidad.

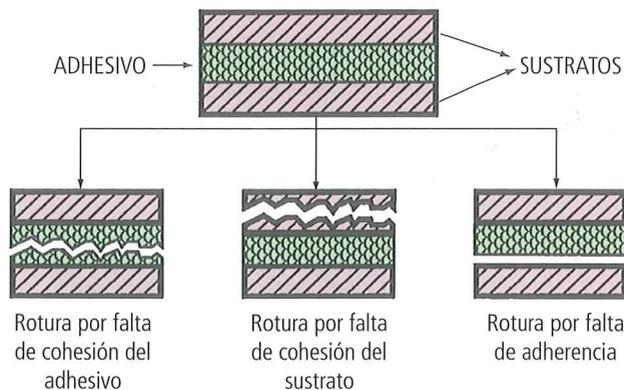
NATURALEZA DE LOS ADHESIVOS ESTRUCTURALES UTILIZADOS EN EL AUTOMÓVIL



Los adhesivos más empleados en la industria del automóvil y, por lo tanto, en los talleres de reparación, son los de **poliuretano** o los de **resina epoxi**.

Los adhesivos de poliuretano bicomponentes disponen de unos tiempos de vida útil de mezcla desde 5 a 45 minutos, aproximadamente; los epoxi tienen una mayor longevidad o vida útil de la mezcla, desde 5 hasta 180 minutos, aproximadamente.

Por lo que a su elección se refiere, se ha de tener en cuenta el tiempo necesario de manipulación posterior a su aplicación; por ejemplo, colocar, soldar, remachar, etc. Los tiempos de curado de los adhesivos en ambas naturalezas no son inferiores a las 24 o, incluso, a 48 horas. Ambos adhesivos tienen un comportamiento de resistencia muy parejo.



Formas de rotura de las uniones pegadas

5.3.1. Poliuretano (PUR)

Están basados en una química de alcoholes en estado líquido denso, denominados **polioles**, que mezclados con reactivos catalizadores, llamados **isocianatos**, dan lugar al poliuretano. En función de su formulación, las reacciones de secado y las características del producto final serán muy variables, pudiéndose transformar en esponja flexible, adhesivo semirrígido, rígido, elastómero o en un sólido compacto y rígido.



Adhesivos de poliuretano

Adhesivos de poliuretano monocomponentes

Parten de polímeros y son resultado de la reacción de un isocianato con agua o con un poliol. Se comercializan como fluidos más o menos viscosos para formar un caucho elástico mediante una reacción química. Se denominan también elastómeros, porque son flexibles. Se presentan envasados en cartuchos o bolsas para su extrusión, dada su gran tixotropía o la densidad de la pasta preparada para relleno.

Glosario



Tixotropía: Es la propiedad que define a determinados productos, como los geles y los coloides, que muestran una forma estable en reposo y se tornan fluidos al ser agitados.

Sus principales características son:

- Secan mediante la absorción de humedad ambiental, siendo su secado lento y produciéndose de fuera hacia dentro del cordón; es decir, crean una piel de fuera hacia dentro. En sus primeras 24 horas son capaces de generar entre 3 y 4 mm de piel, mientras que el secado posterior del cordón se va ralentizando.
- Son sensibles a los rayos ultravioletas, que les atacan y descomponen.
- Tienen gran elasticidad; por ello, se utilizan en uniones en las que se necesite una absorción de vibración entre las piezas a unir como, por ejemplo, pegado de cristales, fabricación y reparación de carrocerías de vehículos industriales, etc.
- Es necesario aplicar entre los sustratos una capa mínima de un milímetro de espesor.
- No requieren buena mojabilidad, por lo que se necesita la aplicación de imprimaciones para obtener una buena adherencia.



Adhesivos de poliuretano monocomponentes

Poliuretanos bicomponentes

También pueden ser elastómeros y, a diferencia de los monocomponentes, los isocianatos reaccionan con aminas o polioles. También nos los encontramos como adhesivos estructurales semirrígidos o rígidos.

Sus principales características son:

- No necesitan de la humedad ambiente para polimerizar. Al mezclarlos, su endurecimiento es muy rápido, ya que se produce una reacción química exotérmica entre sus componentes (desprenden calor y secan de dentro hacia afuera).
- También son sensibles a los rayos ultravioletas, que les atacan y descomponen.
- Tienen gran elasticidad. Por tanto, se utiliza en uniones en las que se necesite una absorción de vibración entre las piezas a unir como, por ejemplo, pegado de cristales, reparación de carrocerías de automóviles y vehículos industriales y pegado de piezas plásticas.
- Los adhesivos semirrígidos tienen un tiempo de vida útil muy corto. Dependiendo de su formulación pueden reaccionar entre 5 y 45 minutos, aproximadamente. Su curado posterior no bajará de las 24 horas.



Adhesivos de poliuretano bicomponentes

5.3.2. Resinas epoxi (EP)

Se obtienen, generalmente, por condensación entre una sustancia que contiene un grupo epoxídico (oxígeno unido a dos átomos de carbono) y una sustancia que tenga átomos de hidrógeno reemplazables.

Sus principales características son:

- Son productos bicomponentes (resina y endurecedor o catalizador).
- Los componentes son de naturaleza más o menos pastosa y de diferente color para facilitar su mezcla correcta.
- La proporción de mezcla depende del tipo de resina, por lo que se deben observar las recomendaciones de cada fabricante.
- Presentan excelente adhesión en diferentes sustratos, como metales, plásticos, cerámicas, etc.
- La resistencia frente a fallos de cohesión es generalmente buena; sin embargo, se requiere que la aplicación entre los sustratos sea lo más fina posible.
- El tiempo de vida de la mezcla oscila entre los 5 minutos y las 4 horas. Su secado, en reparación, se efectúa a temperatura ambiente, aunque también se puede acelerar con infrarrojos o en la cabina de pintura, no siendo recomendables los calentadores de aire. El tiempo de curado se ubica entre las 24 y las 48 horas, a temperatura ambiente.

- Las resinas de curado rápido son más elásticas que las de curado lento.
- Se presentan en cartuchos o tubos por extrusión; con ellos se obtiene una buena mezcla.
- Excelente resultado sobre uniones metal-metal, plástico-plástico o metal-plástico.



Adhesivos de naturaleza epoxy

5.3.3. Cianocrilatos (CA)

Se trata de un tipo especial de adhesivos acrílicos, cuyo curado se realiza mediante la reacción con la humedad contenida en los sustratos, manteniendo la unión bajo presión.

Entre sus principales características hay que destacar:

- Capacidad de endurecerse a temperatura ambiente, sin necesidad de catalizadores.
- Alta velocidad de ejecución de la unión, presentando tiempos de manipulación muy cortos.
- Amplia versatilidad, con una gran gama de sustratos.
- Precisan sólo una pequeña cantidad de adhesivo.
- No tienen prácticamente capacidad de relleno de holguras.
- Las uniones presentan baja resistencia al impacto y a la temperatura.



Pegado con adhesivo de cianocrilato

Este tipo de adhesivos suelen ser apropiados para el pegado de plásticos y gomas.

5.4. UNIÓN CON ADHESIVOS

En la unión con adhesivos se han de tener en cuenta una serie de consideraciones, que van desde la correcta elección y preparación del adhesivo hasta el diseño de la junta y el proceso de curado. Obviar estos aspectos puede dar lugar a uniones que no respondan a las expectativas buscadas, por lo que los malos resultados son debidos más a fallos de diseño y de tecnología de aplicación que a limitaciones del procedimiento o del producto.

Recuerda



Entre las consideraciones que hay que tener en cuenta en el empleo de adhesivos estructurales están la **elección del adhesivo**, el diseño de la junta, la preparación de las superficies, la preparación y aplicación del adhesivo, la posición de los elementos que se van a unir y el curado del adhesivo.

5.4.1. Elección del adhesivo

En el mercado existen multitud de adhesivos estructurales, aunque en reparación de automóviles se emplean fundamentalmente poliuretanos y resinas epoxi.

Para la correcta elección de un adhesivo se deben considerar diversos factores:

- Tipos de sustratos a unir, pues la adherencia de todos los adhesivos no es la misma.
- Acabado superficial de las partes que se van a unir.
- Tipos de disolventes, aceites u otros contaminantes que puedan estar en contacto con la unión.
- Temperaturas máximas y mínimas que soportará la unión, y si éstas serán constantes o intermitentes. Este factor hay que tenerlo muy presente en uniones de materiales con coeficientes térmicos distintos como, por ejemplo, metal-plástico, debiéndose aplicar un adhesivo suficientemente elástico para permitir una buena distribución de las tensiones que originarán esas temperaturas.
- La rigidez de la unión y de los elementos que se van a unir condicionará en parte la rigidez del adhesivo empleado. La elasticidad del adhesivo se amoldará a la elasticidad del sustrato, no debiéndose emplear adhesivos rígidos para unir elementos flexibles.
- Magnitud y tipo de sollicitación que haya de soportar, etc.

En todo caso, para realizar una buena elección habrá que seguir las especificaciones marcadas por el fabricante.

5.4.2. Diseño de la junta

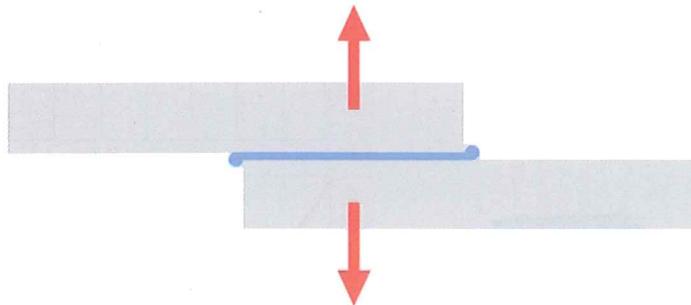
El empleo de adhesivos requiere juntas de diseño especial, no debiéndose emplear las destinadas para otros métodos de unión; no obstante, el campo de los adhesivos en aplicaciones estructurales está en rápida evolución y sus posibilidades de resistencia a diferentes estados de tensión se han incrementado notablemente. Hay que tener en cuenta que el adhesivo actúa en una zona entera y no sobre un único punto, como ocurre en las uniones mecánicas, con la consecuente pérdida de capacidad de resistencia del adhesivo.

Debes saber



En una unión con adhesivos pueden producirse cuatro **estados de tensión**: tracción, cizalladura, peladura y desgarro. El comportamiento del adhesivo depende del tipo de sollicitación a que se encuentre sometido.

Carga de tracción. Las uniones pegadas son relativamente insensibles a estas cargas.



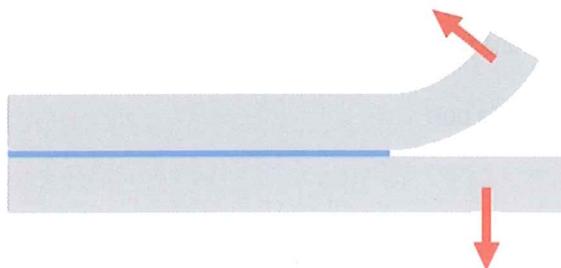
Representación gráfica de la carga de tracción

Esfuerzo de cizallamiento. En un esfuerzo de cizallamiento se reparten las fuerzas uniformemente. Una unión, si se ha realizado correctamente, no cederá ante un esfuerzo de tracción transversal.



Representación gráfica del esfuerzo de cizallamiento

Esfuerzo de ranura o pelado. En los denominados esfuerzos de ranura y de pelado, las fuerzas atacan concentrando el esfuerzo en un único punto y empezando desde el borde exterior de la junta de pegado. En este esfuerzo se mantendrá normalmente sólo la fuerza de adhesión, ya que la fuerza menor de cohesión será sobrepasada.

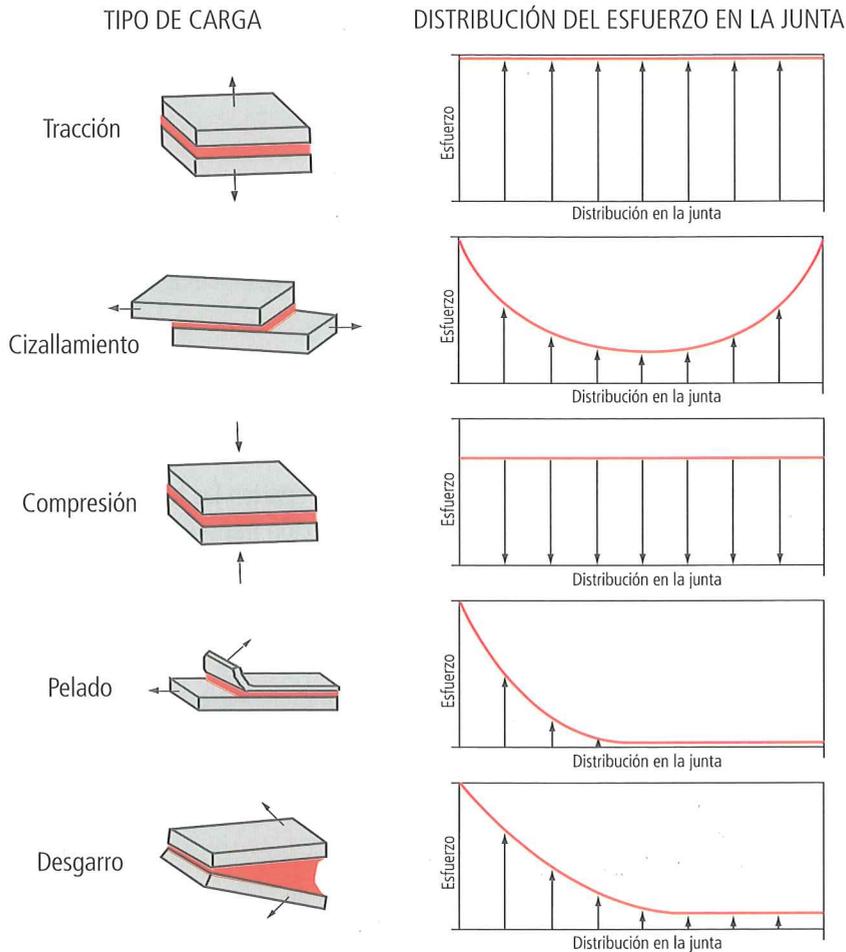


Representación gráfica del esfuerzo de pelado

En el pelado, la acción del esfuerzo se limita al extremo de la unión o al borde de la unión, por lo que el adhesivo no refuerza el resto de la junta. Una junta fallará por pelado cuando, al menos, uno de los sustratos a unir sea flexible.

En los esfuerzos de **desgarramiento** la tensión actúa en uno de los lados de la unión, permaneciendo el resto de la junta sin apenas tensión. Generalmente, las juntas con sustratos rígidos y fallarán más fácilmente por pelado.

Desde este punto de vista, las juntas o uniones realizadas con adhesivos han de estar pensadas para que trabajen a cizallamiento y compresión, debiendo evitarse el diseño de juntas sometidas a esfuerzos de pelado o desgarramiento. En menor medida, también se evitarán los esfuerzos de tracción, pues si las cargas no actúan de forma perfectamente axial, producirán tensiones de desgarramiento.



Principales tipos de esfuerzo a que se encuentran sometidas las uniones con adhesivos

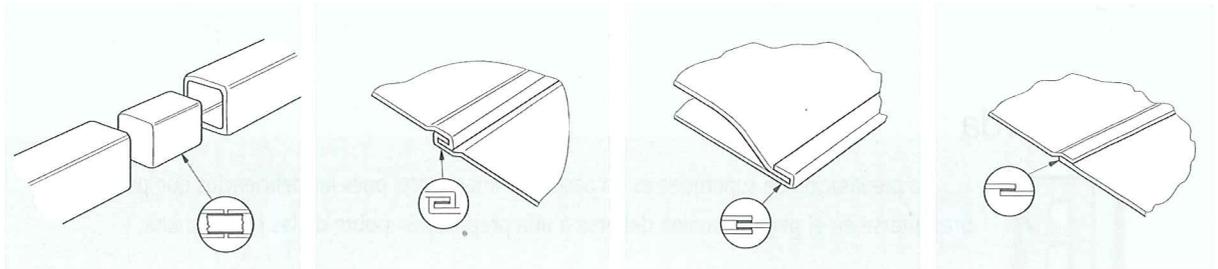
Las premisas básicas en el diseño de una junta con adhesivo son:

- Resistencia de la junta, que viene dada por:
 - Área de pegado.
 - Resistencia del adhesivo.
 - Resistencia del sustrato.
 - Distribución de tensiones.
- El área de la unión tiene que ser lo suficientemente grande como para soportar la carga a la que se encuentra sometida la unión en su puesta en servicio.

- El espesor de la capa de adhesivo ha de ser el adecuado. La resistencia de la junta decrece, en muchos casos, con el espesor del adhesivo.
- Prever tipos de junta que garanticen que la unión se verá sometida a esfuerzos de cizallamiento y/o compresión.

En el campo de la carrocería, al estar trabajando con chapas delgadas, el tipo de junta más empleado son las juntas planas de superposición, como las uniones a solape, para cuyo diseño se aprovecha la facilidad que presenta la chapa (sobre todo la de acero suave) para ser doblada y curvada, pudiendo obtenerse diversas configuraciones que eviten la aparición de esfuerzos de pelado y desgarro en la unión.

Cuando se haya de proceder a la unión de elementos que presenten una configuración cerrada, se puede realizar una unión a tope, colocándose en el interior una cubrejunta a lo largo de toda la unión.



Tipos de junta más comunes en la reparación de carrocerías

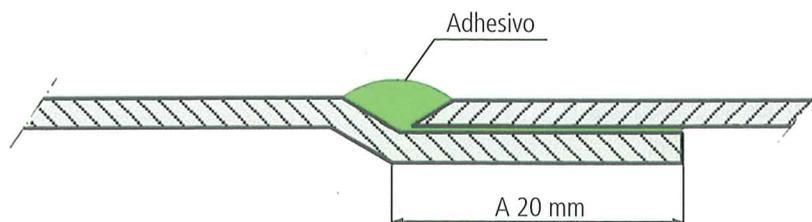
Un ejemplo es la unión con adhesivos en la sustitución por sección parcial de paneles de la carrocería. En este caso, se recurre al empleo de una unión combinada tope-solape, en la que, debido a las amplias superficies de pegado, se hace posible el aprovechamiento total de la resistencia mecánica del material de las piezas a unir.

El bisel a 30° que se realiza en la pieza a montar sobre el solape tiene por objeto facilitar la unión y conseguir un mejor pegado.

Para realizar el solape se emplearán los alicates de filetear, bien de accionamiento manual o neumático.



Aplicación de adhesivo sobre pieza estructural



Unión a solape con escalón

5.4.3. Preparación de las superficies de contacto

Se trata de una operación muy importante, pues las deficiencias que pueden presentarse en el pegado suelen deberse a una preparación pobre de las piezas a unir o a la utilización de disolventes de limpieza inadecuados.

El primer paso consiste en preparar una franja amplia alrededor de la superficie a limpiar; para ello se deben eliminar los restos de ceras, aceite, aprestos o cualquier otra suciedad con un desengrasante adecuado y eliminar pinturas, no la cataforesis, de las juntas que alojen adhesivo. También se deben limpiar ambos sustratos con limpiadores específicos indicados por el fabricante o bien con acetona, tricloroetileno y percloroetileno; con alcohol, gasolina y disolventes grasientos, no.

Los fabricantes de adhesivos suelen disponer de una gama de productos de limpieza para las distintas superficies compatibles con sus adhesivos, siendo recomendable su empleo pues, además de limpiar, activarán las superficies para el pegado.

Recuerda



La **preparación de superficies** es un paso muy importante, pues las deficiencias que pueden presentarse en el pegado suelen deberse a una preparación pobre de las piezas a unir.

Determinados materiales, antes de ser limpiados con disolvente, requieren una activación superficial con medios mecánicos (lijado, estropajo de níquel, etc.). Sobre un sustrato pintado, si se quiere conseguir una adhesión estructural resistente, es preciso eliminar el tratamiento de pintura; de otra manera, se correría el riesgo de la exfoliación de las capas de pintura y el desprendimiento del adhesivo. Sobre la cataforesis no es necesario eliminar este tratamiento; bastaría con matizar para abrir el poro.

La limpieza se realiza con un papel de celulosa impregnado en el limpiador, frotando la zona siempre en la misma dirección y cambiando frecuentemente el papel (al mismo tiempo, se seca con otro papel). Si se frotara en círculos, o de un lado para otro, lo único que se conseguiría es una redistribución de la suciedad.



Equipo específico para el tratamiento de superficies

No es recomendable el uso de trapos de limpieza, ya que contienen aprestos, lo que comporta contaminación, dando lugar a una limpieza muy poco efectiva.

La mayoría de los fabricantes recomienda imprimaciones específicas para cada tipo de material que se quiere unir. Las imprimaciones cumplen tres funciones fundamentales:

- Hacen las veces de barrera química de inhibición, que evitará que las superficies tratadas pierdan las condiciones que han obtenido; por ejemplo, evitar una oxidación superficial en el caso de los metales.
- Contribuyen a que el adhesivo no trabaje por adhesión física, sino que exista una interfase química (las imprimaciones suelen ser prepolímeros del adhesivo) entre el sustrato y el adhesivo, que hace que mejore la adhesión.
- Actúan como protector en el caso de pegado de materiales transparentes para evitar que la radiación ultravioleta de la luz solar degrade ciertos adhesivos.

La aplicación de las imprimaciones se realizará con un pincel o un hisopo, no debiendo aprovechar éstos para varios tipos de imprimaciones.

Siempre hay que respetar los tiempos de secado recomendados por los fabricantes, tanto de limpiadores como de imprimaciones.

Flameado

Sobre el sustrato de aluminio en metal vivo recién lijado (nunca sobre tratamientos pintados o cataforesis) se recomienda realizar un flameado, que consiste en utilizar un mechero de llama limpia y, con el penacho de la llama, dar una pasada lentamente, en zigzag.

Los metales no ferrosos, como el aluminio, se oxidan inmediatamente en contacto con la humedad ambiental y el oxígeno, que le sirve de autoprotección, por lo que hay que efectuar un tratamiento especial. Una vez lijado el sustrato, y en un tiempo no mayor a 20 - 30 minutos, se necesita flamear; de este modo, la capa de alúmina que se está formando retrasa su formación. Ya en caliente, se aplica una capa de imprimación específica para este tratamiento. Esta imprimación promueve la adherencia del adhesivo.

5.4.4. Preparación del adhesivo

En el caso de utilizar adhesivos monocomponentes hay que saber que vienen listos al uso, sin requerir preparación previa. Otros, sin embargo, hay que precalentarlos e, incluso, pasarlos por un reactivo que se coloca entre el cartucho y la boquilla. Es preciso conocer su densidad para aplicarlos con una pistola extrusora manual, neumática o eléctrica.

Ahora bien, si se trata de adhesivos bicomponentes, han de mezclarse de manera uniforme y en las proporciones indicadas por el fabricante, como paso previo a su aplicación. Esta mezcla puede realizarse de forma automática con pistola de extrusión manual, neumática con émbolo o eléctrica.

Mezcla automática

La mayoría de los adhesivos bicomponentes se presentan envasados en cartuchos dobles de diferente capacidad y la proporción de mezcla viene dada en el propio diseño del cartucho. Los diámetros de cada cámara guardan la misma relación que la proporción de mezcla en volumen de cada compuesto (1:1, 2:1, 4:1...).

La aplicación se realiza sobre uno de los sustratos. Se utiliza una pistola de extrusión específica, adaptada al diseño del cartucho y a la densidad del producto. Es necesario utilizar pistolas con émbolo de empuje. Para aplicaciones amplias, en la salida del cartucho se coloca una cánula o boquilla mezcladora. Esta boquilla lleva en su interior una espiral que, al ser recorrida por los productos durante la aplicación, los mezclará. Para pequeñas dosificaciones no son necesarias las cánulas, ya que se aplica el adhesivo directamente sobre unas espátulas, se mezcla y se aplica en el sustrato.

Debes saber



Es recomendable desperdiciar la primera cantidad de producto para asegurarnos de su mezcla homogénea.

No obstante, es recomendable, antes de colocar una cánula, desperdiciar de uno a dos centímetros del adhesivo y, ya colocada la cánula, volver a desperdiciar la primera cantidad de producto para asegurarnos de su mezcla homogénea. Una vez que se aplica el adhesivo y antes de comenzar el ensamblaje de la pieza, comprobar que el producto no se ha salido por los émbolos de empuje entre la pistola y el cartucho. De lo contrario correríamos el riesgo de una mala dosificación y de que el producto no se seque.



Para la aplicación se deberá hacer uso de una pistola específica adaptada al cartucho

Mezcla manual

En el caso de realizar la mezcla manualmente, además de aplicar el adhesivo con una pistola adecuada al envase de comercialización del producto también puede efectuarse directamente bien sobre una espátula, bien en un recipiente, dependiendo de la viscosidad de los productos. En ambos casos, tanto espátulas como recipientes deben estar bien limpios, evitando el contacto de la espátula de mezclado con el resto de los adhesivos sin catalizar.

Se respetará la dosificación correcta de los productos, así como su mezcla homogénea.



Mezcla manual de adhesivos bicomponentes

Recuerda



Una vez realizada la mezcla, el **tiempo** de aplicación es **limitado**, pues el catalizador comienza a actuar inmediatamente.

5.4.5. Aplicación del adhesivo

El adhesivo debe estar en contacto íntimo con las superficies a unir. La aplicación se realizará en una de las caras que menos nos moleste para su ensamblaje. Se efectúa a temperatura ambiente, pues las temperaturas altas acortan el tiempo de vida de la mezcla y el tiempo de utilización y las temperaturas bajas debilitan la resistencia del adhesivo y retardarán el proceso de secado.

Los principales aspectos a tener en cuenta en la aplicación de un adhesivo son el espesor y la forma y dimensiones del cordón.



Aplicación de adhesivo para la sustitución de una aleta trasera

Espesor del adhesivo

Independientemente del sistema de aplicación, una cuestión a tener muy presente es el espesor de la capa de adhesivo. La resistencia de la unión no es proporcional al mismo, como en un principio pudiera parecer. Mientras que con los adhesivos elásticos el espesor mínimo ha de ser de, al menos, un milímetro, con los adhesivos rígidos y semi-rígidos el espesor será lo más delgado posible. En general:

- Cuanto mayor sea la cantidad de adhesivo, mayor será la probabilidad de aparición de burbujas de aire o de cuerpos extraños que debiliten la unión.
- El esfuerzo necesario para deformar una película delgada es superior al de una de mayor espesor.
- Las tensiones internas que se originan en el proceso de la unión están relacionadas con el espesor de la película aplicada.
- La posibilidad de que el adhesivo fluya o cristalice es mayor conforme aumenta el espesor.

Recuerda



Es conveniente conseguir **espesores delgados**, pero previendo que la cantidad de adhesivo sea tal que permita cubrir las ondulaciones e irregularidades superficiales del sustrato, que rebose por ambas partes de la pestaña y que no se manche la herramienta de remachado, si hubiese que utilizarla.

En determinados tipos de aplicaciones, en adhesivos flexibles, el espesor final del adhesivo está marcado por el empleo de pequeños tacos separadores que, interpuestos en la junta, evitarán un acercamiento excesivo de los sustratos.

Forma y dimensiones del cordón

Dependiendo del tipo de unión a realizar, así será la forma del cordón a aplicar. En el caso del pegado de lunas con adhesivos de poliuretano, se aplica un cordón de perfil triangular, dotando a la boquilla de salida de la geometría correspondiente.

Cuando se trate del pegado de paneles de la carrocería, se aplica un cordón en forma de media caña y de un diámetro de unos 6 mm, procurando recorrer con él toda la zona del sustrato. En el caso de combinar el adhesivo con el empleo de remaches, debemos asegurarnos de rodear toda la periferia de los orificios para los remaches con un cordón continuo de adhesivo, evitando que rebose por los orificios.



Geometría del cordón para el pegado de lunas



Geometría del cordón para el pegado de paneles de la carrocería.

Dependiendo de cómo se suministre el adhesivo y de cuál sea el objetivo, se podrá aplicar por extrusión, con brocha o con espátula.

Aplicación por extrusión: Cuando el adhesivo viene envasado en cartuchos o bolsas, se aplicará por extrusión, haciendo uso de la pistola y boquilla más adecuadas.

Las pistolas de accionamiento manual se prestan mejor para aplicaciones con adhesivos menos densos y sobre zonas puntuales; las neumáticas sin émbolo permiten una aplicación continua y un flujo más constante. Las neumáticas con émbolo y las eléctricas permiten aplicaciones continuas y un flujo más constante con adhesivos de muy alta densidad.

Aplicación con espátula: La espátula está más indicada en el caso de adhesivos densos o pastosos y para la consecución de mayores espesores.

Recuerda



El empleo de la **brocha** o de la **espátula** puede ser complementario a la aplicación por extrusión, sirviendo para extender el adhesivo por toda la zona de metal desnudo.

5.4.6. Colocación de los elementos a unir

La pieza ha de ser ensamblada y ajustada con anterioridad a la aplicación del adhesivo, con el fin de posicionar y perforar todas aquellas fijaciones remachadas o soldadas a tapón. De este modo, también, evitamos en la mezcla virutas que ocasionarían un mal asentamiento de la junta de unión.

Una vez aplicado el adhesivo y colocada correctamente la pieza se deberá asegurar el contacto íntimo a lo largo de toda la junta. Para ello, se ejercerá una presión uniformemente repartida sobre toda la superficie con remaches ciegos o estampados, soldadura de puntos o soldadura MIG a tapón.

Para mantener una presión de acercamiento, entre los dos sustratos, se pueden utilizar distintos métodos, en función de la accesibilidad de la zona:

- Mordazas de presión: se emplearán en aquellos casos en los que sea posible su fijación, como pestañas, bordes de piezas, etc. Se colocan varias, en función de la longitud de la junta.

En aquellos casos en los que no sea posible el empleo de mordazas, como en las líneas de corte de las secciones de ahorro, se recurrirá a otros métodos.

- Presillas: consiste en soldar unas arandelas en la pieza de la carrocería próxima al quebranto e introducir a través de ellas más presillas con una geometría en pendiente, de modo que su pie quedará apoyado sobre la junta solapada, ejerciendo la presión necesaria.
- Dispositivos especiales: fijados con ventosas adhesivas o electromagnéticas.

Cuando las piezas son de poliéster, suelen emplearse tornillos roscachapa, fijando ambas piezas solapadas. Cuando el adhesivo se ha secado, se extrae y se rellena el hueco con resinas.



Inmovilización de la pieza con mordazas



Dispositivo de inmovilización utilizado por BMW

5.4.7. Curado del adhesivo

Durante el curado del adhesivo hay que dejar inmovilizado todo el conjunto. Los tiempos de endurecimiento dependerán de la temperatura y del tipo de adhesivo. Cuanto mayor sea la temperatura y la proporción de catalizador, más corto será el tiempo de curado. No obstante, las proporciones y los tiempos de secado serán los recomendados por el fabricante y la temperatura ambiental.

Determinados fabricantes contemplan la aplicación de calor con lámparas de infrarrojos para acortar los tiempos de secado. De hacerse así, la radiación no se deberá aplicar durante un tiempo excesivo (no más de 10 minutos) ni colocar la lámpara demasiado cerca de la costura pegada para evitar que el adhesivo se sobrecaliente.

Si se tienen en cuenta todos los factores, los pegamentos tendrán una alta resistencia a los esfuerzos de tracción y de cizallamiento. Las cargas por esfuerzos de pelado, sin embargo, actúan en contra.

5.4.8. Desprendimiento de juntas adheridas

Cuando sea preciso sustituir un elemento, el primer paso es el despunteado de los puntos de resistencia o el desprendido de los remaches de unión. Para poder liberar la pieza a sustituir es necesario lo siguiente:

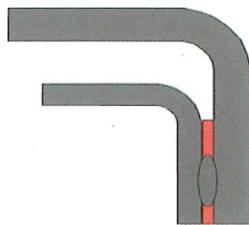
- En el caso de adhesivos flexibles: Es necesario utilizar una herramienta de corte como las máquinas de cuchillas oscilantes o las cuerdas de piano que se utilizan para la sustitución de lunas.
- En el caso de adhesivos semirrígidos o rígidos: Se necesita aplicar calor superior a 80 °C, temperatura a partir de la cual el adhesivo comienza a degradarse. Por consiguiente, si se le aplica una fuerza de separación entre los sustratos, por ejemplo con cortafríos y un martillo, el desprendimiento será difícil; pero, si calentamos a unos 110 °C, la separación de los sustratos se puede hacer fácilmente con una espátula, sin golpear.

Para la aplicación del calor se puede utilizar un soplete de aire caliente, calentando la pieza que se quiera desprender o la más fina.

Otro sistema para calentar la pieza es mediante inducción. Pero hay que tener en cuenta que la inducción en el aluminio no calienta, sólo sobre acero. A favor, este sistema es muy rápido.

5.5. COMBINACIONES CON ELEMENTOS MECÁNICOS DE UNIÓN

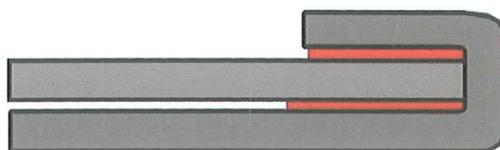
Como ya hemos indicado, es habitual en la reparación de carrocerías la combinación de adhesivos con sistemas mecánicos de unión, aprovechando las ventajas de un sistema de unión continuo (adhesivo) y de un sistema discontinuo (soldadura, remaches, tornillos, etc.).



Combinación soldadura por resistencia-adhesivo



Combinación remache-adhesivo



Combinación engatillado-adhesivo

Recuerda



La eficacia de una unión combinada es muy superior. La **unión combinada** mejora la distribución de las tensiones y reduce los problemas de fatiga.

Las dos técnicas más empleadas son adhesivo-soldadura y adhesivo-remache; se aplican tanto en fabricación como en reparación.

5.5.1. Unión adhesivo-soldadura

La técnica de unión adhesivo-soldadura combina el empleo de adhesivos con la soldadura por puntos de resistencia, siendo éste un procedimiento de unión puesto en práctica por muchos fabricantes de automóviles como técnica de unión alternativa en la sustitución de paneles de carrocería.

Esta técnica de unión requiere diversas acciones:

- Comprobar que, con los electrodos dispuestos en la máquina, es posible acceder a las diferentes zonas de las pestañas a soldar. En aquellos lugares en los que no existe accesibilidad para los electrodos se perforan unos taladros para soldar por puntos MIG a tapón.
- Se aplica el adhesivo en cantidad suficiente sobre las pestañas a unir, extendiéndolo, si es necesario, con la ayuda de una espátula. En las zonas donde ha de aplicarse soldadura MIG/MAG conviene limpiar el adhesivo que rebosa por los taladros.
- Presentar y ajustar el panel, fijándolo con unas mordazas de presión.
- Con la ayuda de una espátula, se retira el adhesivo que haya podido rebosar del borde de las pestañas.
- A continuación, se ejecuta la soldadura dentro del tiempo de manipulación del adhesivo. Es conveniente que el mantenimiento de la presión sea ligeramente mayor (alrededor de un segundo) para facilitar la fluencia del adhesivo de la zona en la que se ejecuta el punto. Este efecto se facilita con el empleo de electrodos de punta esférica.

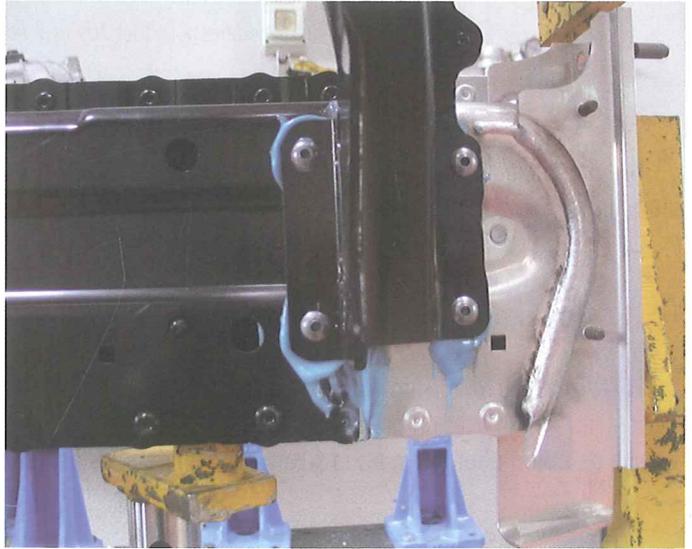
Uniones pegadas-soldadas. Método

1. Lijar y eliminar la pintura o restos de adhesivo de la zona de unión. Solapado o escalonado de la chapa con el alicate de solapar. En zonas con cataforesis, lijar sólo, matizando la superficie.
2. Limpiar y desengrasar la zona donde vaya a aplicarse el adhesivo.
3. Preparar el adhesivo (resinas epoxy o poliuretano), en caso necesario. Aplicarlo haciendo uso de una espátula.
4. Soldar por puntos de resistencia a través de la costura rellena con adhesivo.
5. Eliminar el adhesivo que ha rebosado por las juntas con una espátula y papel; no utilizar disolventes.
6. En juntas seccionadas, y una vez curado el adhesivo, preparar la masilla de relleno y acabado. Generalmente, se emplean masillas con cargas metálicas de zinc, aluminio y acero.
7. Se aplicará la masilla sobre la costura; cuando se haya secado, se procederá al acabado final, mediante lijado. Por último, se pinta.

5.5.2. Unión adhesivo-remache

Tanto en construcción como en reparación, el empleo de remaches, junto con adhesivo, se está convirtiendo en un método de unión cada vez más habitual para el ensamblaje de elementos estructurales, sobre todo en las carrocerías de aluminio. Además, se propone, desde fabricación, como método de reparación; es decir, las carrocerías salen ensambladas de fábrica con soldadura de puntos por resistencia y, en reparación, se aplica el adhesivo con remache.

Con el empleo de adhesivos pueden adaptarse diferentes tipos de remaches: autoperforantes, sólidos y ciegos, combinándose las ventajas del remachado (alta resistencia, facilidad de ensamblaje) con las del adhesivo (alta resistencia a la fatiga y rigidez del vehículo).



Unión estructural adhesivo-remache

Las principales características a tener en cuenta a la hora de ejecutar esta técnica de unión son:

- Preparar el recambio y presentarlo sobre la carrocería, realizando los ajustes pertinentes para, a continuación, efectuar taladros donde irán colocados los remaches macizos o ciegos.
- Preparar superficialmente todas las pestañas donde ha de aplicarse al adhesivo para garantizar la adhesión.
- Aplicar el cordón de adhesivo a lo largo de todas las pestañas de unión. Conviene asegurarse de que un cordón continuo de adhesivo rodee los orificios de los remaches. Evitar manchar la remachadora.
- Presentar y ajustar el panel, fijándolo con unas mordazas a presión.
- Colocar los remaches de forma habitual a como se colocarían si no existiese adhesivo. Ayudarán a mantener la junta inmovilizada mientras se produce el curado del adhesivo.
- Eliminar los restos de adhesivos que hayan podido rebosar de la junta y limpiar las herramientas y útiles de remachado de posibles contaminaciones de producto.



Remachadora para remaches sólidos

Uniones pegadas-remachadas. Método

1. Lijar y eliminar la pintura o los restos de adhesivo en las zonas de unión. En piezas con cataforesis, sólo matizar la superficie.
2. Colocar la pieza en posición correcta, taladrando las piezas a unir en las posiciones marcadas para los remaches macizos y ciegos. Los remaches estampados se colocan directamente, sin perforar.
3. Limpieza y desengrasado de la zona donde se vaya aplicar el adhesivo.
4. Preparar el adhesivo (resinas epoxy o poliuretano) en un cartucho provisto de cánula mezcladora.
5. Si es necesario, extender el adhesivo con la ayuda de una espátula.
6. Eliminar el adhesivo que haya rebosado por las juntas con una espátula y papel; no utilizar disolventes.
7. Remachar las zonas que correspondan, limpiando el asiento de la remachadora cuando sea necesario.
8. Si se dispone de juntas por sección parcial, una vez curado el adhesivo preparar la masilla de relleno y acabado. Generalmente, se emplean masillas con cargas metálicas de zinc, aluminio y acero.
9. Se aplicará la masilla sobre la costura y, cuando se haya secado, se acometerá el acabado final, mediante lijado de la masilla. Posteriormente, se aborda el proceso de pintado.



Remache autopercorante

5.6. PROCESOS DE REPARACIÓN CON ADHESIVOS

5.6.1. Sustitución de aleta trasera mediante pegado y remachado

Recientemente, el fabricante alemán BMW ha adoptado nuevas técnicas de unión de piezas exteriores mediante pegado y remachado que, aun siendo utilizadas para la sustitución de piezas de aluminio, también presentan características que las hacen interesantes para las carrocerías de acero.

A continuación, se muestra el proceso completo de sustitución de una aleta trasera en un Mini-ONE BMW mediante pegado y remachado.



Daños en la aleta trasera

Retirada de la chapa exterior

Como en toda reparación de sustitución, se comenzará con el desmontaje de los elementos y accesorios que interfieren en el desmontaje de la pieza dañada como el piloto, el asiento trasero, la luna lateral, etc.



Desmontaje de la luneta lateral

El primer paso es marcar las uniones sobre la pieza a sustituir. Para ello, se utiliza un abrasivo del tipo *Clean'n Strip* para descubrir las soldaduras en la superficie. A continuación, se señalan con un rotulador los puntos de soldadura y los cordones de soldadura MIG-Brazing y, finalmente, las uniones de soldadura por puntos, punzonando con granete en el centro del punto de soldadura.



Punzonado de puntos de soldadura con granete

Con la sierra neumática de vaivén se realizan unos cortes de desecho para poder acceder al despunteado de los puntos de soldadura que no son accesibles.



Corte de desecho

Los puntos de soldadura por resistencia se despuntean con una despunteadora en la que previamente se ha regulado la profundidad de corte, de acuerdo al espesor de la propia aleta, para sólo traspasar la chapa graneteada. Los puntos de soldadura se deben desbarbar previamente con una lijadora de banda y evitar así la rotura de la broca.



Despunteado

Posteriormente, se esmerilan los cordones MIG-Brazing y el punto de soldadura MIG de acero con la esmeriladora angular y se procede a la separación por completo de las uniones con la ayuda de un cortafríos de carrocerero. Además, se necesita calentar el adhesivo de refuerzo de poliuretano con un soplete de aire caliente, favoreciendo la separación de las piezas.



Separación de uniones con cortafríos

Se procede a retirar el panel y, a continuación, se despuntea de la misma manera, quitando el resto de piezas por este mismo procedimiento.



Despunteado del resto de la aleta

Preparación de las superficies de unión

Las zonas de carrocería sobre las que se va a posicionar la pieza nueva se acondicionan para garantizar una unión perfecta. Para ello, se aplanan las pestañas de unión con tas y martillo, se esmerilan el resto de puntos de soldadura y se eliminan los restos de masilla de sellado y adhesivo.



Repaso de pestañas con tas y martillo

A continuación, se procede a eliminar la cera protectora de huecos que estaba aplicada a la carrocería, con un producto específico de BMW.



Eliminación de ceras con producto de limpieza



Tras esta preparación, se presenta y acopla la pieza nueva a la carrocería para comprobar su correcto ajuste. Posteriormente, la pieza se fija a su posición exacta con mordazas de sujeción.



Ajuste de la pieza nueva

En este momento, y siguiendo las instrucciones del manual de reparaciones de BMW, se marcan con un rotulador las posiciones de los remaches ciegos, intentado no hacer coincidir éstos con los antiguos puntos de soldadura; en caso de coincidencia, empeora la resistencia final de la unión. Posteriormente, se procede al taladrado de las chapas en los puntos donde se van a situar los remaches ciegos, utilizando las brocas adecuadas, practicando taladros de 4,2 mm de diámetro.



Taladrado de las piezas

A continuación, se separa la pieza nueva y se desbarban los orificios por la parte interior de la misma. Hay que tener en cuenta que no se ha de lijar ni pulir la pieza nueva en las zonas de pegado.



Desbarbado de los orificios

Las uniones pegadas requieren de una limpieza extrema en las superficies a unir tanto en la pieza nueva como en el vehículo, eliminando todo tipo de partículas de polvo y grasa. Esta limpieza se desarrolla con el limpiador de uniones pegadas de carrocería de BMW, que además incrementa la adherencia de las superficies de las piezas. El limpiador se debe aplicar y extender en pequeñas cantidades.



Limpieza de las piezas a unir con adhesivo

En este proceso se deben utilizar guantes apropiados para manipular adhesivos, que garanticen la limpieza en el proceso. Por motivos relacionados con la corrosión y la resistencia no es necesario rectificar mecánicamente la pieza nueva ni retirar el recubrimiento de cataforesis para el proceso de pegado.



Limpiador de uniones pegadas de carrocería de BMW

Método de unión mediante pegado y remachado

En primer lugar, se aplica poliuretano estándar para pegar el elemento insonorizante que está ubicado entre la carrocería y la pieza.



Pegado de elemento insonorizante

El adhesivo a utilizar para el pegado es de endurecimiento químico, de tipo epoxi. Al proceder con este tipo de adhesivos es fundamental lograr una mezcla homogénea en el tubo de mezclado, que garantice la reacción química que proporciona las fuerzas de adhesión y cohesión de los mismos.

Además, para asegurar un correcto pegado se deben desechar las primeras cantidades del adhesivo ya mezclado.



Adhesivo epoxi para la fijación de la aleta

La temperatura de aplicación del adhesivo, la temperatura ambiente así como la del componente debe ser superior a los 15 °C. El tiempo de manipulación es de, aproximadamente, 1 hora.

Tras 24 horas a temperatura ambiente, el adhesivo habrá alcanzado el 90% de su resistencia final.



Aplicación del adhesivo

La aplicación del cordón de adhesivo se lleva a cabo sobre la carrocería, debiéndose aplicar centrado y sin discontinuidad sobre la brida de unión, obteniéndose un cordón ancho que ocupe toda la zona de unión.

Es en este momento cuando se coloca la pieza nueva, de abajo hacia arriba, para evitar que el adhesivo rebose en los puntos de contacto.



Montaje de la pieza nueva

A continuación, se procede a aplicar los remaches ciegos y retirar el adhesivo que haya podido quedar fuera de la unión.

Se marcan sobre la pieza nueva, con rotulador, los remaches auto perforantes, siguiendo las instrucciones del manual de reparaciones en cuanto al tipo y a su posición.

4135105 Cambiar la pared lateral trasera izquierda 7 / 8

R41 4058

Remachar la pared lateral con remaches punzonados en las zonas (1) a (5).
Obtener la cantidad de la siguiente tabla.

Zona	Cantidad
1	8
2	5
3	6
4	3
5	7

Tras el endurecimiento del pegamento en la zona (1) montar un tornillo con compatibilidad electromagnética.

21/01/2011

Documentación técnica del manual de reparaciones del fabricante

La colocación de estos remaches se realiza con la herramienta remachadora especial recomendada por BMW, teniendo en cuenta la presión de remachado y los tipos de remaches más adecuados para cada zona reflejados en el manual de reparaciones. La dirección de remachado debe ser de la pieza menos resistente a la más resistente, es decir, de la pieza nueva a la carrocería original.



Equipo de remachado de BMW

Con una distancia aproximada entre los remaches de 100 mm se consigue mantener una capa de adhesivo de entre 0,3 y 0,5 mm. En el caso de no poder mantener la capa de adhesivo se deberá reducir la distancia entre los remaches. La capa de adhesivo debe ser óptima, ya que si ésta es inadecuada se puede provocar una gran pérdida de resistencia.



Remachadora neumática para remaches auto perforantes

Tras la eliminación del adhesivo sobrante y los posibles ajustes finales el proceso concluye, dejando el vehículo en condiciones de pasar a la zona de pintura. La manipulación de adhesivos conlleva un elevado riesgo para la salud. Deben tenerse en cuenta las normas de seguridad, el manual de reparaciones de BMW y la etiqueta del envase del fabricante.



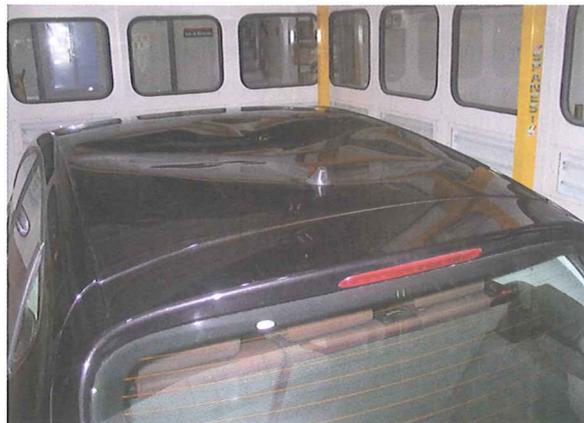
Aspecto final de la reparación

5.6.2. Sustitución de un techo

El techo del Seat Leon '05 presenta unas características muy particulares en el proceso de sustitución debido a su configuración y ensamblado.

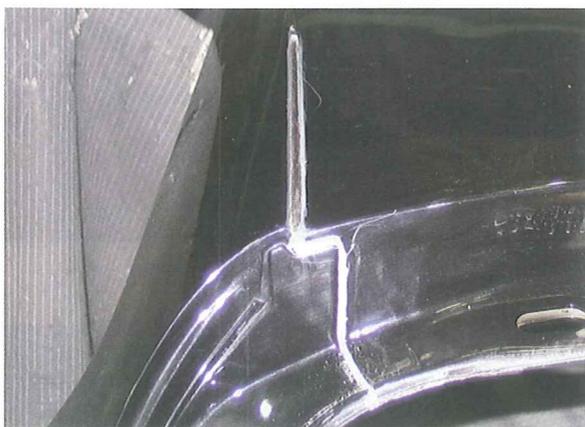


Vista superior del techo

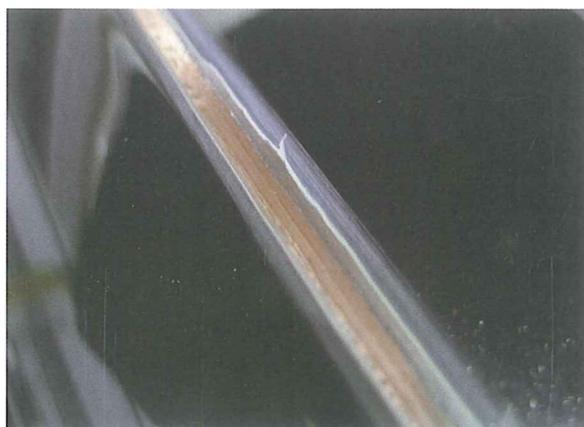


Vista posterior del techo

En la fabricación del vehículo el techo se ensambla a la carrocería en sus uniones longitudinales mediante soldadura láser con material de aportación CuSi3. Este tipo de soldadura da como resultado una unión continua muy uniforme que es imposible de reponer en el taller de reparación, por lo tanto, a la hora de sustituir un techo de este tipo es necesario emplear otro sistema de unión.



Soldadura láser del techo



Detalle de la soldadura láser

En este caso la unión se va a realizar mediante adhesivo estructural. A continuación se detalla el proceso completo de sustitución.

Proceso de sustitución

El proceso de sustitución comienza con el desmontaje de los siguientes accesorios:

- Asientos delanteros.
- Bandeja trasera.

- Soporte de bandeja (ambos lados).
- Guarnecido superior de pilar trasero (ambos lados).
- Cojín de asiento trasero.
- Guarnecido pie de aleta trasera (ambos lados).
- Guarnecido estribo (ambos lados).
- Guarnecido inferior de pilar central (ambos lados).
- Tornillo de fijación inferior del cinturón de seguridad delantero (ambos lados).
- Guarnecido superior de pilar central (ambos lados).
- Guarnecido superior de pilar delantero (ambos lados).
- Parasoles (ambos lados).
- Plafón luz interior.
- Retrovisor interior.
- Asideros delanteros y traseros (ambos lados).
- Revestimiento de techo.
- Portón trasero.
- Goma contorno de portón trasero.
- Antena de techo.
- Airbag de cabeza (ambos lados).
- Cristal de parabrisas.

Una vez desmontados los accesorios se comienza con el proceso de sustitución.

En primer lugar se desgrapa los puntos por resistencia de la unión del techo con el montante de parabrisas. Para poder realizar esta operación es necesario retirar previamente el adhesivo de fijación de la luna con ayuda de una espátula.



Limpieza del adhesivo



Desgrapado de los puntos de resistencia

A continuación se realiza un corte de deshecho en todo el contorno del techo menos la parte delantera que ya está desgrapada. Para realizar esta operación se emplea una sierra neumática, atacando el corte con cierta inclinación para no chocar con el refuerzo interior.



Corte de deshecho



Vista interior del corte

El corte de deshecho longitudinal en la zona de unión por láser se realiza justo al lado del cordón de soldadura, para que la pestaña que quede tenga el mínimo espesor posible y facilite su posterior eliminación.



Detalle del corte de deshecho



Desgrapado de los puntos de resistencia

En la parte posterior del techo el corte se efectúa en el plano vertical.



Corte en la parte posterior



Detalle del corte

A continuación se cortan los cordones de adhesivo de las cerchas y se retira el techo del vehículo.



Corte de los cordones de adhesivo



Corte del adhesivo con espátula



Despegado del techo



Retirada del techo

El resto de techo que ha quedado en la parte trasera va ensamblado a la travesa mediante puntos de soldadura por resistencia en su unión con la pestaña del hueco de portón y con adhesivo estructural en su parte vertical.

La forma que presenta la pieza en esta zona, impide realizar el desgrapado de forma correcta, ya que pega en la parte superior de la herramienta. Por ello es necesario doblar hacia arriba la chapa sobrante.



Zona sin acceso



Mejora del acceso mediante doblado de la chapa



Desgrapado de la pestaña



Continuación del proceso de desgrapado

Una vez retirados los puntos de resistencia, se procede a soltar las zonas que van pegadas con adhesivo estructural. Con ayuda del cincel se separa el adhesivo con facilidad.



Corte del adhesivo



Pieza de desecho

El resto de las pestañas laterales se deben retirar para dejar limpia la superficie donde asienta el nuevo techo. Este punto del proceso es uno de los que más dificultad entraña, ya que la pestaña esta unida en su totalidad por un cordón continuo de soldadura láser con material de aportación CuSi3. Se debe realizar un corte sobre el propio cordón con la profundidad suficiente para soltar la pestaña, pero sin llegar a dañar la pestaña inferior del refuerzo. Para esta operación se emplea un disco abrasivo de corte.

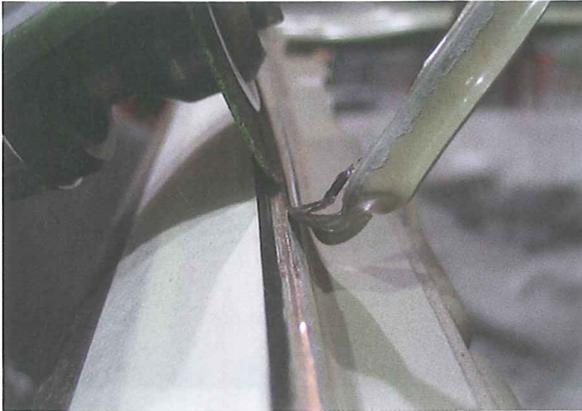


Corte del cordón continuo



Detalle del corte

A medida que se realiza el corte sobre el cordón, se va retirando la pestaña.



Pestaña de deshecho



La pestaña se retira con una tenaza

Una vez retirada la pestaña, se debe eliminar el resto del cordón para garantizar una buena superficie de apoyo al techo nuevo.



Detalle del cordón sobrante



Desbarbado del cordón

Del mismo modo se acondicionan el resto de las pestañas y las cerchas.



Repaso de la pestaña



Repaso de la cercha central

A continuación, se coloca el nuevo techo para su ajuste.



Colocación del techo



Ajuste del techo

Una vez que el techo está ajustado, se retira y se aplica la imprimación de cinc a las pestañas que van a ir soldadas, también se colocan los cordones de butilo sobre las traviesas de techo.



Aplicación de la imprimación de cinc



Colocación del cordón de butilo

A continuación se procede a preparar las superficies para el pegado con adhesivo estructural, para ello se realiza un lijado con un disco de grano P50 para eliminar la cataforesis de la pestaña y dejar la superficie con un rayado que garantice una buena adherencia del producto.



Lijado de la pestaña de techo



Lijado de la pestaña del refuerzo

Antes de aplicar el adhesivo se realiza una limpieza de todas las pestañas con un paño humedecido en acetona.

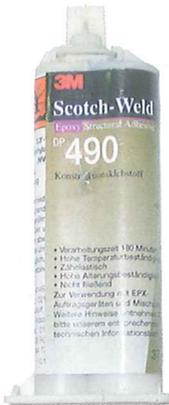


Limpieza de la pestaña del techo



Limpieza de la pestaña del refuerzo

El adhesivo estructural que se emplea es el que indica Seat y se trata de un adhesivo estructural de resina epoxy de dos componentes de 3M (DP490). La aplicación del adhesivo se realiza con la pistola específica, operación que no presenta mayor dificultad.



Adhesivo estructural



Aplicación del adhesivo

Una vez aplicado el adhesivo, también en la pestaña del refuerzo, entre dos operarios se coloca el techo con la precaución de que haga un buen contacto en toda la superficie de unión.



Aplicación de adhesivo

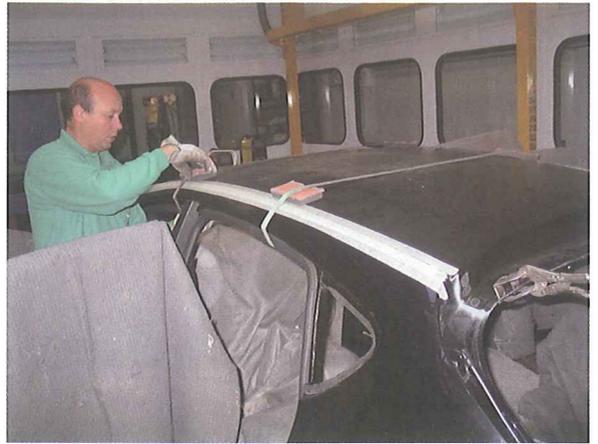


Colocación del techo

Para garantizar el contacto del adhesivo en toda la superficie de unión, se colocan unas mordazas en las pestañas delantera y trasera y unas cinchas en la parte central del techo.



Fijación con la mordaza

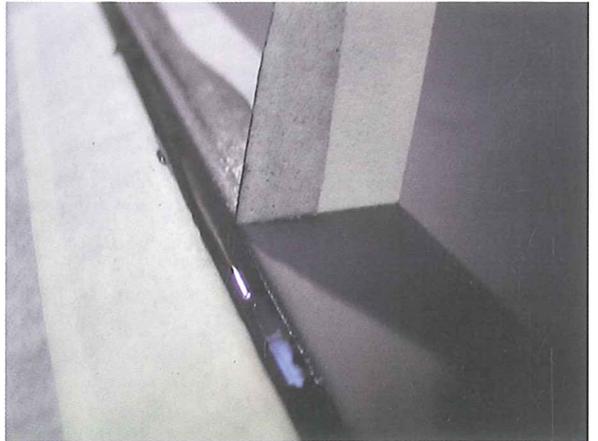


Colocación de las cinchas

Con una espátula se repasa y retira el adhesivo que ha rebotado, al quitar las cintas de carrocerero, la unión queda lista para pasar a pintura.



Repaso con la espátula

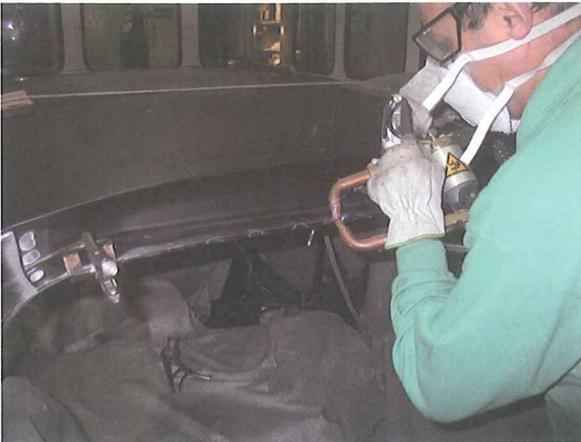


Eliminación de la cinta de carrocerero



Aspecto final de la unión

El proceso de sustitución termina con la soldadura de las pestañas delantera y trasera por puntos de resistencia y la unión a la travesa trasera por puntos a tapón.



Soldadura de la pestaña trasera



Soldadura de la pestaña delantera



Unión a la travesa trasera



Aspecto del techo sustituido



LOS ADHESIVOS EN LA REPARACIÓN DE CARROCERÍAS

Pegando fuerte

La actual industria del automóvil demanda el empleo de nuevas tecnologías, productos que optimicen los procesos de fabricación y mejoren las características y la calidad de los vehículos. los adhesivos, por ejemplo, cuya eficacia se ha probado suficientemente en otros campos de la industria, está utilizándose ahora con gran profusión y en diversidad de aplicaciones en el sector de la automoción.

La fabricación de los vehículos ha estado siempre asociada a la unión y el ensamblaje de elementos mediante diferentes métodos, tales como tornillos, remaches y soldaduras. Los adhesivos se utilizan como un sistema de ensamblaje que se adapta perfectamente a las necesidades de la cadena de montaje, disminuyendo el tiempo y permitiendo la eliminación de las operaciones adicionales, imprescindibles en otros sistemas de unión. De esta forma, el pegado y sellado de una pieza se realiza en una sola operación, ahorrando costes en materiales y reduciendo el tiempo de trabajo. Se pueden unir materiales de diferente naturaleza, quedando aislados unos de otros. Esta característica resulta fundamental en las carrocerías híbridas, donde se debe aislar el aluminio del acero para evitar la corrosión galvánica. Su aplicación se lleva a cabo de forma manual o automática eliminándose también las operaciones de acabado. Para su uso influyen determinadas circunstancias.

Carrocerías ligeras

La transformación sufrida en los últimos años en la fabricación de carrocerías está sujeta a un continuo

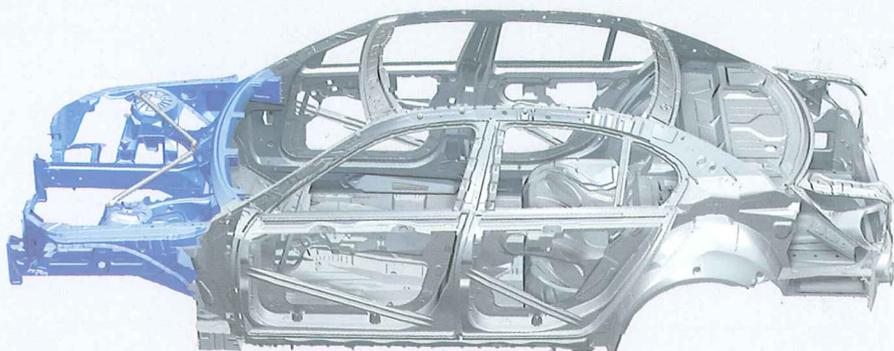
proceso de desarrollo en el que se incorporan nuevos materiales, técnicas de fabricación y métodos de unión. La incorporación de los adhesivos tiene como finalidad mejorar la calidad y seguridad del vehículo, ofreciendo mejores prestaciones y reduciendo el peso final.

Fabricación modular

La fabricación modular consiste en el ensamblaje en pequeñas cadenas de subconjuntos formados por varios elementos, que pueden desempeñar diferentes funciones, pero que están montados en un solo conjunto. De esta forma, los niveles de productividad de las líneas de montaje aumentan, suponiendo un ahorro de tiempo considerable.

Los subconjuntos están formados por materiales de diferente naturaleza, según la responsabilidad y función de la pieza en el conjunto, utilizando materiales de características dispares como aceros al boro, aluminio, plástico, etc., unidos entre sí por distintos métodos. Es el caso del frente del BMW Serie 5 formado por piezas de aluminio y acero de diferentes aleaciones, unidas mediante soldadura, remaches y adhesivos.

La tecnología híbrida permite la utilización de materiales de diferente naturaleza para la fabricación de una única pieza. Los materiales más utilizados en estos procesos son el acero y el plástico. Con este tipo de construcción se consigue una mayor libertad de diseño, se reduce el peso final de la pieza, hasta en un 43%, y se aportan muy buenas propiedades térmicas, estáticas y dinámicas. Hasta el momento, esta tecnología se está aplicando principalmente en la fabricación de guarnecidos interiores.





Seguridad

La utilización de adhesivos estructurales es una solución que aportan los fabricantes de automóviles para realizar reparaciones óptimas con las máximas garantías de seguridad. La resistencia de una carrocería está relacionada directamente con las piezas que la componen y, en último término, del material, espesor, forma y unión entre sí.

Aplicación de los adhesivos

La utilización de los adhesivos es una alternativa para la unión de materiales de diferente naturaleza, como es el caso de los vidrios a la carrocería. Cada vez más fabricantes de automóviles incorporan adhesivos estructurales a la construcción de carrocerías. En algunos casos, como medio para la unión de diferentes sustratos y, en otros, para aumentar la resistencia y el acabado final del producto.

Uniones combinadas

Determinados fabricantes combinan los adhesivos y la soldadura por puntos de resistencia en el ensamblaje completo de las carrocerías. Esta técnica aporta robustez a la carrocería y evita la corrosión de la junta. En otros casos, se utilizan subconjuntos de aluminio unidos al acero por adhesivos y remaches, lo que permite mantener fija e inmóvil la unión hasta que el adhesivo polimerice y adquiera la resistencia final.

Uniones que no deben pegarse

Las uniones con adhesivos deben cumplir una serie de exigencias de calidad y seguridad, siendo el fabricante del vehículo quien determina sus zonas concretas de aplicación. No deben unirse piezas donde la superficie de contacto no permita la suficiente resistencia y garantía, o las que soportan grandes esfuerzos, tales como puntos de unión de elementos mecánicos.

Resistencia

Los adhesivos no sustituyen a las uniones mecánicas si las condiciones de unión no son las idóneas. Hay que tener en cuenta que las uniones con adhesivos están sometidas a diferentes tensiones que deben soportar, como esfuerzos de tracción, cizallado, desgarro y pelado; para su distribución uniforme en la zona de la junta, el diseño adecuado de la unión es un aspecto de gran importancia.



Compatibilidad de los sustratos

Uno de los aspectos más importantes planteados en la utilización de los adhesivos es la adherencia del propio adhesivo al sustrato. Para ello, el material base debe disponer de cierta compatibilidad con el adhesivo, es decir, tener una energía superficial alta.

En el caso de que un sustrato tenga una energía superficial baja, se debe modificar su estructura superficial por medio de la aplicación de una imprimación o un flameado para incrementar la adherencia.

Tiempos de manipulación y curado

El tiempo de manipulación de un adhesivo es el que transcurre desde que se aplica hasta que empieza a crear piel. Antes de usar un adhesivo, deben tenerse en cuenta los tiempos de manipulación, que varían dependiendo del tipo de adhesivo. Por ello, durante los procesos de trabajo, una vez aplicado el adhesivo, deben respetarse para garantizar la calidad de la unión. Durante el curado del adhesivo, la unión debe quedar inmovilizada, dependiendo de los tiempos de secado, de la temperatura y de la proporción del catalizador que se haya utilizado. Cuanto mayor sea la temperatura y la proporción de catalizador, más rápido es el tiempo de curado. La correcta utilización de los adhesivos supone seguir las instrucciones del fabricante y el uso de los equipos de protección individual adecuados.

PARA SABER MÁS

- Área de Carrocería. carroceria@cesvimap.com
- Reparación de carrocerías de automóviles. Cesvimap, 2009
- Fichas técnicas de reparación de vehículos, Cesvimap. Carrocería. Adhesivos estructurales en la reparación de vehículos.
- www.3m.com
- www.loctite.com
- www.revistacesvimap.com



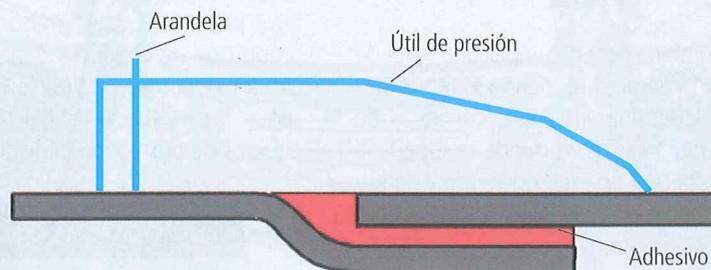
Exáminate

- Diferencia *adhesión* de *cohesión*.
- Tipos y características de los adhesivos de poliuretano.
- Enumera las propiedades a tener en cuenta para la elección del adhesivo.
- ¿Cuáles son los tipos de solicitaciones para los que ha de diseñarse una unión pegada?
- Explica las operaciones necesarias para preparar las superficies de contacto sobre las que aplicar el adhesivo.
- Expón la metodología de las uniones mixtas adhesivo-soldadura y adhesivo-remache.
- ¿Cuáles son los principales riesgos en la manipulación y aplicación de adhesivos?

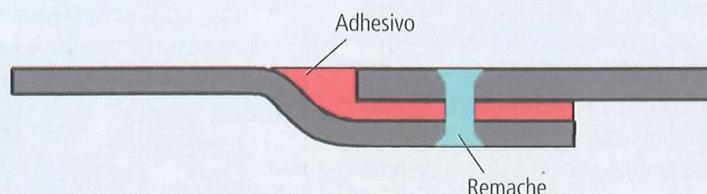


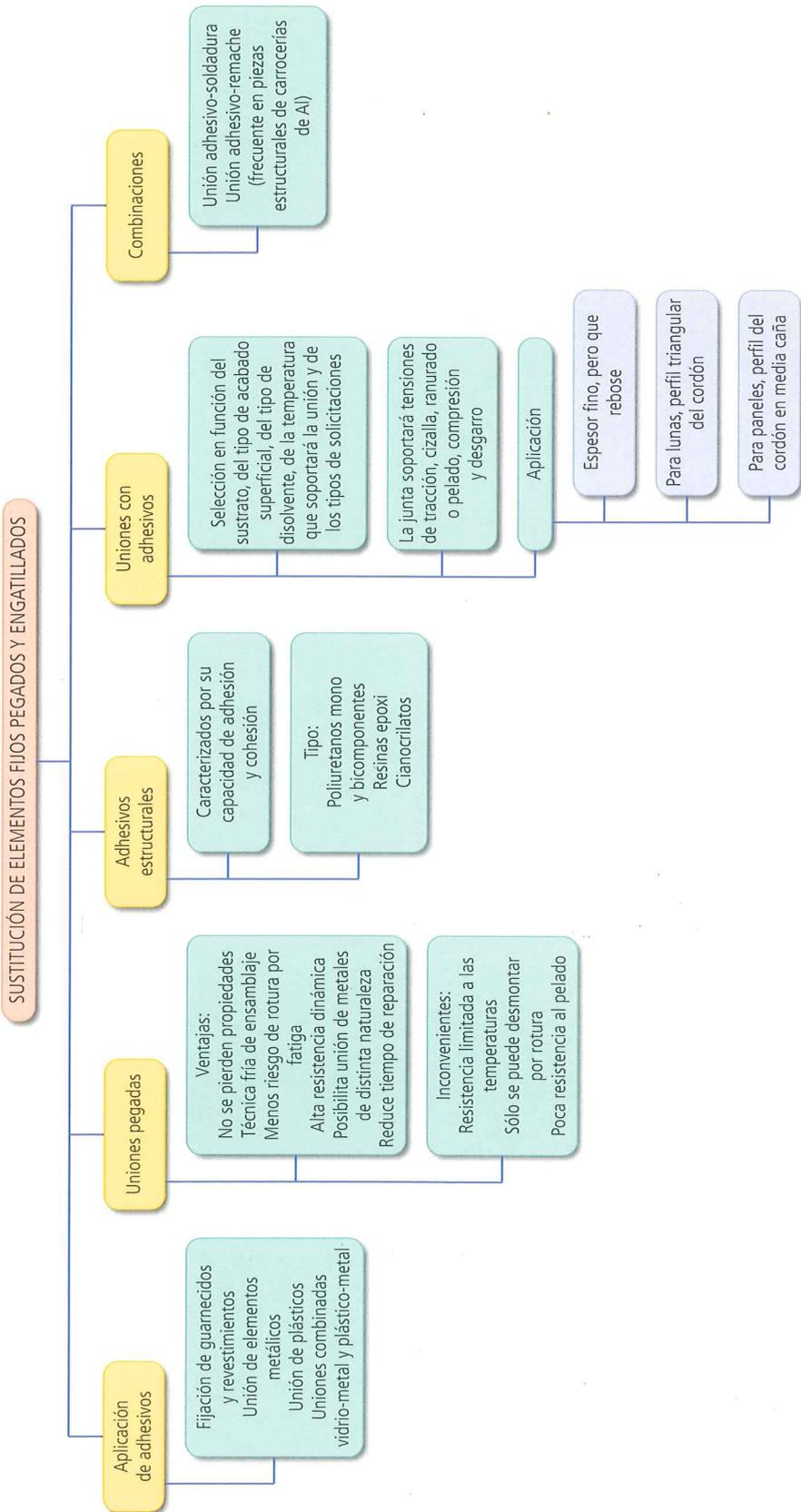
Práctica

- Selecciona los equipos de protección individual necesarios para la utilización de adhesivos.
- Une dos probetas de chapa mediante una unión a solape con adhesivos.
Utiliza probetas de chapa de acero de 205x297x6 mm.
- Sobre una carrocería desnuda, identifica las uniones pegadas y desmonta las más significativas.
- Sustituye una aleta trasera mediante la unión combinada de adhesivo y soldadura.



- Une dos probetas de chapa mediante las técnicas mixtas de adhesivo-soldadura y adhesivo-remache.





Sumario

- 6.1. Clasificación de los procesos de soldeo
- 6.2. Soldadura por puntos de resistencia
- 6.3. Soldadura de hilo continuo bajo gas protector (MIG/MAG)
- 6.4. Soldadura fuerte MIG (MIG-Brazing)
- 6.5. Soldadura MIG del aluminio
- 6.6. Soldadura blanda
- 6.7. Soldadura TIG
- 6.8. Soldadura oxiacetilénica
- 6.9. Procesos de reparación

Artículo

Examínate y Practica

Esquema

Aprenderás a...



- Seleccionar y aplicar los diferentes tipos de soldadura que demanda una reparación.
- Manejar los distintos equipos de soldadura, usando las medidas de protección imprescindibles.

Para la fabricación actual de las carrocerías de automóviles se parte de una serie de piezas, generalmente metálicas, con unas dimensiones, geometría y espesor determinados que se ensamblan entre sí. El diseño de las piezas, su posición y el método de ensamblaje deben ofrecer, en su conjunto, una respuesta fiable a las necesidades estructurales, aerodinámicas y de deformación. Estos factores son determinantes en la concepción de cualquier carrocería.



El sistema de ensamblaje empleado en la fabricación de piezas que presentan una unión fija es, generalmente, la soldadura por puntos de resistencia, apoyada en casos muy concretos por la soldadura de hilo continuo bajo gas protector MIG/MAG, soldadura láser y la soldadura fuerte MIG-Brazing.

Debes saber



Existe otro tipo de soldadura que no se emplea como sistema de unión, pero que se utiliza con frecuencia en reparación en operaciones de acabado; es la **soldadura blanda** de estaño-plomo.

6.1. CLASIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DE SOLDEO

Los procesos de soldeo, en líneas generales, pueden clasificarse atendiendo a muy diferentes criterios, como la naturaleza de la fuente de energía, la existencia o no de material de aportación (y, en caso afirmativo, naturaleza del mismo), etc. Todo depende del punto de vista desde el que se quieran analizar.

PROCESOS DE SOLDEO		
Soldeo por fusión	Se produce la fusión del metal base y del metal de aportación. Es decir, siempre existe una fase líquida, formada sólo por metal base o por metal base y de aportación.	<ul style="list-style-type: none"> • Soldadura MIG/MAG • Soldadura por láser • Soldadura TIG
Soldeo en estado sólido	Procesos en los que no existe una fase líquida; es decir, nunca se produce la fusión del metal base ni del metal de aportación.	<ul style="list-style-type: none"> • Soldadura por resistencia eléctrica
Soldeo por difusión	Siempre se produce la fusión del metal de aportación, pero no la del metal base. Es decir, existe una fase líquida formada sólo por el metal de aportación.	<ul style="list-style-type: none"> • Soldadura blanda • Soldadura dura • Soldadura MIG-Brazing

Una de las clasificaciones más generalizadas se realiza atendiendo a las fases presentes en el proceso de soldadura, tal y como se ha indicado en la tabla anterior. En ella también se recogen las principales técnicas con las que tiene relación directa el profesional chapista en las operaciones de reparación.

Algunos de los procesos de soldeo descritos en el cuadro anterior solamente se emplean en fabricación, como la soldadura láser, ya que, por el momento, no existen equipos adaptados al taller de reparación.

6.2. SOLDADURA POR PUNTOS DE RESISTENCIA

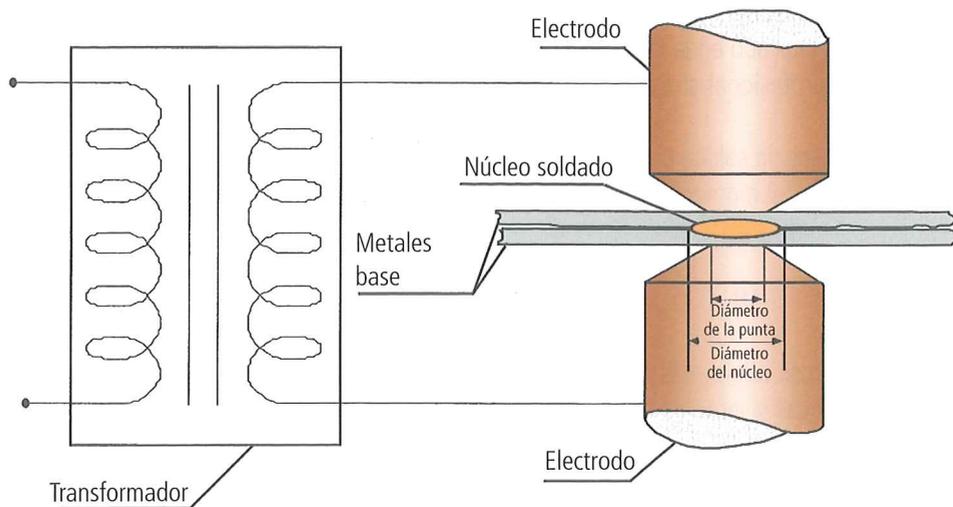
Éste es el sistema de soldadura más frecuente tanto en fabricación como en reparación de automóviles, debido a una serie de características y ventajas frente a otros sistemas de unión, entre las que destacan las siguientes:

- Siempre que su ejecución se lleve a cabo de forma correcta, se obtienen soldaduras de buena calidad y uniformes, que presentan una zona fundida homogénea, sin huecos, rechupados o grietas.
- Es un sistema de manejo sencillo, ya que la mayoría de los equipos utilizados hoy en día, tanto en fabricación como en reparación, son automáticos. Por esta razón, la calidad final ya no depende tanto de la destreza del operario, que se suele limitar a regular los parámetros de la máquina de acuerdo al tipo de trabajo que pretende realizar.
- Ausencia de deformaciones y cambios en la estructura del material, debido a que la aplicación de calor es mínima y se lleva a cabo de forma muy localizada en la zona de contacto de los electrodos.
- Las superficies que se obtienen son relativamente suaves y libres de fusión superficial o de huellas profundas. Esto hace que no sea necesario un repaso posterior como operación de acabado.
- No se requiere material de aportación, lo cual reduce costes.
- El desmontaje de piezas unidas por puntos de resistencia es sencillo; haciendo uso de las herramientas específicas para esta función, se realizará de forma rápida y, lo que es aún más importante, sin causar desperfectos en las piezas adyacentes.
- Es un sistema que permite restaurar la protección anticorrosiva antes de ejecutar la soldadura, mediante la aplicación de imprimaciones soldantes apropiadas.

6.2.1. Fundamento

La soldadura por puntos de resistencia se basa en el procedimiento más antiguo que se conoce: la soldadura por forja. Se lleva a cabo aprovechando la propiedad de unión que presentan algunos metales al final de su fase sólida (estado pastoso) cuando se aplica sobre ellos una presión. Para ejecutarla se eleva el material a temperaturas próximas a la de fusión, mediante un calentamiento, y se une, posteriormente, aplicando presión. Se trata, por tanto, de una soldadura por presión y no por fusión.

En la soldadura por resistencia, el calor necesario para elevar las chapas que hay que unir a estado pastoso se genera por la resistencia que oponen al paso de la corriente eléctrica (*efecto Joule*). La presión que se ejerce para producir la forja es aplicada directamente por los propios electrodos.



Esquema de la soldadura por puntos de resistencia eléctrica

De acuerdo con la ley de Joule, el calor generado viene dado por la siguiente expresión:

$$Q = I^2 \times R \times t$$

donde: Q = Cantidad de calor generado.

I = Intensidad de la corriente de soldadura.

R = Resistencia eléctrica de la unión que se va a soldar.

t = Tiempo durante el cual circula la corriente de soldadura.

Por ello, los parámetros fundamentales que rigen este tipo de soldaduras son la intensidad de la corriente de soldadura, la resistencia eléctrica de la unión, el tiempo de paso de la corriente y la presión necesaria en los electrodos.

La intensidad y el tiempo pueden, en teoría, tener un número infinito de valores, mientras que la resistencia es constante para cada caso concreto, dependiendo de:

- Naturaleza de los materiales que hay que unir.
- Presión ejercida por los electrodos.

6.2.2. Parámetros de la soldadura

A continuación, se analizan cada uno de los anteriores factores y la influencia que van a tener en los resultados finales.

Tipo de corriente eléctrica

La corriente eléctrica más utilizada es la alterna, bien sea monofásica o trifásica. Esta corriente se suministra de la red con una frecuencia de 50 Hz y es modificada en el transformador del equipo, obteniéndose en el secundario una corriente de alta intensidad (hasta unos 15.000 amperios en los equipos portátiles para su uso en el taller) y baja tensión (de 1 a 20 voltios).

Intensidad de la corriente-tiempo de soldadura

La cantidad de calor necesaria para llevar las chapas a estado pastoso depende directamente de la intensidad de la corriente eléctrica y de su tiempo de paso. Debido a esto, para generar una determinada cantidad de calor han de regularse adecuadamente estas dos variables.

Por una parte, se puede disminuir el tiempo de soldadura aumentando la intensidad, lo que se conoce como soldadura rápida, o se puede optar por una disminución de la intensidad acompañada de un aumento del tiempo de soldadura, soldadura lenta.

Ahora bien, estas variaciones oscilan dentro de unos márgenes determinados, pues en la práctica no es posible disponer de tiempos ni de intensidades tan amplios como se desea.

- La intensidad máxima que se quiere alcanzar está condicionada por el equipo concreto con el que se ejecute la soldadura y por las piezas que se van a unir, pues ha de evitarse su fusión.
- El tiempo de soldadura no debe ser muy prolongado, ya que parte del calor se perdería por conducción, y se puede llegar a establecer un equilibrio térmico entre el calor aportado y el calor disipado, que impediría alcanzar una temperatura suficiente y daría lugar a uniones de escasa o nula resistencia mecánica.

La técnica que mejores resultados permite obtener es la soldadura rápida, ya que al emplear un tiempo de soldadura corto se reducen las pérdidas de calor por conducción en chapas y electrodos y se concentra el calor en la zona del punto; esto da lugar a soldaduras muy localizadas y de mejor calidad. Además, de esta manera se consigue evitar el calentamiento anormal de los electrodos, conservar sus propiedades y alargar su vida útil.

Recuerda



Para lograr un **buen punto de soldadura**, se debe:

- Seleccionar la intensidad máxima del equipo, sin que se llegue a producir la fusión de las chapas.
- Regular el tiempo de paso de la corriente en función del espesor que se pretende soldar.



Soldadura por puntos de resistencia

Resistencia eléctrica de la unión

La resistencia que oponen las chapas a unir al paso de la corriente no es un parámetro de soldadura que pueda ser regulado en el equipo anteriormente a su ejecución, sino que depende de la naturaleza del metal.

Debes saber



La **resistencia** del material a soldar es un factor que se debe tener en cuenta, pues influye directamente en la cantidad de calor generada durante la soldadura.

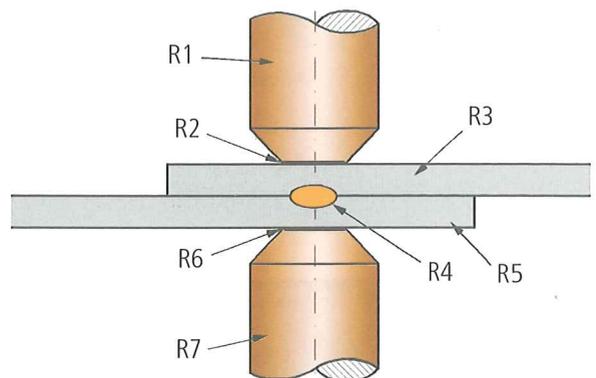
La resistencia que opone un material al paso de la corriente es inversamente proporcional a su conductividad eléctrica, dependiendo fundamentalmente de su composición y de su tratamiento, así como de su acabado y limpieza. Por tanto, a mayor conductividad eléctrica menor resistencia al paso de la corriente, hecho que dificulta la realización de este tipo de soldaduras; este inconveniente se puede subsanar con un aumento de la intensidad de la corriente.

Aunque generalmente las carrocerías del automóvil están fabricadas en acero, un material que se une fácilmente mediante este sistema de ensamblaje, existen en el mercado ciertos modelos de vehículos que incorporan paneles de aluminio, material que tiene una conductividad eléctrica unas cuatro veces superior a la del acero. En el caso del aluminio, este tipo de soldadura está muy limitado, pues los equipos de reparación convencionales utilizados en el taller no permiten alcanzar, por el momento, intensidades tan altas como las que serían necesarias para este material.

La resistencia eléctrica a considerar es la que aparece en el segundo término de la ecuación que describe la *Ley de Joule*, entendiéndose por tal la resistencia eléctrica del circuito. Está constituida por seis resistencias en serie y su valor total es la suma de ellas: las dos resistencias internas de los electrodos (normalmente no se tienen en cuenta), las dos resistencias de contacto electrodo-chapa (con la chapa superior y con la chapa inferior), las dos resistencias internas de las chapas a unir (chapa superior y chapa inferior) y la resistencia de contacto chapa-chapa.

Aunque el valor de la corriente es el mismo en todas las partes del circuito eléctrico, los valores de la resistencia pueden variar considerablemente en los diferentes puntos del mismo, siendo el calor generado directamente proporcional a la resistencia en cada uno de dichos puntos.

De todas estas resistencias, la más importante es la de contacto entre chapas, al ser en esta zona donde se forma el núcleo del punto de soldadura. Esta resistencia va a depender de la capacidad de las chapas a unir para transmitir el calor, de su resistencia eléctrica y de sus espesores.



- R1, R7: Resistencia de los electrodos
- R2, R6: Resistencia de contacto electrodos-chapas
- R3, R5: Resistencia de las chapas
- R4: Resistencias de contacto chapa-chapa

Resistencia eléctrica de la unión

Presión de apriete

Como se ha indicado, la soldadura por puntos de resistencia es una soldadura por forja, lo cual supone la existencia de una conformación en caliente, que se obtiene mediante la presión aplicada a través de los electrodos. A este parámetro no se le da la importancia que merece y que se pone de manifiesto en dos acciones distintas, la primera en su influencia sobre la resistencia y la segunda en su efecto de forja durante la solidificación del núcleo de metal fundido.

La aplicación de la presión tiene tres misiones distintas, que pueden parecer incluso contradictorias:

1. En el momento de comenzar la soldadura, la presión ha de ser baja para obtener una resistencia de contacto chapa-chapa elevada, que permita un calentamiento inicial con intensidad moderada.
2. A su vez, esta presión ha de ser suficiente para que las chapas a unir tengan un contacto adecuado y se acoplen entre sí perfectamente.
3. Una vez que se ha iniciado la «fusión» del punto, la resistencia de contacto queda reducida a la zona delimitada por los electrodos. En ese momento la presión debe ser alta para expulsar los gases incluidos y llevar a cabo la forja del punto.

La presión recomendada para la chapa de acero convencional y los espesores empleados en la fabricación de las carrocerías está alrededor de los 10 kg/mm² y debe encontrarse entre ciertos valores límite para evitar los fallos que puedan originarse por exceso o por defecto.

Debes saber



Para la soldadura de los nuevos **aceros de altas prestaciones** empleados en la fabricación de carrocerías, la presión de forja a aplicar ha de alcanzar un valor superior al dado como referencia.

Los nuevos equipos para soldar este tipo de aceros presentan fuerzas de cierre en pinza del orden de 500 daN.

Presiones excesivamente bajas producen:

- Forja deficiente, que implica puntos de baja calidad.
- Altas resistencias de contacto chapa-chapa y chapa-electrodo, que pueden dar lugar a proyecciones, salpicaduras, perforación de las chapas y cráteres y pegaduras en los electrodos, que ocasionan su degradación.

Presiones excesivamente altas producen:

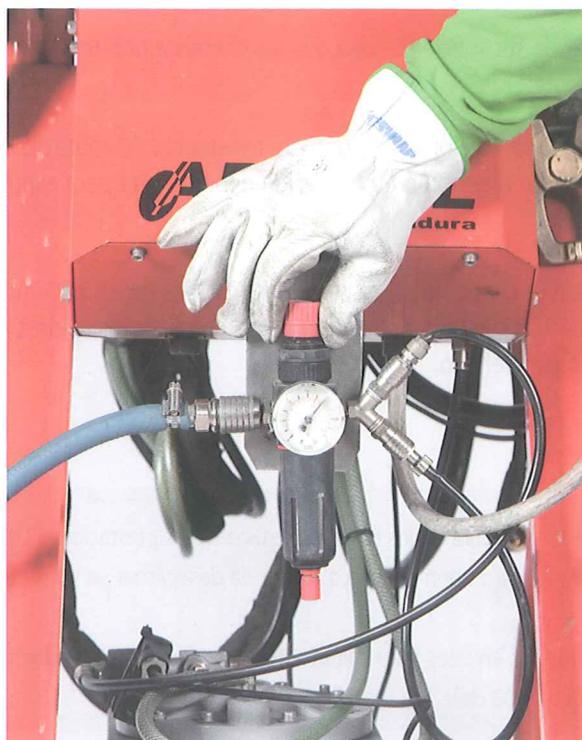
- Buena forja; pero si la presión es excesiva puede ocasionar la expulsión de metal fundido del núcleo del punto y disminuir su resistencia.
- Baja resistencia de contacto chapa-chapa y chapa-electrodo.
- Huellas profundas en las chapas.
- Partículas de cobre desprendidas de los electrodos, las cuales se adhieren a la chapa en la zona del punto.
- Deformaciones de los electrodos.



Sistema de cierre manual de la pinza

El sistema de cierre de la pinza de los primeros equipos de soldadura por puntos era manual, lo que suponía un problema a la hora de mantener la presión adecuada en todos los puntos realizados.

Actualmente, todos los equipos de soldadura por puntos de resistencia disponen de un sistema neumático de cierre de la pinza. Este sistema es alimentado por el circuito de aire comprimido del taller mediante un enchufe rápido, con la posibilidad de regulación de la presión de apriete.



Sistema de regulación de la presión de apriete

6.2.3. Elementos que componen una máquina de soldadura por puntos de resistencia

Independientemente de la estructura, tamaño y tipo de equipo, todas las máquinas están diseñadas de modo que puedan suministrar a la pieza los parámetros indicados anteriormente; por ello, están dotados de los siguientes elementos básicos:

- Un sistema de puesta bajo presión de las piezas que hay que unir, que proporcionará a los electrodos una fuerza fácilmente regulable; puede ser de accionamiento mecánico, hidráulico o neumático.

Es el responsable del apriete de las piezas, modificando en cierta medida la resistencia de contacto; fundamentalmente, lleva a cabo la forja de la soldadura, al ser capaz de mantener el esfuerzo sobre las piezas, incluso tras el corte de la corriente.

- Un transformador eléctrico, cuya misión es transformar la tensión e intensidad de la corriente alterna de la red. De este modo, se consigue en la pinza una intensidad de varios miles de amperios.
- Un sistema de corte y temporización capaz de suministrar la energía deseada en el espacio de tiempo preciso.

El cabezal o pinza de soldadura está conectado a la unidad de alimentación mediante cables flexibles de una longitud determinada, aproximadamente de dos metros. El operario soporta este elemento durante la ejecución del trabajo ayudado por el sistema de suspensión que suelen tener las propias máquinas. Habitualmente, se acciona por medio de un cilindro neumático que lleva incorporado y que es puesto en funcionamiento por la electroválvula mandada por el pulsador eléctrico. Este tipo de accionamiento se emplea, como en este caso, cuando los esfuerzos requeridos no son muy importantes.



Equipos de soldadura por puntos empleados en la reparación de automóviles

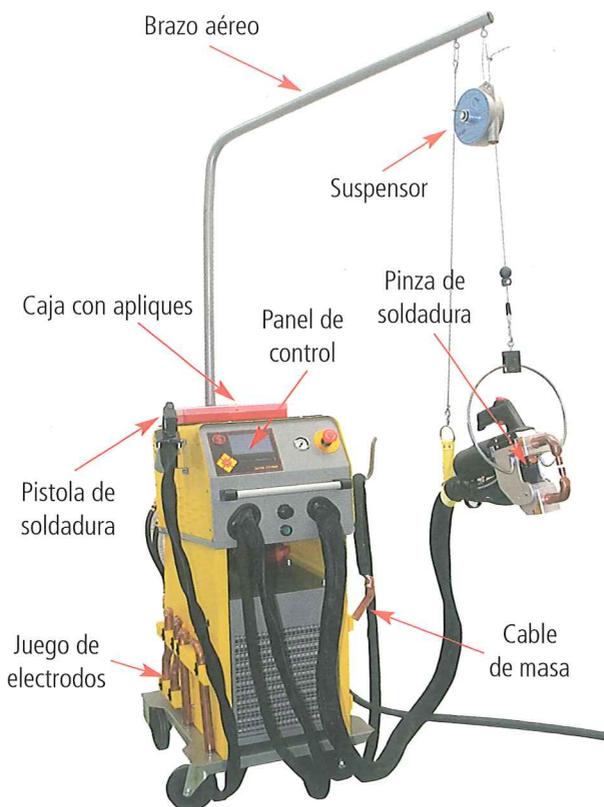
En la pinza van situados los portaelectrodos y los electrodos; en muchos modelos está refrigerada con agua.

Los equipos empleados en la reparación de automóviles suelen ser portátiles, de fácil desplazamiento hacia la zona de trabajo.

La unidad de alimentación está constituida por el transformador eléctrico y los elementos de regulación y mando (conmutador, temporizador, selector de funciones...).

En el manejo general de estos equipos conviene tener en cuenta algunas consideraciones:

- Se necesita una tensión de red estable para un correcto funcionamiento.
- La presión del aire de alimentación para la pinza se halla alrededor de 6 bares (8 bares para la soldadura de acero de altas prestaciones).
- Si se emplean alargadores de alimentación, han de tener la sección suficiente.
- No se deben forzar las conexiones.
- Es preciso soplar con aire seco el interior de la máquina para eliminar los depósitos de polvo.
- Hay que tener la precaución de no tirar de los cables de conexión o soldadura para mover el equipo.



Esquema de un equipo de soldadura portátil

Cuerpo de la máquina

En lo que denominaremos cuerpo de la máquina se encuentran alojados la fuente de energía, el sistema de refrigeración y el panel de mandos.

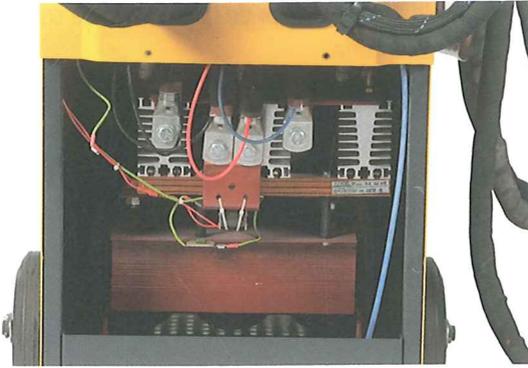
Fuente de energía

Puede calificarse como el corazón de la máquina. Consiste en un transformador cuya misión es variar la corriente de red, que alimenta la máquina desde los 220 ó 380 voltios a tensiones del orden de 3 a 24 voltios, necesarias para el soldeo.

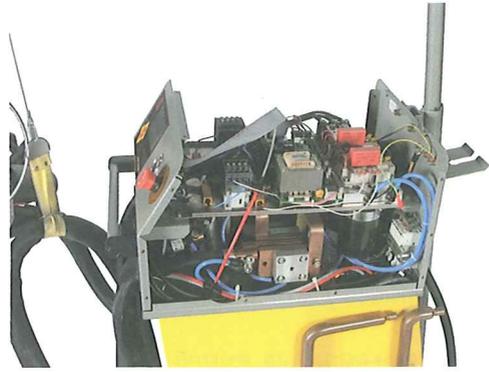
Las condiciones de trabajo de los transformadores suelen ser duras, pues tienen que soportar pasar de un funcionamiento en vacío, sin paso de corriente a, en décimas de segundo, intensidades varias veces mayores que la nominal.

En muchos casos, la unidad de potencia funciona según el principio *inverter*, lo que permite pequeñas dimensiones, un peso reducido y, además, garantiza:

- Un ajuste rápido de la intensidad eléctrica.
- Unas condiciones iniciales determinadas antes del procedimiento real de soldadura.
- El control del proceso por circuito de corriente y de energía.
- Una gran capacidad de reproducción y precisión en los ajustes.



Equipo con transformador normal



Equipo con sistema *inverter*

Recuerda



Los sistemas *inverter* hacen posible máquinas de soldadura más pequeñas y ligeras; además, facilitan el ajuste de los parámetros.

Sistema de refrigeración

En los nuevos equipos pensados para la soldadura de aceros de altas prestaciones, a los que se les solicita gran potencia en cortos períodos de funcionamiento, ya no es posible su enfriamiento por convención natural o por aire forzado. Por eso, estos equipos disponen de un circuito de refrigeración por agua de sus principales elementos.

Durante la operación de soldadura, el líquido de refrigeración mantiene el movimiento mediante una bomba de circulación y fluye desde el depósito, a través del circuito de circulación, por el transformador y la manguera de cables hasta los electrodos.

El líquido de refrigeración debe tener una conductividad lo más reducida posible ni presentar ningún componente de metal ni corrosivo, además de una resistencia a la congelación hasta $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Generalmente, se trata de agua con anticongelante. Como circula por un circuito cerrado, sólo se puede evaporar muy limitadamente, por lo que se repondrá con poca frecuencia.

Panel de mandos

Ubicado externamente en el cuerpo de la máquina, el panel de mando se encuentra constituido por los elementos necesarios para la selección y visualización de las diferentes funciones del equipo: selector de la pinza o pistola de



Panel de mandos manual



Panel de mandos electrónico

soldadura, selector del tipo y espesor de la chapa, selector de tiempo de soldadura, selector de la potencia de soldadura, de los electrodos y de otra serie de parámetros o información complementaria.

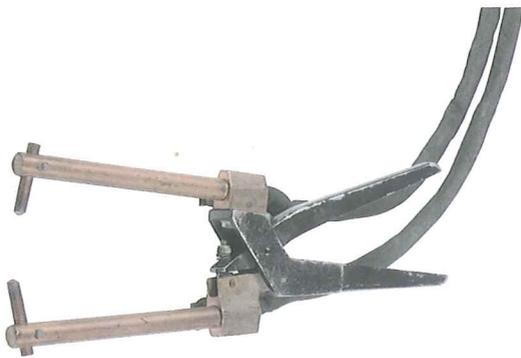
Pinza de soldadura

Las piezas principales de las pinzas están fabricadas con aluminio inyectado a presión, con la finalidad de aligerar el peso en la medida de lo posible. Albergan el circuito mecánico de presión, los electrodos o brazos puente, el circuito de alta intensidad y el circuito de refrigeración.

En función de su estructura, existen dos tipos de pinza: en X y en C.

Pinza en X

Este tipo de pinza dispone de un brazo fijo y de otro móvil, dotado de un movimiento de giro con relación a un eje montado en el cuerpo de la máquina. Se trata de la concepción de pinza clásica, presentando, como desventaja en relación a la pinza en C, el hecho de estar pensada para soportar menores presiones de cierre.



Pinza en X manual



Pinza en X neumática

Pinza en C

En este caso, también se dispone de un brazo fijo y de otro móvil, con la diferencia de que el electrodo móvil está dotado de un movimiento rectilíneo y no de giro.

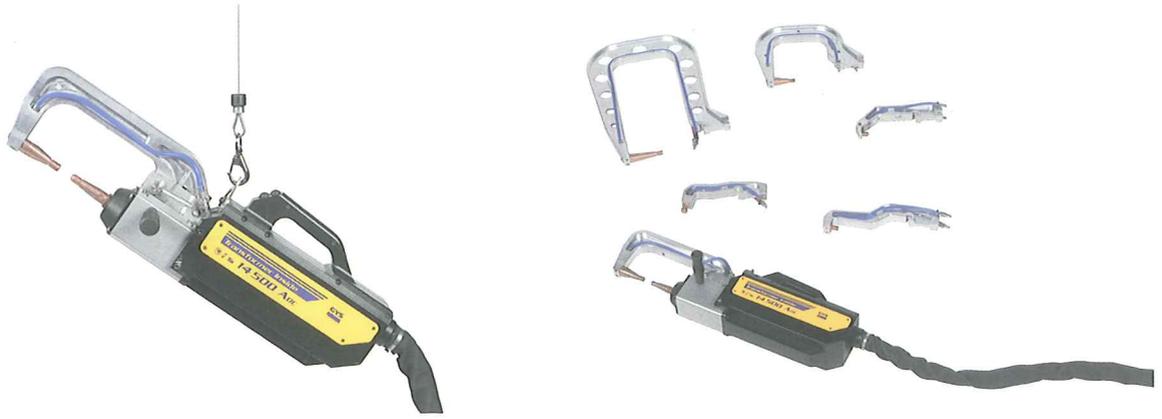
El electrodo móvil está ubicado directamente en el cuerpo de la pinza, mientras que el fijo se monta en uno de los extremos del brazo o puente, en forma de C, de donde recibe su nombre. Por el extremo, el puente se fija sólidamente al cuerpo de la pinza, de modo que se hace coincidir ambas puntas de los electrodos.

Los equipos de soldadura disponen de varios brazos o puentes, de diferentes tamaños, para poder adaptarse a las diferentes configuraciones. Suelen estar fabricados en aleaciones de aluminio para evitar incrementos de peso excesivos.

Recuerda



Las pinzas en C soportan presiones de cierre más elevadas, como las que se necesitan para soldar aceros de altas prestaciones.



Pinza en C y juego de brazos



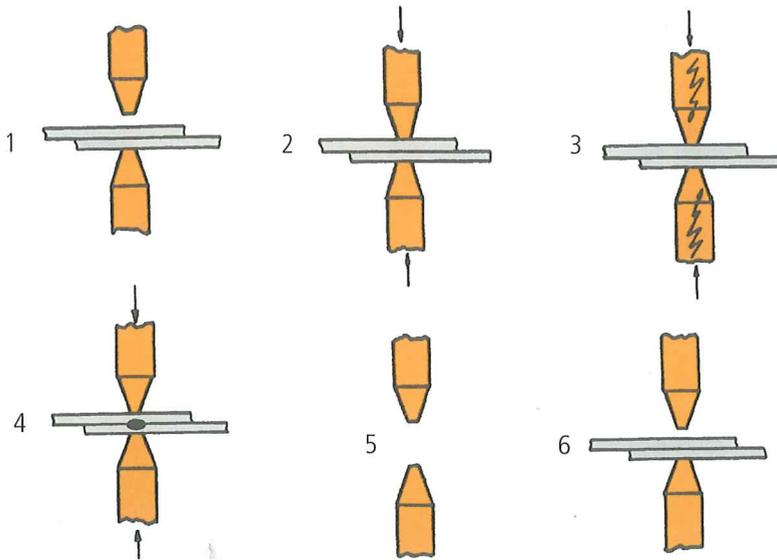
Soldadura con pinza en C

Para facilitar el manejo de la pinza al operario, los equipos suelen estar dotados de un equilibrador o suspensor, que consiste en un brazo metálico fijado al cuerpo de la máquina, en cuyo extremo se monta un tambor cónico del que sale un cable de acero al que se engancha la pinza. Este tambor cónico dispone, en su interior, de un resorte de lámina de acero, cuyo límite elástico está pensado para compensar el peso de la pinza cuando está inmóvil. Con este sistema se consigue que, para desplazar la pinza, sólo sea necesario el movimiento justo para poner en marcha su masa.



Equipo de soldadura dotado de suspensor

6.2.4. Fases de la soldadura por puntos

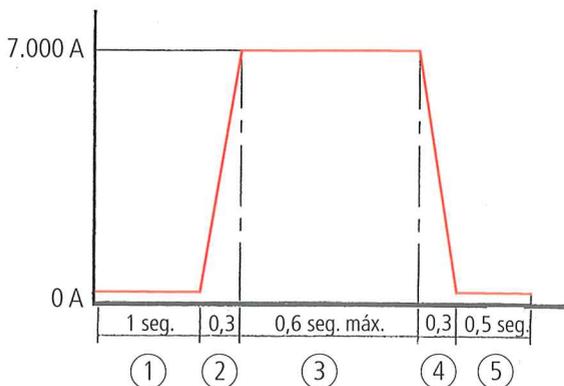


Fases de la soldadura por puntos

Las fases de la soldadura por puntos son:

1. Colocación de las chapas o, más propiamente, de la pinza sobre las chapas.
2. Tiempo de bajada: Es el tiempo que transcurre desde que se inicia la operación de acercamiento de los electrodos hasta que comienza el paso de la corriente. En este tiempo se consigue aproximar las chapas que se van a unir para obtener una buena continuidad.
3. Tiempo de soldadura: Tiempo durante el cual está pasando la corriente eléctrica.
4. Tiempo de mantenimiento: También conocido como tiempo de forja, es el transcurrido entre el corte de la corriente y el levantamiento de los electrodos. Esta fase posterior de enfriamiento con mantenimiento de la presión garantiza el grado de resistencia y debe ser, como mínimo, igual al tiempo de soldadura.
5. Separación de los electrodos.
6. Colocación de las chapas o de la pinza para un nuevo punto.

En la siguiente gráfica, que muestra la ejecución de un punto de soldadura tipo; estas fases se traducen en tiempo.



1. Tiempo de cierre de la pinza
2. Subida progresiva de la potencia de soldadura
3. Tiempo de soldadura
4. Bajada progresiva de la potencia de soldadura
5. Pinza cerrada para el enfriamiento de la soldadura

Ciclo de ejecución de un punto de soldadura

6.2.5. Electrodo y portaelectrodos

Los electrodos tienen una gran importancia en los procesos de soldadura por resistencia eléctrica, al ser los encargados de conducir la corriente de soldadura a las piezas a soldar, de limitar la zona en la que se aplicará presión de forja y de eliminar el calor de la superficie de trabajo.

Por esta razón, los electrodos deben reunir tres requisitos fundamentales:

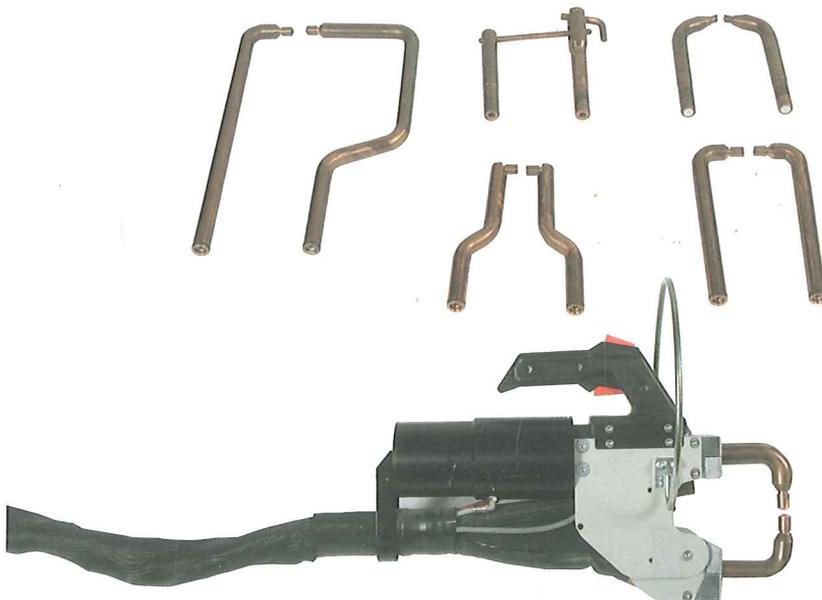
- Buena conductividad eléctrica para evitar aumentos adicionales de temperatura.
- Tenacidad y alta resistencia mecánica a elevadas temperaturas.
- Buena conductividad térmica para que su refrigeración sea lo más rápida y efectiva.

Debes saber



El material más apropiado desde el punto de vista de la conductividad eléctrica y térmica es el **cobre**, pero sus propiedades mecánicas no son las más adecuadas, disminuyendo éstas al aumentar la temperatura.

El material que se emplea para la fabricación de los electrodos y brazos portaelectrodo son aleaciones de cobre con otros materiales. Se distinguen dos tipos de aleaciones: las de cobre y cromo y los materiales sinterizados a base de cobre y metales refractarios.



Juego de electrodos

Las primeras son aleaciones de cobre con un porcentaje medio de cromo del 0,65%, existiendo también otras que contienen pequeños porcentajes de elementos como circonio y/o berilio. Las segundas son de cobre con metales refractarios como tungsteno, molibdeno y carburo de tungsteno. Estas aleaciones son más duras, presentando una mayor resistencia al desgaste a elevadas temperaturas, si bien los valores de conductividad térmica y eléctrica son inferiores a las del primer grupo y, además, su mecanización es muy difícil.

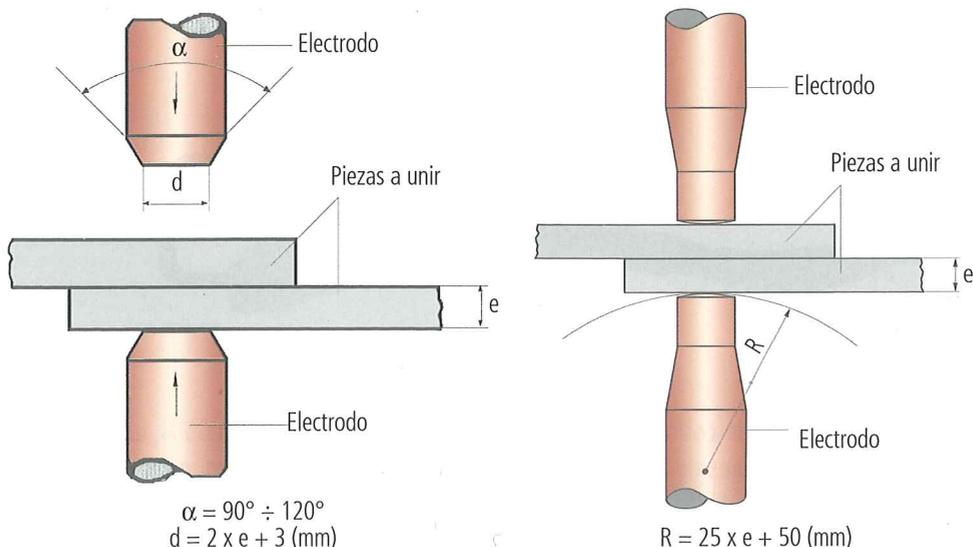
Las aleaciones más empleadas para la fabricación de electrodos son las del primer grupo. En la tabla adjunta se indican las propiedades de una aleación típica (Elbrodur N[®]), siendo una de las más empleadas sobre una base de cobre, cromo y circonio.

ELBRODUR N [®]	
Densidad, a 20°	8,9 g/cm ³
Temperatura de fusión	1.075 °C
Coefficiente térmico de expansión lineal (20 °C-300 °C)	18 × 10 ⁻⁶ K ⁻¹
Módulo de elasticidad	120 KN/mm ²
Conductividad térmica, a 20 °C	350 W/(m × K)
Temperatura de reblandecimiento	475 °C
Composición	Cr: 0,65% Zr: 0,05% Cu: resto
Aplicaciones	Soldadura de aceros al carbono, chapas galvanizadas, latón, bronce y níquel

Propiedades del Elbrodur N[®] para la fabricación de electrodos

Asimismo, tiene su importancia la sección y la geometría de las puntas de los electrodos, ya que delimitarán la densidad de la corriente de soldadura y la fuerza de forja en función de la presión de cierre de la pinza; por lo tanto, de ellas depende la resistencia del punto de soldadura.

La punta de los electrodos puede presentar una geometría troncocónica o esférica, siendo los de geometría troncocónica, con un ángulo en la punta entre 90° y 120°, los más empleados. Los electrodos de punta esférica se suelen emplear más para la soldadura de grandes espesores o para la soldadura de paneles de aluminio. En la imagen adjunta se muestra la geometría de los electrodos.



Geometría de la punta de los electrodos

El diámetro de la cara activa del electrodo o bien el radio de curvatura, en el caso de puntas esféricas, se puede determinar de forma aproximada recurriendo a las siguientes fórmulas empíricas, en función del espesor de la chapa a soldar. Estas fórmulas son válidas para el caso de aceros al carbono convencionales.

$$d = 2 \times e + 3 \text{ (mm)}$$

d: Diámetro de la cara activa del electrodo (mm)

e: Espesor de la chapa que se va a soldar (mm)

$$R = 25 \times e + 50 \text{ (mm)}$$

R: Radio de curvatura (mm)

e: Espesor de la chapa que se va a soldar (mm)

El diámetro del punto de soldadura que se obtendrá dependerá del área activa del electrodo. Por esta razón, es muy importante que el diámetro de la cara activa del electrodo sea el adecuado en cada caso; si es demasiado pequeño, el punto de soldadura será, a su vez, pequeño y débil y, si es demasiado grande, corremos el riesgo de sobrecalentamientos del metal base y de la aparición de poros y vacuolas.

Estas puntas deben mantenerse en buenas condiciones para obtener unos puntos de calidad. Las puntas se queman y se ensucian con el uso y, si están demasiado sucias, la resistencia entre las puntas de los electrodos y el metal base se incrementa, impidiendo que fluya la cantidad suficiente de corriente que se requiere para la realización del punto.

Cuando la punta de los electrodos esté deteriorada, ha de procederse a su reavivado; para ello, existen útiles específicos dotados de unas cuchillas de acero rápido que, mediante un movimiento de giro, bien sea manual o por medio de un taladro, afilarán nuevamente la punta de los electrodos.



Afilado del electrodo con la broca



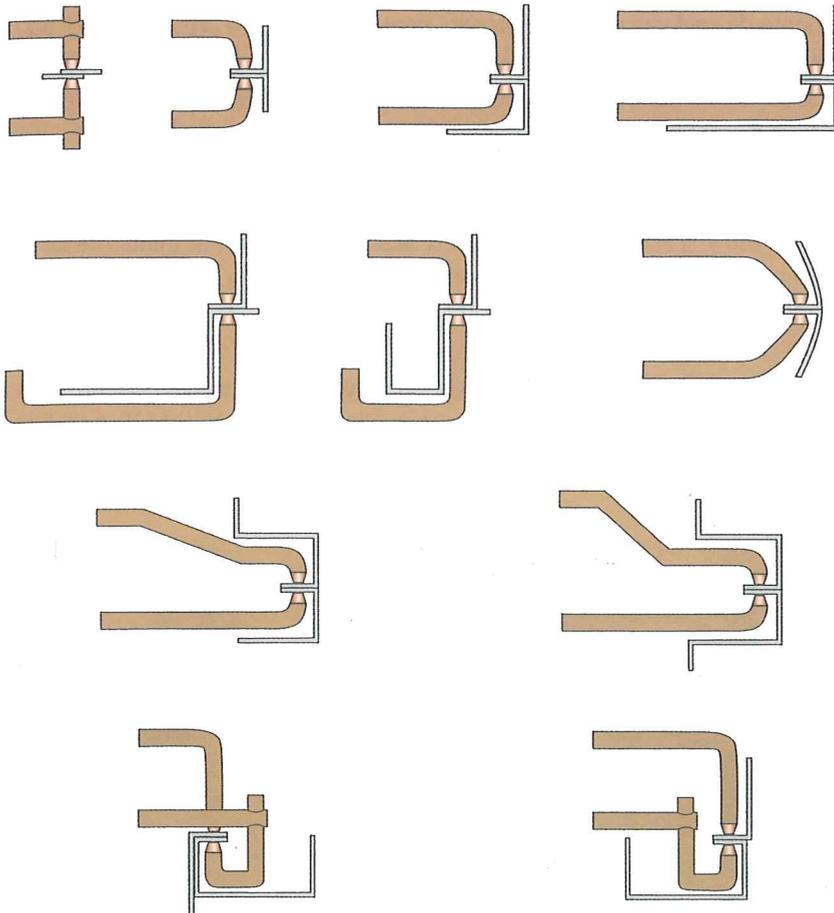
Afilado del electrodo con el sacapuntas

En el caso de puntas esféricas, pueden hacerse pequeños retoques con una lima de grano fino, siempre que se cuente con la suficiente experiencia. No obstante, lo más habitual es reemplazar la "cápsula" de la punta por otra nueva; estas cápsulas están fabricadas por estampación en frío y se suministran como consumibles para ser reemplazadas cuando estén deterioradas.



Cápsulas intercambiables

Los electrodos y portaelectrodos presentan tamaños y geometrías muy variadas para permitir adaptarse a cualquier tipo de pestaña y configuración que pueda darse en una carrocería.



Selección de los electrodos, según el trabajo a realizar

Recuerda



Los electrodos y portaelectrodos deben estar perfectamente **alineados** y con las dimensiones correctas para ejecutar un buen punto, debiéndose aplicar la presión perpendicularmente a la superficie de las chapas.

6.2.6. Otros aspectos importantes en la ejecución de la soldadura

Además de las particularidades indicadas, existen otros aspectos que también hay que tener presentes a la hora de unir piezas por puntos de resistencia; éstos son la distancia entre puntos (paso), la distancia al borde o recubrimiento, la obtención de puntos sin marcar por la cara vista y el control de la calidad.

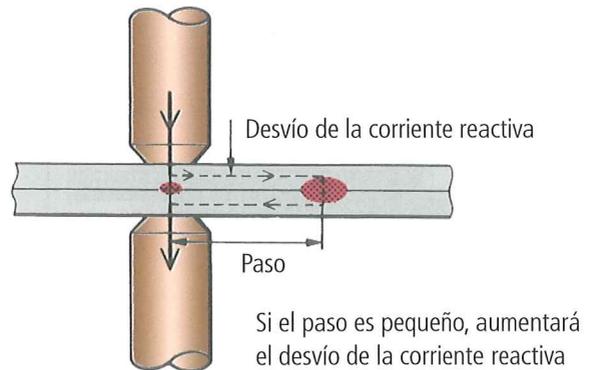
Distancia entre puntos o paso

La práctica demuestra que no es cierto que se incremente la solidez del conjunto al multiplicar el número de puntos mediante la reducción del paso entre ellos.

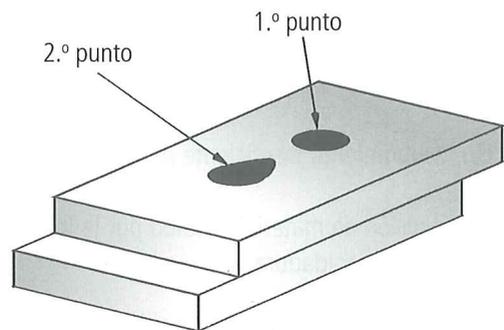
En efecto, si un punto se ejecuta muy próximo a otros puede producirse una derivación de corriente por las soldaduras cercanas (*efecto Shunt*); de esta forma, disminuye la intensidad de corriente necesaria para la formación del nuevo punto. No tener en cuenta este factor tiene como consecuencia un consumo excesivo de energía eléctrica, ya que, además de la corriente útil de soldadura, se está proporcionando a las piezas una corriente adicional que se pierde a través de los puntos próximos. Se corre, además, el riesgo de obtener soldaduras de muy diferentes calidades, según sea mayor o menor el efecto de derivación.

Si la soldadura está muy próxima, será imperfecta, a no ser que se cambien los parámetros de regulación.

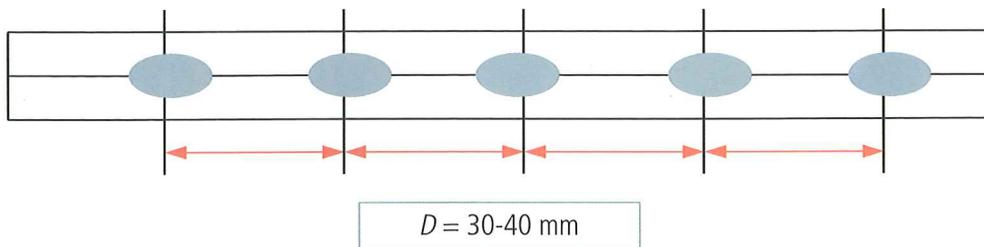
El paso o distancia entre puntos está relacionado con el espesor de las chapas que se van a soldar; en la reparación de carrocerías se recomienda un paso comprendido entre 30 y 40 mm.



Derivación de la corriente por efecto Shunt



Segunda soldadura imperfecta por derivación de la corriente



Correcta separación entre puntos

Distancia al borde o recubrimiento

La distancia al borde o «recubrimiento» es la existente desde el centro del punto de soldadura al borde más próximo de la pieza. En el caso de que presente un canto doblado, se tomará como referencia la última generatriz en contacto con la otra chapa.

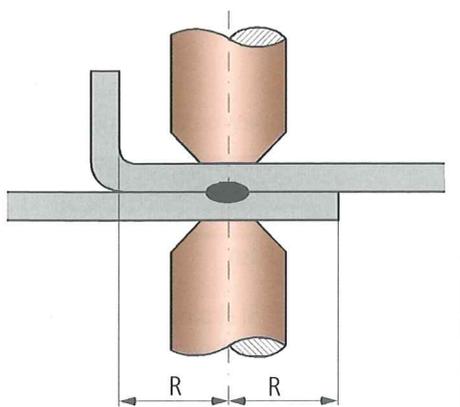
El recubrimiento viene dado, aproximadamente, por la siguiente expresión:

$$R = 2,5 \times d$$

donde: R = Recubrimiento (mm)

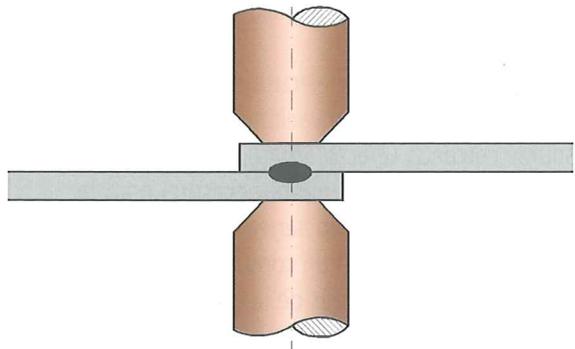
d = Diámetro de la punta de los electrodos (mm)

En este tipo de trabajos oscila entre 10 y 15 mm.



Correcto

Distancia al borde o recubrimiento



Incorrecto

Un recubrimiento insuficiente puede dar lugar a:

- Expulsión de material fundido por la junta, debilitando la soldadura.
- Deformaciones en los bordes de las piezas, debido a la presión ejercida por los electrodos.
- Deterioro de los electrodos, que se ensucian con gran facilidad.

Obtención de puntos sin marca por la cara vista

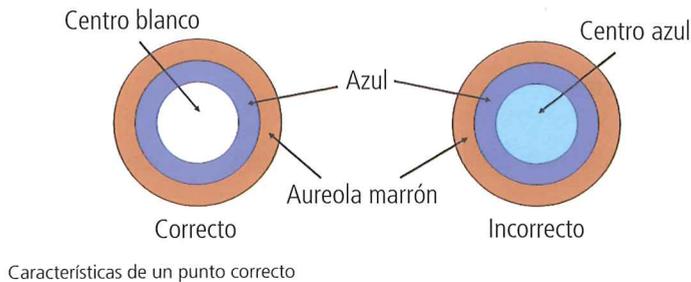
Al ejecutar un punto de soldadura quedará visible sobre la pieza una pequeña marca o «lenteja», debido a la presión de los electrodos. Sin embargo, existen zonas donde esta marca no puede estar visible como, por ejemplo, el panel de una puerta soldado a su armazón. En tal caso, para evitar la marca por la cara vista, se interpone entre ésta y el electrodo correspondiente una placa de cobre (por ejemplo, las empleadas como masa en muchas máquinas de soldadura).



Punto de soldadura sin marcar por la cara vista

Control de calidad

El especialista puede reconocer la calidad del punto de soldadura por su color, que debería estar entre azul oscuro y azul violeta, con el centro blanco.



Debes saber



La mejor forma de evaluar la **calidad de un punto** es proceder a su **rotura**. Si se produce con arrancamiento de material base, el punto está bien realizado; si el punto se desprende sin arrancamiento de material, no se ha efectuado adecuadamente el trabajo.

Para ello es conveniente seguir las recomendaciones del fabricante del vehículo y realizar unas soldaduras de prueba en un recorte de chapa del mismo tipo y espesor a soldar.

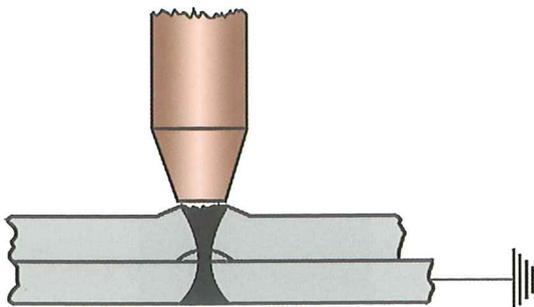
Bastará con soldar unas probetas de chapa, de igual espesor y características que las de la chapa que hay que soldar, y proceder después a su rotura. Esta prueba es muy útil para una primera regulación del equipo, cuando aún no se está familiarizado con él.



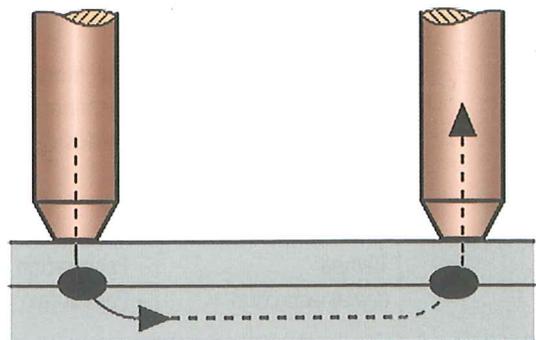
Control de las propiedades de un punto

6.2.7. Soldadura con un sólo electrodo

La soldadura con un sólo electrodo o por empuje se realiza aplicando un electrodo a una chapa y una masa de superficie amplia en la otra. La masa debe fijarse en las proximidades inmediatas al punto de soldadura y en la chapa donde no se aplica el electrodo.



Esquema de la soldadura por empuje



Esquema de soldadura de doble electrodo

Los puntos por empuje son de escasa resistencia, dado que la chapa se abomba hacia afuera al calentarse y el material superior se une al inferior en un área muy reducida.

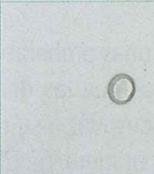
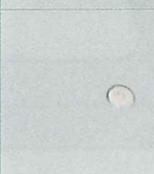
La experiencia demuestra que estos puntos carecen muchas veces de la resistencia suficiente al no poder alcanzarse la presión de apriete requerida, por lo que es preferible sustituirlos por soldadura MIG a tapón.

6.2.8. Defectos de la soldadura

Los defectos de las uniones soldadas por puntos aparecen por dos causas fundamentales:

- Preparación inadecuada de las superficies.
- Regulación incorrecta del equipo de soldadura (voltaje, tiempo, presión de apriete).

La siguiente tabla sintetiza los principales defectos de la soldadura.

PRINCIPALES DEFECTOS DE SOLDADURA POR PUNTOS DE RESISTENCIA		
Causa probable	Defecto	Aspecto
<i>Intensidad demasiado alta</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Penetración demasiado profunda – Producción de salpicaduras 	
<i>Intensidad demasiado baja</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Baja resistencia de la unión – Pegaduras 	
<i>Presión de apriete demasiado alta</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Marcas profundas en la chapa – Salpicaduras por expulsión del núcleo entre las chapas 	
<i>Presión de apriete demasiado baja</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Salpicaduras – Agujeros – Deterioro de los electrodos por inclusiones de material 	
<i>Tiempo demasiado largo</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Calentamiento excesivo de la chapa – Disminución de la calidad del punto – Restos de cobre en el punto 	
<i>Tiempo demasiado corto</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Penetración demasiado pequeña – Pegaduras 	

6.2.9. Recomendaciones de trabajo

A continuación, se enumeran una serie de conclusiones y recomendaciones que se deben tener en cuenta y que repercutirán directamente en la obtención de unos resultados satisfactorios, así como en la conservación del equipo:

- Para facilitar el paso de la corriente, tanto las chapas como los electrodos deberán estar limpios.
- Si las piezas que se pretende unir son nuevas no es necesario eliminar la cataforesis en su parte interna, pero sí de la externa; la limpieza se limitará exclusivamente a la zona de contacto de los electrodos. Deberá protegerse la parte interior de las pestañas que hay que unir con imprimación anticorrosiva de zinc.
- Se emplearán brazos portaelectrodos cortos, con el fin de evitar una disminución en la presión de apriete.
- La punta de los electrodos deberá estar limpia, lisa y ser del diámetro adecuado. Para ejecutar los puntos, las pinzas de los electrodos deben mantenerse perfectamente enfrentadas.
- Es recomendable refrigerar los electrodos durante un trabajo continuado para evitar su calentamiento. Si por cualquier razón se produce un calentamiento excesivo, deben dejarse enfriar siempre al aire y no introducirlos nunca en el cubo de agua para evitar el recocido del cobre, lo que supondría un ablandamiento y una pérdida de sus propiedades mecánicas.
- Cuando se proceda a soldar chapas de distinto espesor, se regulará la máquina en función de la más delgada. Se puede proceder a la soldadura de chapas revestidas sin eliminar la capa de zinc, pero efectuando más a menudo la limpieza de los electrodos.
- Las pinzas de soldadura llevan un electrodo fijo y otro móvil; se debe fijar sobre las chapas el fijo y que el móvil se acerque a ellas cuando se ejecute la soldadura pues, de lo contrario, la pinza se movería e impediría aplicar el punto en la zona apropiada.

Es muy importante respetar siempre la posición de la cara activa del electrodo con respecto a la superficie de las piezas a soldar, de modo que asiente perfectamente. Es decir, el ángulo del electrodo en relación a la superficie del panel se debe mantener en 90°. En caso contrario, la fuerza de forja efectiva se reduce y se podrían producir deformaciones en las chapas y un gasto anormal de electrodos.

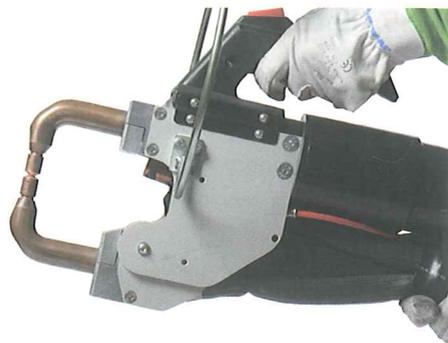


Aplicación de protección anticorrosiva previa a la ejecución de la soldadura



Eliminación de cataforesis en la zona del punto

- La distancia entre electrodos ha de ser lo más pequeña posible, para evitar esfuerzos dinámicos sobre ellos como consecuencia de su masa y velocidad de cierre.
- No conviene sobrepasar la distancia mínima entre puntos, ya que se puede producir una desviación de corriente por las soldaduras cercanas (efecto *Shunt*), que disminuiría la intensidad de la corriente necesaria para la formación del nuevo punto.



Correcto posicionamiento de los electrodos

Recuerda



La **soldadura por empuje** da lugar a puntos que no tienen resistencia suficiente, debido, fundamentalmente, a la falta de presión; por ello, se recomienda emplear este sistema únicamente cuando no exista otra alternativa.

6.2.10. Medidas de seguridad e higiene en la soldadura por puntos de resistencia

Como se ha indicado, la soldadura por puntos de resistencia se basa en dos efectos: en el calor generado por la resistencia que las chapas que se van a soldar oponen al paso de la corriente eléctrica y en la presión ejercida por los electrodos sobre la chapa. Por lo tanto, los principales riesgos derivados de su empleo son las quemaduras y los eléctricos.

Para realizar un trabajo de calidad y exento de riesgos hay que regular adecuadamente la intensidad de la corriente, evitando así un exceso de material fundido, que se proyectaría fuera de la junta, debido a la presión de los electrodos.

Por la misma razón, es recomendable una limpieza previa de la zona de contacto de los electrodos, así como la ausencia de separación entre las chapas que se van a unir.



Protección del interior del vehículo con una manta ignífuga

No obstante, dado que las salpicaduras se producen inevitablemente, es necesario que el operario se proteja los ojos y la cara con gafas o pantalla facial transparente, así como el interior del vehículo y sus vidrios.

Los revestimientos y recubrimientos que puedan tener las chapas (recubrimientos de cinc, pinturas, restos de disolventes o grasas) generan humos durante las operaciones de soldeo que pueden ser perjudiciales para la salud; por esta razón, se recomienda eliminar dichos recubrimientos a la hora de soldar, y utilizar una mascarilla apropiada frente a humos de soldadura.

El trabajo continuo de la máquina provoca el calentamiento de los electrodos; si éstos no disponen de refrigeración propia es recomendable tener un cubo de agua en el puesto de trabajo para refrigerarlos periódicamente antes de que se calienten. Así mejora la soldadura y disminuyen los riesgos de quemaduras.

Los equipos de soldadura por puntos de resistencia poseen una fuente de alimentación conectada a 220 ó 380 V. Estos voltajes, o incluso menores, pueden causar quemaduras grandes o muerte por electrocución. Por consiguiente, es conveniente:

- Evitar el contacto con la piel o de ropas mojadas con partes metálicas en tensión, trabajando con los guantes y la ropa seca.
- Conectar la máquina a un cuadro eléctrico con diferencial y toma de tierra.
- Mantener los cables y enchufes en perfectas condiciones.
- Revisar periódicamente el estado de aislamiento de la máquina.
- No sobrecargar la máquina por encima de su factor de trabajo.
- Desconectar el equipo antes de trabajar en su mantenimiento.

SOLDADURA POR PUNTOS. MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD

- Emplear gafas y pantallas faciales para evitar proyecciones.
- Refrigerar conveniente de los electrodos.
- Emplear guantes para evitar quemaduras.
- Mantener cables y enchufes.
- Conectar diferencial y toma de tierra.
- Evitar las sobrecargas.
- No sobrepasar el factor de trabajo.
- Aislar correctamente.

Debes saber



Las grandes intensidades con las que trabajan estas máquinas originan un campo magnético que puede alterar el funcionamiento de **marcapasos** y relojes digitales.

6.3. SOLDADURA DE HILO CONTINUO BAJO GAS PROTECTOR (MIG/MAG)

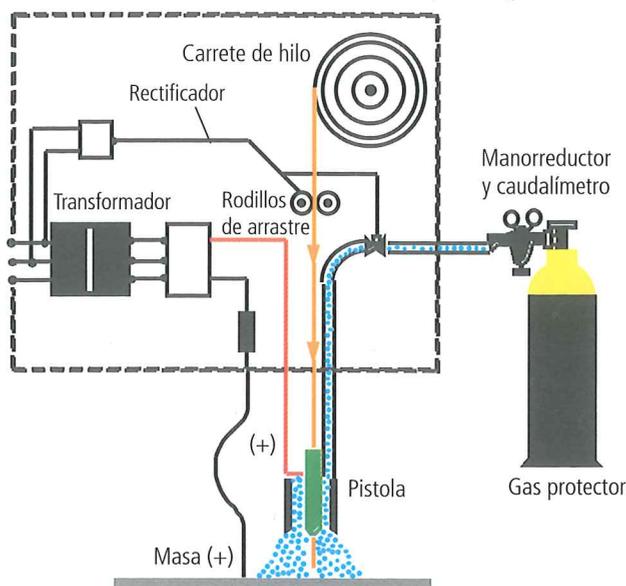
La soldadura empleada mayoritariamente en la reparación de carrocerías es la soldadura por puntos de resistencia. No obstante, en el transcurso de una reparación pueden darse determinadas operaciones en las que, bien porque el fabricante lo indique expresamente en sus manuales de taller, bien debido a sus particulares características, la aplicación de este sistema de soldadura resulte imposible; en estos casos, se debe recurrir a otras técnicas de ensamblaje. Para ello, se cuenta con equipos de hilo continuo en atmósfera protegida MIG/MAG.

Este equipamiento se considera estándar en un taller de reparación de carrocerías y ha suplantado en automoción a los tradicionales equipos de soldadura oxiacetilénica. La razón de ser de esta situación se debe a una serie de ventajas, que se derivan de su correcto empleo, como:

- Buenos valores de resistencia, incluso en el caso de uniones por puntos desde un solo lado.
- Soldadura relativamente fácil en todas las zonas y posiciones.
- Buena penetración en las uniones por costura.
- Relleno perfecto de posibles tolerancias en las juntas.
- Velocidad de soldadura relativamente alta.
- Reducida influencia térmica, que evita cambios estructurales en el material base.
- Reducción de la deformación de los componentes que hay que soldar, dado que la aportación de calor se efectúa sobre una superficie menor.
- Minimiza la posibilidad de que surjan posteriores problemas de corrosión en la zona soldada.
- Esta técnica de soldadura posibilita la soldadura de diferentes materiales (entre ellos, los que son difíciles de soldar por otras técnicas).

6.3.1. Fundamento

La soldadura de hilo continuo bajo atmósfera protectora es un proceso de soldadura al arco eléctrico con corriente continua, en el que el arco se establece entre un electrodo sin fin y la pieza que se va a soldar, con el lecho de fusión protegido de la atmósfera circundante por una campana de gas.



Principio de funcionamiento de la soldadura eléctrica bajo gas protector

Debes saber



La principal misión del **gas protector** es aislar el lecho de fusión del oxígeno y nitrógeno presentes en el aire ambiente, dado que éstos provocarían cordones porosos y quebradizos.

Según sea la naturaleza del gas de protección, este procedimiento recibe el nombre de:

- MIG (*Metal Inert Gas*) \Rightarrow Gas de protección inerte.
- MAG (*Metal Active Gas*) \Rightarrow Gas de protección activo.

En reparación, la soldadura de hilo continuo bajo gas protector es un proceso semiautomático, en el cual la tensión del arco, la velocidad de alimentación del hilo, la intensidad de la soldadura y el caudal de gas se regulan previamente; sólo se realiza manualmente el arrastre de la pistola de soldadura.

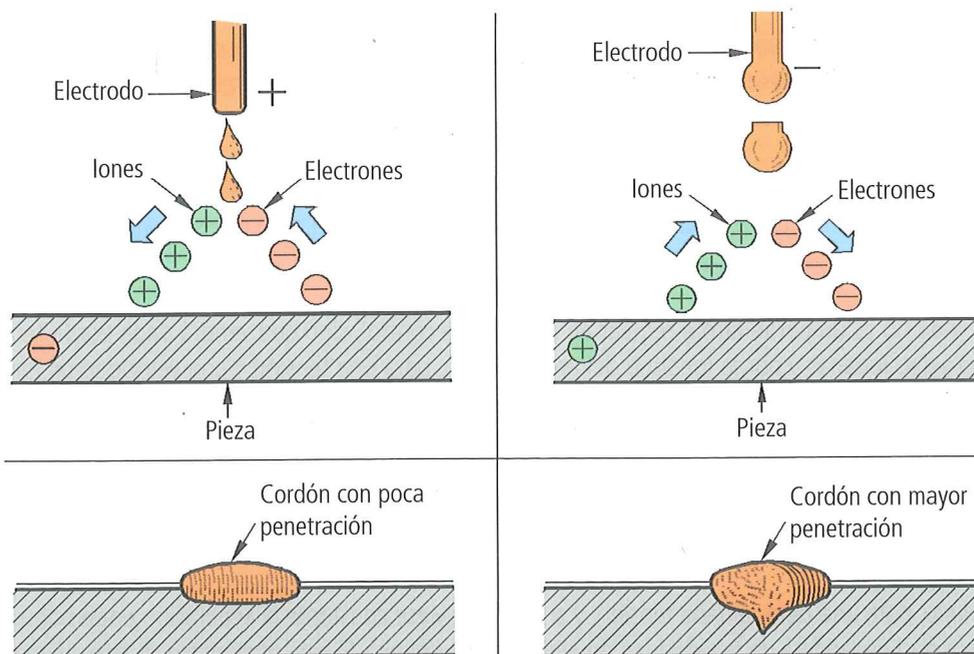
6.3.2. Parámetros de la soldadura

El comportamiento del arco, la forma de transferencia del metal a través del mismo, la penetración, la forma del cordón, etc., están condicionados por la conjunción de una serie de parámetros entre los que destacan la polaridad de la corriente de soldadura, la tensión, la velocidad del hilo, la intensidad y el gas de protección.

Polaridad de la corriente de soldadura

Para la ejecución de este tipo de soldadura se emplea corriente continua y lo más habitual es utilizar la polaridad denominada inversa, en la cual el polo negativo o masa se conecta a la pieza a soldar y, el polo positivo, al electrodo.

Este tipo de transferencia da lugar a un arco estable, con una buena transferencia del metal de aportación y pocas proyecciones. Dado que la mayor parte de la energía se concentra sobre el electrodo, obtendremos cordones relativamente anchos y de poca penetración, lo cual es muy apropiado en la soldadura de pequeños espesores.

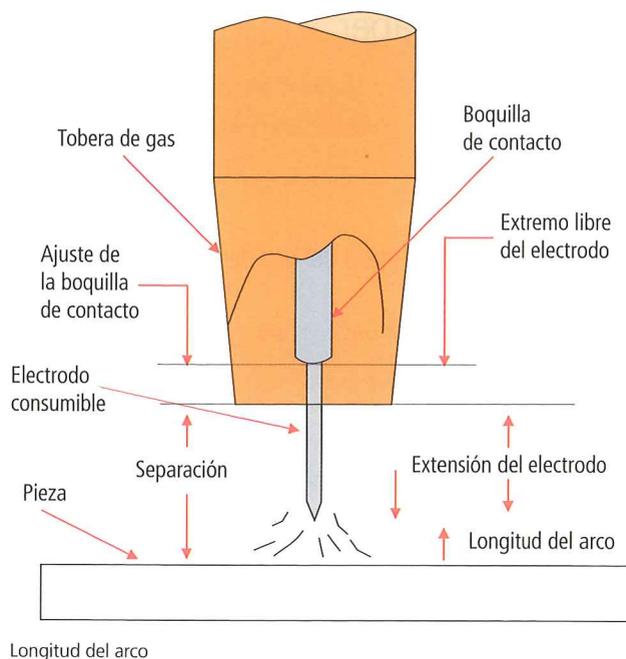


Efecto de la polaridad

Tensión

Los equipos empleados en este campo suelen disponer de una fuente de alimentación de las denominadas de tensión constante; es decir, se trata de máquinas que nos permiten ajustar la tensión del arco, produciendo una tensión relativamente constante.

La tensión del arco se mide en voltios y es regulable mediante un conmutador de tensión disponible en la fuente de alimentación. Se transmite de forma regular y constante desde la fuente de alimentación hasta el extremo del hilo, variando su distribución desde el extremo del hilo hasta la pieza a soldar (arco de soldadura). Es decir, cuanto mayor sea la longitud del arco, mayor será su tensión y viceversa.



Velocidad de hilo

La velocidad de alimentación del hilo es un factor independiente, que se regula a través del variador correspondiente ubicado también en el panel de control del equipo. Su regulación se realizará en función del espesor que se va a soldar y del diámetro del hilo utilizado, debiéndola conjugar de forma adecuada con la tensión de soldadura. Ello dará lugar a una pareja de valores tensión-velocidad de hilo adecuados para el tipo de soldadura a realizar, lo que se traducirá en un arco estable y en un buen aspecto del cordón de soldadura.

Intensidad

La intensidad del arco de soldadura es la que nos marca la energía de dicho arco y, por lo tanto, ha de establecerse de acuerdo con el espesor a soldar y con la penetración deseada. Debe guardarse también, por lo tanto, una relación con el diámetro del hilo.

El arco de soldadura puede considerarse como un conductor gaseoso, en el que existe una relación entre su tensión e intensidad, aunque no tan sencilla como la Ley de Ohm. Esa relación es lo que se denomina *característica del arco*.

La intensidad no es un parámetro a regular en el panel de control, sino que vendrá dada por la tensión y velocidad del hilo seleccionadas y por la longitud del arco. Es decir, para una tensión y una velocidad de hilo concretas, si se aleja la boquilla aumenta la longitud del arco, incrementándose también su tensión y disminuyendo su intensidad y viceversa. Un aumento de la intensidad dará lugar a un aumento de la energía del arco.

El sistema tiene la capacidad de autorregularse (dentro de ciertos límites), modificando la tensión e intensidad del arco para compensar las pequeñas variaciones en la distancia de soldadura originadas por el propio soldador.

Por otro lado, para una determinada tensión, y si se mantuviese constante la separación entre boquilla y pieza a soldar, la intensidad dependerá de la velocidad de alimentación del hilo. Si ésta aumentase, el arco se acortaría, incrementándose con ello su intensidad.

Gas de protección

La elección del gas de protección influye en la forma del cordón, penetración de la soldadura, aspecto de la soldadura y tendencia a producir salpicaduras.

Recuerda



Los **parámetros** que definen la soldadura MIG/MAG son la polaridad de la corriente, la tensión, la velocidad del hilo, la intensidad y el gas de protección.

6.3.3. Tipos de transferencia del metal de aportación

Los diferentes parámetros del arco de soldadura condicionan el modo de transferencia o transporte del metal fundido desde el electrodo hasta el lecho de fusión, influyendo la misma en cuestiones como el efecto de limpieza del arco, penetración, control del lecho de fusión, emisión de proyecciones, etc.

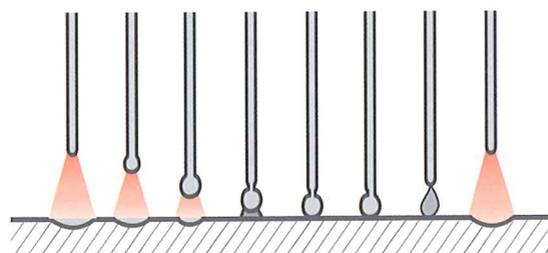
Debes saber



Básicamente, la **transferencia** del metal de aportación se puede efectuar por cortocircuito, de manera globular, por arco spray o por arco pulsado.

Transferencia por cortocircuito

En este tipo de transferencia, en el extremo del hilo se produce una gota que se va alargando hasta entrar en contacto con el material base, momento en el cuál se produce un cortocircuito que rompe la gota y reanuda el arco. La frecuencia de los cortocircuitos es extremadamente alta, con lo que la continuidad del arco está asegurada.

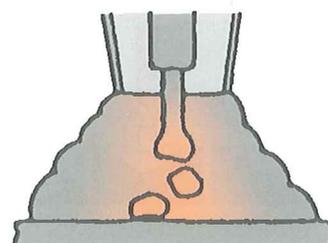


Transferencia por cortocircuito

Este tipo de transferencia tiene lugar con tensiones e intensidades relativamente bajas (V: 16 a 22 V, I: 50 a 150 A); por lo tanto, el calor transmitido a la pieza es moderado, lo cual lo hace apropiado para la soldadura de espesores pequeños, como es el caso que nos ocupa, y para aquellas posiciones de soldadura en las que es interesante una rápida solidificación del lecho de fusión.

Transferencia globular

Se caracteriza por la formación de una gota relativamente grande de metal fundido en el extremo del alambre. La gota se va formando hasta que cae al baño fundido por su propio peso; no obstante, al desprenderse oscila de un lado al otro, lo cual no es recomendable debido a la dificultad de controlar adecuadamente el metal de aportación, pudiendo provocar falta de penetración. Por todas estas razones, este tipo de transferencia no es recomendable.



Transferencia globular

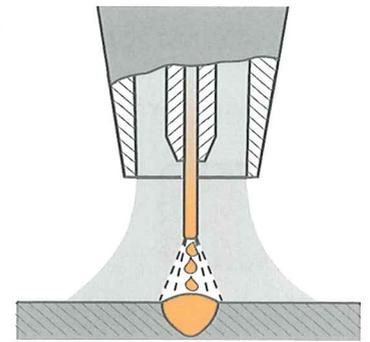
Los parámetros típicos son V: 20 a 35 V e I: 70 a 255 A.

Transferencia por arco *spray*

Se caracteriza por la generación de una serie de pequeñas gotas, de un diámetro similar al del alambre; su transferencia se caracteriza por una corriente axial de finas gotas, centrada con respecto al alambre.

Este tipo de transferencia se obtiene con altas intensidades y voltajes (V: 24 a 40; I: 150 a 500 A).

El baño es relativamente grande y fluido, por lo que no se controla con facilidad en posiciones difíciles. Puede aplicarse sobre cualquier material base, pero no es muy adecuado para espesores muy finos, pues la corriente de soldo es muy alta.



Transferencia por arco *spray*

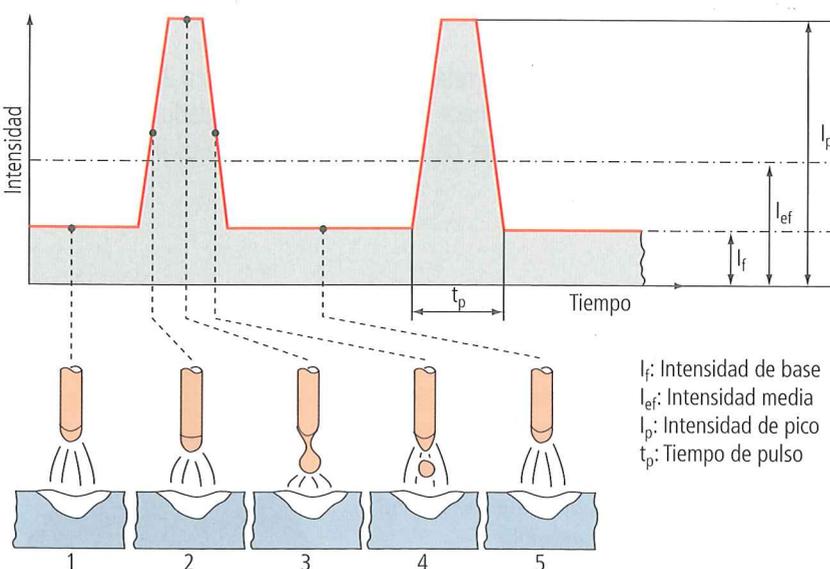
Transferencia por arco pulsado

Este régimen de transferencia se obtiene por la superposición de dos tipos de corriente:

- *Corriente de base*: Corriente constante y de baja intensidad y suficiente para mantener encendido el arco en todo momento, precalentar y acondicionar el alambre.
- *Corriente de pico*: Corriente de mayor intensidad, que se produce en forma de picos, encargada de hacer saltar la gota de metal fundido cada vez que se produce un pico de alta intensidad.

La principal ventaja de esta técnica es la importante reducción del calor aplicado, lo cual se traduce en la posibilidad de soldar espesores pequeños sin dar lugar a perforaciones o deformaciones.

Lógicamente, para poder trabajar con este tipo de transferencia hay que disponer de la máquina adecuada equipada con una fuente de energía con arco pulsado, capaz de establecer esas dos corrientes eléctricas superpuestas.



Proceso de soldadura:

1. Se produce la fusión del extremo del electrodo, comenzando la formación de la gota de metal de aportación.
2. A medida que aumenta la intensidad, se incrementa el tamaño de la gota de metal fundido.
3. En este nivel de intensidad, el estrangulamiento del metal fundido es máximo, proyectándose rápidamente el metal de aportación sobre el metal base.
4. Se produce la proyección del material de aportación.
5. Comienza de nuevo el ciclo de proyección del metal de aportación.

Transferencia por arco pulsado

6.3.4. Elementos que componen un equipo de soldadura MIG/MAG

Los equipos de soldadura MIG/MAG empleados en la reparación de carrocerías son portátiles para facilitar su desplazamiento por el taller.



Equipos para la soldadura MIG/MAG

Debes saber

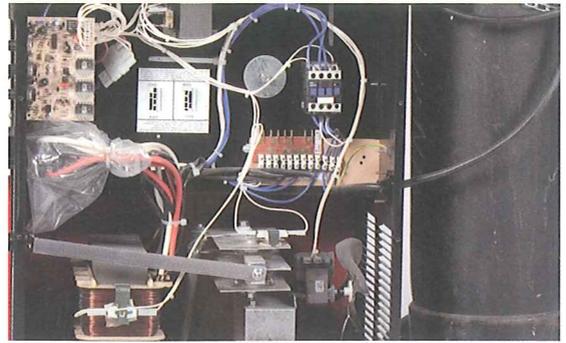


Los equipos MIG/MAG están constituidos por los siguientes elementos: fuente de alimentación, unidad de alimentación del hilo, circuito de gas protector y pistola de soldadura y manguera, con sus elementos de regulación y mando.

Fuente de alimentación

La fuente de alimentación es la encargada de transformar la corriente de suministro de la red en la corriente de soldadura. Está constituida por dos elementos básicos:

- *Transformador:* Reduce la tensión de la red y aumenta su intensidad.
- *Rectificador:* Convierte la corriente alterna de la red en continua, que será la empleada en la soldadura.



Interior de un equipo MIG con transformador convencional

En este tipo de equipos se utilizan fuentes de energía de tensión constante; es decir, aquéllas que nos permiten seleccionar la tensión del arco, produciendo una tensión de salida relativamente constante.

Debes saber



Muchos de los equipos que actualmente se emplean en los talleres de reparación de carrocería disponen de **tecnología «inverter»**. Estos equipos no disponen de transformador y rectificador al uso y la regulación de la potencia de salida la realiza un circuito electrónico de conversión de energía, mediante una serie de placas y circuitos electrónicos que son los encargados de transformar y rectificar la corriente necesaria para la soldadura.



Interior de un equipo MIG con tecnología inverter

Unidad de alimentación de hilo

Normalmente, está ubicada dentro del cuerpo de la máquina y es la encargada de transportar el electrodo de alambre hasta la punta de la antorcha para establecer allí el arco eléctrico.

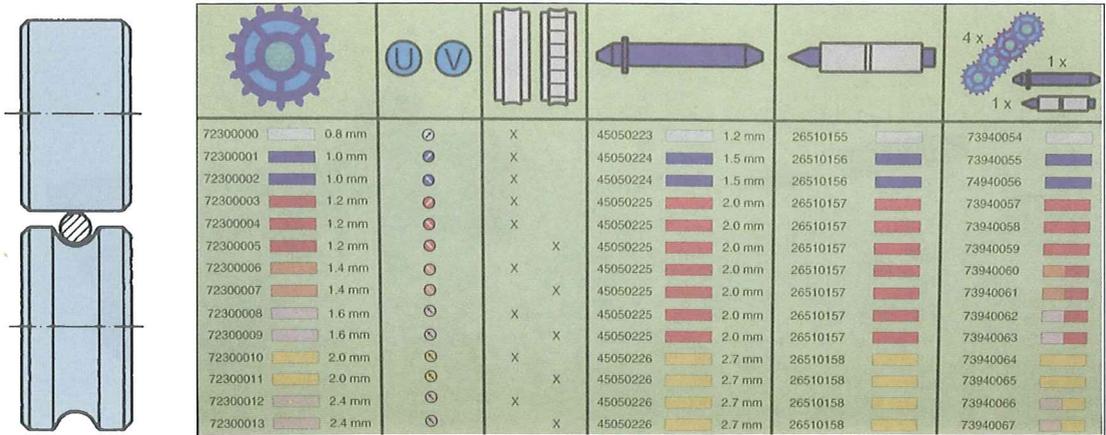
Está constituida por:

- *Portabobina:* Consiste en un eje sobre el que se monta la bobina de hilo y dispone de un sistema para el frenado del carrete, evitándose así los problemas de la inercia en el momento de detener la alimentación. El frenado del carrete se realizará en función del peso de la bobina de hilo.



Frenado del carrete de hilo

- **Sistema de arrastre:** Está formado por dos rodillos, que trabajan de forma paralela. Uno de ellos es el rodillo guía de arrastre, que está dotado de una acanaladura por la que circula el hilo. Esta acanaladura está calibrada al diámetro del hilo correspondiente y puede tener forma de V o de U, en función de la dureza del material de aportación. Los rodillos guía llevan marcado el diámetro del canal. El otro rodillo es el de presión, encargado de mantener la presión adecuada para el correcto avance del hilo.

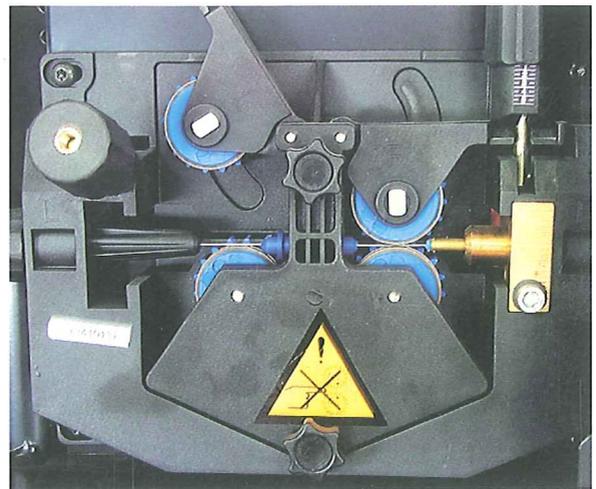


Part Number	Color	Diámetro (mm)	U	V	Forma	Diámetro (mm)	Color	Diámetro (mm)	Forma	Diámetro (mm)	Color	Diámetro (mm)	Forma
72300000	Light Blue	0.8 mm	Ø		X	45050223	Light Blue	1.2 mm	U	26510155	Light Blue	26510155	U
72300001	Blue	1.0 mm	Ø		X	45050224	Blue	1.5 mm	U	26510156	Blue	26510156	U
72300002	Dark Blue	1.0 mm	Ø		X	45050224	Dark Blue	1.5 mm	V	26510156	Dark Blue	26510156	V
72300003	Red-Orange	1.2 mm	Ø		X	45050225	Red-Orange	2.0 mm	U	26510157	Red-Orange	26510157	U
72300004	Red	1.2 mm	Ø		X	45050225	Red	2.0 mm	V	26510157	Red	26510157	V
72300005	Dark Red	1.2 mm	Ø		X	45050225	Dark Red	2.0 mm	X	26510157	Dark Red	26510157	X
72300006	Orange	1.4 mm	Ø		X	45050225	Orange	2.0 mm	X	26510157	Orange	26510157	X
72300007	Light Orange	1.4 mm	Ø		X	45050225	Light Orange	2.0 mm	X	26510157	Light Orange	26510157	X
72300008	Pink	1.6 mm	Ø		X	45050225	Pink	2.0 mm	X	26510157	Pink	26510157	X
72300009	Light Purple	1.6 mm	Ø		X	45050225	Light Purple	2.0 mm	X	26510157	Light Purple	26510157	X
72300010	Yellow-Orange	2.0 mm	Ø		X	45050226	Yellow-Orange	2.7 mm	X	26510158	Yellow-Orange	26510158	X
72300011	Yellow	2.0 mm	Ø		X	45050226	Yellow	2.7 mm	X	26510158	Yellow	26510158	X
72300012	Light Green	2.4 mm	Ø		X	45050226	Light Green	2.7 mm	X	26510158	Light Green	26510158	X
72300013	Green	2.4 mm	Ø		X	45050226	Green	2.7 mm	X	26510158	Green	26510158	X

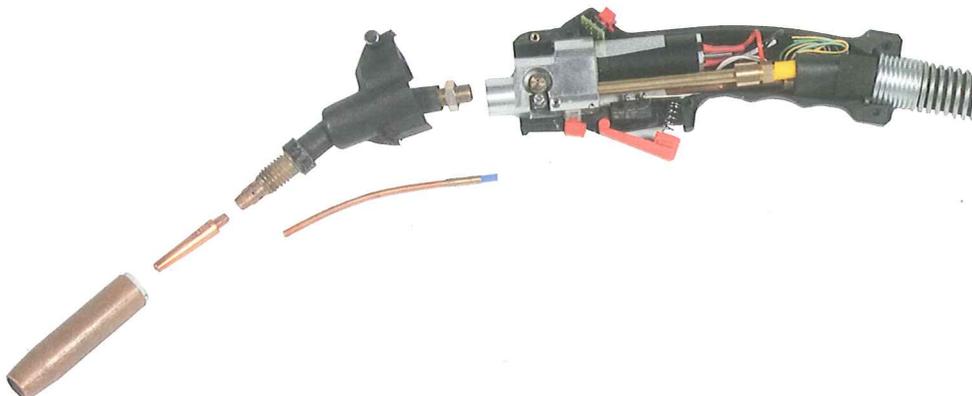
Acanaladura e identificación del rodillo

Algunos equipos están dotados de un sistema de cuatro rodillos, en el que los rodillos de presión están engranados con los de arrastre, consiguiendo un efecto de arrastre en los cuatro rodillos.

Lo más habitual es que el sistema de arrastre esté ubicado en el cuerpo de la máquina, *empujando* el hilo a través de la camisa flexible; no obstante, también existen equipos que disponen de un sistema de arrastre doble, uno en el cuerpo de la máquina y otro en la propia antorcha, por lo que el hilo se desplaza mediante una doble acción: *empuje* y *arrastre*. Este último sistema es más apropiado en el caso de trabajar con hilos blandos y de pequeño diámetro, como el aluminio o el cobre-silicio, con los cuales la alimentación se vuelve más delicada.



Sistema de cuatro rodillos engranados



Sistema de rodillos en la antorcha push/pull

Debes saber



Existen pistolas, denominadas *spool gun*, que incorporan el carrete de material de aportación y los rodillos de arrastre en la propia antorcha, lo que permite la posibilidad de emplear antorchas más largas en hilos blandos como el aluminio.



Sistema de rodillos y carrete en la antorcha

Circuito de gas protector

El circuito de gas protector está constituido por los siguientes elementos:

- *Botella de gas protector*: Acoplada al cuerpo de la máquina y fijada por una cadena o elemento similar.
- *Manorreductor y caudalímetro*: Permiten regular la presión del gas y el caudal, que han de ser adecuados a las condiciones de soldadura.
- *Electroválvula de paso de gas*: Permite el paso de gas al accionar el pulsador de la pistola.



Manorreductor para la botella de gas

Los nuevos sistemas rápidos de conexión no disponen de caudalímetro ni de llave de regulación del caudal. Con este sistema se coloca un caudalímetro que está tarado a un caudal fijo, en función del material y diámetro del hilo de aportación. Cada vez que se cambie el diámetro del hilo, se deberá sustituir también el caudalímetro.



Llave de apertura

Caudalímetro fijo

Manómetro

En condiciones normales, el caudal de gas en litros por minuto debe ser, aproximadamente, 10 veces el diámetro del hilo en milímetros (ejemplo, para un hilo de 0,8 mm de diámetro, se necesitarán 8 l/min). En caso de observarse corrientes de aire, se puede aumentar el caudal de gas en 2 l/min.

Pistola de soldadura

Las pistolas de soldadura son relativamente complejas, pues a través de ellas circula el hilo de aportación, el gas de protección y la energía eléctrica para establecer el arco. Disponen de un interruptor que utiliza el soldador para controlar la soldadura, poniendo en marcha la alimentación de hilo, el gas y la corriente eléctrica.

En su punta van situadas dos boquillas concéntricas; la interior es la boquilla de contacto, encargada de suministrar contacto eléctrico al hilo, y la exterior, denominada tobera, es la encargada de canalizar el gas hacia la zona de soldadura.

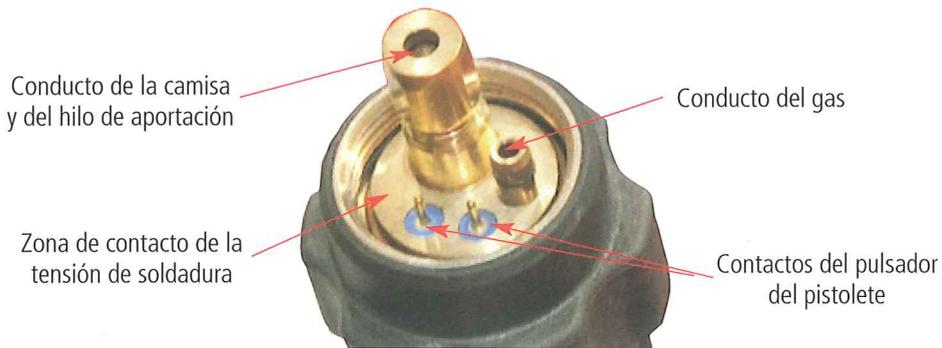


Elementos que componen la pistola de soldadura

Manguera

Conecta la pistola de soldadura con el cuerpo de la máquina. A través de ella discurren el material de aportación, la corriente de soldadura y el gas de protección. Tiene una longitud aproximada de tres metros.

El conducto, o camisa, por donde circula el hilo es intercambiable, y se fabrica en diferentes materiales: acero, teflón y fibra de carbono. La camisa de acero es la más habitual empleada con hilos de acero; ahora bien, si se va a utilizar un hilo de aluminio conviene sustituir esa camisa por una de teflón o de fibra de carbono.

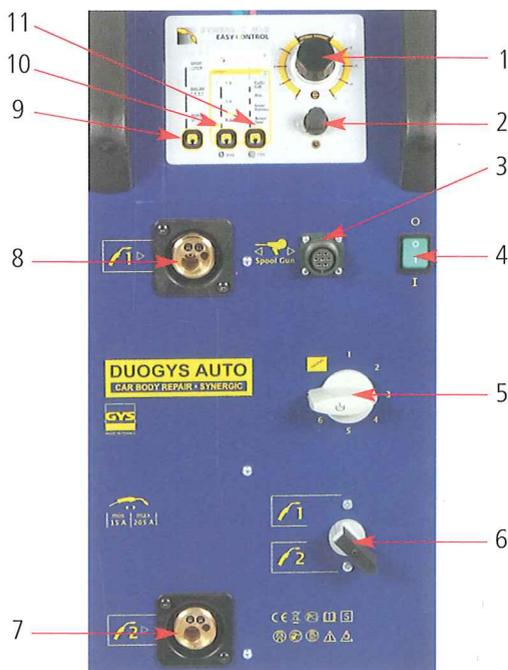


Conexión de la manguera

Elementos de regulación y mando

Van situados en el frontal de la máquina y, en líneas generales, suelen ser:

- Control de tensión: Es el propio conmutador de la fuente de energía.
- Alimentación del hilo: Permite regular la velocidad del hilo.
- Temporizadores de tiempo de soldadura y tiempo de parada.



Panel de mando

1. Regulador de la velocidad del hilo o modo sinérgico
2. Temporizador
3. Conexión para pistola *Spool Gun*
4. Interruptor general
5. Regulador de la tensión de soldadura
6. Selector de la manguera
7. Conector de la manguera N.º 2
8. Conector de la manguera N.º 1
9. Selector del tipo de soldeo
10. Selector del diámetro del hilo de aportación
11. Selector del material de aportación

Debes saber



Los equipos de soldadura actuales que emplean la tecnología *inverter* son, en muchos casos, *sinérgicos*, es decir, disponen de programas de regulación preestablecidos, en los que solamente hay que determinar el material del hilo de aportación, su espesor o el de la chapa a soldar y el equipo se auto regula con los parámetros adecuados para ese tipo de soldadura. Lo habitual en estos casos es que el equipo disponga de una pantalla digital para la **elección del programa** o la regulación de los parámetros de soldadura.



Panel de control digital

Mantenimiento del equipo

Estos equipos precisan un mantenimiento sencillo, del que cabe destacar las siguientes operaciones:

- Limpiar las proyecciones adheridas a la boquilla de la antorcha para evitar cortocircuitos y turbulencias de gas. Para ello, se emplearán cepillos de púas de acero apropiados.
- La aplicación de un *spray* específico, exento de siliconas, evitará la adherencia de proyecciones.
- Revisar periódicamente el ajuste de los rodillos de arrastre y el frenado del carrete.
- Asegurarse de que el hilo pasa adecuadamente por su camisa.
- Controlar el desgaste de la boquilla calibrada de contacto y cambiarla cuando sea necesario para evitar pérdidas de contacto del hilo con la boquilla.
- No utilizar la antorcha como un martillo para eliminar restos de soldadura o alinear las chapas.
- No tirar de la manguera de soldadura o del cable de conexión para mover la máquina.
- Limpiar periódicamente el polvo del interior de la máquina con una pistola de aire comprimido seco.

6.3.5. Consumibles empleados en la soldadura MIG/MAG

Los consumibles empleados en esta técnica de soldadura son el material de aportación y el gas de protección.

Material de aportación

El material de aportación consiste en un electrodo continuo en forma de hilo, que se suministra en bobinas de hasta 15 kg para montarlo directamente en el sistema de alimentación de la máquina.

Recuerda



El material de **aportación** es, en general, similar en composición química al del metal base, variando ligeramente para compensar las pérdidas de diferentes elementos durante el soldeo.

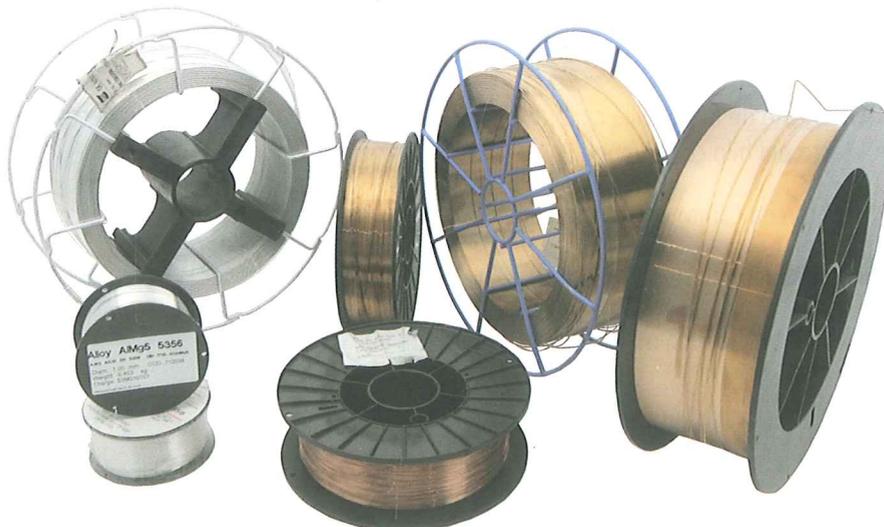
En el caso de la soldadura sobre aluminio existe una amplia gama de hilos, debiéndose seleccionar el más compatible con el material base a soldar y con el tipo de soldadura a ejecutar.

Los diámetros de hilos más comunes son: 0,6, 0,8, 1,0 y 1,2 mm. El diámetro se selecciona en función del espesor de las piezas que se vayan a soldar. Para la soldadura convencional sobre acero, en el campo de la reparación de carrocerías, el diámetro más apto es el de 0,6 mm, aunque implica un buen ajuste de los parámetros de soldadura; también suele emplearse hilo de 0,8. Con el empleo de hilos de mayor diámetro se corre el riesgo de perforar las chapas. En el caso de los hilos de acero, éstos se suministran recubiertos de una fina película de cobre, que tiene como misión facilitar el contacto eléctrico y evitar su oxidación.

Recuerda



Los **hilos** deben estar correctamente almacenados hasta el momento de su uso, procurando que estén exentos de humedad, suciedad, grasa, etc, pues ello daría lugar a problemas de calidad en la soldadura.



Bobinas de hilo

Existen en el mercado hilos tubulares que disponen de un fundente en su interior rico en elementos desoxidantes y desnitrificantes, en cantidad suficiente para prescindir de cualquier otra protección. El uso de estos consumibles está limitado actualmente en los trabajos de reparación de carrocerías, debido a problemas de aportación de calor, excesiva penetración y acabado estético.

Gases de protección

Su misión es formar una campana protectora del baño de fusión contra la contaminación de la atmósfera circundante, fundamentalmente el oxígeno y nitrógeno del aire.

En el mercado están presentes muchos gases y mezclas de gases para su aplicación en soldadura, lo cual puede crear confusión a la hora de determinar qué tipo de gas elegir para una aplicación concreta.

Los principales factores que afectan a la elección del gas de protección son: tipo de material y espesor a soldar, posición de soldadura, modo de transferencia del metal, penetración requerida, proyecciones y apariencia del cordón.

Como gases de protección en soldadura se emplean tres gases puros: argón (Ar), helio (He) y dióxido de carbono (CO₂) y, en muchos casos, se añaden otros gases como oxígeno (O₂), nitrógeno (N₂) e hidrógeno (H₂), con la idea de modificar las características del arco y del lecho de fusión.

Debes saber



El **argón** y el **helio** son **gases inertes**, es decir, carentes de actividad química, mientras que el resto son gases activos.

Para la soldadura de los aceros al carbono se suele usar una mezcla de argón con dióxido de carbono y/u oxígeno. El porcentaje de dióxido de carbono oscila entre el 15 y el 25% y, el de oxígeno, entre el 1 y el 5%. La mezcla de Ar + CO₂ es muy usual en este tipo de aplicaciones, dando lugar a un buen control del baño fundido y a un cordón con buena apariencia y muy poca oxidación superficial.

Para la soldadura del aluminio y otros materiales no férreos, como es el caso de la soldadura MIG-*Brazing* se recurre al uso de gases inertes, argón, helio o a mezclas de ambos. El más utilizado en esta actividad es el argón, pues da lugar a un menor calentamiento que el helio, muy a tener en cuenta en el caso de pequeños espesores, presentando, además, un precio inferior.

Se suministran envasados a presión (hasta 200 kg/cm²) en botellas cilíndricas construidas en acero al Cr-Mo estirado.

Identificación de los gases de protección

Los gases utilizados en los talleres de reparación de automóviles se emplean, principalmente, para operaciones de soldadura, siendo los más utilizados el argón, helio, oxígeno, acetileno, CO₂ o mezclas de algunos de ellos como el argón con CO₂ para la soldadura MIG de acero.

Tanto la naturaleza del gas como el sistema de suministro, en botellas a alta presión, implican una serie de riesgos y peligros que deben ser perfectamente identificados.

La norma UNE-EN 1089.3 2004, de ámbito europeo y de obligado cumplimiento para los miembros del CEN (Comité Europeo de Normalización) contempla la identificación de las botellas de gases a presión, afectando al marcado, etiquetado de precaución y código de colores.

Las etiquetas identificativas transmiten la información específica sobre el peligro en cuestión de cada gas y alertan al usuario de su existencia. Deben atenerse a norma e incorporar la siguiente identificación:

Información del proveedor

Identificación del riesgo asociado al contenido



Advertencias de seguridad y riesgos

Nombre del producto

Misma información en otro idioma

Identificación de mercancías peligrosas

Número CE

Código del gas de protección



Presión de llenado

Referencia de la web para las hojas de seguridad

Identificación y marcado de la botella

Campo de aplicación

- Botellas de gas para usos industriales y medicinales.
- Esta norma no se aplica a botellas de gases licuados del petróleo (GLP) ni a extintores de incendios.
- Envases transportables a presión para volúmenes inferiores a 1.000 litros.

Principios

- Las etiquetas son las que identifican de manera rigurosa el tipo de gas que contiene la botella.
- Los colores de las botellas se refieren a los contenidos y se utilizan para complementar la información de las etiquetas.
- El código de identificación de colores se utiliza para identificar **los riesgos** asociados al contenido de la botella.
- Los colores de identificación se deben situar a la altura de la ojiva.
- El cuerpo de la botella y la tulipa pueden ser de colores destinados a otros fines, aunque no deben inducir a una mala interpretación del riesgo.
- Si una botella de gas tiene dos propiedades de riesgo, la ojiva debe ser pintada con el color correspondiente al riesgo primario.
- El color de riesgo secundario *puede* aplicarse también a la ojiva, en forma de bandas o cuarterones (no es obligatorio).

Color de identificación según propiedades:

- Tóxico y/o corrosivo: amarillo zinc (RAL 1018) 
- Inflamable: rojo fuego (RAL 3000) 
- Oxidante: azul claro (RAL 5012) 
- Inerte: verde amarillento (RAL 6018) 

Color de identificación de gases específicos:

- Acetileno: rojo óxido (RAL 3009) 
- Oxígeno: blanco puro (RAL 9010) 
- Óxido nitroso: azul genciana (RAL 5010) 



Color de la ojiva en función del tipo de peligro del gas que contiene

Hasta el año 2010, la identificación del gas que contenía la botella se hacía a través del color en el que estaba pintada la ojiva. En la siguiente tabla se muestran las diferencias entre los colores del sistema de identificación antiguo y del actual de los gases más utilizados en el taller de reparación de carrocerías.

TIPO DE GAS	COLOR DE IDENTIFICACIÓN	
	Actual	Antiguo
Oxígeno		
Acetileno		
Anhídrido carbónico		
Argón		
Helio		
Argón - Helio		
Argón - Anhídrido carbónico		
Argón - Oxígeno		
Argón - Anhídrido carbónico - Oxígeno		

Comparativa de la identificación antigua y la actual

Ficha de seguridad de las botellas de gases

Es obligatorio que todas las botellas de gases a presión dispongan de la correspondiente ficha de seguridad. En esta ficha debe aparecer información detallada del contenido, fabricante, composición, identificación de los peligros, primeros auxilios en caso de accidente, etc...



FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

Versión 1.15

Fecha de revisión 24.07.2010

Numero de FDS 300000000004

Fecha 08.01.2011

1. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA O PREPARADO Y DE LA SOCIEDAD O EMPRESA

Identificador del producto : Argón

fórmula química : Ar

Usos identificados relevantes de la sustancia o mezcla y usos que deben evitarse

Uso de la sustancia o mezcla : Industrial en general

Restricciones de uso : Sin datos disponibles.

Detalles del proveedor de la hoja de datos de seguridad : S.E. de Carburos Metálicos, S.A.
Aragón 300
08009 Barcelona, España
www.carburos.com
e-mail: info@carburos.com

Dirección de correo electrónico – Información técnica : GASTECH@airproducts.com

Teléfono : +34 (93)2902600

Teléfono de emergencia (24h) : + 34 932 902 600

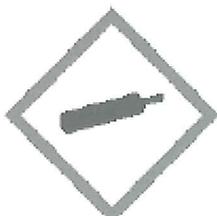
2. IDENTIFICACION DE LOS PELIGROS

Clasificación según el reglamento 1272/2008 (CLP)

Gases a presión - Gas a presión. H280:Contiene gas a presión; peligro de explosión en caso de calentamiento.

Elementos de la etiqueta según el reglamento 1272 /2008 (CLP)

Pictogramas/símbolos de riesgos

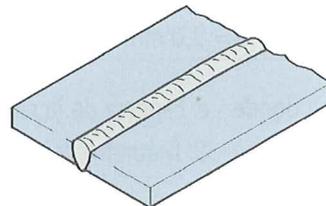


6.3.6. Tipos de uniones

Los tres tipos de unión que más frecuentes en la reparación de carrocería son la unión a tope, a solape superpuesta y la unión por puntos a tapón.

Unión a tope

En la unión a tope las piezas a unir se colocan enfrentadas y con sus bordes perfectamente alineados. En la reparación de la carrocería generalmente se trabaja con chapas de pequeño espesor, por lo que no es necesario dejar una separación entre ellas, ya que queda garantizada la penetración del cordón. Cuando se trate de espesores mayores, se debe dejar una pequeña separación o realizar un bisel para conseguir una buena penetración.



Unión a tope

Unión a solape o superpuesta

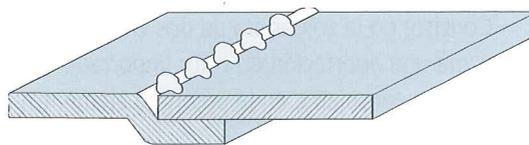
La unión a solape es aquella en la que una de las chapas se monta sobre la otra, realizándose la unión a lo largo del ángulo formado por ellas.

Debes saber



Una variante de este tipo de unión es el **solape con escalón**, muy utilizado en la reparación de carrocerías.

Por medio de una solapadora se realiza un pequeño filete o escalón en la chapa, que quedará posicionada en la parte inferior; de este modo, al colocar otra chapa sobre dicho escalón la superficie superior de ambas quedará al mismo nivel, ejecutándose la soldadura a través de la línea de unión entre ambas. Lo habitual en este tipo de unión es soldar por puntos para aportar menos calor y minimizar la posible deformación. El relleno más adecuado para este tipo de unión es el estañado.



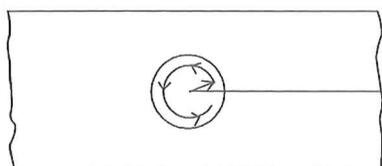
Unión a solape con escalón

El repaso y acabado final de la soldadura dejará la zona de unión perfectamente uniforme.

Unión por puntos a tapón

La soldadura por puntos a tapón consiste en soldar dos chapas superpuestas, de las cuales la superior es taladrada previamente, realizándose la soldadura sobre la inferior a través de los orificios efectuados.

En este caso, se comienza a soldar por el centro del taladro hasta terminar en su periferia, procurando mantener la pistola perpendicular a las chapas y asegurando que estén en contacto directo.



Ejecución de la soldadura a tapón

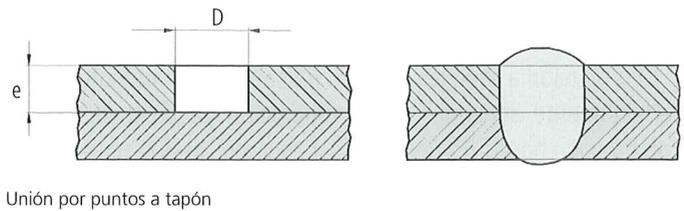
El diámetro del taladro depende del espesor y del material de la chapa a soldar. En chapa de acero, para un espesor de 0,7-0,8 mm será suficiente un taladro de 5-6 mm.

En cambio, para la chapa de aluminio es necesario un taladro mayor, pudiendo observarse de forma aproximada la siguiente relación.

$e = 0,9 \text{ mm} \rightarrow D = 10 \text{ mm}$
$e = 1,5 \text{ mm} \rightarrow D = 12 \text{ mm}$
$e = 3,0 \text{ mm} \rightarrow D = 14 \text{ mm}$

donde e : Espesor de la chapa a taladrar

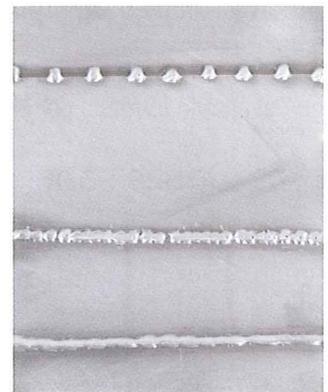
D : Diámetro del taladro



Soldadura de cordón continuo a intervalos

En las operaciones en las que sea necesario ejecutar cordones de soldadura de una determinada longitud, el calor aportado al tener el arco de soldadura encendido de forma continuada provocaría deformaciones en la chapa. El modo de solventar este inconveniente es recurrir a la soldadura de cordón continuo a intervalos; se forma el cordón mediante la agrupación de una serie de puntos.

Para ello, se ajustarán los tiempos de soldadura y enfriamiento en la máquina y se producirá la soldadura de forma automática con los intervalos marcados, sin necesidad de apretar o soltar el gatillo de la pistola consecutivamente. Operando de esa forma se alarga la vida del equipo al no fatigar los contactores, a la vez que resulta eficaz la protección, pues el gas continúa saliendo durante el intervalo de enfriamiento.



Cordones de soldadura por puntos, a intervalos y de cordón continuo

Soldadura por punto calado

Consiste en la soldadura de dos chapas superpuestas sin necesidad de un taladrado previo. En su ejecución es necesaria una aportación de calor importante para conseguir una fusión localizada de la chapa superior, por lo que no es muy aconsejable en la unión de elementos de la carrocería.

6.3.7. Recomendaciones de trabajo

A continuación, se enumeran una serie de recomendaciones para obtener unos resultados satisfactorios en el trabajo y alargar la vida del equipo.

- La ejecución de un trabajo de soldadura MIG/MAG se fundamenta en dos aspectos básicos: la elección de los materiales consumibles y la regulación de los parámetros de soldadura de forma correcta, en función de la operación que se vaya a realizar y del material que se vaya a soldar.
- La pistola de soldadura debe mantener una posición correcta para que el gas proteja de forma conveniente el lecho de fusión. Se recomienda una inclinación, respecto a la vertical, de 10° . La longitud libre del hilo estará comprendida entre 8 y 20 mm para poder observar el baño de fusión y evitar la adherencia de proyecciones en la tobera del gas.
- La dirección de la soldadura más apropiada para la chapa fina de acero es de derecha a izquierda, también denominada estática o de empuje, pues da lugar a cordones anchos, planos y de menor penetración.

- El desplazamiento lineal de la pistola es el preferido para la soldadura de chapas finas y para realizar cordones de raíz en planchas de poco espesor.
- Durante las operaciones de soldadura se procurará que la manguera no esté enrollada para no dificultar el avance del hilo.
- Muchos de estos equipos traen como herramienta auxiliar una pistola para la soldadura de clavos y arandelas, y otra para la aplicación de electrodos de carbono y cobre en operaciones de recogida de chapa.

6.3.8. Defectos de soldadura

La siguiente tabla muestra los defectos de soldadura MIG/MAG más corrientes, así como sus causas.

PRINCIPALES DEFECTOS EN LA SOLDADURA MIG/MAG	
<p>Penetración excesiva</p> <p><i>Causas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Demasiada separación entre chapas – Poca velocidad de desplazamiento – Poca distancia de la boquilla a la chapa – Excesiva intensidad 	
<p>Penetración insuficiente</p> <p><i>Causas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Corriente demasiado baja – Demasiada distancia de la boquilla a la pieza – Desplazamiento demasiado rápido 	
<p>Perforación</p> <p><i>Causas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Corriente excesiva – Poca velocidad de desplazamiento – Demasiada anchura de raíz 	
<p>Mala continuidad</p> <p><i>Causas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Corriente excesiva, insuficiente voltaje – Inclinación incorrecta de la pistola 	
<p>Porosidad superficial</p> <p><i>Causas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Protección gaseosa insuficiente – Unión sucia – Grandes corrientes de aire – Gas húmedo 	
<p>Cavidades</p> <p><i>Causas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Voltaje excesivo – Poca velocidad de desplazamiento – Ancho de raíz excesivo 	
<p>Fusión incompleta</p> <p><i>Causas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Corriente excesiva, voltaje insuficiente – Demasiada distancia al extremo activo del baño 	
<p>Mal aspecto</p> <p><i>Causas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Corriente excesiva – Mala preparación de la unión – Falta de práctica 	

6.3.9. Puesta en marcha de la máquina de soldadura MIG/MAG

Muchas de las causas de mal funcionamiento o de los defectos que se producen a la hora de soldar son debidos a una incorrecta regulación del sistema de alimentación del hilo o a que no se han realizados los ajustes adecuados al material del hilo de aportación.

A continuación, mostramos un proceso de ajustes que son necesarios para la puesta en marcha de una máquina de soldar MIG/MAG o cuando se realiza un cambio del carrete o material de aportación.

Gas protector

Se debe seleccionar el gas de protección más adecuado al material del hilo de aportación. En el siguiente cuadro se muestran los más empleados en la reparación de la carrocería del automóvil.

Material del hilo de aportación	Gas de protección
Acero	Argón / CO ₂
Aluminio	Argón o Helio
Cobre	Argón o Helio



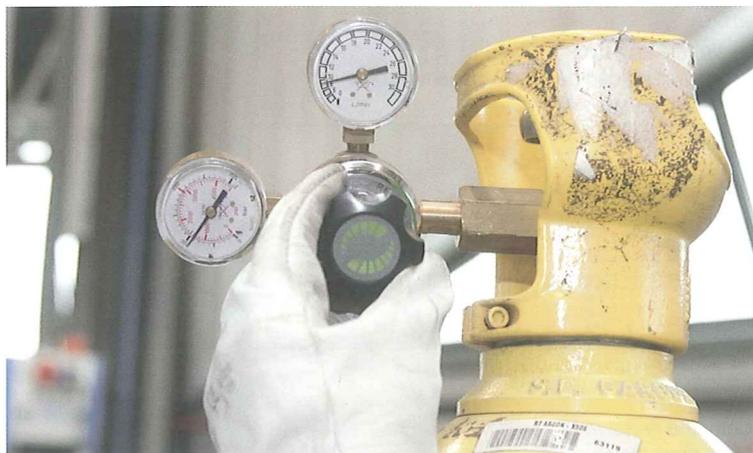
Identificación del gas

Regulación del caudal del gas

El caudal del gas se regulará en litros por minuto en función del diámetro del hilo de aportación, atendiendo a la siguiente formula:

$$\text{Caudal de gas} = 10 \times \varnothing \text{ del hilo, así para un } \varnothing \text{ de hilo de } 0,8 \text{ el caudal de gas sería de } 8 \text{ l/min.}$$

Cuando en las condiciones de soldadura puedan existir corrientes de aire, se aumentará el caudal de gas en 2 l/min. De forma que para el ejemplo anterior se regularía el caudal a 10 l/min.



Regulación del caudal de gas

La regulación del gas se realiza mediante el caudalímetro situado a la salida de la botella.



Caudalímetro fijo

Si la botella dispone de un sistema de caudalímetro fijo, se deberá colocar el caudalímetro que venga tarado al caudal que necesitemos.

Comprobación del caudal de gas

Para comprobar el caudal de gas efectivo en la tobera de la antorcha se emplea un caudalímetro de bola. De esta forma, se pueden detectar problemas de obstrucciones en los conductos del gas y errores en el caudalímetro.



Comprobación del caudal de gas

Carrete de hilo

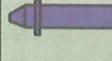
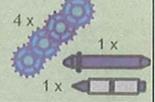
El anclaje del carrete de hilo dispone de un sistema de frenado que nos permite eliminar la inercia que se produce en los carretes de mayor peso (acero de 15 kg) evitando así que el hilo se pueda devanar. Los carretes de menor peso (aluminio de 5 kg) no necesitan frenado alguno.



Frenado del carrete de hilo

Rodillos de arrastre

El rodillo de arrastre debe ser adecuado al diámetro y al material del hilo de aportación, debiendo tener en cuenta que el canal corresponda con el diámetro del hilo y, en cuanto a la forma, en V para acero y en U para materiales más blandos.

							
72300000	0.8 mm	⊙	X	45050223	1.2 mm	26510155	73940054
72300001	1.0 mm	⊙	X	45050224	1.5 mm	26510156	73940055
72300002	1.0 mm	⊙	X	45050224	1.5 mm	26510156	74940056
72300003	1.2 mm	⊙	X	45050225	2.0 mm	26510157	73940057
72300004	1.2 mm	⊙	X	45050225	2.0 mm	26510157	73940058
72300005	1.2 mm	⊙	X	45050225	2.0 mm	26510157	73940059
72300006	1.4 mm	⊙	X	45050225	2.0 mm	26510157	73940060
72300007	1.4 mm	⊙	X	45050225	2.0 mm	26510157	73940061
72300008	1.6 mm	⊙	X	45050225	2.0 mm	26510157	73940062
72300009	1.6 mm	⊙	X	45050225	2.0 mm	26510157	73940063
72300010	2.0 mm	⊙	X	45050226	2.7 mm	26510158	73940064
72300011	2.0 mm	⊙	X	45050226	2.7 mm	26510158	73940065
72300012	2.4 mm	⊙	X	45050226	2.7 mm	26510158	73940066
72300013	2.4 mm	⊙	X	45050226	2.7 mm	26510158	73940067



Colocación del rodillo adecuado

Ajuste de la presión de los rodillos

En primer lugar, se debe liberar la presión por completo para comenzar el ajuste de menos a más.



A continuación, apretamos el gatillo del pistolete y sujetamos el hilo con los dedos tratando de detener el avance del hilo. La presión la aplicaremos de forma intermitente.



Si el hilo se detiene con facilidad, el rodillo de arrastre patina, por lo que se debe aumentar la presión de apriete del rodillo hasta que cueste detener el hilo.

A continuación, se vuelve a pulsar el gatillo del pistolete, pero esta vez tapando la tobera con la mano, atrapando el hilo, tal y como se muestra en la imagen.



Si la presión del rodillo es la correcta, el carrete de hilo se detendrá y el rodillo patinará.

Si la presión del rodillo es excesiva, el hilo se arrollará por detrás del rodillo de arrastre.



Camisa de la manguera

Se debe comprobar que la camisa de la manguera es la adecuada al material del hilo de aportación.

Material del hilo de aportación	Camisa
Acero	Acero
Aluminio	Teflón con siesga de contacto
Cobre/silicio	Teflón con siesga de contacto



Colocación de la siesga

Manguera

La manguera puede tener una longitud superior a tres metros, menos en el caso del aluminio, que debe ser inferior.

Cuando en la soldadura de aluminio se emplea una manguera con pistoleta del tipo *Push Pool* o *Spool Gun*, no importa la longitud de la manguera.

Boquilla de contacto

El orificio de la boquilla de contacto debe corresponder con el diámetro del hilo de aportación. En el caso del hilo de aluminio, el orificio de la boquilla debe ser de un número superior. Cuando se utilice hilo de aluminio de 1 mm, se empleará una boquilla de contacto de 1,2 mm.



Colocación de la boquilla

Tobera del pistoleta

Se debe comprobar que la tobera del pistoleta está libre de proyecciones y el aislante se encuentra en buen estado para que no se produzcan contactos.

Para evitar, en la medida de lo posible, la adherencia de proyecciones en la tobera, se puede aplicar un producto antiadherente en forma de *spray*.



Aplicación de *spray* antiadherente

6.3.10. Medidas de seguridad e higiene en la soldadura MIG/MAG

Los procesos de soldadura MIG/MAG pueden provocar quemaduras, radiaciones, incendios y explosiones, además de los riesgos que se derivan de la corriente eléctrica y de la inhalación de gases y humos.

Unidad de alimentación: Está formada, principalmente, por un transformador alimentado con tensiones de 220 ó 3x380 V, con las que se obtienen en el secundario intensidades de corriente de soldadura del orden de 110 A y, en circuito abierto, entre las piezas a soldar y el hilo de material de aportación, de 20 V. Además, estos equipos incorporan un rectificador, que convierte la corriente alterna en continua.

Gases de protección: En la soldadura MIG se emplea helio (He), argón (Ar) o una mezcla de ambos. En la soldadura MAG se utilizan mezclas de argón (del 70 al 86%); dióxido de carbono (del 15 al 25%) y oxígeno (del 1 al 5%).



Mandil y manguitos de protección

Identificación de riesgos

Derivados de la electricidad y del calor:

- El voltaje de alimentación de estos equipos puede provocar electrocuciones en determinados casos en los que existan desperfectos o protecciones no apropiadas tanto en el equipo como en la instalación eléctrica del taller. También existe riesgo de electrocución si en el secundario del transformador se forman derivaciones a tierra que produzcan un aumento de la tensión en el circuito abierto (el existente entre los dos electrodos de soldadura), sobrepasando los valores admisibles.
- Aunque los valores de tensión en el circuito abierto del secundario son bajos, existe riesgo de electrocución si las soldaduras se realizan en ambientes húmedos o con ropa mojada.
- El calor generado en las piezas soldadas puede provocar quemaduras en las manos del operario.
- La proyección de material fundido y las chispas que se generan en la ejecución de la soldadura podrían traspasar la ropa del operario, quemándole.

Riesgos derivados por radiaciones de luz:

- En los procesos de soldadura MIG/MAG se emiten radiaciones de luz ultravioleta e infrarroja que afectan a los ojos y a la piel, introduciendo un factor de riesgo para el operario y para aquellas personas que se encuentren próximas. Las radiaciones y sus efectos son las siguientes:
- Radiaciones ultravioletas: Su longitud de onda es inferior a 0,4 micras. Pueden provocar cegueras pasajeras o permanentes y cáncer de piel.
- Radiaciones visibles: Su longitud de onda se encuentra comprendida entre 0,4 y 0,7 micras. Una intensidad fuerte puede ocasionar ceguera pasajera o, incluso, permanente, si la exposición es prolongada.
- Radiaciones infrarrojas: Su longitud de onda es superior a 0,7 micras. Su efecto varía, causando desde dolores de cabeza y lagrimeos hasta cataratas o atrofia del nervio óptico.

Riesgos derivados de la inhalación de humos de soldadura:

- En los procesos de soldadura MIG/MAG se pueden producir gran cantidad de humos y gases tóxicos, debido, en su mayoría, a la combustión de revestimientos de la chapa como galvanizados, electrozincados, grasas, disolventes, productos anticorrosivos (ceras, masillas, antigrafiillas, etc.) y pinturas.
- Las radiaciones ultravioletas descomponen el oxígeno, formando ozono, gas altamente tóxico. Esta circunstancia ha supuesto la aparición de nuevos gases de protección, que llevan adicionadas pequeñas cantidades de óxido nitroso (NO) que reacciona con el ozono, dando lugar a oxígeno y óxido nítrico (NO₂), de efectos no tan perjudiciales como el ozono y de mayor concentración permisible.

Riesgos derivados de los gases de protección:

- La mayoría de los gases de protección utilizados son inertes y carentes de actividad perjudicial para la salud. No obstante, si se producen grandes fugas, pueden provocar asfixia por desplazamiento del oxígeno.
- El dióxido de carbono es poco tóxico pero, en grandes concentraciones, puede causar mareos, desmayos y paralizar la función respiratoria.

Acciones para reducir los riesgos

Frente a los riesgos eléctricos:

- Evitar el contacto de la piel con las partes metálicas bajo tensión, empleando, en todo momento, guantes de trabajo y ropa seca.
- Conectar la máquina en puntos de la instalación eléctrica con toma de tierra y que cuenten con dispositivos de protección adecuados, que deberán mantenerse en perfecto estado. También se cuidará que estén en condiciones adecuadas los componentes eléctricos del equipo, cables y enchufes de alimentación, poniendo especial atención a las anomalías del transformador.
- Evitar soldar en ambientes húmedos o con ropa mojada.
- Desconectar el equipo cuando se realicen operaciones de mantenimiento.

Frente a las radiaciones de luz:

- Evitar exposiciones prolongadas a las radiaciones emitidas.
- Proteger al resto de los trabajadores con pantallas inactivas que delimiten el puesto de trabajo en el que se realicen las soldaduras. Estas pantallas son ligeras, móviles, de fácil instalación y adaptables a cualquier configuración.

Frente a los riesgos de humos o gases tóxicos:

- Dotar a los puestos de trabajo de la carrocería de un sistema de extracción de aire para mantener las concentraciones de gases dentro de unos niveles adecuados. Se puede optar por distintos equipos, siendo los más frecuentes las unidades autónomas de aspiración y los brazos aéreos de extracción. Las unidades autónomas, móviles, carecen de extracción directa al exterior, por lo que funcionan mediante filtros con grados de separación apropiados para los gases de soldadura. El brazo aéreo se conecta a una central de extracción con evacuación directa hacia el exterior.
- Eliminar de la superficie de soldadura de las piezas todos los productos que cubran la chapa antes de comenzar la operación.

Frente a los gases de protección:

- Almacenar y manipular los envases de los gases en lugares bien ventilados.
- Seguir todas las precauciones relativas al almacenamiento y uso de recipientes a presión.

Equipos de protección personal

- Caretas para soldadura MIG/MAG dotadas de cristales con un factor de protección comprendido entre los valores 10 y 13, en función de la operación. Sucede que, a medida que aumenta el factor de protección de estos cristales, se reduce la visibilidad. Si a esto se suma que en la reparación de carrocerías los procesos de soldadura son cortos, pudiera suceder que el operario prescindiese de la careta. Este inconveniente se puede solventar fácilmente mediante el empleo de pantallas de protección activa, que se oscurecen automáticamente cuando se inicia el arco de soldadura. Además, disponen de graduación del factor de protección.



Careta de protección activa

- Ropa de protección ajustada en el cuello y en las mangas, específica para procesos de soldadura MIG/MAG, que salvaguardan al operario de radiaciones, quemaduras y proyecciones de material fundido. También se han de salvaguardar los guarnecidos, tapizados y lunas del vehículo, utilizando mantas ignífugas.
- Mascarillas para hacer frente a los riesgos de inhalación de humos.



Protección del vehículo con manta ignífuga

6.4. SOLDADURA FUERTE MIG (MIG-BRAZING)

La soldadura fuerte MIG, también conocida por su denominación inglesa *MIG-Brazing*, es una técnica incorporada por muchos fabricantes de automóviles para las tareas de reparación de carrocerías.

Durante muchos años, la soldadura fuerte se ha aplicado estrictamente para propósitos cosméticos, en uniones con poca responsabilidad estructural. No obstante, en la actualidad está sustituyendo, en determinadas uniones, a la soldadura MIG/MAG tradicional, proporcionando la adecuada resistencia a la unión, a la vez que preserva las protecciones anticorrosivas en la carrocería.

Por esta razón, ésta es una nueva técnica de soldadura con la que el profesional reparador debe estar familiarizado.



Cordones brazing

6.4.1. Fundamento

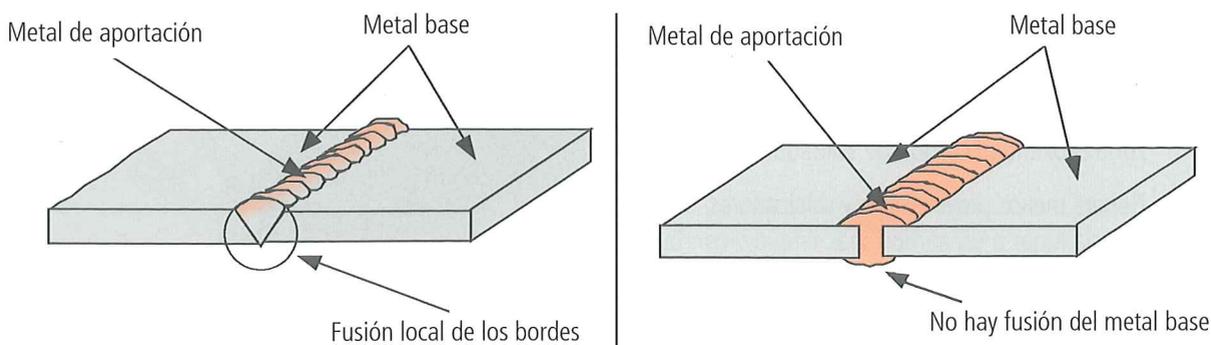
La soldadura fuerte MIG es un proceso de unión de materiales metálicos con la ayuda de un material de aportación, con la particularidad de que siempre se va a producir la fusión de dicho material, pero sin llegar a fundir el metal base. Es decir, sólo existe una fase líquida.

Debes saber



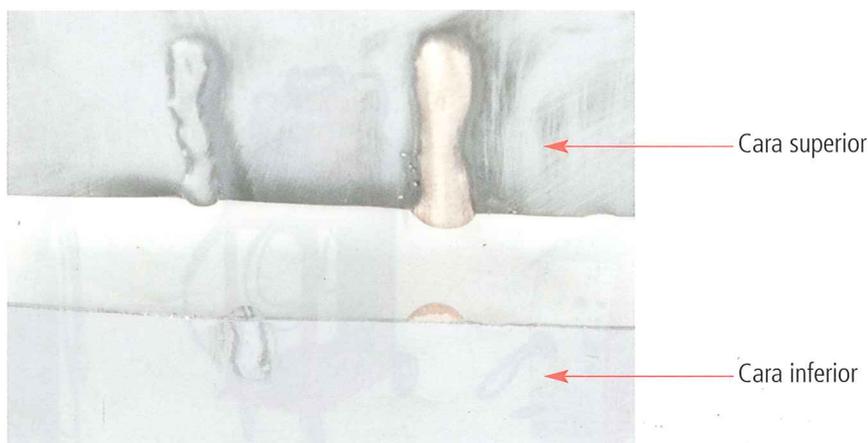
La **diferencia** entre **soldadura fuerte** y **blanda** radica en la temperatura de fusión: en el caso de la soldadura fuerte el metal de aportación se funde a una temperatura superior a los 450 °C y la soldadura blanda a una temperatura inferior.

La soldadura fuerte como tal ya se ha venido utilizando hace años en la reparación de carrocerías; si bien se aplicaba mediante un soplete oxiacetilénico, actualmente se hace con un equipo de soldadura MIG, eliminándose los inconvenientes que presentaba la soldadura oxiacetilénica.



Diferencia entre la soldadura por fusión y la soldadura por difusión

Se trata, por lo tanto, de una soldadura heterogénea al arco eléctrico bajo gas protector, que da lugar a un «pegado metalúrgico» entre el metal de aportación y los metales a unir. Este primero fluye entre los metales base, mojándolos y rellenando la junta entre ellos por capilaridad.



Aspecto de la soldadura MAG de acero y la soldadura fuerte MIG-Brazing

6.4.2. Ventajas de la soldadura fuerte MIG

La introducción de esta técnica de soldadura en la reparación de carrocerías se debe a las ventajas que conlleva su ejecución a una temperatura relativamente baja, evitándose los problemas asociados con la aplicación de calor. Las principales ventajas de su uso son:

- No se producen cambios estructurales en los metales a unir, lo cual es doblemente interesante en el caso de los aceros de altas prestaciones.
- Se originan menos deformaciones o distorsiones en los metales a unir que con la soldadura MAG de acero.
- Con esta técnica de soldadura se destruye mínimamente el revestimiento de cinc presente en las chapas, con lo que éstas no perderán su protección contra la corrosión. Hay que tener en cuenta que la temperatura puesta en juego oscila entre 960 y 1.046 °C, dependiendo del tipo de material de aportación empleado, frente a cerca de 1.700 °C, que es la temperatura de fusión del hilo de acero empleado en la soldadura por fusión.

- Se tendrá presente que el cinc funde a 420 °C y se evapora a 910 °C; por esta razón, sólo se eliminará el cinc de la zona próxima al cordón, no llegándose a evaporar por completo de la parte trasera de las chapas.
- La aleación de cobre empleada como metal de aportación protege catódicamente al acero en la zona próxima al cordón de soldadura.
- Genera menos proyecciones y salpicaduras, con lo que da lugar a un cordón más limpio y con buena apariencia.



Cordón de soldadura MIG-Brazing en reparación

6.4.3. Equipos recomendados para la soldadura fuerte MIG

Los equipos utilizados para esta técnica se han adaptado específicamente a las necesidades de este tipo particular de soldadura. Las máquinas utilizadas son, por lo general, los equipos existentes para el resto de soldaduras MIG/MAG, si bien los que mejor se adecuan a esta técnica son los equipos sinérgicos (a ser posible, dotados de arco pulsado).



Equipos para la soldadura MIG-Brazing

A diferencia de la soldadura MIG por fusión, conviene tener presentes las siguientes recomendaciones, en cuanto al tipo de transferencia y al sistema de alimentación.

Tipo de transferencia

Para la soldadura de chapas delgadas con menos de 15 micras de espesor de cinc lo más apropiado es trabajar con equipos dotados de arco pulsado, pues la aportación de calor va a ser menor y, por lo tanto, también será menor el revestimiento de cinc eliminado.

Como la gran mayoría de estos equipos son sinérgicos, se pueden programar sus diferentes parámetros en función del tipo de soldadura, lo que mejorará su control y ayudará a eliminar proyecciones y salpicaduras.

También es posible trabajar con otros tipos de transferencia, como transferencia por cortocircuito y transferencia por arco *spray*, regímenes más apropiados para revestimientos de cinc de mayor espesor.



Programación de los parámetros para la soldadura fuerte MIG

Recuerda



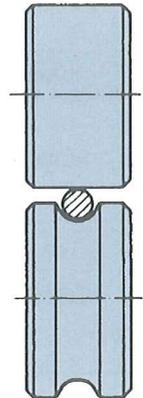
En todas las soldaduras hay que procurar trabajar con el arco más corto posible, al ser éste más estable.

Sistema de alimentación

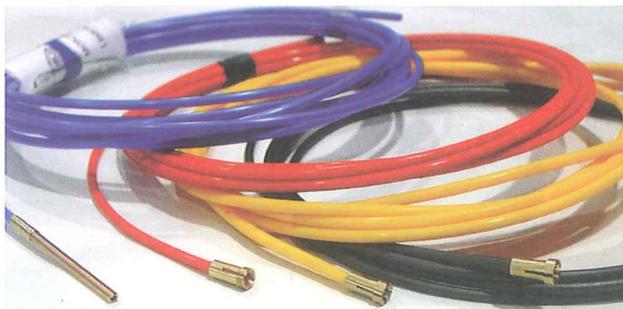
Debido a la relativa baja dureza de los materiales de aportación empleados, su alimentación es más delicada, debiéndose evitar cualquier tipo de abrasión sobre el hilo. Para ello, es necesario prestar especial atención al sistema de alimentación de hilo y a su estado de conservación y mantenimiento pues, en caso contrario, la alimentación puede interrumpirse con facilidad, lo cual supone un inconveniente y una pérdida de tiempo.

Lo más apropiado es utilizar un rodillo guía con la acanaladura de sección semicircular (en forma de U), en vez de con sección trapezoidal; de este modo, la presión sobre el hilo disminuye y se distribuye más uniformemente, evitando deformaciones que pudieran interrumpir su alimentación. Asimismo, la presión de los rodillos ha de disminuir, siendo la suficiente para producir su arrastre.

Es recomendable el empleo de camisas de teflón o de fibra de carbono y siesga de contacto de cobre o de latón, en lugar de las camisas de acero tradicionales. Estos materiales son blandos y tienen un coeficiente de rozamiento bajo, con lo que se facilitará el deslizamiento del hilo.



Sección en forma de U



Camisas de teflón

6.4.4. Consumibles empleados en la soldadura fuerte MIG

Como se ha indicado en el punto anterior, los consumibles empleados en una soldadura MIG son el material de aportación y el gas de protección, en este caso específicos para esta técnica de soldadura.

Material de aportación

El material de aportación para una soldadura fuerte debe reunir las siguientes características:

- Capacidad para mojar al metal base.
- Temperatura de fusión apropiada (inferior a la del metal base) y buena fluidez para permitir su distribución por capilaridad.
- Es capaz de generar una unión soldada que cumpla los requisitos de resistencia mecánica y a la corrosión.

Para este tipo de soldadura se emplean aleaciones de cobre como material de aportación, que presentan una buena capacidad de mojado y la posibilidad de rellenar las juntas a unir, obteniendo, asimismo, cordones planos, de buen aspecto y libres de salpicaduras. Siempre que los parámetros de soldeo estén correctamente establecidos se obtendrán soldaduras libres de poros o fisuras.

Los dos tipos de aleaciones utilizadas de forma más usual son las de cobre-silicio (3%) y cobre-aluminio (8%). En la tabla adjunta se indican las principales características de ambas. La primera es la más utilizada en el sector de la carrocería.

Aleación	Denominación	Composición	Punto de fusión	Resistencia
Cobre-Silicio	CuSi3	Cu: 96% Si: 3% Mn: 1%	1.026 °C	100 a 200 MPa
Cobre-Aluminio	CuAl8	Cu: 90% Al: 8% Fe: < 0,5% Mn: < 0,5%	1.046 °C	420 Mpa

El hilo más empleado es el de 0,8 mm de diámetro, presentado en carretes de varios tamaños.



Material de aportación empleado en la soldadura fuerte MIG

Gas de protección

El gas de protección utilizado frecuentemente es inerte, generalmente argón (Ar), dado que el mismo no reacciona con el lecho de fusión. No obstante, también se han demostrado apropiados para este tipo de soldadura gases con pequeñas proporciones de un gas activo, como el argón, con un 1 a 3% de CO_2 y argón, con un 1% de O_2 . Con ellos la tensión superficial del metal fundido se reduce, teniendo como consecuencia una mejora significativa de la capilaridad y la mojabilidad, incrementando, al mismo tiempo, la estabilidad del arco.

De todas formas, el uso de gases que contienen pequeñas proporciones de un gas activo puede dar lugar a la aparición de óxido de cobre (Cu_2O), cuando éste reacciona con el oxígeno disuelto. Este compuesto da lugar a una microestructura muy frágil, que puede desgarrarse en posteriores operaciones de conformación en frío.

El caudal de gas recomendado será de 2 litros por encima del empleado en la soldadura MAG de acero y 10 veces el diámetro del hilo, pudiendo aumentar ligeramente en posiciones de soldeo complicadas.



Regulación del caudal de gas para la soldadura fuerte MIG

6.4.5. Técnica de soldadura

Los parámetros de soldeo en la soldadura fuerte MIG son más complicados que en la soldadura MIG/MAG convencional. A continuación, se indican una serie de prácticas y recomendaciones a tener presentes en la soldadura fuerte MIG.

Preparación de la junta: La unión a soldar debe estar exenta de cualquier resto de pintura, grasa o suciedad, que dificultaría la mojabilidad y la capilaridad del metal de aportación. Asimismo, el diseño de la junta ha de ser específico para ejecutar este tipo de soldadura, siendo recomendable mantener una pequeña separación entre las chapas a unir (alrededor de 1 mm). Esta separación permitirá que el metal de aportación penetre entre las chapas, creando una mayor área de contacto y, por lo tanto, incrementando la adhesión.

Regulación de la máquina: La máquina ha de regularse de forma que la potencia de soldadura no sea excesiva, puesto que la temperatura a alcanzar para la fusión del hilo no es excesiva. Se trabajará con bajas tensiones y velocidades de hilo; la primera dará lugar a un arco corto y, la segunda, a una baja intensidad del arco.

Debes saber

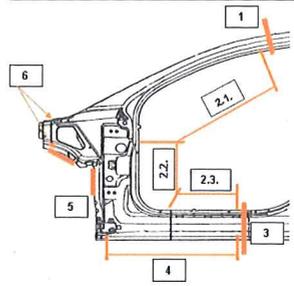


El empleo de equipos **sinérgicos** para la ejecución de la soldadura permite interrelacionar los diferentes parámetros entre sí, facilitando la regulación del equipo al chapista. Asimismo, también es posible disponer de **programas de soldadura personalizados**, correctamente parametrizados en función del tipo de soldadura.

<Pay attention: Service - observe instructions>

•Vehicle: Vectra - C
•Model: NB (F69) / HB (F68)
VIN: ZCF6921 ->
ZCF6828 ->
ZCF6828 ->

<A - Column LH / RH>



Welded joint	Welded joint form	Pulse combination	Program number	Process	Gas	Wire	Adjustment parameter		
							Spot time	Amperes	Trim
1	I-Groove	0,8 / 0,8		Pulse	Ar	1,0	0,3	35	-2
2.1	Bevel joint	2,0 / 1,0 / 0,8		Pulse	Ar	1,0		55	-2
2.2	Bevel joint	1,0 / 1,0 / 0,8		Pulse	Ar	1,0		55	-2
2.3	Bevel joint	1,6 / 1,0 / 0,8		Pulse	Ar	1,0		55	-2
3	I-Groove	0,8 / 0,8		Pulse	Ar	1,0	0,3	35	-2
4	Bevel joint	1,6 / 1,0 / 0,8		Pulse	Ar	1,0		55	-2
5	Overlap	0,8 / 1,2 / 1,0		Pulse	Ar	1,0		58	-2
6	Bevel joint	1,4 / 1,0		Pulse	Ar	1,0		58	-2

Trim = length of arc

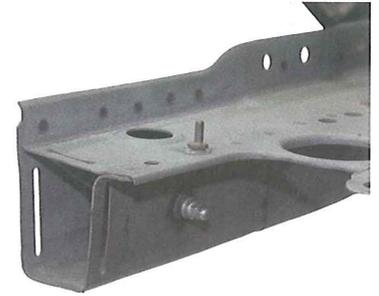
Revision: 0
Valid from: 26.04.2002

Programa de soldadura parametrizado

Se trabajará con polaridad inversa; es decir, el electrodo conectado a positivo y la pieza a negativo; con ello se consigue un mayor efecto de limpieza.

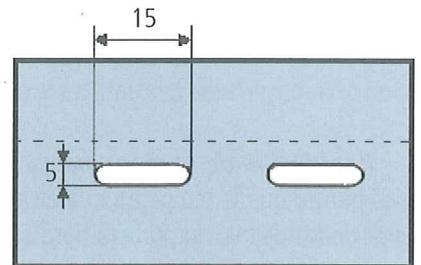
Posición de la antorcha: La posición de la antorcha recomendada para una buena ejecución de la soldadura es con una inclinación de 45° con relación a la vertical y de 60° con relación a la dirección de desplazamiento. Esto asegura una mejor vaporización del zinc, que pasará a través de la zona de soldadura, sin afectar a la calidad de la soldadura.

Es recomendable que el desplazamiento de la antorcha se realice mediante la técnica de empuje; de este modo, se produce un precalentamiento de la zona a soldar, que posibilita la evaporación del zinc de dicha zona, reduciéndose, de este modo, la porosidad.



Elemento estructural preparado para soldadura fuerte MIG

Soldadura en elementos estructurales: En la soldadura de elementos estructurales suele recurrirse con frecuencia a la soldadura a tapón, si bien, en este caso, la soldadura no se realiza a través de un taladro convencional, sino que el orificio para esta soldadura ha de ser rasgado, normalmente constituido por tres taladros comunicados entre sí. De este modo, se aumenta la superficie de contacto y, con ello, la adhesión y resistencia de la unión.



Orificio para soldadura fuerte-MIG en chapas delgadas (hasta 1,2 mm)

Normalmente, los manuales de reparación de los diferentes fabricantes aportan la información necesaria sobre las dimensiones de dichos orificios, su ubicación, la distancia a respetar entre ellos, etc.

Una vez realizada la soldadura no es necesario repasar el cordón, con la finalidad de no restarle resistencia a la unión. Solamente se tendrá como excepción aquella unión vista en la que el fabricante indique el posterior mecanizado del cordón.

6.4.6. Medidas de seguridad e higiene en la soldadura fuerte MIG

Las medidas de seguridad y protección para la soldadura fuerte MIG son las mismas que se han detallado para la soldadura MIG/MAG.

6.5. SOLDADURA MIG DEL ALUMINIO

El aluminio y sus aleaciones pueden unirse, como otros metales, fundamentalmente mediante procesos de soldadura por fusión. Ahora bien, las características y propiedades del aluminio y sus aleaciones van a condicionar, lógicamente, el comportamiento de estos materiales frente a los procesos de soldadura. Asimismo, no todas las aleaciones de aluminio van a mostrar la misma capacidad frente a dichos procesos, existiendo diferencias que van a depender, principalmente, del contenido de los componentes de la aleación.

El conocimiento por parte del profesional chapista de dichas particularidades y de su influencia en las técnicas de soldadura es fundamental para poder dar soluciones técnicamente correctas en las carrocerías fabricadas en aluminio.

En el presente capítulo se aporta información técnica sobre la soldadura del aluminio en la reparación de carrocerías, con un carácter general. No obstante, los diferentes fabricantes que disponen en el mercado de carrocerías de aluminio (o gran parte de ellas fabricadas en aluminio), tienen directrices propias sobre las limitaciones y posibilidades de soldadura. Por ello, en cada caso concreto es necesario conocer dichas especificaciones, con el fin de evitar una intervención que pudiera contradecir el posicionamiento del fabricante frente a esta cuestión.

6.5.1. Factores que influyen en la realización de uniones soldadas

Las particularidades específicas del aluminio que van a tener una influencia directa en los procesos de soldeo se derivan de la creación de una capa de óxido de aluminio en contacto con el aire, con la solubilidad del hidrógeno, con la conductividad eléctrica y térmica, con la dilatación térmica y con el tipo de fabricado.

Óxido de aluminio

Debido a la gran afinidad que tiene el aluminio por el oxígeno, en todas las superficies en contacto con el aire se forma inmediatamente una capa de óxido (Al_2O_3), denominada alúmina. Este óxido tiene una temperatura de fusión muy elevada, del orden de 2.050 °C, unas tres veces superior a la temperatura de fusión del aluminio; es, por lo tanto, una temperatura que no se puede alcanzar durante el proceso de soldadura.

Por lo tanto, la película de óxido no se fundirá, impidiendo una unión íntima entre el material base y el de aportación; como consecuencia, las uniones mostrarán una resistencia mecánica indefinida y muy escasa. Por esta razón, es necesario eliminar la capa de óxido mediante un decapado apropiado.

Recuerda



Es necesario eliminar la capa de **óxido de aluminio** antes de proceder a un trabajo de soldadura.

Solubilidad del hidrógeno

El hidrógeno casi no presenta solubilidad en el aluminio sólido, pero se disuelve muy rápidamente en el aluminio fundido, siendo determinante su presencia para la aparición de poros en la soldadura.

Altas temperaturas en el lecho de fusión facilitarán la absorción de una mayor cantidad de hidrógeno. Todo el hidrógeno disuelto que exceda el límite efectivo de solubilidad formará burbujas de gas, que darán lugar a poros, si no se eliminan antes de la solidificación de la soldadura.

Conductividad eléctrica

La elevada conductividad eléctrica del aluminio dificulta los procesos de soldadura por resistencia eléctrica, pues son necesarias densidades de corriente muy elevadas para conseguir llevar el material a estado pastoso.

Sin embargo, para la soldadura al arco esta alta resistencia posibilitará el uso de pistolas con boquillas de contacto más largas, debido a que no se producirá el calentamiento del electrodo por la resistencia eléctrica.

Conductividad térmica

Debido a la elevada conductividad térmica del aluminio, unas cuatro veces superior a la del acero, se hace necesaria una mayor concentración de calor para alcanzar, en un tiempo corto, la temperatura de fusión. Esta alta conductividad hace que el aluminio sea muy sensible a las fluctuaciones de calor en los procesos de soldadura. Para conseguir una buena fusión cuando la pieza tenga gran espesor es necesario realizar un precalentamiento previo.

Dilatación térmica

La dilatación térmica del aluminio es dos veces superior a la del acero, lo que puede dar lugar a deformaciones más fácilmente que en el acero. También es mayor la tendencia a la disminución de la separación de la raíz en la soldadura a tope.

Tipo de fabricado

La mayor parte de los fabricados de aluminio pueden ser soldados. Todo el aluminio para forja (chapas, placas, barras...), así como las aleaciones para moldeo en arena, pueden ser soldadas.

Las piezas obtenidas por moldeo convencional dan lugar a excesiva porosidad tanto en el cordón de soldadura como en el metal base adyacente, debido al gas interno. Asimismo, las aleaciones para moldeo, sobre todo las obtenidas por moldeo a presión, son más susceptibles de presentar problemas de agrietamiento en caliente.

Recuerda



Desde el punto de vista de la soldabilidad, la composición de la **aleación** es un factor más significativo que la forma del fabricado.

6.5.2. Soldabilidad de las aleaciones de aluminio

Desde una perspectiva metalúrgica, la soldabilidad o aptitud para el soldeo de las aleaciones de aluminio va a depender de tres factores: el *material base*, es decir la composición de la aleación y sus características superficiales, el *diseño de la unión y de la junta* y el *procedimiento de soldeo*, entendiendo por tal el equipamiento y las condiciones de soldeo.

Todo ello marca las características mecánicas correspondientes a las diferentes zonas que aparecen durante el soldeo en el entorno del cordón.

Toda la soldadura implica, en líneas generales, dos zonas claramente diferenciadas:

- Una zona de fusión, localizada en el centro del cordón de soldadura.
- Una zona afectada por el calor, localizada en las inmediaciones del cordón, que sufre un tratamiento térmico anormal.

Desde este punto de vista, la soldabilidad va a depender del tipo de aleación presente. Se distinguen dos grandes grupos: las que son tratables térmicamente y las que no.

Soldabilidad de las aleaciones no bonificables

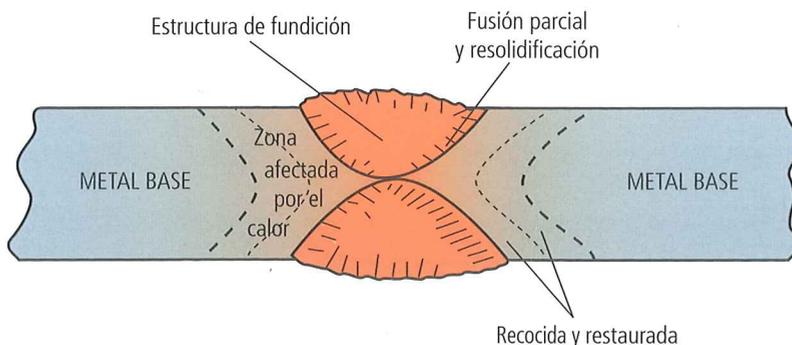
Las aleaciones no bonificables son aquéllas no tratables térmicamente, correspondiendo a las aleaciones de la serie 1000 (Al puro), 3000 (Al-Mn), 4000 (Al-Si) y 5000 (Al-Mg).

Debes saber



La mejora de las propiedades mecánicas de estas aleaciones sólo se puede conseguir por **trabajo en frío** o por una solución sólida de los elementos aleantes.

La ausencia de precipitación de compuestos endurecedores en estas aleaciones resulta muy positiva desde el punto de vista de la soldabilidad. En este caso, debido al reducido intervalo de solidificación que presentan en la zona afectada térmicamente, la segregación de compuestos en el borde de grano es muy pequeña y no da problemas para el soldeo.



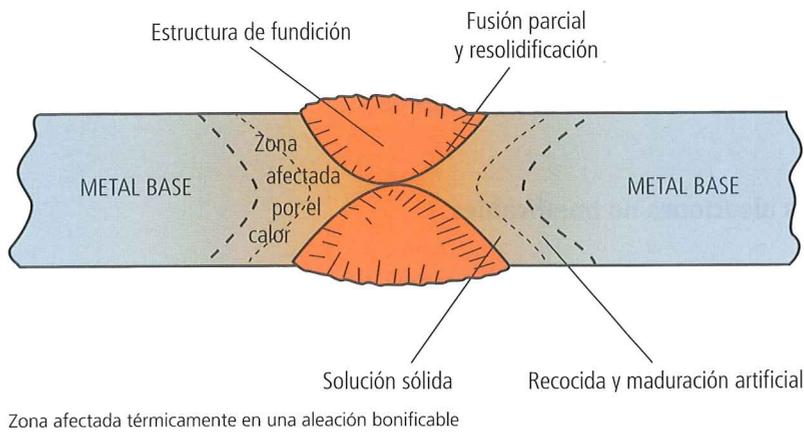
Zona afectada térmicamente en una aleación no bonificable

Soldabilidad de las aleaciones bonificables

Las aleaciones bonificables son aquéllas tratables térmicamente, correspondiendo a este grupo las series 2000 (Al-Cu), 6000 (Al-Mg-Si) y 7000 (Al-Zn-Mg). Estas aleaciones admiten un endurecimiento estructural a través de un tratamiento de solución, temple y maduración mediante el cual se elevan las propiedades mecánicas, debido a la precipitación de compuestos intermetálicos.

En este tipo de aleaciones, en la zona afectada térmicamente existe un área crítica denominada de solución parcial y resolidificación. En ella, debido a los grandes intervalos de solidificación, pueden aparecer precipitados de elementos aleantes, dando lugar a la aparición de compuestos intermetálicos en el borde del grano, que generan problemas de fisuración en caliente.

Por esta razón, estas aleaciones se consideran de soldabilidad restringida, existiendo algunas aleaciones no soldables.



En resumen, el riesgo de fisuración en caliente se incrementa con el incremento del intervalo de solidificación (diferencia de temperaturas entre la línea *liquidus* y *solidus*). Por ejemplo, el aluminio puro no presenta casi intervalo de solidificación, con lo cual el riesgo de fisuración es mínimo. Sin embargo, las aleaciones que contienen cobre presentan intervalos de solidificación superiores a 100 °C, por lo que presentan un alto riesgo de fisuración, considerándose no soldables.



Agrietamiento en caliente de un cordón de soldadura

Recuerda



En general, las aleaciones menos soldables son las más resistentes. En el caso del aluminio, la soldadura raramente será tan resistente como el metal base.

6.5.3. Soldadura MIG del aluminio

Debido a que el aluminio es un buen conductor del calor, es uno de los metales más apropiados para la soldadura MIG. Esta técnica de soldadura fue introducida y comenzó a emplearse para la soldadura del aluminio y sus aleaciones, siendo más fácil obtener buenos resultados que con otras técnicas de soldadura. Su uso se generalizó rápidamente para la soldadura de otro tipo de metales, fundamentalmente acero, debido a las ventajas que aporta.

La soldadura MIG también da lugar a una acción de limpieza. A medida que se desplaza la antorcha de soldadura, el arco limpia el área situada enfrente de la pistola.

Debes saber



La soldadura MIG del aluminio es el sistema de **soldadura por fusión** de uso más difundido en la industria del automóvil.

Obtener una soldadura MIG de alta calidad sobre aluminio es una operación más delicada que la soldadura sobre otros metales más comunes debido, fundamentalmente, a sus distintas propiedades físicas. Para alcanzar los resultados deseados y altos niveles de repetibilidad, todas las variables del proceso han de estar cuidadosamente reguladas. Un cambio en una de las variables puede ocasionar un efecto adverso en las características y calidad final de la soldadura.

El fundamento de la soldadura MIG sobre aluminio es el mismo que el comentado en el capítulo anterior para la soldadura sobre acero; sin embargo, existen diferencias en el proceso, motivadas por las particulares propiedades del aluminio. Las principales diferencias son:

- Como material de aportación ha de utilizarse una aleación de aluminio.
- El gas de protección será siempre inerte, argón, helio o mezcla de ambos. Su caudal será superior que el de la soldadura sobre acero.
- La alimentación de hilo es una operación más delicada, debido a que se trata de un material más blando y de menor resistencia mecánica. La tensión del hilo ha de ser lo suficientemente baja para evitar deformaciones o roturas, pero lo suficientemente alta para motivar una alimentación constante del hilo.
- Cuando se suelde aluminio, la pistola se mantendrá más vertical, inclinándose sólo entre 5 y 15° sobre la vertical, en la dirección de la soldadura.
- El desplazamiento de la antorcha se realizará por empuje, nunca por arrastre.
- El aluminio no cambia de color con la temperatura, por lo que no es posible determinar el punto exacto en que comenzará a fundir.
- La limpieza de la zona a soldar es muy importante, debiéndose eliminar restos de suciedad, grasas, óxido superficial de aluminio, etc.

6.5.4. Características de los equipos para la soldadura MIG del aluminio

En muchos casos, la soldadura MIG del aluminio puede ejecutarse mediante procedimientos y equipos similares a los empleados para la soldadura sobre acero. No obstante, si se quiere tener unos óptimos resultados finales, lo más recomendable es emplear equipos específicos o adaptados a la soldadura sobre aluminio.

Fuente de alimentación

Para la soldadura de aluminio puede utilizarse una fuente de alimentación MIG/MAG convencional; si bien, lo más recomendable es recurrir a equipos *inverter* dotados de la opción de arco pulsado.

Unidad de alimentación de hilo

La alimentación de hilo es, probablemente, el principal problema cuando se cambia a la soldadura MIG del aluminio, siendo éste un apartado mucho más delicado que en el caso del acero.

La principal diferencia estriba en las propiedades mecánicas del aluminio. El hilo de acero es comparativamente mucho más rígido y resiste mucho más los excesos mecánicos. El hilo de aluminio es más blando y, con ello, más susceptible de deformaciones y roturas; por ello, se requiere una mayor atención para la regulación y ajuste en la alimentación del hilo.

Recuerda



Los principales **problemas** se deben a una alimentación irregular, a interrupciones en la misma o a la fusión del hilo dentro de la boquilla de contacto, lo que supone retrasos y pérdidas de tiempo considerables.

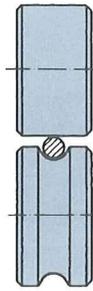
Para evitar estos inconvenientes hay que tener presente las siguientes recomendaciones:

- No es necesario frenar el carrete del hilo, ya que su peso no es suficiente para que se devane cuando se detiene la soldadura.



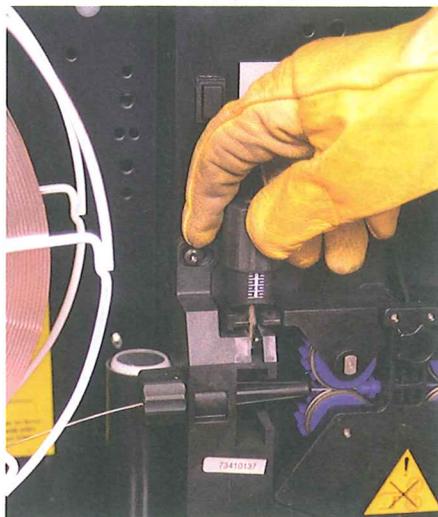
Carrete de hilo

- El rodillo guía ha de tener un canal en forma de U sin contornos o rebordes en arista viva, que pudieran provocar marcas en el hilo, que interrumpirían su alimentación.



El rodillo guía debe tener una sección semicircular

- La presión del rodillo de arrastre ha de ser suficiente para proporcionar una alimentación homogénea y sin interrupciones; presiones excesivas pueden originar deformaciones en el hilo e incrementar la fricción de arrastre a lo largo de la camisa y de la boquilla de contacto.



La correcta regulación de los rodillos es un factor clave

- La camisa por la que circula el hilo en el interior de la manguera no ha de ser metálica, como para el caso de la soldadura de acero, sino de material plástico, nylon, teflón o fibra de carbono con siesga de contacto de cobre o latón. Ésta presenta un bajo coeficiente de rozamiento, que evita la abrasión del hilo, facilitando su deslizamiento.



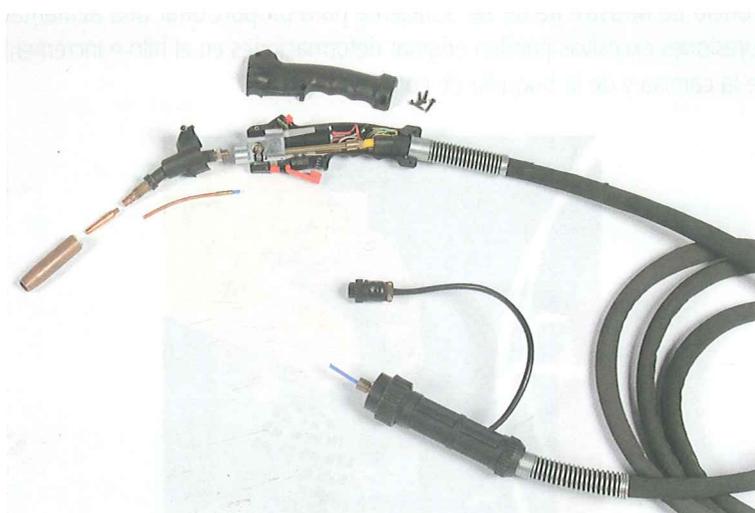
Camisas que presentan un bajo coeficiente de rozamiento

En la soldadura de aluminio puede emplearse un sistema de alimentación por *empuje* (los rodillos están situados próximos a la bobina de hilo), por *arrastre* (los rodillos están situados en la propia pistola), o mixtos *empuje-arrastre* (se dispone de un doble juego de rodillos, unos próximos a la bobina y otros en la pistola).

Recuerda



La selección de un sistema u otro dependerá del tipo de aplicación y de la distancia de alimentación. Por ejemplo, el **sistema de empuje** para hilos de alta resistencia o diámetros de hilo grande y distancia máxima de la bobina a la pistola no superior a los tres metros. El **sistema de arrastre** será válido para todo lo contrario y, el mixto, más versátil, para todo tipo de aplicaciones y diámetros.



Antorcha dotada de sistema de arrastre de hilo

Otra solución al problema de la limitación de la longitud de la manguera son las pistolas *pool gun*, que incorporan el carrete y el sistema de arrastre en la propia pistola.



Pistola que incorpora el carrete de hilo

Boquilla de contacto

La calidad y el diámetro interior de la boquilla de contacto son factores críticos a tener en cuenta.

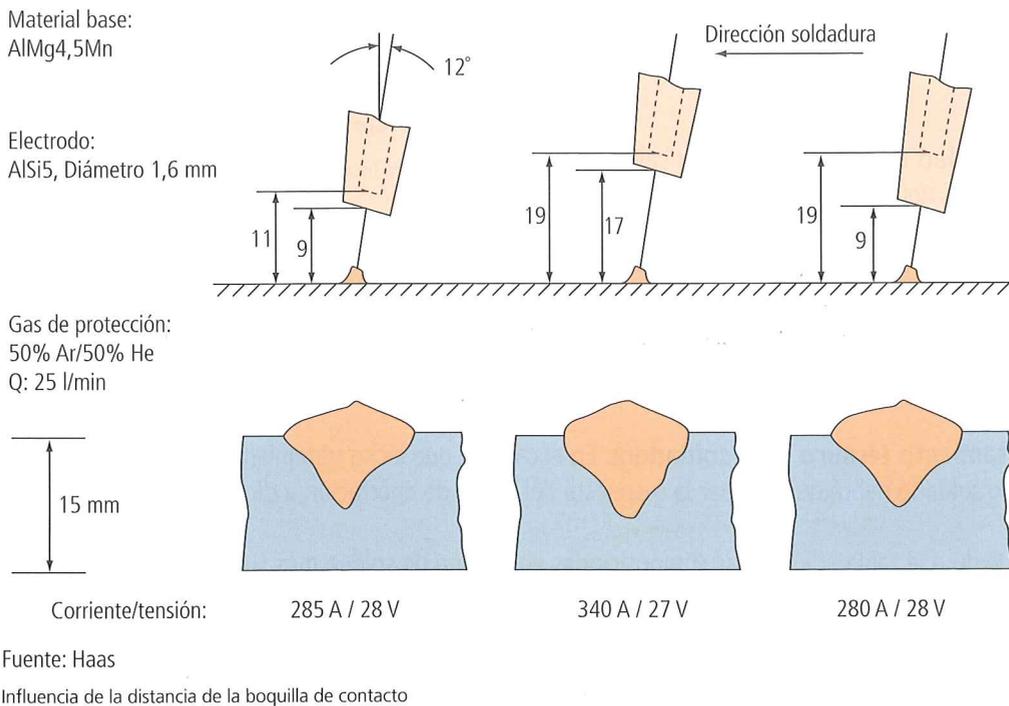
Normalmente, se recomienda trabajar con una boquilla de diámetro superior al del hilo, facilitándose su deslizamiento; es decir, si se trabaja con hilo de 1 mm se ha de emplear la boquilla de 1,2 mm. No obstante, debe evitarse un juego excesivo entre la boquilla y el hilo, que podría dar lugar a que se establecieran de forma continua pequeños arcos eléctricos en el interior de la boquilla, lo que se traduciría en la generación de partículas soldadas, que dificultarían la alimentación.

Si aumenta la fricción en la boquilla puede limpiarse su interior haciendo uso de un cepillo metálico específico. Si la boquilla se quemara, habría que reemplazarla por otra nueva.



Boquilla de contacto de 1,2 mm

Es muy importante la posición de la boquilla de contacto con relación al final de la tobera para la canalización del gas, pudiendo variar en función del tipo de transferencia deseado. En el caso del aluminio, al contrario que en el acero, la intensidad y la penetración aumentan con el incremento de dicha distancia.



6.5.5. Consumibles en la soldadura MIG del aluminio

El tipo de consumibles a emplear en la soldadura MIG del aluminio es el mismo que para cualquier otra soldadura MIG/MAG convencional; es decir, metal de aportación y gas de protección. Las principales cuestiones a tener en cuenta en este caso se desarrollan a continuación.

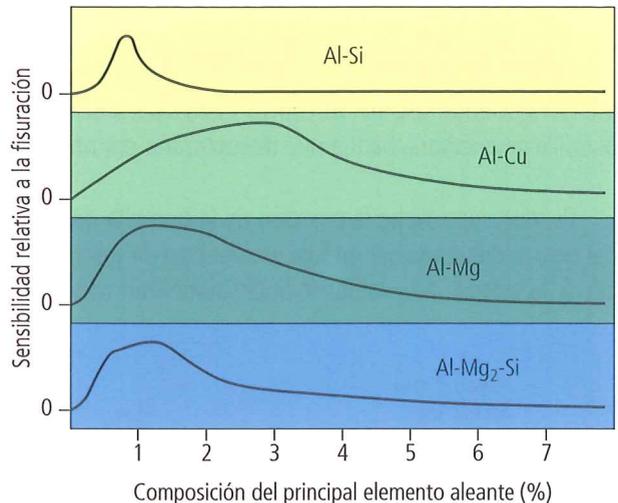
Metal de aportación

La adecuada selección del material de aportación es una cuestión esencial para el desarrollo de una buena soldadura. En el caso de la soldadura de acero, la selección del material de aportación se realiza atendiendo a la carga de rotura del material base; sin embargo, en la soldadura del aluminio la selección no es tan sencilla, ya que existen varias aleaciones que pueden ser elegidas como material de aportación.

A la hora de seleccionar el metal de aportación más apropiado se ha de tener en cuenta el tipo de aleación del material base, así como los resultados que se quieran obtener en el conjunto soldado.

Las variables que es necesario considerar en la selección del metal de aportación son:

- **Facilidad de soldeo:** Está basada en la combinación metal de aportación / metal base y su relativa sensibilidad al agrietamiento en caliente. Las llamadas curvas de sensibilidad nos indican la predisposición al agrietamiento de la combinación metal de aportación / metal base seleccionada.
- **Resistencia de la soldadura:** Debe examinarse la resistencia a tracción en las soldaduras a tope y la resistencia a cortadura en las soldaduras en ángulo, considerando los efectos del material de aportación en estas resistencias.
- **Ductilidad de la soldadura:** Se valorará la influencia del metal de aportación en la ductilidad del conjunto soldado.
- **Resistencia a la corrosión:** Hace referencia al efecto del material de aportación en las propiedades de resistencia a la corrosión en la soldadura.
- **Coloración:** De importancia en el aluminio anodizado en aplicaciones cosméticas.
- **Tratamiento térmico post-soldadura:** En el caso de que dicho tratamiento sea un requerimiento del conjunto soldado habrá que evaluar la respuesta del metal de aportación a dicho tratamiento.



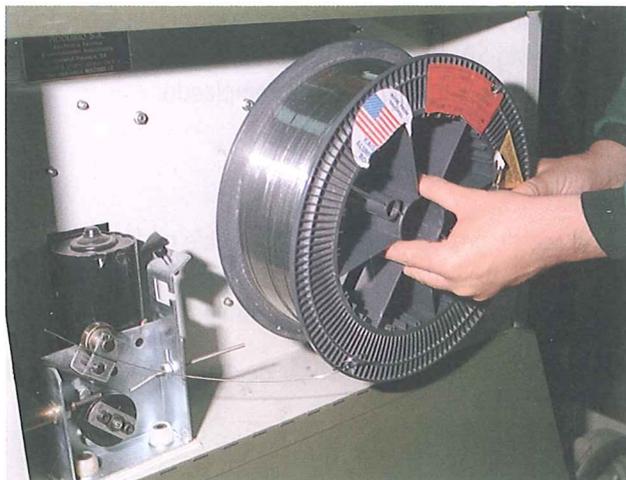
Sensibilidad a la fisuración/contenido principal del elemento aleante en la zona de soldeo

De acuerdo a la tabla adjunta, las composiciones en la zona de soldeo más susceptibles de fisuración, son:

- Aleaciones Al-Si: 0,5 a 2,0% de Si.
- Aleaciones Al-Cu: un amplio rango de composiciones.
- Aleaciones Al-Mg: 0,5 a 3,0% de Mg.
- Aleaciones Al-Mg con menos de 2,8% de Mg pueden soldarse con Al-Mg y Al-Si, pero las aleaciones con contenidos de Mg superiores al 2,8% no pueden soldarse con éxito con hilo de Al-Si, debido a los problemas asociados con la aparición de silicato de magnesio (Mg_2Si) en la zona soldada.

Las aleaciones más usuales que se suministran como material de aportación para soldadura son:

- Al 99,5 (1050)
- Al 99,8 (1080)
- Al Mg3 (5554/5654)
- Al Mg4,5 Mn (5183)
- Al Mg5 (5356)
- Al Si5 (4043)
- Al Si12 (4047)



El carrete de aluminio presenta menos inercia que el de acero

Se presenta en diámetros de 0,8 1,0 y 1,2 mm.

Con la finalidad de facilitar la correcta elección del material de aportación se acompaña una tabla orientativa con la correspondencia más adecuada entre material base y material de aportación (para una soldadura en general).

MATERIAL A ↓									
Al99,9 Al99,8 Al99,7	S-Al99,8								
Al99,5 Al99	S-Al99,5 A-Al99,5Ti	S-Al99,5 A-Al99,5Ti							
AlMn	S-Al99,5Ti S-AlMn	S-Al99,5Ti S-AlMn	S-AlMn S-AlSi5						
AlMg1 AlMg2Mn0,3 AlMg3	(S-AlMg5) ¹⁾	(S-AlMg5) ¹⁾	(S-AlMg5) ¹⁾	S-AlMg3 S-AlMg5					
AlMg4,5Mn AlMg5	(S-AlMg5) ¹⁾	(S-AlMg5) ¹⁾	(S-AlMg5) ¹⁾	S-AlMg5 S-AlMg4,5Mn	S-AlMg5 S-AlMg4,5Mn				
AlMg2Mn0,8	(S-AlMg5) ¹⁾	(S-AlMg5) ¹⁾	(S-AlMg5) ¹⁾	S-AlMg3 S-AlMg5 S-AlMg4,5Mn	S-AlMg5 S-AlMg4,5Mn	S-AlMg4,5Mn S-AlMg3 S-AlMg5			
AlMgSi0,5 AlMgSi1 AlMgSi0,7	S-AlSi5	S-AlSi5	S-AlSi5	S-AlMg3 ²⁾ S-AlMg5	S-AlMg5 S-AlMg4,5Mn	S-AlMg5 S-AlMg4,5Mn	S-AlSi5 S-AlMg3 ²⁾ S-AlMg5 ²⁾		
AlZn4,5Mn1	S-AlSi5	S-AlSi5	S-AlSi5	S-AlMg4,5Mn S-AlMg5	S-AlMg4,5Mn S-AlMg5	S-AlMg4,5Mn S-AlMg5	S-AlMg4,5Mn S-AlSi5 S-AlMg5	S-AlMg4,5Mn S-AlMg5	
MATERIAL B →	Al99,9 Al99,8 Al99,7	Al99,5 Al99	AlMn	AlMg1 AlMg2 AlMg3	AlMg4,5Mn AlMg5	AlMg2Mn0,8	AlMgSi0,5 AlMgSi1 AlMgSi0,7	AlZn4,5Mg1	

Correspondencia metal base/metal de aportación (en color rojo, las combinaciones menos habituales en carrocería)

Los tipos de aleaciones más empleados en la fabricación de carrocerías son los de la serie 5000 (Al-Mg) y la serie 6000 (Al-Mg-Si), empleándose de forma general aleaciones de AlMg3 y AlSi5 como materiales de aportación. El hilo de 1,0 mm de diámetro es el más empleado.

Gas de protección

El gas de protección cumple una doble misión, aislar el lecho de fusión de la atmósfera circundante y estabilizar el arco. Los gases de protección a utilizar en la soldadura de aluminio han de ser gases inertes, como el argón (Ar) o el helio (He) o bien la mezcla de ambos (Ar/He: 70/30, 50/50 ó 30/70).

Las principales características de cada gas aparecen reflejadas en la tabla adjunta.

Gas	Características
ARGÓN (Ar)	<ul style="list-style-type: none"> • Mejor efecto de limpieza • Arco más estable • Excelentes resultados en pequeños espesores • Menor consumo de gas • Menor precio
HELIO (He)	<ul style="list-style-type: none"> • Arco menos estable • Mayor tensión de trabajo • Buen conductor del calor • Mayor consumo de gas • Mayor precio

El gas empleado de forma más general en la soldadura del aluminio es el argón, debido, fundamentalmente, a que es más barato, se obtiene del aire y requiere un menor caudal y, por lo tanto, un menor gasto. Asimismo, la acción de limpieza es mayor, dando lugar a un cordón ancho y de poca penetración, muy adecuado para la soldadura de pequeños espesores, como es el caso que nos ocupa. En algunas aplicaciones, para la soldadura de aleaciones de la serie 5000 resulta adecuado emplear una mezcla de argón y helio, con un contenido máximo de helio de 70%, con la finalidad de minimizar la formación de óxido de magnesio.

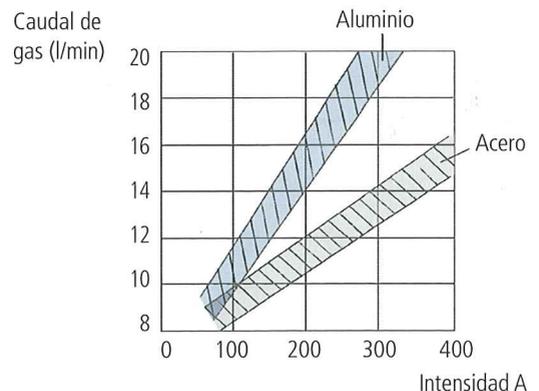
Debes saber



Los gases se presentan envasados en botellas de distintas capacidades y es muy importante que estén libres de suciedad o humedad. Cualquier resto de **suciedad o humedad** puede ocasionar importantes problemas de **porosidad**.

El caudal de gas a emplear suele ser mayor que para la soldadura de acero, siendo superior cuanto mayor sea el espesor de la pieza a soldar.

En la gráfica adjunta se indica el caudal de gas recomendado, en litros por minuto, en función de la intensidad de soldadura.



Caudal de gas

Dado que en muchas ocasiones no resulta de uso práctico para el taller tomar como referencia para el caudal un dato como la intensidad de soldadura, puede tomarse como referencia la siguiente expresión aproximada.

$$Q = 10 \times D \text{ (l/min)}$$

Donde: Q : Caudal (l/min)

D : Diámetro de la boquilla de contacto (mm)

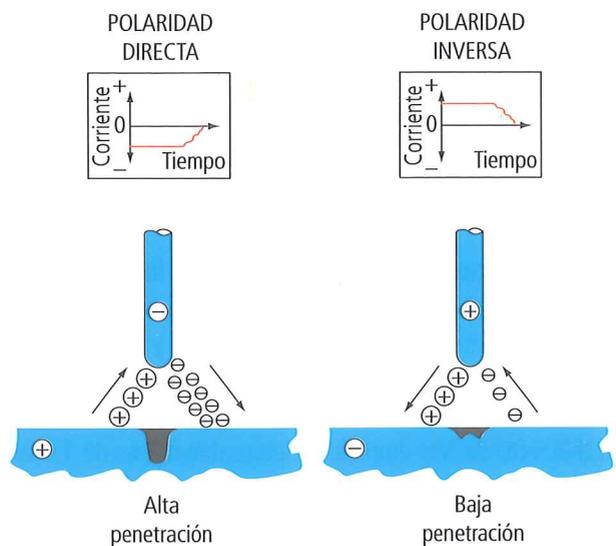
6.5.6. Parámetros operativos

Una vez que tenemos el equipo acondicionado y regulados y seleccionados los consumibles más adecuados, sólo nos falta seguir unas normas generales para obtener unos resultados óptimos.

Polaridad de la corriente

La polaridad seleccionada afecta a la forma de transferencia, penetración y velocidad de fusión del hilo. Normalmente, en la soldadura MIG del aluminio se suele trabajar con polaridad inversa, es decir, electrodo conectado al polo positivo y la pieza al negativo.

Con este tipo de polaridad se logra una penetración reducida, ideal para la soldadura de pequeños espesores. Además, se consigue un efecto de limpieza del arco que ayudará a eliminar el óxido superficial, debido a la colisión de los iones positivos contra el metal base.



Efecto de la polaridad

Preparación de los sustratos

Para realizar una correcta soldadura es necesario que los metales a unir estén libres de cualquier suciedad o impureza, así como de óxido superficial. Es recomendable eliminar todo tipo de revestimiento y dejar el metal desnudo, al menos en un ancho de 30 mm a cada lado de la junta.

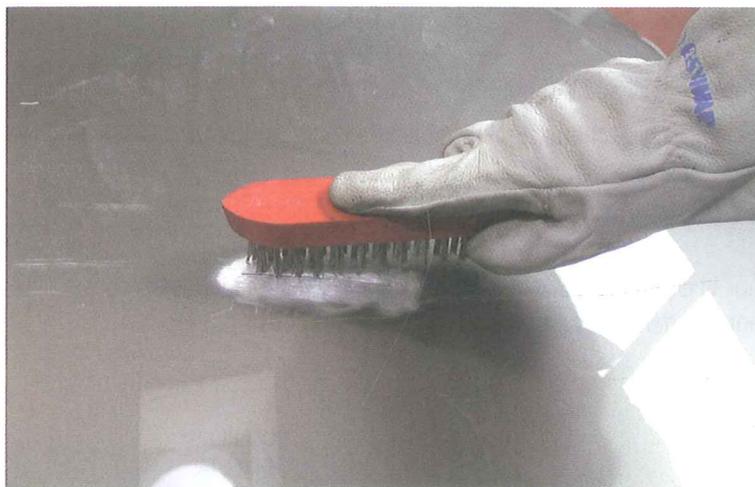
Recuerda



Si existieran problemas de presencia de grasa e hidrocarburos, se recomienda realizar un **decapado químico** con acetona, dejándola evaporar totalmente.

El último paso antes de ejecutar la soldadura es eliminar la capa de óxido superficial mediante medios mecánicos; para ello, se recomienda emplear un cepillo de púas de acero inoxidable. El cepillado se realizará hasta dejar la zona brillante, procurando realizarlo en una sola dirección y de forma no muy brusca para evitar posibles incrustaciones de óxido en el metal.

Es muy importante que el cepillo se utilice únicamente para trabajos sobre aluminio y no utilizar otros que se hayan empleado con otros metales, como acero o acero inoxidable. Ello pudiera dar lugar a contaminaciones.



Eliminación del óxido con cepillo de acero inoxidable

Diámetro del hilo

El diámetro del hilo se seleccionará en función del espesor a soldar y, por consiguiente, de la penetración necesaria en la soldadura; cuanto mayor sea el diámetro seleccionado, mayor potencia de soldadura se necesitará y, por tanto, el poder de penetración será mayor, y viceversa.

En la reparación de carrocerías y dado el rango de espesores en los que se mueven los paneles de la carrocería, el diámetro de hilo empleado habitualmente es de 1,0 mm.

Variables del proceso

Las variables de soldeo son las mismas que para cualquier otra soldadura MIG/MAG; es decir, velocidad del hilo y tensión e intensidad del arco.

La velocidad del hilo y la tensión del arco se seleccionan en el panel de control del equipo, en función del espesor a soldar y del diámetro del hilo. La regulación de dicho binomio ha de realizarse de modo que se obtenga un arco estable y con las características necesarias.

Con ese par de valores seleccionados, y para una longitud del arco dada, se obtendrá la intensidad de trabajo y, con ello, la capacidad de fusión del arco.

Ejecución de la soldadura

Por último, y una vez preparado el equipo y la junta, conviene tener presente las siguientes recomendaciones:

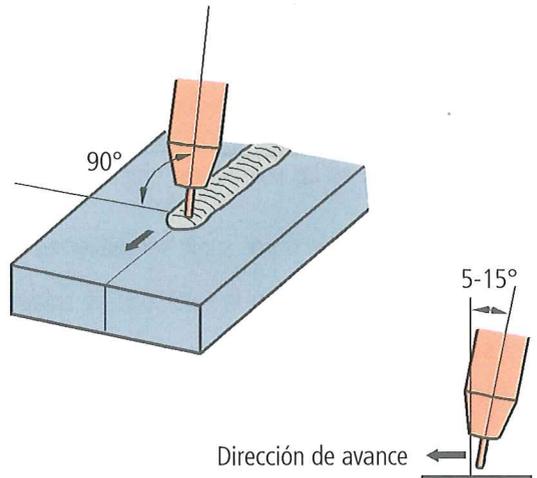
- En el precalentamiento de la zona de trabajo puede que se abran fisuras en la soldadura, cuando se trata de soldar elementos fundidos o piezas de cierto espesor. Cuando se trata de unir, mediante soldadura, una pieza gruesa con una delgada, también resulta útil precalentar la primera.

La temperatura de precalentamiento no debe exceder de 120 °C, por lo que se recomienda utilizar indicadores de temperatura para controlarla.

- Para ejecutar la soldadura, la antorcha se coloca de modo que su inclinación lateral respecto al cordón sea de 90° (y con relación al sentido de desplazamiento estará entre 5° y 15° hacia atrás).

Su distancia a la pieza de trabajo estará entre 8 y 15 mm.

- El desplazamiento de la antorcha se realizará mediante la técnica de empuje; es decir, de derecha a izquierda. Con ello, se consigue que el arco vaya dirigido hacia la zona no fundida, precalentando el metal a soldar, aumentando el efecto de limpieza del arco y mejorando la protección del gas.
- Para el desplazamiento de la antorcha se ha de hacer valer el lema de «caliente y rápido». La alta conductividad térmica del aluminio requiere el uso de mayores intensidades en el arco y de velocidades de soldadura rápidas. Si la velocidad de soldadura fuese pequeña, se corre el riesgo de perforar las chapas cuando se trabaja sobre espesores pequeños.
- Al finalizar la soldadura se ha de mantener la antorcha sobre el cordón hasta que haya dejado de salir el gas; de este modo, se garantiza la protección del cordón.



Posicionamiento de la antorcha

Recuerda



La **velocidad** de desplazamiento ha de ser constante para generar soldaduras uniformes.

6.5.7. Tipos de uniones

Los tres tipos de unión más frecuentes en la reparación de carrocería son la unión a tope, a solape superpuesta y la unión por puntos a tapón, explicadas ya en el apartado de la soldadura MIG de acero.

En el caso del aluminio, una vez finalizada la soldadura, se han de reparar los cordones con una fresadora provista de una fresa para aluminio o con una lijadora radial, dotada de abrasivo de grano grueso y a bajas revoluciones.

6.5.8. Defectos de la soldadura

Las dificultades que el soldeo del aluminio y sus aleaciones presentan son inherentes a la propia naturaleza de la aleación o debidas a una contaminación exterior.

Además de los defectos que toda soldadura puede presentar en cuanto a deformaciones, falta de resistencia del cordón, mordeduras, etc., existen una serie de defectos característicos y muy representativos de la soldadura del aluminio, como los que se exponen a continuación.

Porosidades

Un poro es una cavidad provocada por la presencia de un gas en el lecho de fusión durante su solidificación. Puede presentar dimensiones muy variadas y una forma esférica o alargada, siendo estos últimos los más perjudiciales.

La porosidad suele aparecer de la presencia de hidrógeno, dada su elevada solubilidad en el aluminio líquido, para descender bruscamente al pasar este material al estado sólido.

El origen de este hidrógeno lo encontramos en la contaminación de la superficie del electrodo o de la pieza a soldar, bien sea en forma de hidróxidos, hidrocarburos u óxidos con absorción de agua. Su presencia aislada es admisible siempre que su tamaño no sea muy grande. Ahora bien, la acumulación de poros, que a veces llegan a alinearse siguiendo las isoterma de solidificación, puede influir de forma nefasta en la resistencia de la unión.

La porosidad en las soldaduras efectuadas sobre aleaciones de aluminio presenta las siguientes características:

- La densidad de poros suele ser mayor en el centro de la soldadura que en los bordes.
- Decrece al aumentar la velocidad de soldeo, razón por la que se preconiza el soldeo rápido.
- No existen, en general, aleaciones más propensas que otras a producir soldaduras con poros.
- Las características mecánicas y de fatiga pueden verse afectadas.

Recuerda



La **porosidad** presente en una soldadura sobre aluminio proviene, generalmente, de una limpieza insuficiente del metal base o de una aplicación incorrecta del proceso de soldeo, y puede ser eliminada con relativa facilidad.

Fisuras

Las fisuras suelen producirse por las tensiones originadas en el seno del metal durante el intervalo de solidificación del cordón. Su aparición depende de dos factores, principalmente: la composición de la aleación y la velocidad de solidificación.

- Respecto a la composición de la aleación, se deduce que un factor que permite predecir el comportamiento de una aleación respecto a su «fragilidad en caliente» es su intervalo de solidificación, ya que a mayor intervalo mayor segregación en el borde de grano, lo que da lugar a microfisuras, que posteriormente pueden originar grietas.

Como hemos visto, para cada grupo de aleaciones existen composiciones para las cuales la agrietabilidad es máxima.

- En cuanto a la velocidad de enfriamiento, los factores principales son la técnica de soldeo utilizada y el diseño de las uniones.

Las grietas en la zona con estructura de fundición se pueden combatir bien con la elección de un metal de aportación adecuado. Su correcta elección permite compensar la pérdida de elementos aleantes, que se volatilizan bajo el calor del arco y, por otra parte, alejar la composición del metal fundido de las composiciones que tienen mayor tendencia a producir grietas.

En lo relativo a la velocidad de soldeo, el tema es un poco más complicado, pues, al aumentar la velocidad de soldeo, se reduce el tiempo en que un punto está sometido a una temperatura máxima, lo que es beneficioso, ya que reduce la segregación en el borde de grano. Pero, por otro lado, también se incrementa la velocidad de enfriamiento y, con ello, las tensiones de solidificación y el riesgo de grietas.

De todos modos, las ventajas parecen mayores que los inconvenientes (también se reduce la porosidad) y la tendencia es soldar a gran velocidad con procedimientos que localicen y reduzcan el calor aplicado.

Inclusiones sólidas

Por inclusiones se entiende la presencia de partículas extrañas atrapadas dentro del cordón de soldadura, lo que supone discontinuidades.

Cuando las inclusiones son pequeñas y se encuentran uniformemente espaciadas a lo largo de la soldadura, sus efectos pueden considerarse de escasa importancia. Si no es así o, en particular, si se trata de inclusiones metálicas en uniones soldadas que van a estar en contacto con determinados compuestos químicos, su presencia puede ser peligrosa y desencadenar procesos de corrosión galvánica.

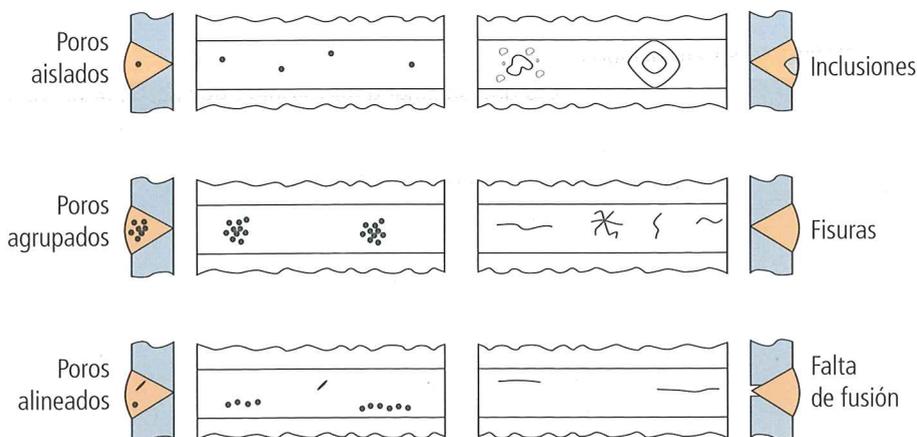
Falta de fusión

Este defecto viene definido por el hecho de que el metal de aportación fundido no se haya mezclado con el metal base adyacente o con el metal depositado previamente, lo cual está provocado sobre todo por la gran afinidad del aluminio por el oxígeno y por la naturaleza refractaria del óxido de aluminio, que interfiere la acción de mojado necesaria para el soldeo.

Recuerda



La falta de fusión es un **defecto grave**, pues disminuye la resistencia y ductilidad de las uniones, dando lugar a pegaduras y no a verdaderas soldaduras.



Principales defectos de soldadura

6.5.9. Protección y seguridad

En la soldadura MIG del aluminio están presentes todos los riesgos de la soldadura sobre acero, tanto los debidos a los equipos empleados como a las técnicas ejecutadas. Dichos riesgos se encuentran dentro de los cinco apartados siguientes: quemaduras, radiaciones, incendios y explosiones, riesgos eléctricos e inhalación de gases y humos.

Por esta razón, todas las medidas de protección y seguridad que se han indicado en el capítulo anterior para la soldadura MIG han de ser respetados para la soldadura del aluminio. Ahora bien, existen una serie de factores relacionados con la emisión de radiaciones y de gases y vapores fundamentalmente, en los que sí tienen una marcada influencia las propiedades y características del aluminio.

Quemaduras

Los riesgos de quemaduras en un proceso de soldadura pueden ser debidos a diferentes agentes, entre ellos, al calor radiante; este riesgo se ve acentuado en la soldadura del aluminio, debido a su gran poder radiante. Por ello, se hace necesario el empleo de ropa y guantes apropiados.

Radiaciones

El arco de soldadura emite radiación infrarroja y ultravioleta, que puede llegar a ser totalmente activa, debido a la buena reflexión del aluminio. Este puede llegar a reflejar hasta el 90% de la radiación, causando daños en partes del cuerpo no protegidas.

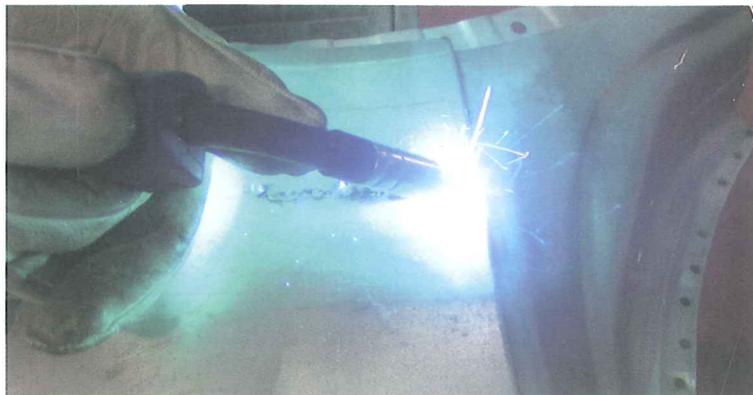
Los rayos infrarrojos pueden, con el paso de los años, enturbiar el cristalino del ojo (cataratas). Los rayos ultravioleta pueden provocar, al cabo de pocas horas, conjuntivitis o inflamaciones de la córnea, así como quemaduras e inflamaciones en la piel (eccemas). Por consiguiente, han de utilizarse pantallas envolventes que cubran la cara, el cuello y las orejas.

El factor de protección del cristal inactínico no debe ser inferior al 10 y hasta el 13, siendo, por lo tanto, más oscuros que los utilizados para la soldadura del acero.

Debes saber



Es recomendable que los puestos de trabajo estén **apantallados**.



Las radiaciones son más activas en la soldadura de aluminio

Gases y vapores

Debido a la radiación ultravioleta existente en el arco, se produce una ionización del oxígeno (O_2), transformándose en ozono (O_3), gas excitante que puede causar irritación en las vías respiratorias y en los pulmones, pudiendo llegar a causar edema pulmonar.

La formación de ozono se incrementa con la longitud del arco eléctrico, siendo también más alta con hilos de Al-Si o aluminio puro que con hilos de Al-Mg.

Como consecuencia del calentamiento del oxígeno y nitrógeno atmosférico (en presencia de luz ultravioleta) se forman óxidos de nitrógeno (NO_x), siendo el dióxido de nitrógeno el más predominante en el humo. En bajas concentraciones (10 a 20 ppm) pueden causar irritaciones en los ojos, nariz y garganta y, en altas concentraciones, provocar un edema pulmonar.

Los residuos de hidrocarburos clorados empleados como desengrasantes pueden ser descompuestos por la radiación ultravioleta, resultando fosgeno ($COCl_2$), gas venenoso.

La tabla adjunta indica la concentración máxima aconsejable.

GAS	CONCENTRACIÓN (ppm/partes por millón)
Ozono (O_3)	0,1
Gases nitrosos (NO_x)	0,5
Fosgeno ($COCl_2$)	0,1

Por lo tanto, cuando la zona no esté lo suficientemente ventilada, es necesario eliminarlos mediante un equipo de extracción adecuado.



Soldador correctamente protegido

6.6. SOLDADURA BLANDA

Se trata de una soldadura empleada no como sistema de unión, sino como técnica de acabado.

6.6.1. Definición

La soldadura blanda es un tipo de soldadura heterogénea que se realiza uniendo las piezas por medio de una aleación metálica de bajo punto de fusión, normalmente de estaño y plomo, por lo que a este tipo de soldadura también se le conoce como estañado. Debido a la toxicidad del plomo, se ha ido reduciendo el contenido de este material en la aleación hasta sustituirlo por otros materiales como el bismuto, el cobre o la plata.

Esta soldadura es fácil de realizar, pero su resistencia mecánica es inferior a la de los metales soldados. No se utiliza como sistema de unión como tal, sino como relleno para operaciones de acabado en el repaso de superficies inaccesibles y de cordones de soldadura, especialmente en trabajos de sustitución por sección parcial. Se vio, en parte, relegada a un segundo plano por la aparición de las masillas plásticas de relleno, ya que son más fáciles de aplicar. Sin embargo, la soldadura blanda como material de relleno está considerada como el mejor sistema de acabado, debido a las siguientes características:

- Una vez aplicada, puede pintarse del mismo modo que el resto de la superficie.
- Si se trabaja de forma adecuada no presentará fisuras, desconchados ni manchas.
- Durará tanto como el resto del panel donde ha sido aplicada.

El estaño tiene la facultad de adherirse bien a la chapa de acero que, junto con la cualidad de ser un material blando y moldeable, lo hace muy apropiado para el repaso de superficies inaccesibles y el relleno de costuras de soldadura.

Debes saber



Su principal inconveniente es que su **aplicación es laboriosa**, por lo que requiere un poco más de tiempo. Además, el trabajador debe adoptar medidas de protección estrictas si emplea varillas con contenido en plomo.



Aplicación de estaño en una unión por sección parcial

6.6.2. Materiales y equipos

A continuación, se realiza una descripción de los materiales, medios y equipos necesarios para su aplicación.

Metal de aportación

El metal de aportación más utilizado es una aleación de estaño y plomo. Comercialmente existen aleaciones con diferente porcentaje de cada elemento, siendo una de las más utilizadas actualmente la de 60% de estaño y 40% de plomo, debido a su bajo punto de fusión. Cuanto mayor sea el porcentaje de estaño, menor será el punto de fusión de la aleación. Esta composición permite una consistencia pastosa de la masa en un amplio rango de temperaturas, que van desde los 186 °C hasta los 260 °C. Debido a que el plomo es un material que presenta un evidente riesgo para la salud, se está eliminando de los procesos de trabajo, de forma que es posible adquirir varillas de aportación libres de plomo.

Decapantes

Para obtener una adecuada unión al ejecutar la soldadura hay que conseguir que, cuando ésta se licue, fluya mojando al metal, de forma que lo cubra por completo. Esta adherencia depende de la limpieza de la capa externa del metal, que estará en contacto con el estaño-plomo a aportar. Si entre el metal base y el metal de aportación hay algo que impida una unión íntima, la soldadura quedará defectuosa.

Para ello, como paso previo a la aplicación del estaño, se realiza una limpieza química o decapado con un decapante apropiado, que reacciona con el óxido, eliminándolo de la superficie. Dicho decapante es un producto que contiene cloruro de cinc y se puede presentar en forma de líquido, gel o pasta, aplicándose con pincel o mediante cánula.



Aplicación del decapante

Durante la operación de calentamiento, el decapante protege al metal de la formación de nuevo óxido, disolviéndolo y eliminándolo de la zona. Por esta razón, es muy importante que el decapante se encuentre aplicado por toda la superficie que se vaya a estañar y que no se sobrecaliente para evitar su degradación y pérdida de efectividad. Para evitar el sobrecalentamiento es muy importante que se compruebe continuamente si se ha alcanzado la temperatura de fusión de la aleación, acercando la varilla a la zona caliente a unir.

Existen pastas decapantes que disponen de cargas de estaño en polvo, que son segregadas al calentar la pasta y tienen una doble función: por un lado, sirven para el control de la temperatura y, por otro, para formar una fina película de anclaje al estaño de relleno.

Aceite o grasa para espátulas

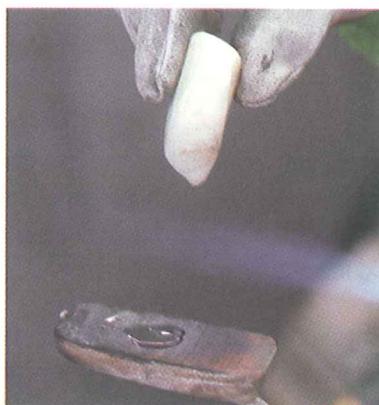
Producto aceitoso que se aplica sobre la espátula para impedir su inflamación y prevenir la adhesión del estaño líquido en la misma.

Recuerda



Generalmente se emplean productos sobre la base de **parafino** o **ácido esteárico**, materiales con un punto de inflamación alto para reducir el riesgo de la aparición de impurezas en el relleno.

Se presenta en bloques sólidos, que será preciso calentar para su aplicación sobre la espátula.



Parafinado de la espátula

Espátulas de madera

Las espátulas han de ser de madera dura y se emplearán para extender y moldear el estaño pastoso sobre la zona que se va a recubrir.

Soplete

En esta soldadura se necesita una llama blanda con un efecto superficial para mantener una temperatura entre 186 °C y 260 °C. Se empleará un soplete o lamparilla de fontanero, pues calienta menos que el oxiacetilénico, haciéndolo, además, de forma más difundida. También puede llegar a utilizarse un soplete de aire caliente.



Calentamiento con lamparilla de fontanero

Equipamiento auxiliar

Asimismo, para el proceso completo de aplicación de estaño se necesitarán otras herramientas de uso generalizado en el taller, como lijadora para el decapado de pinturas y óxidos, cepillo de alambre para la limpieza previa de la zona que se va a estañar, lima de carrotero para la eliminación de material sobrante y una lijadora de grano fino para el acabado final.



- | | | |
|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 1. Lámpara de fontanero | 4. Material de aportación | 7. Rascador |
| 2. Líquido limpiador | 5. Espátulas de madera | 8. Estropajo de aluminio |
| 3. Lima de carrotero | 6. Cepillo metálico | 9. Parafina/Acido esteárico |

Materiales y equipos empleados para la soldadura blanda

Proceso de estañado

El proceso de estañado se describe por completo en el proceso de sustitución de la aleta trasera por sección parcial.

6.6.3. Protección y seguridad

Los principales riesgos a los que se encuentra expuesto el chapista en la aplicación de la soldadura blanda son quemaduras e inhalación o ingestión de plomo. Para evitar quemaduras se emplearán guantes de trabajo apropiados.

SOLDADURA BLANDA ESTAÑO-PLOMO. MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD

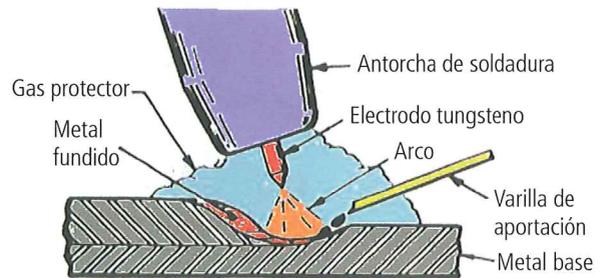
- Sistema de extracción directa.
- Mascarilla para polvos y gases.
- Equipo de respiración autónomo.
- Empleo de guantes para evitar quemaduras.

El metal de aportación es una aleación, que en algunos casos, puede llevar un contenido de plomo próximo al 40%; éste es el principal riesgo que conlleva este procedimiento, puesto que su acumulación en el organismo por inhalación o ingestión no se elimina y se produce una enfermedad llamada «saturnismo». El operario debe protegerse de la inhalación e ingestión de este metal, tanto en el proceso de aplicación como en el lijado posterior. Para ello, se emplearán mascarillas apropiadas y sistemas directos de extracción. La protección más eficaz se conseguirá con equipos de respiración semiautónomos. Asimismo, es conveniente eliminar del suelo el polvo de plomo depositado. No obstante, se recomienda emplear como material de aportación varillas sin contenido de plomo.

6.7. SOLDADURA TIG

La soldadura TIG es un procedimiento de soldadura por arco bajo gas protector con electrodo no consumible. Para conseguir la fusión, utiliza como fuente de energía el arco eléctrico que salta entre un electrodo no consumible y la pieza a soldar, mientras un gas inerte protege el baño de fusión.

La denominación TIG proviene de las siglas en inglés *Tungsten Inert Gas*, ya que el electrodo no consumible es de tungsteno (wolframio).



Esquema de la soldadura TIG

Debes saber



La soldadura TIG se puede realizar sin aportación de material, de forma autógena, o con aportación de material. El material de aportación, cuando sea necesario, se aplica mediante varillas, como en la soldadura oxiacetilénica.

6.7.1. Principales características de la soldadura TIG

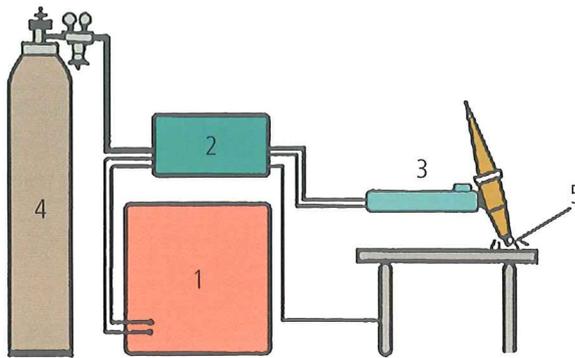
La soldadura TIG presenta las siguientes características:

- Proceso de soldadura adecuado para unir la mayoría de los metales.
- No se producen proyecciones ni chispas.
- No se producen escorias.
- Se puede soldar con o sin aportación de material.
- El proceso se puede automatizar en algunas fabricaciones en serie.
- Las operaciones de acabado final se reducen notablemente.
- Los cordones de soldadura son más resistentes que en otros procedimientos.
- La ejecución manual exige una gran habilidad por parte del soldador.
- Puede emplearse en todo tipo de uniones o posiciones.

Se pueden soldar los materiales más diversos: aceros al carbono, inoxidables, aluminio, magnesio, cobre, oro, plata, etc.

6.7.2. Elementos que componen el equipo de soldadura TIG

El equipo de soldadura TIG está compuesto por los siguientes elementos:



Componentes del equipo de soldadura TIG

1. Fuente de energía
2. Sistema de refrigeración
3. Antorcha de soldadura
4. Gas de protección
5. Varilla de aportación

Fuente de alimentación

La fuente de alimentación del equipo de soldadura TIG es la encargada de proporcionar la tensión necesaria para que se produzca el arco. El arco de soldadura se puede establecer mediante corriente continua, corriente alterna o ambas.

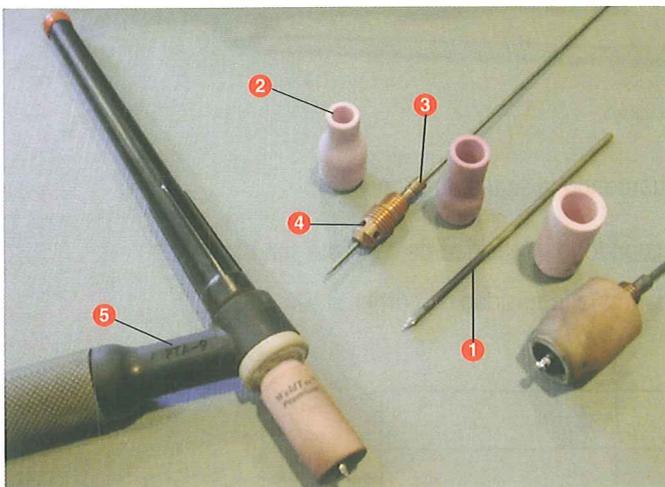
La fuente de alimentación está compuesta por transformadores. Actualmente, los equipos están dotados de tecnología *inverter*.

a) Sistema de refrigeración

El sistema de refrigeración puede ser por aire o por agua; en los equipos industriales que se emplean para grandes espesores, a los que se les exige mayor rendimiento, se precisa de un sistema refrigerado por agua.

b) Antorcha de soldadura

La antorcha de soldadura se compone de los siguientes elementos:



Componentes de la antorcha

1. Electrodo
2. Tobera
3. Portaelectrodo
4. Conducto del gas
5. Antorcha

— **Electrodos para la soldadura TIG**

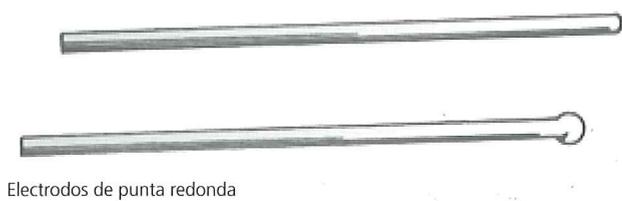
El electrodo empleado en la soldadura TIG es de tungsteno, ya que la temperatura de fusión de este material está en torno a los 3.400 °C.

En función del material a soldar y del tipo de soldadura puede ir aleado con otros metales:

TIPOS DE ELECTRODOS					
Tipo	En	AWS	Color	Corriente	Aplicaciones
Tungsteno puro	WP	EWP	Verde	C. A.	Aluminio y magnesio
Tungsteno-torio 0,4%	WT04	EWth-3	Azul	C. C.	Aceros al carbono, inoxidable, cobre, titanio
Tungsteno-torio 1%	WT10	EWth-1	Amarillo	C. C.	
Tungsteno-torio 2%	WT20	EWth-2	Rojo	C. C.	
Tungsteno-torio 3%	WT30		Violeta	C. C.	
Tungsteno-torio 4%	WT40		Naranja	C. C.	
Tungsteno-lantano 1%	WL10	EWLa-1	Negro	C. C.	
Tungsteno-lantano 2%	WL20	EWLa-2	Gris	C. C.	Aluminio y magnesio, aluminio al carbono, inox, cobre, titanio
Tungsteno-circonio 0,3%	WZ3	EWZr-1	Marrón	C. A. C. C.	
Tungsteno-circonio 0,8%	WZ8		Blanco	C. A. C. C.	

Dependiendo también del tipo de soldadura, con corriente continua o corriente alterna, el electrodo deberá tener un tipo de afilado.

- Punta redondeada para corriente alterna



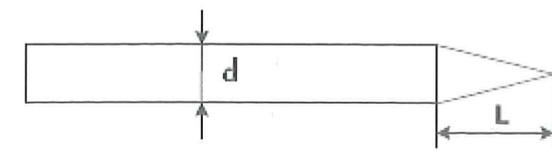
- Punta afilada para corriente continúa.



El afilado del electrodo se realizará guardando la siguiente proporción:

$$L = 3 \times d, \text{ cuando la intensidad de corriente sea baja}$$

$$L = d, \text{ cuando la intensidad de corriente sea alta}$$



El diámetro del electrodo se elige en función de la corriente.

La corriente mínima de trabajo depende de la estabilidad del arco.

Diámetro del electrodo (mm)	Intensidad de operación máxima (A)	
	Aleado con Torio (DC)	Aleado con Circonio (AC)
1,2	70	40
1,6	145	55
2,4	240	90
3,2	380	150
4,0	440	210
4,8	500	275

— *Boquillas o toberas*

Las boquillas o toberas cumplen dos funciones:

Dirigir el gas inerte sobre el baño de fusión en la zona de la soldadura y proteger el electrodo. Presentan diferentes formas y diámetros, en función del tipo de soldadura que se vaya a realizar.

Las boquillas o toberas generalmente son cerámicas.



Tobera cerámica

— *Portaelectrodo*

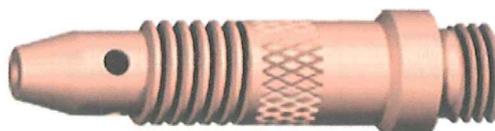
Esta pieza, como su nombre indica, tiene la misión de sujetar el electrodo, de forma que deberá tener el mismo diámetro interior que el electrodo.



Portaelectrodo

— *Conducto de gas y soporte de la tobera*

A través de esta boquilla circula el gas hacia la tobera.



Conducto de gas

— Antorcha

Existen diferentes tipos de antorcha, pudiendo incorporar un solo pulsador, doble pulsador o incluso regulador para el caudal del gas.



Antorchas

c) Gas de protección

La misión del gas de protección será la de formar una campana de protección que impida el contacto del oxígeno del aire con el baño de soldadura.

El caudal de gas debe de ser el apropiado para evitar inclusiones del oxígeno del aire. La regulación del caudal de gas será la correspondiente, según las tablas de ayuda.

SOLDEO TIG DEL ALUMINIO								
Espesor piezas mm.	Tipo de Junta	Corriente alterna (amperios).			Diámetro electrodo mm.	Presión del argón 1.4 kg/cm ²		Diámetro varilla mm.
		Horizontal y Vertical.	Cornisa.	Techo.		litros/min	m ³ /hora	
1.5	A tope	60-80	60-80	60-80	1.6	6	0.36	1.5
	Solape	70-90	55-75	60-80	1.6	6	0.36	1.5
	Esquina	60-60	60-60	60-80	1.6	6	0.36	1.5
	A. Interior	70-90	70-90	70-120	1.6	7	0.42	2
	A. Interior	80-100	80-100	80-100	2.4	7	0.42	2
	A. Interior	100-120	70-90	80-100	2.4	7	0.42	2
2	Solape	80-100	80-100	80-100	2.4	7	0.42	2
	Esquina	80-100	80-100	80-100	2.4	7	0.42	2
	A. Interior	100-120	100-120	80-110	2.4	8	0.5	3
	A. Interior	125-145	115-135	120-140	2.5	8	0.5	3
3	Solape	140-160	125-145	130-160	2.4	8	0.5	3
	Esquina	125-145	115-135	130-150	2.4	8	0.5	3
	A. Interior	140-160	115-135	140-160	2.4	8	0.5	3
	A. Interior	190-220	180-220	180-210	3.2	10	0.6	3
5	Solape	210-240	190-220	180-210	3.2	10	0.6	3
	Esquina	190-220	180-210	180-210	3.2	10	0.6	3
	A. Interior	210-240	210-240	180-210	3.2	10	0.6	3
6	Solape	280-300	280-300	280-300	3.2	10	0.6	3
	Esquina	280-300	280-300	280-300	3.2	10	0.6	3
	A. Interior	280-300	280-300	280-300	3.2	10	0.6	3
	A. Interior	280-320	280-320	280-320	3.2	10	0.6	3

SOLDEO TIG DEL MAGNESIO						
Espesor piezas mm.	Tipo de Junta	Corriente alterna Horizontal Amperios	Diámetro del electrodo mm.	Presión del argón 1.4 kg/cm ²		Diámetro varilla mm.
				litros/min	m ³ /hora	
1	A tope	25	1	6	0.36	1.5
1	Angulo Interior	45	1	6	0.36	1.5
1.5	A tope y esquina	35	1	6	0.36	2-3
1.5	Angulo Interior	60	1.6	6	0.36	2-3
2	A tope, esquina y sobre cantos	50	1.6	6	0.36	2-3
2	Angulo Interior	80	1.6	6	0.36	2-3
2.5	A tope, esquina y sobre cantos	70	1.6	6	0.36	3
2.5	Angulo Interior	100	1.6	8	0.5	3
3	A tope, esquina y sobre cantos	85	1.6	8	0.5	3
3	Angulo Interior	115	1.6	8	0.5	3
5	A tope	120	1.6	8	0.5	3-4
6	A tope	120	1.6	8	0.5	3-4

SOLDEO TIG DE ACEROS AL CARBONO					
Espesor piezas mm.	Corriente continua polaridad directa. Amperios	Diámetro del electrodo mm.	Presión del argón 1.4 kg/cm ² por puesto.		Diámetro varilla mm.
			litros/min	m ³ /hora	
1	100	1,6	4-5	0.24-0.30	1,5
1.2	100-125	1,6	4-5	0.24-0.30	1,5
1.5	125-140	2	4-5	0.24-0.30	1,5
2	140-170	2	4-5	0.24-0.30	2

Tablas del caudal del gas

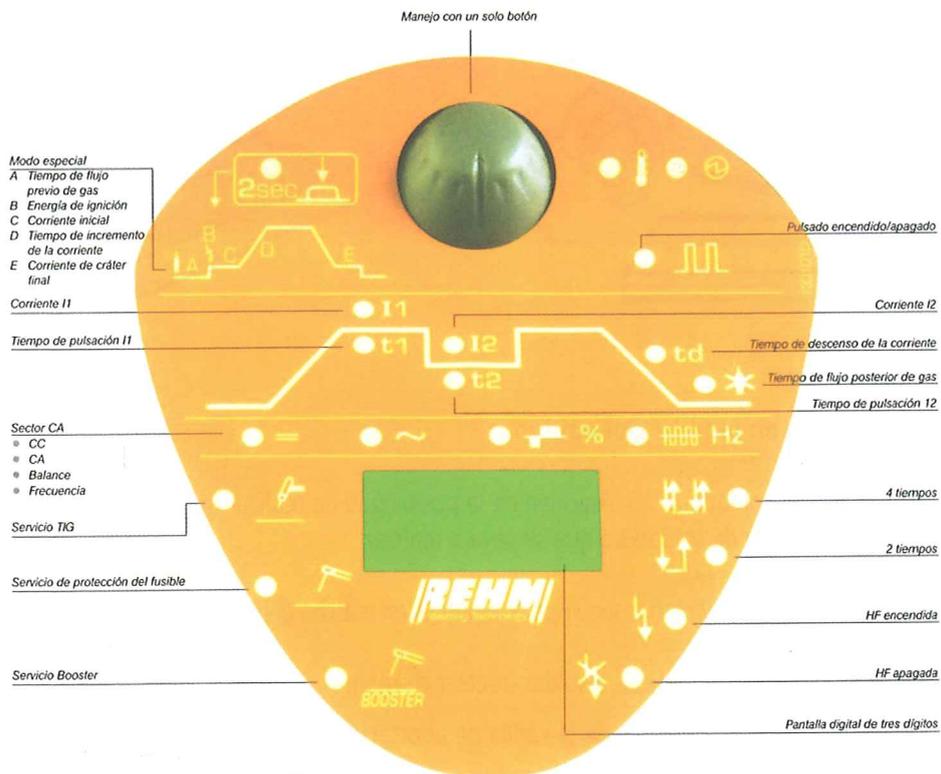
El gas de protección empleado en la soldadura TIG debe ser inerte, por lo que se emplea argón puro o helio puro.

El argón es válido para todos los metales y, el helio, al alcanzar mayor temperatura, se emplea cuando el espesor de la pieza a soldar sea superior.

GASES INERTES PARA TIG	
Metal a soldar	Gas
Aluminio y sus aleaciones	Argón
Latón y sus aleaciones	Helio o Argón
Cobre y sus aleaciones (menor de 3 mm)	Argón
Cobre y sus aleaciones (mayor de 3 mm)	Helio
Acero al carbono	Argón
Acero inoxidable	Argón

d) Panel de mando

A través del panel de mando controlamos y regulamos los parámetros de todo el proceso de soldadura TIG.



Panel de mando

e) Polaridad de la corriente

- CORRIENTE CONTINUA, polaridad directa:

Cuando el electrodo de tungsteno tiene la polaridad negativa y, la pieza, positiva.

En el terminal positivo (+) se desarrolla el 70% del calor y en el negativo (-) el 30% restante. En este caso, se calienta más la pieza a soldar, por lo que está recomendada para grandes espesores.

- CORRIENTE CONTINUA, polaridad inversa:

Cuando el electrodo de tungsteno tiene la polaridad positiva y, la pieza, negativa.

En el terminal positivo (+) se desarrolla el 70% del calor y en el negativo (-) el 30% restante. En este caso, la pieza a soldar se calienta menos, por lo que está recomendada para pequeños espesores.

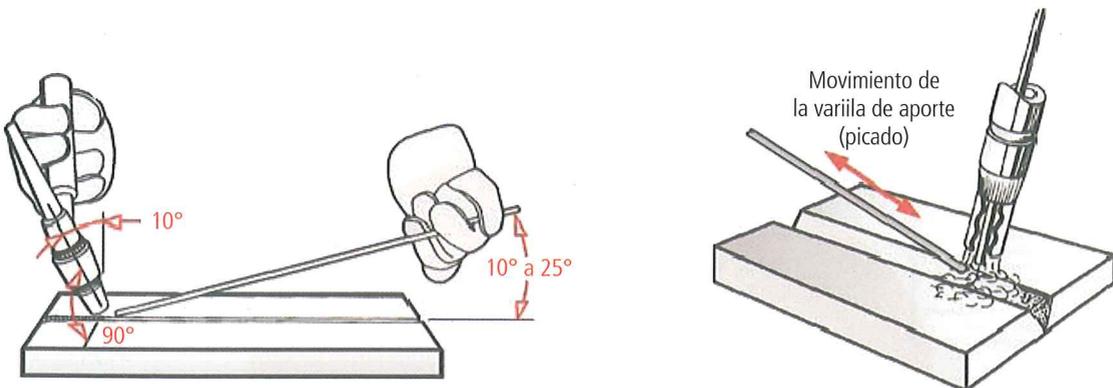
- CORRIENTE ALTERNA:

Utilizada principalmente en soldadura de aluminio, magnesio y materiales de bajo espesor.

Un circuito de alta frecuencia (HF) estabiliza el arco en esta corriente. Desarrollan el 50% del calor para ambos lados.

f) Posición de soldeo

La posición adecuada para la soldadura TIG es la que se muestra en las siguientes imágenes.



Posición de soldeo

g) Regulación y puesta en marcha del equipo

Los equipos actuales de soldadura TIG disponen de la posibilidad de realizar una gran cantidad de ajustes para adecuar sus parámetros al tipo de soldadura que se vaya a realizar.

A continuación, se describe el proceso a seguir para la puesta en marcha del equipo y el inicio de una soldadura TIG.

1. Limpieza y preparación de la pieza a soldar (realzar chaflán, si se precisa).
2. Elección del electrodo apropiado y de la varilla de aportación.
3. Regulación del gas y comprobación con caudalímetro de bola (según tabla).
4. Selección de la corriente alterna o continua.
5. Selección de la polaridad directa o inversa.
6. Seleccionar tipo de arranque *Lift Arc* o HF.
7. Selección HF alta frecuencia.
8. Modo de soldadura 2-4 tiempos.
9. Opciones de soldadura en Pulsado.

10. Pre-gas.
11. *Up Slope*.
12. Regular corriente de soldadura (amperios).
- 13- Regular la frecuencia de pulsación.
14. Regular el balance.
15. Regular la intensidad de bajada.
16. *Down Slope*.
17. Post-gas.
18. Soldar.

h) Elementos de protección y seguridad

La soldadura TIG, al ser un proceso de soldadura al arco, precisa de una serie de medidas de protección muy similares a las definidas para la soldadura MIG/MAG. El riesgo de quemaduras es menor en este tipo de soldadura, debido a la ausencia de proyecciones.

6.8. SOLDADURA OXIACETILÉNICA

También conocida, aunque mal llamada, soldadura autógena, se ha empleado tradicionalmente en la reparación de carrocerías. Sin embargo, y a pesar de que se sigue haciendo un uso relativo de ella, en la actualidad no debería emplearse en este campo. Las principales razones de esta circunstancia son las siguientes:

- Se ha de aportar gran cantidad de calor a la zona de soldadura para alcanzar la fusión deseada, lo que reduce la resistencia de la chapa fina de acero.
- Si no se realiza con cuidado la aplicación del calor se pueden producir alabeos y deformaciones en las chapas, que requerirán un tiempo considerable para su reparación.
- En las proximidades de la costura de soldadura puede producirse una carburación del acero, lo que supondrá su endurecimiento y su pérdida de elasticidad, que puede dar lugar a un desgarramiento junto a la costura si la zona se encuentra sometida a cargas alternas. También puede producirse descarburación o temple del acero.

Las principales características de esta soldadura se desarrollan a continuación.

6.8.1. Fundamento

La soldadura oxiacetilénica es un tipo de soldadura por fusión, en la cual la temperatura necesaria para producir la fusión del material base y del material de aportación, en su caso, se consigue por medio de una llama producida por la combustión de oxígeno y acetileno. Esta combustión permite alcanzar las máximas temperaturas que se pueden conseguir con la combustión de gases: 3.100 °C a 3.200 °C.



Equipo oxiacetilénico

Recuerda



Es un tipo de soldadura que puede realizarse con material de aportación, de la misma naturaleza que el material base (**soldadura homogénea**) o de distinta (**soldadura heterogénea**) y también sin material de aportación (**soldadura autógena**).

6.8.2. Instalaciones y equipos

Los equipos son portátiles, en los que los gases están envasados en botellas adecuadas y montadas en un carro para facilitar su desplazamiento por el taller. Básicamente está constituido por los recipientes para el envasado de los gases, elementos de regulación y mando de los mismos, mangueras flexibles para su transporte y soplete para su aplicación directa.

Materiales

Aparte de los gases, existen también otros materiales consumibles: el material de aportación y los fundentes.

Materiales de aportación

Los materiales de aportación son metales y aleaciones preparados especialmente para ser incorporados fundidos a la zona de soldadura y unir las piezas a través del cordón depositado con ellos.

Los materiales de aportación se suministran en varillas de 40 ó 60 cm de longitud y son de muy diversa naturaleza: acero, hierro fundido, estaño, plata, latón, aluminio, etc. Los que se empleaban con mayor frecuencia en la reparación de carrocerías son el acero y, sobre todo, el latón para la ejecución de la soldadura fuerte, antes de que hiciese su aparición la soldadura fuerte MIG.

Fundentes

Los fundentes, también conocidos como flux, son sustancias de composición adecuada a la soldadura de cada tipo de material o aleación; se incorporan a la soldadura en el momento de ejecutarla.

Debes saber



Los **fundentes** cumplen dos fines:

1. Disolver la película de óxido que se forma en los metales oxidables al aire.
2. Flotar sobre el metal fundido para protegerlo de la oxidación atmosférica.



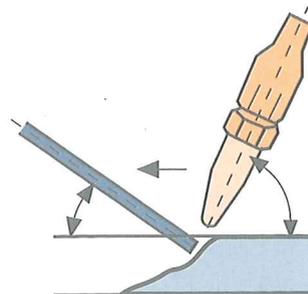
Material de aportación

Métodos de soldadura

Normalmente se empuña el soplete con la mano derecha y la varilla con la izquierda, por ser aquél más pesado que ésta. Según la dirección de avance de la soldadura se distinguen dos métodos fundamentales de soldadura: a izquierda y a derecha.

Soldadura a izquierda

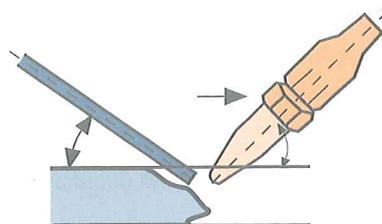
El soplete se desplaza hacia la izquierda, siguiendo a la varilla en su avance. Es una soldadura sencilla de ejecutar y permite ver mejor la zona de soldadura. La velocidad de avance es pequeña y el consumo de gases y metal de aportación alto; no es recomendable para la soldadura de acero de más de 1,5 mm de espesor.



Soldadura a izquierda

Soldadura a derecha

El soplete se dirige hacia la derecha y la varilla sigue a la llama en su avance. El aire de la atmósfera es desplazado por la llama del soplete, formándose un baño de fusión grande. Permite mayores velocidades de avance, menor gasto de consumibles, buena penetración y un cordón con mejores características mecánicas.



Soldadura a derecha

6.8.3. Protección y seguridad

Los riesgos que conlleva el empleo de este sistema de soldadura derivan del manejo de los gases y de la temperatura. También hay que tener en cuenta que los ojos son órganos muy sensibles que se ven afectados por las radiaciones ultravioletas que se producen en los procesos de soldadura, por lo que es necesario protegerlos por medio de gafas provistas de cristales inactínicos, con el factor de protección adecuado.

La elección del factor de protección depende del caudal del gas y del material que haya que soldar. En las operaciones más habituales oscila, generalmente, entre los números 2 y 4.

Si se aplica la soldadura sobre chapas pintadas o impregnadas de grasas o disolventes se pueden producir humos tóxicos, que será preciso eliminar haciendo uso de un sistema de extracción adecuado en el puesto de soldadura.

Igualmente, es interesante dotar al puesto de un soporte especial, que permita colocar el soplete encendido sin riesgo alguno, de modo que el operario pueda tener las manos libres cuando sea preciso, sin necesidad de apagar y encender continuamente el soplete.

PRINCIPALES RIESGOS EN EL MANEJO DE GASES

PRESIÓN

- Rotura
- Explosión

TEMPERATURA

- Aumento de presión

NATURALEZA DEL GAS

- Inerte: suboxigenación
- Combustible: inflamación, explosión
- Comburente: sobreoxigenación, grasas

MOVILIZACIÓN Y USO DE ENVASES

- Caídas, golpes
- Equipo adecuado
- Manipulación correcta

SOLDADURA OXIACETILÉNICA. MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD

- Reguladores de presión específicos para cada gas.
- Son imprescindibles válvulas antirretroceso de la llama.
- Mantener en buen estado las instalaciones.
- Empleo de la boquilla apropiada.
- Almacenamiento de las botellas en locales secos y alejados de combustibles.
- Gafas con filtros de protección adecuados.
- Guantes para evitar quemaduras.
- Eliminación previa de pinturas, grasas, disolventes, etc.
- Equipos de extracción y ventilación.
- Extintor de mano.

En cuanto al manejo de gases hay que tener en cuenta las siguientes recomendaciones para cada tipo de gas:

- Prohibir soldar piezas a las botellas y someterlas a un calentamiento localizado como el impacto de un soplete o un arco eléctrico.
- No utilizar botellas desprovistas de un medio de regulación adecuado.
- Accionar las válvulas con suavidad y abrirlas lentamente, previa comprobación de que el tornillo de regulación del manorreductor está completamente aflojado.

Las características y recomendaciones reflejadas son de carácter general y tratan de cubrir las aplicaciones en la reparación de carrocerías. Para una información más detallada, los fabricantes ponen a disposición de las personas que los utilizan folletos de instrucciones de operación concretos para cada tipo de gas.

6.9. PROCESOS DE REPARACIÓN

A continuación, desarrollamos dos procesos completos de reparación en los que se aplican todas las técnicas estudiadas.

6.9.1. Sustitución de la aleta trasera

Pieza: Aleta trasera.

Material: Acero convencional.

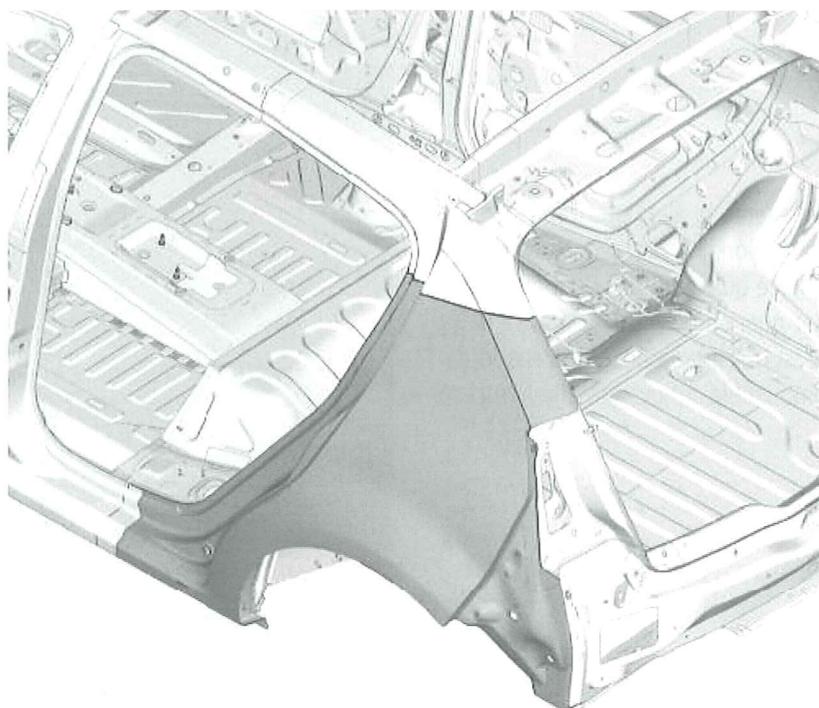
Espesor: 0,7 mm.

Daño que presenta: Daños que afectan a la parte inferior de la aleta, en la zona del pase de rueda; también presenta una zona con la chapa desgarrada, lo que hace inviable su reparación.

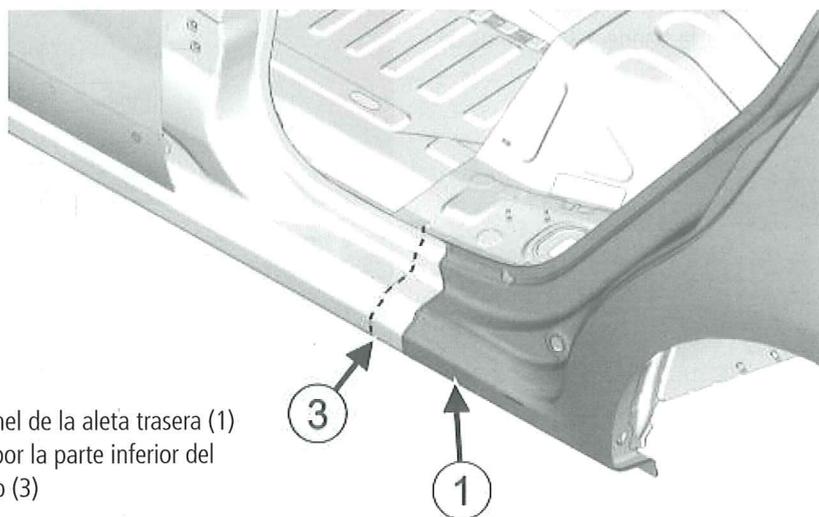
Herramientas empleadas: Herramientas de corte y desgrapado, equipo de soldadura por puntos de resistencia eléctrica, equipo de soldadura MIG/MAG, equipo para la aplicación de soldadura blanda de estaño plomo y adhesivo estructural.

Operación realizada: Retirada de la parte dañada de la aleta y sustitución parcial de la misma, efectuando su ensamblaje mediante una unión a solape en la custodia.

La documentación técnica del fabricante nos indica por dónde se debe ejecutar la sección en el montante C.



También nos informa de cómo se debe completar la unión con el estribo. En este caso, se puede observar que la aleta se mete por debajo del estribo, de forma que no hay que hacer corte en sección.



EL panel de la aleta trasera (1)
pasa por la parte inferior del
estribo (3)



ATENCIÓN

Si las caras de acoplamiento de las piezas que se van a soldar no son accesibles, efectuar un punto de taponado SEFG en el lugar de soldadura SER de origen (consultar MR 400).

A continuación, describimos el proceso de sustitución de la aleta en sección. En algunos momentos consultaremos el manual general de reparación MR 400 de Dacia para mostrar las ilustraciones del fabricante.

Proceso de trabajo

1. Los daños que presenta la aleta afectan a su parte inferior. La deformación, junto con la zona de chapa desgarrada, hace que la pieza se deba sustituir. Hay que reseñar que, en este caso, se trata de la aleta en la que va ubicada la boca de llenado del depósito de combustible, influyendo en el proceso de trabajo.



2. Como en toda operación de sustitución, se comenzará con el desmontaje de los elementos y accesorios que interfieren en la operación, como el paragolpes trasero, los pilotos, la bandeja, las gomas de contorno, etc.



3. Del mismo modo, se retirarán todos los guarnecidos y moquetas interiores que puedan interferir en la operación o bien pudieran resultar dañados en las operaciones de soldadura.



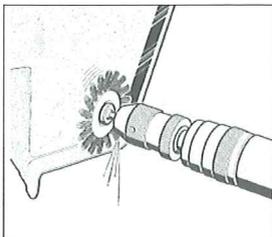
4. Se desacopla la boca de llenado del depósito de combustible y se aparta de la zona para evitar cualquier riesgo. Como ésta es suficientemente flexible se puede retirar sin que sea necesario desmontar el propio depósito. Se retira la tapa para evitar que se dañe en el proceso.



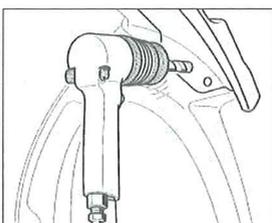
5. Los puntos de soldadura por resistencia se desgranpan con una despunteadora en la que previamente se ha regulado la profundidad de corte, de acuerdo al espesor de la propia aleta. Esta herramienta permite realizar la operación de forma segura, rápida y sin daño para las pestañas posteriores de la carrocería. Aquellas pestañas que no tienen acceso se pueden dejar para cuando se retire la aleta.



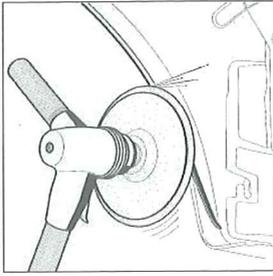
6. Para acceder a desgranpar los puntos de resistencia en la zona inferior del estribo es necesario retirar la protección antigavilla con la ayuda de un disco de acero trenzado.



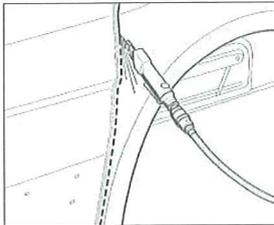
7. En aquellas zonas cerradas en las que no hay acceso para la despunteadora, como la boca de llenado, se eliminarán los puntos haciendo uso de un taladro dotado de una broca con ángulo de corte plano. En este caso, conviene aumentar las precauciones para evitar daños en la pestaña posterior.



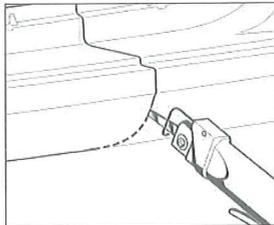
8. Haciendo uso de una radial neumática, se elimina el engatillado que une la aleta con el pase, a lo largo del arco de la rueda.



9. Con la sierra neumática de vaivén se realizan unos cortes de desecho alrededor de la pieza. Estos cortes se efectuarán en zonas fuera del daño, con un margen suficiente para el montaje de la aleta de recambio.



10. En la zona del pie de aleta, la aleta se mete por debajo del estribo, de forma que no es necesario realizar un empalme en esa zona; no obstante, se realiza un corte de desecho para quitar mejor la pieza.



11. Con un cortafrío de carrocerero ayudamos a desprender la aleta de la carrocería, facilitando así su retirada.



12. Se quita la parte dañada de la aleta, debiendo siempre tener la precaución de emplear guantes de protección adecuados, con los que evitar posibles cortes.



13. Una vez retirada la pieza de desecho, se puede acceder perfectamente al desgrapado de las pestañas a las que no se tenía acceso con la aleta montada.



14. Del mismo modo, se retiran los trozos de la pieza que han quedado en las pestañas y debajo del estribo.



15. Con ayuda de la radial, se repasan los restos que hubiesen podido quedar de los puntos de resistencia.



16. En caso necesario, se retocan las pestañas con tas y martillo, dejando unas pestañas limpias y acondicionadas, que permitan una buena base de asiento a la aleta de recambio.



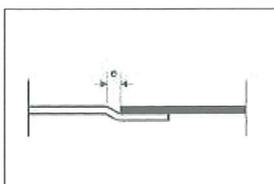
17. Empleando una cuchilla adecuada, se retiran los restos de masilla que hayan quedado adheridos a las pestañas.



18. Con una cinta métrica se toman las medidas correspondientes sobre el vehículo para trasladarlas posteriormente a la aleta de recambio.



19. Teniendo como base las medidas tomadas sobre el vehículo se marca la línea de corte sobre el recambio, dejando margen suficiente para realizar el ensamblaje con relación al corte de desecho realizado en el vehículo.



20. Auxiliándonos en una cinta de carrocerero se realiza el corte definitivo sobre el recambio. Para ello, se empleará una sierra neumática de vaivén, que produce un corte limpio y con pocas rebabas.



21. Se repasa ligeramente el canto del corte para eliminar las pequeñas rebabas que hayan quedado.



22. Se presenta la aleta sobre el vehículo, ajustándola con relación a todos los elementos adyacentes.



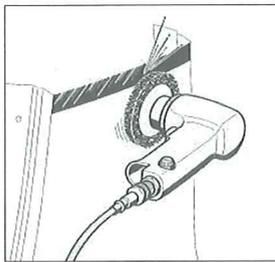
23. Una vez en su posición correcta, se marca la línea de corte sobre el vehículo con ayuda de una punta de trazar.



24. Se coloca una cinta de enmascarar, haciendo coincidir su borde superior con la línea marcada. El borde inferior de la cinta nos marcará la línea de corte definitiva, dado que su ancho (19 mm) coincide con el ancho del posterior solape a realizar.



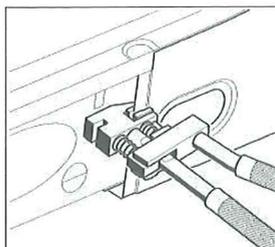
25. Con disco de bajo poder abrasivo se elimina la pintura de las zonas en las que van las líneas de ensamblaje y en las que, posteriormente, habrá que aplicar soldadura MIG/MAG. Tanto en el recambio como sobre la carrocería.



26. A continuación, se realizan, con la sierra neumática, los ingletes que se han de efectuar en las esquinas de la aleta, donde se produce el cambio de dirección del panel.



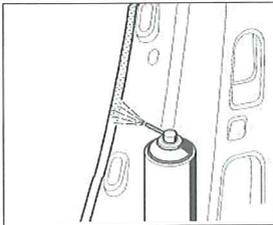
27. Con la solapadora manual, cuyo manejo es más sencillo, se realiza el solape a lo largo de la junta de unión.



28. Se coloca una cinta de enmascarar ancha para proteger la zona que ha quedado en chapa viva, donde posteriormente habrá que ejecutar la soldadura.



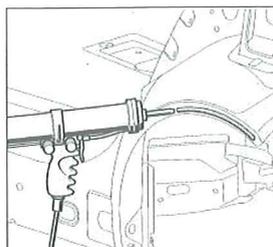
29. Se aplica una imprimación electrosoldable al cinc por la cara interna de todas las pestañas, tanto en las del solape como en las del contorno y de la pieza de recambio. De esta manera, se evitarán problemas de corrosión ante posibles filtraciones de humedad.



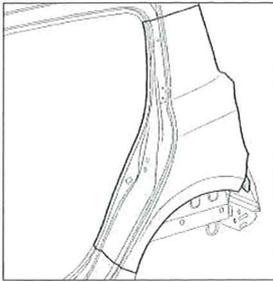
30. Las zonas donde se aplicará el adhesivo han de dejarse en chapa viva, limpias y desengrasadas para que no haya problemas de adherencia.



31. Una vez evaporado por completo el disolvente de limpieza, se aplica el adhesivo estructural en el arco de la rueda y en el contorno de la boca de llenado de combustible.



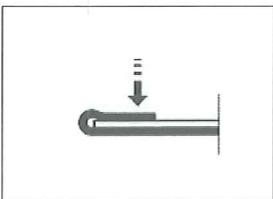
32. Se ajusta la aleta en su posición correcta, fijándola de forma provisional con unas mordazas autoblocantes. Para facilitar el ajuste, se pueden dar unos puntos de soldadura MIG provisionales en aquellas zonas más comprometidas, como pueden ser las aristas.



33. Es conveniente Montar algunos accesorios para realizar un ajuste más preciso antes de soldar definitivamente la aleta.



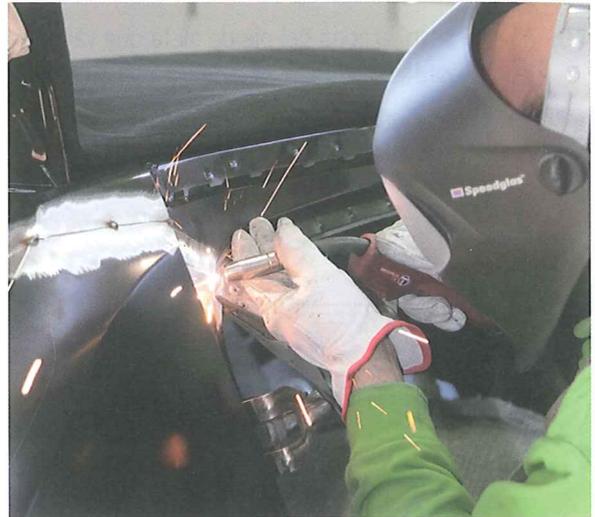
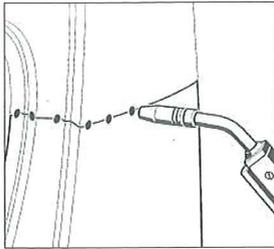
34. La siguiente operación a realizar es el plegado de la pestaña del pase de rueda, ya que se debe hacer cuando el adhesivo está aún blando.



35. El empleo de un martillo de nylon para el plegado garantiza que no se produzcan deformaciones por la cara exterior de la pieza.



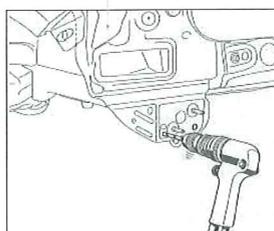
36. La línea de ensamblaje de la custodia de aleta se suelda mediante soldadura MIG/MAG en la modalidad de puntos, dejando espacio entre ellos para que penetre el estaño.



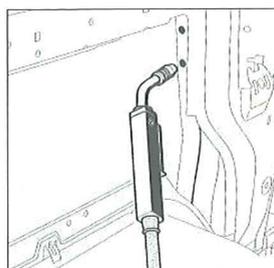
37. Detalle de la soldadura MIG/MAG. Como puede apreciarse, se trata de una sucesión de puntos tangentes, siendo una unión mecánicamente resistente; a la vez, el calentamiento de las chapas es bajo, lo que evitará deformaciones de la chapa.



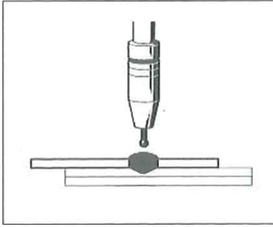
38. En zonas cerradas a las que no se tiene acceso para la pinza del equipo de soldadura por puntos de resistencia, se realizan unos taladros para la soldadura a tapón.



39. A través de dichos taladros se darán los puntos MIG a tapón con los que unir la aleta en su parte trasera.



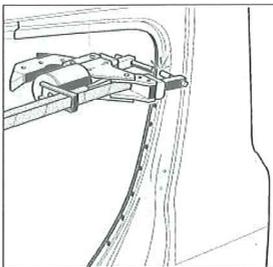
40. En este caso, la zona del pie de aleta que va debajo del estribo también se suelda con puntos a tapón.



41. En el resto de las pestañas se elimina la cataforesis de las zonas de contacto de los electrodos, tanto exterior como interior, para asegurar un buen contacto eléctrico en la ejecución de los puntos de soldadura por resistencia eléctrica.



42. Se sueldan todas las pestañas con el equipo de soldadura por puntos de resistencia, haciendo uso, en este caso, de una pinza de soldadura en «C».



43. En el contorno de la boca de llenado se devuelven los puntos de soldadura originales.



44. Con la ayuda de una radial y de un disco de grano P50 se repasan los puntos de la soldadura MIG/MAG para eliminar el material sobrante y dejar una zona uniforme, en la que se aplicará soldadura blanda de estaño plomo como acabado definitivo.



45. Por medio de un pincel se aplica el líquido limpiador en aquellas zonas donde se aplicará el estaño.



46. Se aplican unas pocas gotas de estaño en la zona y se calientan con la lamparilla, extendiéndolas por toda la superficie con un estropajo metálico muy fino. Con ello se consigue una fina película de estaño, que servirá como base de anclaje al posterior estaño de relleno.



47. El estaño se aplica en cantidad suficiente a lo largo de toda la línea de ensamblaje.



48. A continuación, se va calentando por tramos el estaño depositado, moldeándolo con la ayuda de una espátula de madera dura, protegida con un producto antiadherente. Si quedase algún hueco sin cubrir se aplicaría un poco de estaño adicional, repitiéndose el proceso.



49. El empleo de la lima de carrocerero para la eliminación del estaño sobrante permitirá detectar posibles faltas. Esta operación ha de hacerse con cuidado para eliminar solamente el estaño sobrante.



50. El acabado final se realizará con una lijadora roto-orbital, consiguiendo una superficie perfectamente homogénea para recibir el posterior tratamiento de pintura.



51. En las zonas con muchos quebrantos, el acabado final se realizará mediante un lijado manual con taco.



52. Aspecto final de la reparación, una vez que el vehículo ha pasado por la zona de pintura y se han montado todos sus accesorios.



6.9.2. Sustitución parcial del estribo bajo puerta

Pieza: Estribo bajo puerta derecho.

Material: Acero convencional.

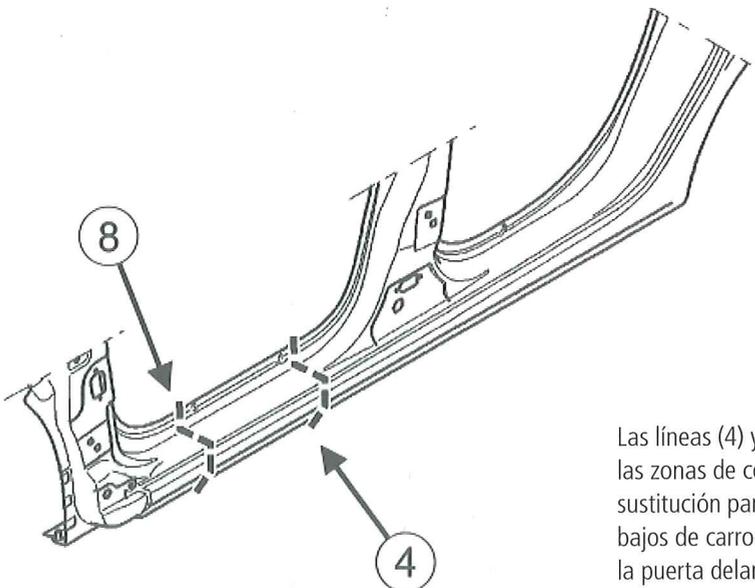
Espesor: 0,7 mm.



Sistema de unión: Soldadura por puntos de resistencia al refuerzo y cierre de estribo, tanto en la parte superior como en la parte inferior y unión con solape y soldadura MIG al estribo en la parte delantera y trasera.

Desmontajes previos: Retirar la goma contorno de las puertas delanteras y traseras, adhesivo Dacia de la entrada de puerta, fijaciones del cinturón de seguridad, guarnecidos superior e inferior del pilar B, guarnecido de puerta delantera, instalación eléctrica de puerta delantera, freno de puerta delantera y puerta delantera.

La sección la realizamos justo por donde nos indica el fabricante.



Las líneas (4) y (8) marcan las zonas de corte para la sustitución parcial de los bajos de carrocería bajo la puerta delantera.

Descripción del proceso

1. En primer lugar, se desmontan todos los accesorios que puedan entorpecer o dificultar el proceso de sustitución.



2. Este vehículo no dispone de conector general en la instalación eléctrica de la puerta, por lo que es necesario retirar toda la instalación para desmontar la puerta.



3. Se retira la puerta delantera.



4. Los interiores y las zonas adyacentes a la reparación se protegen con una manta ignífuga apropiada para evitar que se dañen durante el proceso.



5. En la pestaña superior, los puntos de soldadura se aprecian directamente al retirar las gomas de contorno, procediéndose a su desgrapado con una despunteadora regulada convenientemente.



6. Con un disco de acero trenzado se elimina el anti-gravilla de la pestaña inferior para dejar al descubierto los correspondientes puntos de soldadura.



7. Con la despunteadora, se desgraparán los puntos de la pestaña inferior.



8. Con una sierra neumática de vaivén se realiza un corte de desecho, a fin de facilitar la retirada de la zona dañada.



9. Con la ayuda de un cortafíos se soltarán las pestañas del estribo de la carrocería.



10. Finalmente, se retira toda la zona dañada para proceder a su sustitución.



11. Con la ayuda de una radial, se eliminan los restos de material que hayan podido quedar en los puntos de soldadura.



12. Con un repaso final de las pestañas se dará por concluido el acondicionamiento de la zona, para facilitar el correcto asentamiento del recambio nuevo.



13. Con una cinta métrica se toma la medida correspondiente a la línea de corte sobre la parte no dañada del estribo.



14. Dicha medida se pasa sobre el estribo nuevo, marcándola con una punta de trazar.



15. La colocación de una cinta de enmascarar servirá de guía para realizar el corte.



16. Con una sierra neumática de vaivén se realiza el corte definitivo sobre el recambio.



17. Se presenta y ajusta el estribo sobre el vehículo.



18. Se fija provisionalmente y, con una punta de trazar, se marca sobre la carrocería la línea de ajuste definitiva. Para poder marcar mejor, en la parte inferior del estribo se elimina el antigravilla con un disco trenzado.



19. Se coloca la cinta de 19 mm haciendo coincidir su borde superior con la línea marcada. El borde inferior es la línea de corte definitiva, ya que el ancho de la cinta coincide con el que necesitamos para realizar el solape.



20. Con la sierra se elimina la parte sobrante de la zona del estribo que ha quedado sobre la carrocería.



21. Se eliminan la pintura y el tratamiento antigravilla del estribo en la zona limítrofe a la línea de ajuste.



22. La misma operación se realiza con la cataforesis del recambio, facilitándose de este modo el proceso de soldadura.



23. Con la sierra neumática se realizan los cortes a modo de inglete, para no deformar la chapa con el alicate de solapar en las zonas curvas.



24. A continuación, se realiza el solape con el alicate.



25. Se presenta el recambio en su posición correcta.



26. Colocamos una cinta de enmascarar para proteger la zona donde posteriormente se va a soldar de la imprimación de cinc.



27. Se aplicará una protección anticorrosiva al cinc sobre la cara interna de todas las pestañas y en aquellas zonas que se encuentran en chapa viva.



28. Se presenta y fija el recambio con ayuda de unas mordazas de presión.



29. Para fijar el recambio se dan unos puntos MIG sobre la línea de ajuste. En este caso, la soldadura se realizará por puntos en la zona del solape, aplicando pequeños cordones discontinuos en las zonas con unión a tope.



30. Con un disco de bajo poder abrasivo se limpian las pestañas en las zonas de contacto de los electrodos, para poder soldar por puntos de resistencia.



31. Las pestañas superior e inferior se soldarán por puntos de resistencia.



32. El material sobrante del cordón de soldadura se desbarbará con la radial.



33. La zona del ensamblaje se limpia para posibilitar el proceso de estañado.



34. El proceso de estañado comienza con la aplicación del líquido limpiador sobre la zona para garantizar la adherencia del estaño.



35. Con ayuda de un estropajo de aluminio se aplica una fina película de estaño para el anclaje.



36. La aplicación del estaño de relleno se realizará de abajo hacia arriba para, de este modo, evitar descolgamientos, al ser una aplicación vertical.



37. El modelado de estaño se efectúa con una espátula de madera, impregnada previamente en parafina.



38. Con la lima de carrocerero, se elimina el exceso de material sobrante, a la vez que se detectan faltas.



39. Debido a las formas que presenta la pieza, parte del lijado se realiza con un pequeño disco abrasivo P50.



40. El acabado final de la unión se realiza con la lijadora excéntrica rotativa con grano P80.



41. En aquellas zonas a las que, debido a su geometría, no se puede acceder correctamente con la radial, se realiza el acabado con un lijado manual, con un taco de lija provisto de un abrasivo de grano fino.



42. La aplicación de un líquido pasivante dará por concluido el proceso en el área de carrocería.



43. Aspecto final de la reparación antes de pasar a la zona de pintura.





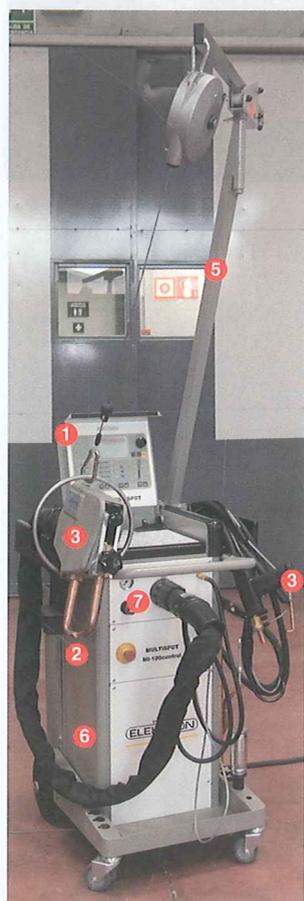
Equipo de soldadura por puntos de resistencia inverter Elektron Multispot MI-100

Por Revista CESVIMAP

www.revistacesvimap.com

El equipo MULTISPOT MI-100 está diseñado para la realización de trabajos de soldadura por puntos de resistencia sobre diferentes aceros de carrocerías. Se compone de unidad de alimentación, panel de control, pinza neumática, pistola de soldadura y brazo soporte de la pinza; también dispone de un conjunto de accesorios para realizar diferentes trabajos de reparación, martillo de inercia, electrodos y portaelectrodos.

Su principal característica es su funcionamiento *inverter* y los programas sinérgicos, que permiten una regulación rápida y sencilla.



1. Panel de control
2. Unidad de alimentación
3. Pinza de soldadura MX-4900
4. Pistola de soldadura
5. Brazo soporte de la pinza
6. Depósito de refrigeración
7. Manómetro de presión

Unidad de alimentación

La unidad de alimentación es una fuente de corriente de soldadura regulada por inverter y controlada por un microprocesador. La corriente de soldadura se mantiene siempre constante, conforme al ajuste de potencia, independientemente del espesor de la chapa y de otras magnitudes.

La unidad cuenta con tomas de alimentación para la pinza neumática de soldadura, la pistola, y la masa para la reparación de chapa, permitiendo, de este modo, el funcionamiento alternativo de dos herramientas y proporcionando una gran versatilidad y rapidez, al evitarse operaciones intermedias; basta con cambiar el cable de conexión para que el equipo reconozca la herramienta automáticamente.

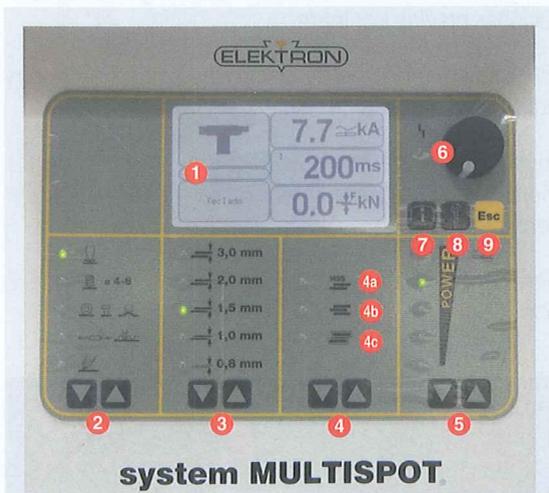
Dispone de un sistema de protección térmica para evitar sobrecalentamientos; cuando supere una temperatura determinada, el equipo se desconecta y deja de funcionar hasta que se enfríe.



Panel de control

El panel de control presenta una pantalla plegable, desde la cual se regulan, de forma rápida y sencilla, los diferentes procesos de soldadura. El *software* facilita diferentes posibilidades de ajuste: Seleccionando **modo de manejo** se tiene la opción de elegir diferentes posibilidades, como el **manejo por teclado**, que permite el ajuste de los parámetros indicando la tarea de soldadura (herramienta, espesor de la chapa, recubrimiento de la chapa y número de chapas a soldar). La **selección de programas de distintos fabricantes de vehículos** permite seleccionar los programas fijos que prescribe un fabricante de vehículos para la reparación de sus modelos. De esta forma se realizan soldaduras exactas en todas las reparaciones que presenten las mismas características.

Con la opción **selección libre de parámetros** se escogen las soldaduras más importantes que pueden ser ajustadas libremente: corriente de soldadura, tiempo de soldadura y presión de los electrodos.

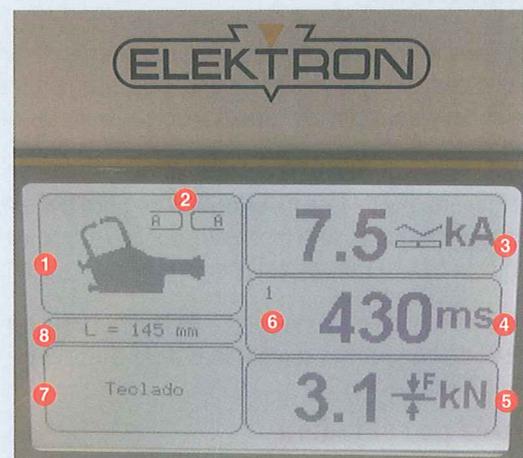


1. Pantalla LCD
2. Teclas de selección de funciones de la pistola
3. Teclas de selección del espesor de las chapas
4. Teclas de selección de la tarea de soldadura
 - 4a. Chapa de acero especial
 - 4b. Tres o más chapas
 - 4c. Chapa galvanizada
5. Teclas de selección de la intensidad de corriente
6. Botón giratorio cursor
7. Tecla de información
8. Tecla de servicio
9. Escape

Panel de control

En el administrador de programas se pueden crear programas individuales. De esta forma, se graban todos los parámetros de la soldadura realizada en una operación y permanecen intactos para cuando se necesite volver a realizar esa misma operación. Entonces, resultará tan sencillo como abrir el programa guardado y realizar la soldadura sin necesidad de ajustes previos.

La posibilidad de introducir los datos de una reparación (número de reparación, usuario, número de chasis, modelo y matrícula del vehículo) permitirá tener acceso, en todo momento, a los datos de la reparación.



1. Herramienta detectada automáticamente
2. Dedales de los electrodos prescritos para el programa de soldadura
3. Corriente de soldadura ajustada
4. Tiempo de soldadura ajustado (suma todos los tiempos de corriente)
5. Presión de los electrodos
6. Numero de impulsos 1-36
7. Modo de manejo
8. Longitud de los electrodos

Pantalla LCD

Pinza neumática de soldadura

La pinza MX-4900 es la pieza principal del equipo y se emplea para la realización de la soldadura con doble electrodo. Dispone de un amplio juego de electrodos y portaelectrodos, que permiten acceder a las diferentes zonas de la carrocería. Los brazos portaelectrodos están dotados de una identificación automática (el equipo los identifica visualizándolos en la pantalla LCD).



Pinza de soldadura MX

Una característica importante es que dispone de un circuito cerrado de refrigeración por agua, que permite el enfriamiento de los electrodos y portaelectrodos de forma permanente.

Es ergonómica y de fácil manejo, pero un poco pesada, consecuencia que se ve compensada por el brazo soporte, que lo reduce considerablemente.

Dispone de un sistema de apertura de la pinza para permitir el acceso a zonas complicadas de la carrocería.

Pistola de soldadura

Es un elemento adicional, que permite el acoplamiento de diversos accesorios para realizar diferentes funciones de apoyo a la reparación: electrodo para soldadura por empuje, adaptadores para la soldadura de remaches, tornillos, arandelas y clavos y electrodos de cobre y carbono para tratamientos térmicos. Asimismo, existe la posibilidad de montar en dicha pistola el cuerpo del



Pistola de soldadura

martillo de inercia, pudiendo ejecutar simultáneamente la soldadura de un accesorio especial y el estiramiento de la chapa para conseguir su desabollado rápido.

La pistola de soldadura está refrigerada por aire; cuando supera determinada temperatura, un chorro de aire es dirigido hacia la el electrodo y portaelectrodo para refrigerarlo.

Instrucciones de uso

Con el fin de conseguir los resultados deseados es muy importante que el equipo funcione correctamente durante la realización de las diferentes operaciones. Las superficies de contacto de las chapas deben estar sin pintura ni aprestos, limpias y exentas de óxido y grasa.

Soldadura por puntos

La soldadura por puntos de resistencia con la pinza se efectúa en todas las zonas donde haya acceso por las dos caras de la chapa a soldar. Deben seguirse las operaciones previas siguientes:

Elegir la combinación de electrodos y portaelectrodos adecuada a la zona de trabajo.

Ajustar la separación a 6-8mm y el centrado de los electrodos para poder conseguir la presión adecuada sobre la superficie a soldar.

Verificar que la presión de aire comprimido sea de 8 bar.



Soldadura en un larguero



Al conectar el equipo, automáticamente exige el calibrado de la herramienta, que consiste en soldar un punto sin chapas; de esta forma se autocalibra para soldar en condiciones óptimas.

Seleccionar el modo de trabajo, en modo *programas de fabricantes*, o los elaborados por el usuario. El proceso consiste en buscar el programa específico y soldar directamente, sin necesidad de ajustes.

En el *modo por teclado* el ajuste es manual y se pueden elegir los parámetros de soldadura (3), el espesor de la chapa de 0,8 a 3 mm, tipo de acero (4-A), número de chapas a soldar (4-B) y revestimiento de la chapa (4-C).

El proceso de soldadura requiere situar la pinza en la zona de aplicación, apoyando el electrodo fijo sobre la carrocería. Al pulsar la tecla de soldadura comienza el ciclo programado de soldadura (presión previa de 1 segundo, tiempo máximo de soldadura de 0,5 segundos, presión posterior de 1 segundo). El ciclo se completa manteniendo pulsada la tecla hasta el final; si se suelta antes, el punto no se completa y queda defectuoso.



Soldadura sobre acero

Soldadura por empuje

La soldadura por empuje requiere muy buenas condiciones de trabajo para conseguir un resultado de calidad. Por este motivo, no es recomendable su uso en uniones de piezas de la carrocería, sino solamente como apoyo en determinados procesos.

Se comienza colocando la pinza de masa en la chapa opuesta a la soldadura, en una zona perfectamente

limpia, sobre chapa viva y lo más cerca posible de la zona de soldadura.

Habría que evitar posibles conexiones metálicas con otros elementos, que pueden resultar dañados debido a la circulación de corriente por los mismos.

Luego se selecciona el tipo de chapa y el espesor y se ajustan los parámetros de tiempo y corriente de soldadura igualmente que con la pinza.

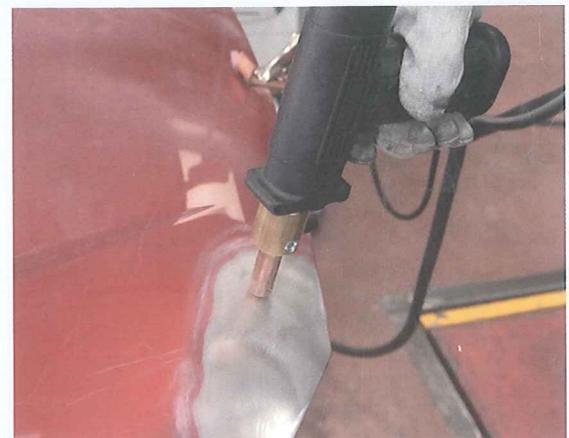
Por último, se asegura un contacto íntimo entre las chapas a soldar, sin ejercer una presión excesiva sobre ellas.

Recogida de chapa

Este proceso se emplea para recoger un sobreestiramiento de la chapa, mediante un tratamiento térmico. Se coloca en la pistola el electrodo correspondiente de



Recogida de chapa con electrodo de carbono



Recogida de chapa de aluminio con electrodo de cobre



cobre o carbón y se selecciona, con las teclas (2), la función correspondiente, mientras con las teclas (3) se regula el espesor de la chapa no superior a 0,8 mm, el tipo de acero (4) y los parámetros de soldadura (5).

Soldadura de accesorios

La pistola permite la soldadura de remaches, espárragos y tuercas para la fijación de accesorios, así como la soldadura de elementos auxiliares para la extracción de abolladuras con el martillo de inercia. Para la soldadura de estos accesorios se necesitan los útiles espaciales que incorpora el equipo.



Soldadura de un espárrago

Martillo de inercia

Con el equipo se suministra el martillo de desabollar, pudiéndose utilizar con diferentes cabezales para la tracción sobre arandelas y clavos previamente soldados y, opcionalmente, el martillo de desabollado rápido SAH, que se acopla directamente en la pistola y, con un útil especial, suelda directamente a la chapa, desabollando de forma rápida.



Martillo de inercia y accesorios

Seguridad

Durante la utilización y manipulación del equipo MULTISPOT MI-100 se deben tener en cuenta los riesgos a que se está sometido:

- Para evitar aplastamientos, no se debe trabajar con las manos próximas a las partes móviles.
- Durante la soldadura, el equipo genera campos electromagnéticos, que pueden provocar irritaciones en los órganos sensoriales, como células nerviosas y musculares, y mal funcionamiento de los medios auxiliares para el cuerpo (marcapasos, bombas de insulina, audífonos, etc.). También se podrían dañar relojes, teléfonos, tarjetas magnéticas, memorias de datos, etc.
- Durante la soldadura no se debe llevar el cable pegado al cuerpo. Se recomienda guardar una distancia de seguridad de 15 cm.
- Para la realización de los trabajos de soldadura y para la manipulación del equipo el operario debe llevar gafas y guantes de seguridad que le protejan de eventuales proyecciones de material incandescente.
- Evitar soldar en ambientes inflamables, nunca en recipientes que tengan o hayan contenido productos inflamables.
- Desconectar el equipo de la red eléctrica y de aire comprimido antes de cualquier manipulación.
- Las reparaciones de las anomalías de funcionamiento solamente deben ser efectuadas por personal cualificado.
- Antes de soldar con la pinza, desconectar la masa de la pistola si esta puesta en la carrocería.

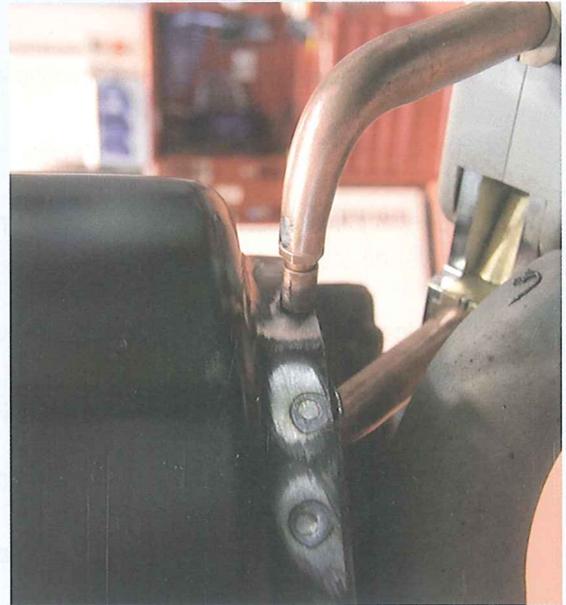


Desbloqueo del brazo



Soldadura de acero especial

- Desconectar el funcionamiento del sistema de refrigeración antes de sustituir los electrodos.
- Desconectar o proteger la batería del vehículo antes de realizar cualquier soldadura en el vehículo.
- Los electrodos se sustituyen de forma fácil y rápida.
- Los puntos de soldadura son de excelente calidad, siempre que esté bien regulados el espesor y el tipo de acero y bien preparadas las superficie de contacto de los electrodos.
- Antes de soldar en la carrocería, es recomendable realizar una prueba de rotura del punto sobre una probeta con dos chapas de las mismas características a la pieza a soldar.
- En aceros al boro es importante ajustar perfectamente el equipo para conseguir puntos de calidad; en este caso, la presión de los electrodos que ejerce la pinza es muy importante para conseguir puntos excelentes.
- La cadencia de trabajo es buena, debido a la refrigeración total de los electrodos.
- La soldadura de accesorios como espárragos, tuercas, arandelas, etc. es rápida y no entraña ninguna dificultad si la chapa está limpia.



Calidad del punto en acero al boro

- La soldadura con un solo electrodo, monopunto o de empuje se realiza de forma rápida y sencilla. Este tipo de soldadura debe realizarse en unas condiciones excepcionales, ya que la experiencia demuestra que estos puntos carecen muchas veces de la resistencia suficiente, al no poder alcanzarse la presión de apriete requerida para unir las dos chapas.



- Fundamento de la soldadura por puntos de resistencia.
- Fases de la soldadura por puntos de resistencia.
- Define el efecto *Shunt*.
- ¿Cuáles son los parámetros de la soldadura MIG/MAG?
- Principales gases de protección empleados en la soldadura MIG/MAG.
- ¿Qué se entiende por soldadura a punto calado?
- Indica los principales riesgos de la soldadura MIG/MAG.
- Detalla los materiales y equipos empleados para la soldadura blanda. ¿Qué ventajas ofrece el estañado para cubrir una junta?
- Influencia de las propiedades del aluminio en las operaciones de soldadura.
- Describe las técnicas de unión de paneles empleadas en las carrocerías de aluminio.
- ¿Qué modificaciones se deben realizar en una máquina de soldadura MIG/MAG para soldar aluminio en vez de acero?
- Cita los riesgos a los que se expone el operario en la soldadura MIG/MAG sobre aluminio.
- Describe, brevemente, diferentes tipos de soldadura TIG.
- ¿Qué ventajas ofrece la sustitución por sección parcial?
- ¿Qué función cumplen los ingletes o entalladuras en V en una sustitución parcial?
- Explica la metodología para proceder a la sustitución parcial de un elemento estructural.



- Selecciona los equipos de protección individual (EPI) necesarios para efectuar los distintos tipos de soldadura.
- Identifica, en el aula-taller, los mandos de regulación y ajuste de diferentes equipos de soldadura.
- Sobre probetas de chapa, ajusta y regula los distintos tipos de equipos de soldadura.
- Evalúa la calidad de un punto de soldadura por resistencia.
- Realiza una aplicación de soldadura blanda sobre un panel vertical de una carrocería.
- Identifica, en una carrocería de aluminio, las distintas técnicas de unión que presenta.
- Completa la secuencia de puesta en marcha de un equipo MIG/MAG.
- Sobre distintas probetas de chapa de aluminio, ejecuta las soldaduras MIG/MAG a solape, tope y tapón.
- Selecciona y regula las herramientas a emplear para realizar la sustitución parcial de un panel fijo de la carrocería.
- Realiza la sustitución parcial de un panel de puerta, cortando por el montante.
- Realiza la sustitución por sección parcial de media aleta trasera y del tercio anterior de un larguero delantero.
- Realiza una sustitución completa de un estribo bajo puerta.

MEDIDAS DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS PROCESOS DE SOLDADURA

1. Soldadura por puntos de resistencia

- El voltaje de alimentación de los equipos de soldadura por puntos de resistencia puede provocar electrocuciones cuando existan desperfectos o falta de protección en el equipo y en la instalación eléctrica. Este riesgo se acentúa si la soldadura se realiza en ambientes húmedos o con la ropa mojada.
- La corriente eléctrica de soldadura genera campos magnéticos, que podrían alterar el funcionamiento de componentes electrónicos. Esta observación es de vital importancia para personas con marcapasos.
- El calor generado en las piezas soldadas y en los electrodos de soldadura puede provocar quemaduras en las manos.
- La proyección de material fundido, en la ejecución del punto de soldadura, podrá ser especialmente perjudicial si incide directamente sobre los ojos.

2. Soldadura de hilo continuo bajo gas protector (MIG/MAG)

Riesgos derivados de la electricidad y del calor

- El voltaje de alimentación de estos equipos puede provocar electrocuciones cuando existan desperfectos o protecciones no apropiadas tanto en el equipo como en la instalación eléctrica del taller. También existe riesgo de electrocución si las soldaduras se realizan en ambientes húmedos o con ropa mojada.
- El calor generado en las piezas soldadas puede provocar quemaduras en las manos de los operarios.
- La proyección de material fundido y las chispas que se generan en la ejecución de la soldadura podrían traspasar la ropa del operario.

Riesgos derivados de las radiaciones de luz

- La soldadura MIG/MAG emite radiaciones de luz ultravioleta e infrarroja, que afectan a los ojos y a la piel, introduciendo un factor de riesgo. Las ultravioletas pueden provocar cegueras, pasajeras o permanentes, y cáncer de piel; las radiaciones visibles pueden ocasionar ceguera pasajera o permanente, si la exposición es prolongada; las radiaciones infrarrojas causan desde dolores de cabeza y lagrimeos hasta cataratas o atrofas del nervio óptico.

Riesgos derivados de la inhalación de humos de soldadura

- En los procesos MIG/MAG se puede producir gran cantidad de humos y gases tóxicos, fundamentalmente por la combustión de revestimientos de la chapa (galvanizados, electrozincados, grasas, disolventes, productos anticorrosivos y pinturas).
- Las radiaciones ultravioletas descomponen el oxígeno, formando ozono, gas altamente tóxico.

Riesgos derivados de los gases de protección

- Estos gases son inertes y carentes de actividad perjudicial, pero, si se producen grandes fugas, pueden provocar asfixias por desplazamiento del oxígeno.
- El dióxido de carbono es poco tóxico pero, en grandes concentraciones, puede causar desmayos, mareos y paralizar la función respiratoria.

3. Soldadura oxiacetilénica

Los riesgos que conlleva el empleo de este sistema de soldadura derivan del manejo de los gases y de la temperatura. Los ojos pueden verse afectados por las radiaciones ultravioletas que se producen en los procesos de soldadura, por lo que es necesario protegerlos por medio de gafas provistas de cristales inactínicos con el factor de protección adecuado.

Igualmente, es interesante dotar al puesto de trabajo de un soporte especial, que permita colocar el soplete encendido.

Principales riesgos en el manejo de gases

- Rotura.
- Explosión.
- Aumento de presión.
- Inerte: suboxigenación.
- Combustible: inflamación, explosión.
- Comburente: sobreoxigenación.
- Caídas, golpes.

Cuando se aplica la soldadura oxiacetilénica, deben tenerse en cuenta determinadas medidas de seguridad relativas al equipo y a las instalaciones:

- Utilizar reguladores de presión específicos para cada gas.
- Emplear válvulas antirretroceso de la llama.
- Procurar el buen estado de las instalaciones.
- Usar la boquilla apropiada.
- Almacenar las botellas en locales secos y alejados de combustibles.
- Eliminar previamente todo resto de pinturas, grasas, disolventes, etc.
- Mantener en perfecto estado de funcionamiento los equipos de extracción y ventilación del taller.
- Disponer de extintores de mano.

4. Soldadura blanda

Los principales riesgos a los que está expuesto el chapista en la aplicación de la soldadura blanda son quemaduras e inhalación o ingestión de plomo. El operario deberá protegerse de la inhalación o ingestión de este metal, tanto en el proceso de aplicación como en el lijado posterior. Para ello, empleará mascarillas apropiadas y sistemas de extracción directa. También es conveniente eliminar el polvo de plomo que se deposite en el suelo.

MEDIDAS DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS PROCESOS DE SOLDADURA DEL ALUMINIO

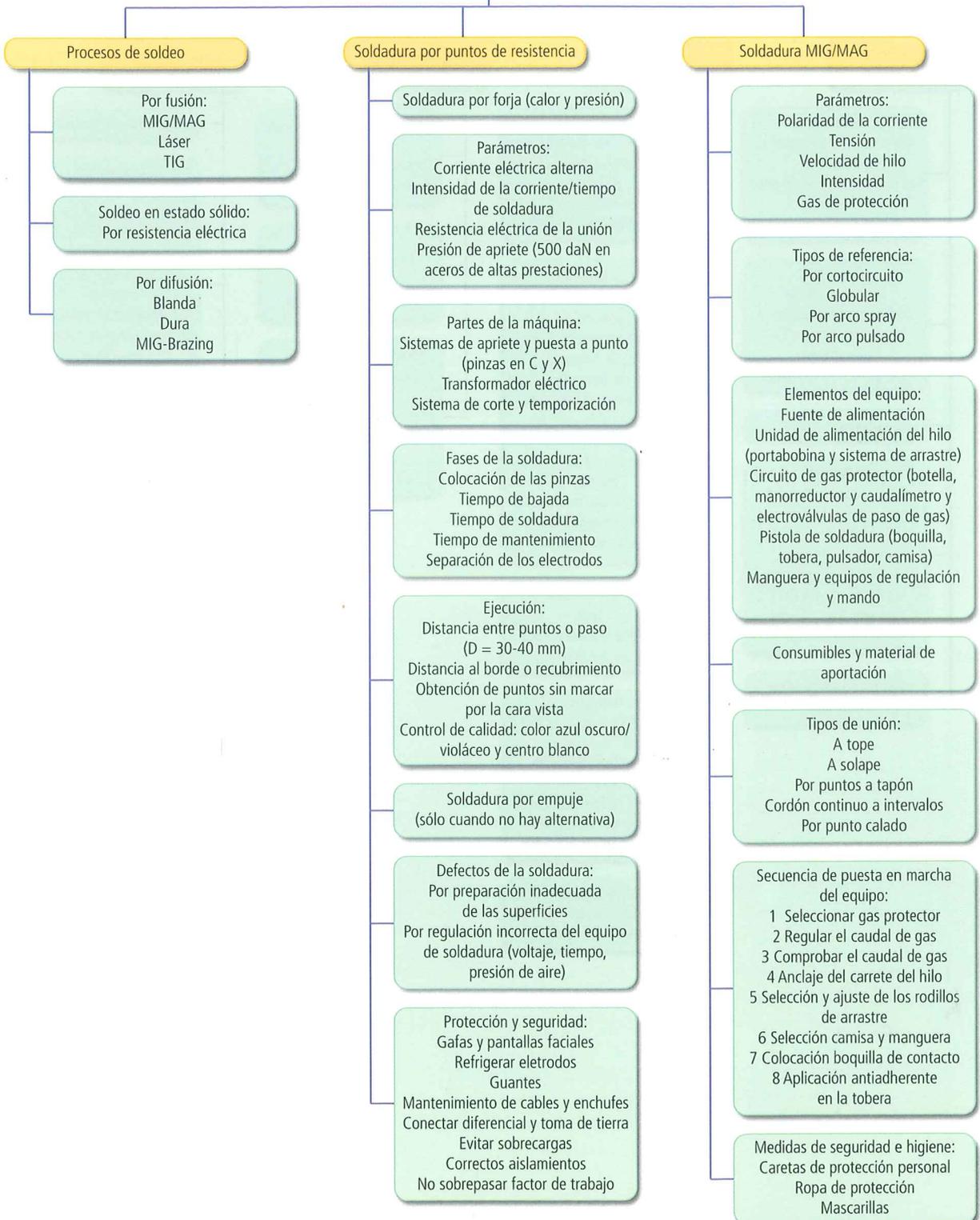
Los riesgos son similares a los presentes en los procesos de soldeo sobre el acero: quemaduras, radiaciones, incendios y explosiones, riesgos eléctricos e inhalación de gases.

- **Quemaduras:** El calor irradiado en la soldadura del aluminio es más elevado que en la del acero, debido al poder radiante del primero. Se emplearán equipos de protección individual, mandiles y guantes apropiados.
- **Radiaciones:** El arco de soldadura puede dar origen a fenómenos de radiación infrarroja y ultravioleta que, debido a la buena reflexión del aluminio, pueden causar daños en puntos del cuerpo no protegidos. Así, los infrarrojos pueden producir cataratas con el paso del tiempo; los ultravioletas pueden provocar, a las pocas horas de estar soldando, conjuntivitis o inflamaciones en la córnea, quemaduras y eccemas. Por ello, las pantallas deben proteger cara, cuello y orejas. Los puestos de trabajo han de estar apantallados.
- **Vapores:** La radiación ultravioleta da origen a la formación de ozono y gas excitante, peligroso para las mucosas. Asimismo, la formación de gases nitrosos puede provocar afecciones pulmonares. Por lo tanto, deben ventilarse los puestos de trabajo con equipos extractores.

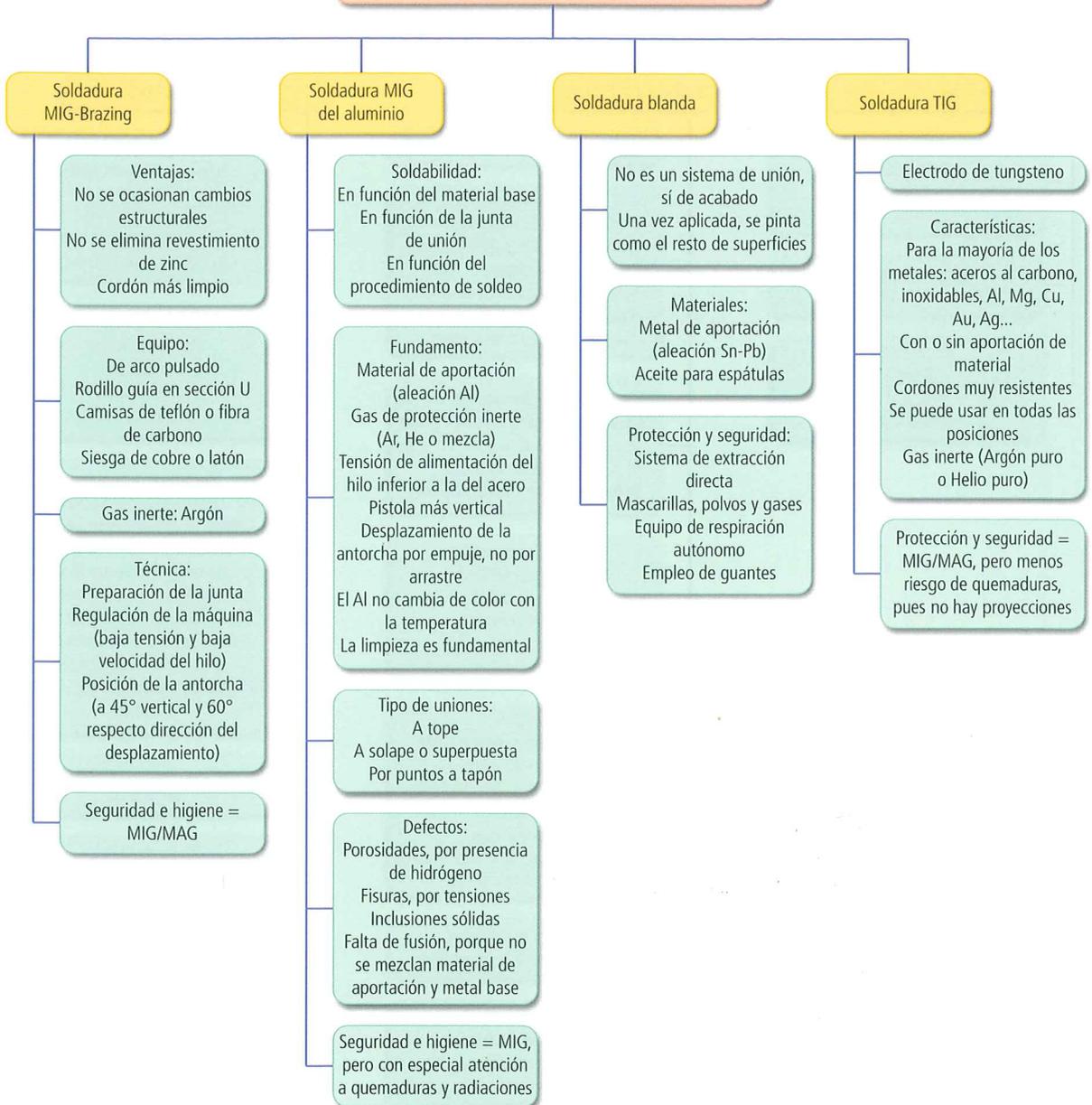
Recomendaciones generales

- Controlar el estado de las instalaciones eléctricas, verificando el aislamiento de mangueras y conexiones.
- Realizar el mantenimiento por personal especializado y una limpieza periódica, evitando la acumulación de polvo de aluminio, que podría provocar una atmósfera explosiva.
- Proteger con mantas ignífugas los puntos de la carrocería que pudieran resultar dañados durante el proceso de soldadura.
- Disponer un extintor fuera del puesto de trabajo.

SUSTITUCIÓN DE ELEMENTOS FIJOS SOLDADOS (I)



SUSTITUCIÓN DE ELEMENTOS FIJOS SOLDADOS (y II)



Prevención de riesgos laborales

Sumario

7.1. Identificación de riesgos

7.2. Gestión medioambiental

Aprenderás a...



- Identificar los **riesgos** a los que se somete el profesional cuando afronta trabajo de soldadura.
- Qué acciones ha de adoptar un taller para la retirada controlada de los **residuos** que genera.



7.1. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Durante la reparación de un vehículo se manipulan y emplean distintos productos, equipos y herramientas, que introducen un número importante de riesgos, a los que el operario se encuentra expuesto.

Debes saber



Los **riesgos** que se producen en un taller podrán causar desde pequeñas molestias hasta graves enfermedades profesionales.

7.1.1. Riesgos en el área de carrocería

Los principales riesgos a los que se encuentra expuesto el chapista en los procesos de reparación son los siguientes:

- **Quemaduras** originadas en las operaciones en las que se aplica calor, como es el caso de las soldaduras de plásticos o de metales.
- **Cortes** con las herramientas empleadas en las operaciones de sustitución o de reparación y en la manipulación de piezas de chapa.
- **Sobreesfuerzos posturales**, en aquellos casos en los que, por las necesidades de la reparación, se precise realizar esfuerzos en posturas poco apropiadas.
- **Golpes y contusiones** con las herramientas utilizadas o con el propio vehículo, así como riesgos de caídas de objetos pesados sobre los pies.
- **Ruido** producido por las herramientas en las distintas operaciones, en las que la carrocería suele generar un efecto amplificador.



Soldador de aire caliente

- **Proyección de cuerpos incandescentes o fundidos**, ocasionados por las operaciones de soldadura y por los lijados o repasos de cordones de soldadura.
- **Incrustación en el cuerpo de esquir-las** arrancadas de las piezas de la carrocería durante las operaciones de corte, tomando especial gravedad aquellas que inciden en los ojos del operario.
- **Exposición a las radiaciones de luz** no ionizantes emitidas en los procesos de soldadura MIG/MAG, que pueden provocar, dependiendo de la exposición, desde dolores de cabeza y quemaduras en la piel hasta lesiones permanentes en los ojos.



Equipo de protección personal del soldador

- **Contacto de la piel con los productos tóxicos** que se emplean en ciertas operaciones como disolventes de limpieza, adhesivos de poliuretano, resinas epoxi y productos anticorrosivos, que pueden provocar ligeras irritaciones cutáneas e, incluso, dermatitis.
- **Inhalación de polvos, gases o vapores tóxicos** por las vías respiratorias, originados en las operaciones de lijado, soldadura, o en la manipulación de los productos reseñados en el punto anterior. La volatilidad de determinados isocianatos se incrementa con la reacción de polimerización.
- **Electrocuciones** durante el manejo de las herramientas y equipos accionados con energía eléctrica.



Traje integral para la aplicación de anticorrosivos y antigravillas



Mascarilla protectora

7.1.2. Prevención y protección colectiva

El taller de carrocería dispone de diversas medidas colectivas de prevención frente a los riesgos, que afectan tanto a las instalaciones como al equipamiento y a la distribución de los puestos de trabajo.

Instalación eléctrica

La instalación eléctrica del taller, así como los equipos de accionamiento eléctrico, deben contemplar las normas estipuladas por el *Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión*, que trata de prevenir los contactos eléctricos peligrosos. Fundamentalmente, se basa en los siguientes principios:

- Impedir la aparición de contactos mediante aislamientos adecuados.
- Hacer que el contacto resulte inocuo, usando tensiones de trabajo no peligrosas.
- Limitar la duración del efecto del contacto mediante dispositivos automáticos de corte de tensión.

Para que las medidas de seguridad sean efectivas, se utilizarán adecuadamente los equipos de trabajo y los puntos de la instalación eléctrica en donde se conecten.

Equipamiento del taller

Dentro de la dotación del taller se encuentran diversos elementos que, además de facilitar el trabajo, permiten reducir las situaciones de riesgo. Por ejemplo:

- La utilización del **elevador** evitará posturas forzadas en determinadas operaciones, al permitir adecuar la altura del vehículo al trabajo que se realiza. Su empleo será, por tanto, una medida que disminuirá los riesgos de sobreesfuerzos musculares.
- Los **carros portapiezas** favorecen el orden en el taller, ya que en ellos es posible ir acumulando las piezas desmontadas o las de recambio. Empleados adecuadamente, reducen el número de manipulaciones, los riesgos de caídas por tropiezos en la zona de trabajo y evitan que la acumulación de objetos por el suelo del taller entorpezca una posible evacuación.
- Los **carros portaherramientas** permiten colocar en un lugar seguro las herramientas automáticas o manuales que se utilicen en la reparación. De esta manera, se consigue reducir el riesgo de lesiones o de incendio por su accionamiento accidental.
- Los **brazos aéreos o centralitas de servicio** de aire comprimido y electricidad reducen al mínimo la necesidad de utilizar mangueras o prolongadores. Además, en ellos se pueden suspender las herramientas automáticas que se emplean en la reparación.
- Los equipos de **extracción de humos de soldadura** mantienen bajo control las concentraciones de los gases tóxicos que se originan en estas operaciones. Gracias a ellos, el ambiente de trabajo será más saludable en el taller.



Empleo de soportes adaptados a la altura del trabajador

Distribución de los puestos de trabajo

Una correcta distribución de los puestos de trabajo limitará las consecuencias de los accidentes, si estos ocurren. Además, cada puesto deberá contar con las dimensiones adecuadas a la operación que en él se realiza. Por ejemplo, resulta apropiado que los puestos de bancada se encuentren en zonas del taller donde exista menor circulación de personal; es decir, alejados del almacén, aseos o vestuarios, oficinas, etc.

Recuerda



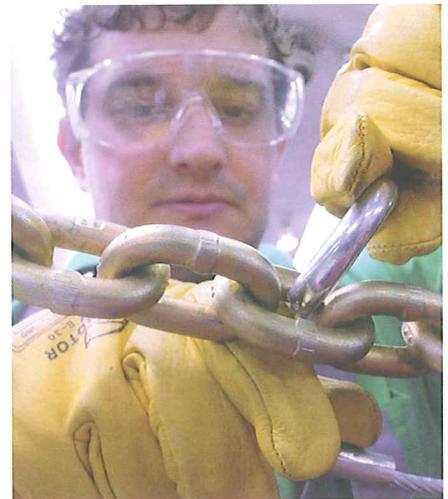
El taller contará con **pasillos de seguridad** alrededor de las zonas de mayor riesgo y vías de evacuación para casos de emergencia. El operario debe conocer su existencia y no obstaculizarlas con herramientas, piezas o vehículos.

7.1.3. Equipos de protección individual (EPIs)

El equipo de protección individual (EPI) es «cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin».

Los empresarios deben proporcionar a los trabajadores equipos de protección individual adecuados, así como vigilar su uso correcto y efectivo.

Los trabajadores, por su lado, deben utilizar y cuidar correctamente estos equipos, colocarlos después de su utilización en el lugar adecuado y comunicar inmediatamente cualquier defecto, anomalía o daño apreciado en el mismo.



Empleo de gafas de seguridad en el trabajo en bancada

Para utilizar estos equipos es necesario respetar unas reglas básicas, teniendo en cuenta las condiciones tanto del trabajo como del trabajador. Los equipos han de estar adecuados al riesgo, a las condiciones del lugar, a las exigencias ergonómicas y al portador. Tienen que poseer una serie de características conforme a todo lo que les rodea en el puesto de trabajo específico donde serán usados.

Debes saber



Un EPI es un elemento de protección para quien lo utiliza, no para proteger a otras personas. Ha de utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar por medio de técnicas de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

Los equipos de protección individual deben cumplir una serie de características:

- Deben estar certificados de acuerdo con la Norma Europea (marcado CE).
- Deben ser adecuados al riesgo, sin suponer un riesgo adicional.
- Deben ser ergonómicos.
- Se realizará un mantenimiento y, en su caso, reposición de los mismos.

Protección ocular y facial

Los equipos de protección ocular y facial están regulados por normativas europeas, haciendo hincapié en proporcionar protección frente a impactos de distinta intensidad, radiaciones (de más de 0,1 nm), metales fundidos, sólidos calientes, gotas y salpicaduras, polvo, etc.

Por su aplicación a los riesgos existentes en los talleres de reparación de automóviles, hay que reseñar las normas EN166, relativa a peligros susceptibles de causar daños a los ojos o alterar su visión; EN169, que regula los filtros usados en soldadura, y la EN170, que regula los filtros contra radiaciones ultravioletas.



Diferentes gafas empleadas en carrocería

Gafas de montura universal

Están formadas por una montura universal de patilla, sobre la que se monta el ocular con la calidad óptica adecuada. Ambos elementos deben estar certificados en su conjunto y deben presentar la resistencia adecuada y una forma de rotura no peligrosa. Cuando la resistencia mecánica no sea igual para el ocular y la montura, se tomará el nivel más bajo para el protector completo, debiendo asegurarse de que el riesgo existente en el entorno de trabajo se corresponde con el campo de uso del protector seleccionado.

Este tipo de gafas están indicadas, por sus características, para la mayor parte de las operaciones que se llevan en las áreas de carrocería y mecánica.

Gafas panorámicas

Están formadas por un ocular panorámico, que ofrece un excelente campo de visión, y una montura tipo máscara, con una estanqueidad total en la zona de los ojos.



Las gafas de montura panorámica cierran de manera estanca la zona de los ojos



Protección en el área de pintura

Este tipo de gafas ofrece un alto grado de protección frente a riesgos mecánicos; por ejemplo, impactos de partículas de alta velocidad y media energía, y también frente a riesgos químicos como salpicaduras, aerosoles y vapores. Por esta razón, estos equipos resultan adecuados para la mayoría de los trabajos en el área de pintura.

Caretas de soldadura

La misión de las caretas de soldadura es proteger al usuario de las radiaciones ultravioleta (UV) e infrarrojas (IR) que se generan en los procesos de soldadura al arco eléctrico, protegiendo, a su vez, de salpicaduras y proyecciones.

Están constituidas por un «casco» integral, que protegerá toda la cara del operario, y un ocular, constituido por un cristal inactivo, cuyo factor de protección dependerá de la intensidad de la corriente de soldadura. En los trabajos de carrocería suelen emplearse los factores de protección comprendidos entre los números 10 y 13.

Actualmente, existen caretas dotadas de filtros que se oscurecen y aclaran automáticamente cuando se inicia o finaliza el arco eléctrico.



Pantalla de soldadura



Las caretas con filtros auto oscurecibles facilitan la visión del operario y permiten tener las dos manos libres

Protección auditiva

Cuando el entorno laboral esté sobrecargado de ruido y éste sobrepase los 85 decibelios, se habrá de proteger a los operarios mediante el empleo de protecciones auditivas. La normativa europea que regula el uso de estos equipos es la EN352.

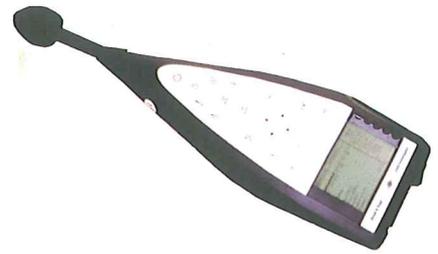
Un buen protector auditivo reducirá los niveles de ruido, dejando paso a los sonidos de intensidad débil y amortiguando los sonidos excesivos a un nivel aceptable (entre 70 y 80 decibelios).

Orejas

Consisten en dos cazoletas moldeadas y recubiertas de material aislante, que elimina la transmisión del sonido, quedando unidas entre sí por medio de un arnés.

Estas cazoletas disponen de un reborde almohadado y anatómico que facilita su ajuste por presión a las orejas del usuario, mejorando el sellado.

En el mercado también existen orejas dotadas de un dispositivo electrónico que permite regular el nivel de atenuación.



Sonómetro para la medición del ruido



Cascos



Las orejas disponen de un sistema regulable en sentido lateral y vertical

Tapones auditivos

Consisten en unos pequeños tapones fabricados en un material poroso, con forma cónica y perfil redondeado, pensados para introducirse en el canal auditivo y reducir el ruido.

Presentan una gran flexibilidad, por lo que generan una baja presión en el canal auditivo.

Estos tapones pueden ser desechables, reutilizables y con banda.



Los tapones auditivos, colocados correctamente, son una protección cómoda y eficaz

Vías respiratorias

Los equipos para la protección de las vías respiratorias se conocen como mascarillas. Existe una amplia gama de ellas, en función del tipo de protección que aportan, desde el filtrado contra partículas sólidas, hasta el filtrado de gases y vapores.

Todas ellas están sujetas a diversa normativa europea (EN136, EN140, EN141, EN143, EN149, EN405), que regula las características mínimas en términos de materiales, limpieza, desinfección, resistencia, escapes, etc.

Mascarillas para partículas

Son mascarillas pensadas para filtrar partículas sólidas y líquidas no volátiles, con un tamaño no inferior a cinco micrones. Protegen la entrada de las vías respiratorias (nariz y boca), pudiendo presentar diferentes niveles de protección (FFP1, FFP2 y FFP3).

Suelen incluir un clip de nariz y un acolchado de espuma, haciendo más fácil un sellado seguro de la zona nasal.

Las hay con y sin válvula de exhalación; esta válvula ayuda a reducir la humedad y el aire caliente en la mascarilla, facilitando la respiración.

Dentro de este grupo, se encuentran encuadradas las mascarillas frente a humos de soldadura. Estas mascarillas suelen disponer de una capa de carbono activo que elimina el ozono generado en las operaciones de soldadura al arco (MIG y TIG) y de un tratamiento especial retardante de la llama, que las hace resistentes frente a los humos de soldadura.



En la correcta selección de una mascarilla hay que tener en cuenta su tipo y clase, de acuerdo al contaminante del que hay que protegerse

Debes saber



Las **mascarillas** frente a humos presentan un diseño compatible con las pantallas de soldadura.

Mascaras para gases y vapores

Este tipo de máscaras protegen las vías respiratorias de la inhalación de gases y vapores o de la mezcla de ambos. Existen diferentes tipos de filtro, en función del contaminante que se evita respirar. También existen filtros mixtos que ofrecen una protección adicional frente a partículas.

Estas máscaras suelen estar constituidas por un arnés ajustable y ligero y dos filtros de carbono activo, que minimizan la resistencia a la respiración. Muchos de los modelos de máscaras presentan filtros recambiables, pudiéndose sustituir sin necesidad de desechar la máscara completa.



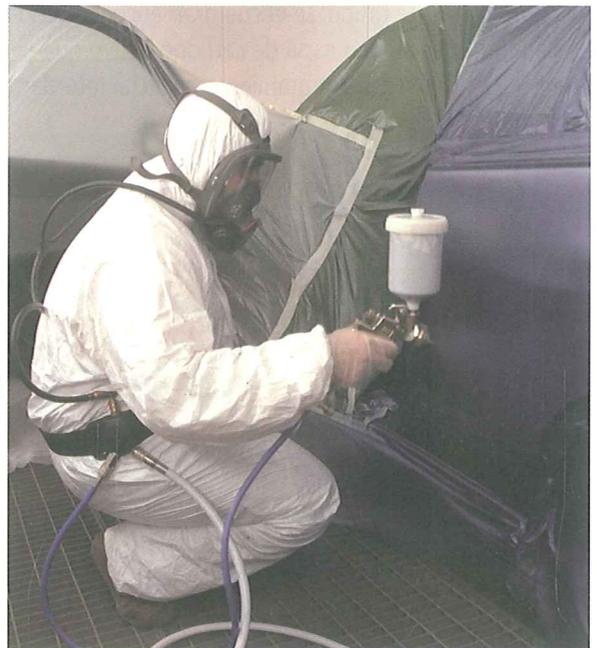
Los filtros para gases y vapores han de cambiarse periódicamente

Equipos semiautónomos

Se trata de equipos motorizados que aportan un suministro de aire constante, filtrado y limpio a las vías respiratorias, desplazando el aire ambiente contaminado. Los empleados en el taller de reparación en operaciones de repintado son equipos semiautónomos, que precisan de una conexión a la línea de aire comprimido.

Estos equipos están compuestos por tres unidades:

- *Unidad de cintura:* Esta unidad, acoplada mediante un cinturón a la cintura, permite filtrar y acondicionar el aire, así como regular su caudal.
- *Tubo de respiración:* Mediante un sistema de conexión rápido, conecta la unidad de cintura con la unidad de cabeza. Consiste en un tubo ligero, de poliuretano o caucho, cuyo sistema de conexión impide la desconexión accidental, así como la formación de bucles en el tubo de alimentación.
- *Unidad de cabeza:* Es la unidad que aporta directamente el aire purificado a la cabeza del usuario, suministrado a través del tubo de alimentación. Esta unidad es muy versátil (capuchas, cascos, pantallas de protección facial...), pudiéndose seleccionar la más adecuada al tipo de trabajo a realizar.



Los equipos de respiración semiautónomos permiten al usuario disponer de aire respirable cuando esté expuesto a una atmósfera contaminada

Guantes de protección

Los guantes son unos de los equipos de protección más utilizados. Su misión es proteger las manos de los operarios frente a diversos riesgos. Existen distintos niveles de prestación, en función del tipo de riesgo contra el que hay que protegerse: riesgos mecánicos, químicos, eléctricos, térmicos, etc.

Los tipos de guantes empleados con mayor frecuencia en el taller de reparación son:

Guantes contra riesgos mecánicos

Salvaguardan las manos frente a riesgos de naturaleza mecánica: golpes, cortes, abrasiones... Existen cuatro niveles de protección, caracterizándose cada uno por su resistencia frente a la abrasión corte, desgarrar y penetración.

Debes saber



Los guantes contra riesgos mecánicos ofrecen un nivel de protección adecuado para un gran número de las tareas que han de desarrollar los profesionales **chapistas y mecánicos**, fundamentalmente.



Al seleccionar los guantes hay que sopesar, por un lado, la sensibilidad al tacto y la capacidad de asir y, por otro, el nivel de protección

Guantes contra riesgos químicos

Los guantes frente a riesgos químicos están disponibles en una amplia gama de tipos y materiales, debiéndose seleccionar aquel guante que mejor se comporte frente al producto químico con el que se estará en contacto.

Para cada pareja material constituyente del *guante/producto químico*, se define una escala con seis «índices de protección». Estos índices se determinan en función de un parámetro de ensayo, denominado «tiempo de paso», que indica el tiempo que el producto químico tarda en traspasar el guante.

Debes saber



Los guantes deberán ser utilizados por todos los operarios del taller y, de forma muy especial, por los **pintores**, al ser éstos los que están más en contacto con multitud de productos químicos.



Los guantes deben ofrecer protección contra un determinado riesgo, sin crear por sí mismos otros riesgos (inocuidad)



Los guantes contra riesgos químicos deberán sustituirse antes de que sean permeables a los productos químicos

Los guantes más usuales son los de neopreno, nitrilo de látex, etc. Los más utilizados en el taller, los de nitrilo, para la manipulación de productos agresivos, como los disolventes de pintura, disolventes de limpieza, etc.

Los guantes de vinilo suelen emplearse para operaciones de lijado o para evitar el contacto con productos como los adhesivos.

Calzado de uso profesional

El calzado de uso profesional es el destinado a ofrecer cierta protección al pie contra los riesgos derivados de la realización de una actividad laboral.

Dependiendo del tipo de actividad a desarrollar, existe una amplia gama de calzado con propiedades y características específicas, adaptadas a riesgos concretos: calzado con puntera resistente, con suela antiestática, resistentes a la penetración, con suela antirresbalamiento, etc.

Dentro de la normal actividad del taller de reparación, suele emplearse calzado de dos tipos:

Calzado de trabajo

Calzado para uso profesional, que incorpora elementos destinados a proteger al usuario de las lesiones que pudieran provocar los accidentes. Se caracterizan por no disponer de puntera de protección contra impactos.

Es un calzado de uso general pensado frente acciones mecánicas, sin incluir el riesgo de aplastamiento o caída de objetos.



El calzado de uso profesional estará adaptado a la actividad

Recuerda



Este tipo de calzado suele ser utilizado por los pintores.

Calzado de seguridad

Dado que los dedos son las partes de los pies más expuestas a las lesiones por impacto, existe una gama de calzado de seguridad que se caracteriza por disponer de una puntera reforzada, que ofrece protección frente a impactos o caídas de cargas.

Recuerda



El calzado de seguridad lo usan mecánicos y chapistas, pues en el desarrollo de su actividad deberán manipularse cargas y elementos pesados.

Ropa de protección

Se entiende por ropa de protección la que sustituye o cubre a la ropa personal, y que está diseñada para proporcionar protección contra uno o más riesgos para la salud vinculados al desarrollo de una actividad laboral.

Debes saber



La **ropa** empleada en el taller como monos, batas, etc., cuyo cometido principal es ofrecer protección frente a la suciedad, no es considerada como equipo de protección individual.

En el taller de reparación adquieren esta categoría aquellas prendas que ofrecen protección o seguridad frente a un riesgo evaluado. Las prendas de protección a utilizar en el taller son:

Ropa de protección para los procesos de soldadura MIG/MAG

Este tipo de ropa está pensada para proteger frente a agresiones térmicas, y ante salpicaduras de partículas incandescentes. Ofrece, a su vez, una protección adicional frente a radiaciones generadas por el arco.

Deben presentar una propagación limitada de la llama, no arder ni desprender restos inflamados o fundidos y ser resistentes a proyecciones de metal fundido.

La ropa a emplear en el taller por el chapista para este tipo de cometido consiste en mandil, polainas, y manguitos de cuero.

Ropa de protección integral frente a riesgos químicos

Este tipo de indumentaria garantiza una protección integral frente a productos químicos, existiendo diversos niveles de hermeticidad y resistencia a la permeación, adaptándose a productos químicos en forma líquida, gaseosa o de vapor.



Para las operaciones de soldadura, existen prendas específicas como mandiles, polainas y manguitos



Empleo de mono integral, con capucha

En ciertas operaciones de taller es recomendable la utilización de monos con capucha, que ofrecen una protección integral del operario frente al contacto de contaminantes de origen químico.

El empleo de este tipo de prendas está indicado en las aplicaciones de aplicación de productos de pintura en las que se producirán salpicaduras y nieblas, así como en ciertas operaciones de lijado en las que se originará polvo tóxico e irritante para la piel, como es el caso del lijado de paneles de poliéster reforzado con fibras de vidrio.

7.1.4. Señalización de seguridad en el taller

El empresario está obligado, por ley, a señalar las situaciones que puedan inducir a peligros determinados, así como a indicar, mediante señales de seguridad, el emplazamiento de los dispositivos y equipos que tengan relevancia desde el punto de vista de la seguridad. Las señales de seguridad, según el símbolo que contengan y su color y forma, pueden ser:

- De prohibición (color rojo).
- De obligación (color azul).
- De advertencia (color amarillo).
- De salvamento y evacuación (color verde).
- De seguridad contra incendios (color rojo).
- Auxiliares.

La señalización no es una medida sustitutoria de las precauciones técnicas y organizativas de protección colectiva. Las señales de seguridad deberán emplearse cuando no haya sido posible eliminar o reducir suficientemente los riesgos mediante las precauciones técnicas u organizativas.

Debes saber



La señalización nunca podrá ser considerada una medida sustitutoria de la formación a los trabajadores en materia de seguridad y salud laboral.

SEÑALES DE PROHIBICIÓN		
Señal	Ubicación en el taller	Información
	Zona de pintura: Cabina, preparación y área de mezclas. Fosos.	Prohibición de fumar y encender llamas desnudas
	En rampas. En determinados puntos de la campa.	Prohibición de circulación de peatones

SEÑALES DE OBLIGACIÓN

Señal	Ubicación en el taller	Información
	Acceso a cabina de pintura y zonas de trabajo con disolventes, catalizadores, etc. Preparación y lijado de superficies.	Protección obligatoria de vías respiratorias
	Cabinas de pintura.	Protección obligatoria de cuerpo entero
	Trabajos con máquinas y herramientas ruidosas.	Protección obligatoria del oído
	Tareas donde exista riesgo de proyecciones hacia los ojos. Trabajos de soldadura.	Protección obligatoria de la vista
	Trabajos con productos químicos (disolventes y catalizadores). Trabajos mecánicos. Manipulación de chapa.	Protección obligatoria de las manos
	En toda la empresa.	Protección obligatoria de los pies

SEÑALES DE ADVERTENCIA

Señal	Ubicación en el taller	Información
	En todas las zonas donde concurren varios riesgos o no exista señalización específica.	Peligro en general
	En trabajos con disolventes y pinturas. Almacén de productos químicos.	Riesgo eléctrico
	En trabajos con disolventes y pinturas. Almacén de productos químicos.	Materiales inflamables
	En desniveles, obstáculos y columnas En barreras móviles.	Riesgo de caída de personas, choques o golpes

SEÑALES DE SALVAMENTO Y SOCORRO		
Señal	Ubicación en el taller	Información
	Vías de evacuación.	Dirección hacia salidas de emergencia
	Encima de las salidas de socorro.	Salida de socorro
	En el botiquín.	Primeros auxilios
	En la zona de pintura.	Ducha de seguridad

SEÑALES DE EQUIPOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS		
Señal	Ubicación en el taller	Información
	Próxima a extintor portátil.	Situación de equipo extintor portátil
	Próxima a Boca de Incendio Equipada (BIE).	Situación de BIE
	Próxima al pulsador de alarma.	Situación del pulsador de alarma

7.2. GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL

Los talleres de carrocería y pintura generan sustancias contaminantes. Por este motivo, han de conocer y cumplir la normativa legal en materia medioambiental, controlando minuciosamente la influencia de sus actividades en el entorno.

Recuerda



Las principales causas que originan el **impacto medioambiental** son, esencialmente, cuatro:

- Emisión de contaminantes a la atmósfera.
- Vertidos a las aguas.
- Vertidos y deposiciones sobre el suelo.
- Generación de residuos.

a) Emisiones de contaminantes a la atmósfera

Los principales focos de contaminación atmosférica en el taller son:

- Las calderas de combustión de calefacción y/o de cabinas. Los contaminantes principales contenidos en los gases de combustión son el monóxido y dióxido de carbono (CO y CO₂), el dióxido de azufre (SO₂), así como óxidos nitrosos (NO_x) y otras partículas cuya proporción varía en función del combustible utilizado y de las condiciones de combustión.
- La aplicación de pinturas. Las emisiones ocasionadas por los disolventes de las pinturas y de los productos de limpieza se caracterizan por su contenido contaminante en compuestos orgánicos volátiles, identificados por las siglas VOC.
- La contaminación acústica.



Emisión de disolventes

b) Vertidos a las aguas

- Las aguas residuales que genera el taller pueden proceder de las cabinas de pintura y de la limpieza de los equipos. Las aguas contaminadas con pintura deben someterse a procesos que permitan separarla antes de ser evacuadas a la red de saneamiento.

c) Residuos

- El taller produce gran cantidad de residuos (chatarra, neumáticos, pinturas...), de cuya gestión ha de responsabilizarse. Por una parte, deberá entregar los residuos a un gestor autorizado, para su valorización o eliminación y, por otra, evitar la eliminación de los residuos potencialmente reciclables. En cualquier caso, los residuos deberán ser controlados desde el momento anterior a su producción hasta su destino final, ya fuera de las instalaciones.

Los residuos se clasifican en peligrosos y no peligrosos (inertes).

Residuos peligrosos	
Aceites usados y filtros	Fangos del reciclaje de disolvente
Baterías	Lodos de pinturas usadas
Anticongelantes	Filtros de cabinas impregnadas con pintura*
Líquido de frenos	Papeles y plásticos de enmascarar impregnados de pintura
Filtros de gasóil y gasolina	Polvo de lijado*
Disolventes de limpieza de piezas	Absorbentes impregnados en pintura y/o aceites
Productos de pintura caducados	Recipientes que han contenido residuos peligrosos
Disolventes de limpieza de equipos de aplicación de pintura	

* En algunas comunidades autónomas no son considerados residuos peligrosos.

Residuos inertes	
Plásticos del automóvil	Neumáticos
Vidrio	Papel y cartón de embalajes
Chatarras	Maderas de palés y embalajes



Bolsa termorresistente con el residuo de destilado

7.2.1. Tratamiento de los residuos peligrosos

Hay tres aspectos a considerar en la gestión de los residuos peligrosos que genera el taller:

- Los referentes a la cumplimentación de una serie de trámites administrativos ante el organismo medioambiental competente en cada comunidad autónoma.
- Los referentes a las condiciones del tratamiento del residuo, como son el envasado, etiquetado y almacenamiento dentro de las instalaciones del taller.
- Los referentes a los documentos que es preciso cumplimentar a la entrega de los residuos a un gestor autorizado y los que deben mantenerse como comprobante de la gestión realizada de cada residuo peligroso.

Debes saber



Los **gestores autorizados** son empresas especializadas para la gestión de residuos que deben cumplir unos requisitos normativos y tener la autorización de la comunidad autónoma.

Tratamiento interno de los residuos peligrosos

Manipulación de los residuos

Los residuos peligrosos se deben separar y no mezclar entre sí ni con los que son de otra naturaleza, con objeto de que cada uno tenga un tratamiento independiente. Por tanto, se envasarán en contenedores diferentes en función de sus características y estado físico, así como del tratamiento que vaya a recibir. El gestor de residuos que se contrate establecerá la mejor fórmula en función de las siguientes claves:

Claves para la separación de residuos

- Separar los residuos líquidos de los sólidos.
- Separar los residuos peligrosos de los que no lo son.
- Separar los peligrosos por sus componentes mayoritarios.
- Separar en función de su destino final.

Envasado de residuos peligrosos

Los envases y sus cierres deben estar contruidos en materiales resistentes al contenido, evitando formar con él combinaciones peligrosas. Han de resistir las manipulaciones necesarias y no presentar defectos o grietas en su estructura. En la mayoría de los casos, también el gestor indicará el contenedor más apropiado para cada residuo. Por ejemplo, las baterías se almacenan en depósitos de material plástico rígido resistente al ácido corrosivo. De igual forma, varios de los residuos generados en el área de pintura pueden almacenarse en bolsas de plástico, siempre que sean suficientemente resistentes.

Almacenamiento en bolsas de plástico

- Papel de enmascarar.
- Absorbentes impregnados con residuos peligrosos.
- Filtros de cabina de pintura.
- Envases contaminados.
- Polvo de lijado.

Cuando se genera poca cantidad de residuos, se pueden utilizar los mismos recipientes en que son envasados estos productos antes de convertirse en residuos. Es el caso del anticongelante, del líquido de frenos, disolventes, etc.

Etiquetado de residuos peligrosos

Los recipientes que contienen residuos peligrosos deben estar etiquetados de forma clara, legible e indeleble. La etiqueta debe tener un tamaño mínimo de 10 x 10 cm y contener la siguiente información:

Información de la etiqueta de residuos peligrosos

- Código de identificación del residuo.
- Pictogramas y enunciados que adviertan del riesgo.
- Datos del productor del residuo.
- Datos del gestor del residuo.

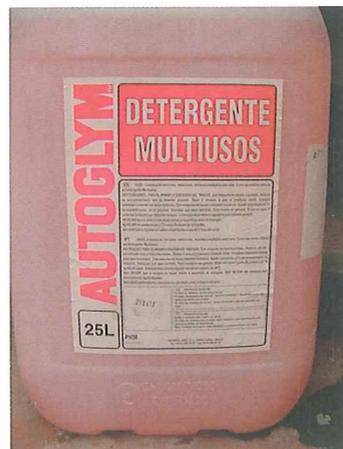


Etiquetado de residuos

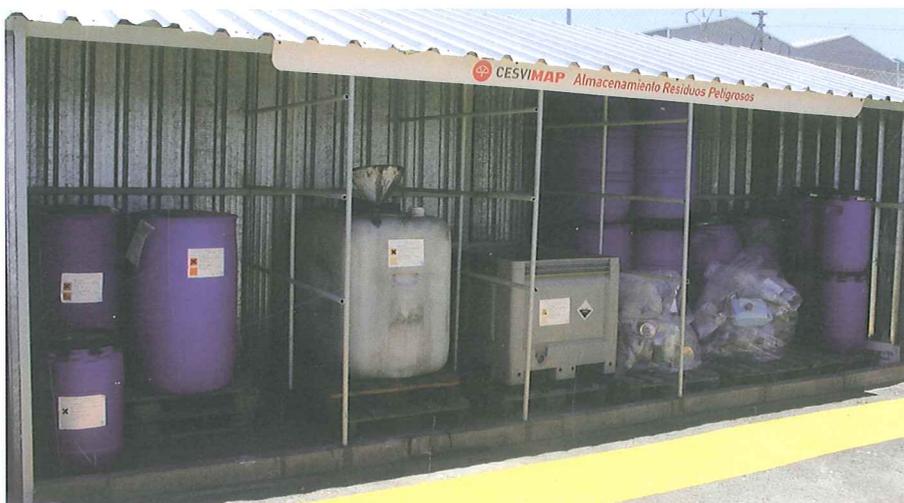
Es recomendable que, junto a cada contenedor o sobre él, aparezca una etiqueta que señale su contenido, por ejemplo **«sólo anticongelantes»**. De este modo, se evitarán mezclas de residuos.

Almacenamiento de residuos peligrosos

El almacenamiento de residuos peligrosos no puede exceder los seis meses. Para ampliar este plazo, se requiere autorización de la administración. El almacenamiento se realizará en condiciones de seguridad, de forma que se evite la formación de focos de calor y concentración de vapores procedentes de los disolventes.



Etiquetado del producto por parte del fabricante



Almacenamiento de los residuos peligrosos en el exterior

El almacén de residuos peligrosos será un área diferenciada del resto de los demás productos y, aunque no existen normas legislativas, se deben contemplar los siguientes consejos:

- Los residuos peligrosos se deben almacenar en un lugar exterior al taller, de suelo estanco y cubierto de la lluvia. Si es interior, ha de estar bien ventilado.
- En la zona de residuos líquidos debe existir un bordillo de retención de suficiente altura como para contener el derrame del envase más grande de los allí almacenados; también puede construirse un drenaje que no esté conectado al desagüe.

BIBLIOGRAFÍA

- *Reparación de carrocerías de automóviles*. CESVIMAP. 2009.
- *Elementos Metálicos y Sintéticos*. CESVIMAP. 2011.
- *Elementos Amovibles*. CESVIMAP. 2011.
- Centro de Recursos para el Profesorado, Te ayudamos FP: www.teayudamosfp.com
- Documentación propia de CESVIMAP.

