

# **SISTEMAS Y MÉTODOS DE UNIÓN EN CARROCERÍAS DE ALUMINIO**

**AUTORES**→ Jorge Palomera Alvo  
Carlos Royo Carrascón

**EQUIPO**→ Carrocería

**I.E.S. Miralbueno, Zaragoza**

**FECHA**→ 22-02-2006

# **INDICE**

<b>→ALUMINIO</b>	<b>pag.1</b>
<b>Propiedades del aluminio</b>	<b>pag.1</b>
<b>Principales aleaciones</b>	<b>pag.2</b>
<b>Elaboración del aluminio</b>	<b>pag.5</b>
<b>→SOLDADURA</b>	<b>pag.6</b>
<b>Historia de la soldadura</b>	<b>pag.6</b>
<b>Soldadura de aluminio</b>	<b>pag.7</b>
<b>Limpieza antes de la soldadura</b>	<b>pag.8</b>
<b>Tipos de soldadura</b>	<b>pag.9</b>
<b>Autógena</b>	<b>pag.10</b>
<b>TIG</b>	<b>pag.13</b>
<b>MIG</b>	<b>pag.17</b>
<b>Soldadura blanda</b>	<b>pag.20</b>
<b>→ADHESIVOS</b>	<b>pag.21</b>
<b>Aplicación de adhesivos en el automóvil</b>	<b>pag.21</b>
<b>Características de las uniones pegadas</b>	<b>pag.22</b>
<b>Adhesivos estructurales</b>	<b>pag.23</b>
<b>Unión con adhesivos</b>	<b>pag.24</b>
<b>→REMACHADO</b>	<b>pag.26</b>
<b>→ENGATILLADO</b>	<b>pag.27</b>
<b>→BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>pag.28</b>

## ALUMINIO

El **aluminio** es el elemento mas abundante en la naturaleza, después del oxígeno y del silicio. Es el segundo metal más utilizado en la actualidad. Hoy por hoy, no existen muchos fabricantes que ofrezcan modelos de coches fabricados íntegramente en aluminio; estamos hablando de: Audi-VW (A6/S6, TT, A2, A8, Lupo); BMW (Z3, Z8); Daimlyer Chrysler (CL500/600); Honda (Insight, S2000 y NSX); Opel (Omega); Peugeot (607); Renault (Clio) 107 PS); Rover (X75, Range Rover, Defender); Volvo (V70, S80).

En el automóvil le corresponde el 7% y el 11% del peso.

### **PROPIEDADES DEL ALUMINIO. Diferencias con el acero.**

Las propiedades del aluminio dependen de un conjunto de factores, de estos, el mas importante es la existencia de aleantes (Cu, Si, Mg, Zn, Mn,...), de los que hablaremos mas adelante.

Las propiedades del aluminio van a condicionar su comportamiento frente a los tratamientos y técnicas a los que será preciso someterlo para recuperar su forma y características originales, así como para su sustitución.

<b>TABLA COMPARATIVA ENTRE LAS PRINCIPALES PROPIEDADES DEL ACERO Y EL ALUMINIO</b>		
	<b>Acero</b>	<b>Aluminio</b>
Resistencia a la tracción (kg/mm <sup>2</sup> )	35-41	12
Límite elástico (kg/mm <sup>2</sup> )	23	10
Módulo de elasticidad (kg/mm <sup>2</sup> )	20000	7000
Alargamiento (%)	25-37	11
Dureza (HB)	50-67	15
Resistencia eléctrica específica (□mm <sup>2</sup> /m)	0.13	0.02655
Conductividad térmica (W/m °K)	58	235
Coefficiente de dilatación lineal (1/°K)	0.000001	0.00000236

### **Resistencia**

La menor resistencia del aluminio hace que la aplicación sobre él sea mas delicada que sobre el acero.

### **Elasticidad**

La elasticidad del aluminio es menor que la del acero, por lo que tiene menor tendencia a recuperar su forma tras desaparecer la fuerza aplicada sobre él. Además es mucho más quebradizo.

### **Dureza**

El aluminio es mucho más blando que el acero; por eso, el golpeteo directo sobre las herramientas de sufrir produce su estiramiento más fácilmente que en el caso del acero.

Hay que tener cuidado al trabajar el aluminio con herramientas de acero.

### **Conductividad térmica**

El aluminio conduce hasta cuatro veces mejor el calor. Esto supone un inconveniente a la hora de soldar por calor.

### **Resistencia eléctrica**

La resistencia opuesta por el aluminio al paso de la corriente eléctrica es cinco veces menor que la opuesta por el acero. Esto condiciona la soldadura por puntos de fusión.

### **Coefficiente de dilatación lineal.**

Es el doble que el acero. Si sufre un calentamiento excesivo e incontrolado puede dar lugar a deformaciones con más facilidad que en el acero.

## **PRINCIPALES ALEACIONES DEL ALUMINIO**

### **• Aleaciones no bonificables**

No son tratables como consecuencia de su reducido intervalo de solidificación.

Existen tres grupos:

#### **1. aluminio puro.(serie 1000)**

Se obtiene por refinado, con purezas entre el 99 y el 99,9%. El resto son impurezas de Fe, Si, Cu y Zn.

Sus propiedades mecánicas son inversamente proporcionales al grado de pureza. Tiene gran poder reflectante y muy buena resistencia ante la corrosión.

Aplicaciones:

- Reflectores de elementos de iluminación
- Anodizados de lujo
- Conductores eléctricos
- Recipientes para productos químicos
- Botes de bebidas,...

## **2. Aleaciones AL-Mn (serie 3000)**

Presentan gran conformabilidad y resistencia a la corrosión. La adición del manganeso aumenta las propiedades mecánicas sin afectar a la estabilidad química. Debe de ser menor al 1,5%.

Se emplea en piezas extruidas o laminadas que no requieran de alta resistencia mecánica, como:

- Embellecedores para la industria del automóvil
- Tubos de riego
- Antenas de televisión

## **3. Aleaciones Al-Mg (serie 5000)**

Destacan por su buena resistencia a la corrosión, superior que la del aluminio puro en ambiente marino. Tienen buena resistencia mecánica, conformabilidad y aptitud para el anodizado.

Aplicaciones en el automóvil:

- Tubos para intercambiadores de calor (radiadores)
- Elementos ornamentales
- Parábolas para faros y luminarias.
- Refuerzos de carrocería no visibles, a los cuales se les exige una capacidad de deformación buena a causa de su complicada forma (módulo resistente, etc)

-Añadiendo solo 0,5% de magnesio se utiliza en la fabricación de paneles exteriores de carrocería.

- **Aleaciones bonificables**

Son tratables térmicamente, alcanzando su máxima resistencia por un tratamiento de puesta en solución, temple y precipitación

## **1. Aleaciones Al-Si-Mg (serie 6000)**

Presentan un buen comportamiento general

Composiciones:

Magnesio: 0,3% ! 1,5%

Silicio: 0,2% ! 1,6%

Manganeso: 0%! 1%

Cromo: 0%! 0,35%

## 2. Aleaciones Al-Cu, Al-Cu-Mg (serie 2000)

Su principal característica es el aumento de la resistencia mecánica, que se consigue por el endurecimiento térmico. El endurecimiento en frío o por calor depende de la composición.

Composición:

Cobre: 3,5%! 5,5% + adiciones de silicio, manganeso y magnesio como impurezas

Magnesio: 0%! 1,5%

Su principal aplicación en el automóvil es en culatas y émbolos de motores de altas prestaciones.

## 3. Aleaciones Al-Zn-Mg, Al-Zn-Mg-Cu (serie 7000)

Son las aleaciones que presentan las características mecánicas más elevadas

Composición:

Cinc + Magnesio: 6%! 7%

Se emplea en piezas sometidas a grandes tensiones, como bielas. También se emplea en paragolpes y sus refuerzos, sobre todo en América.

PRINCIPALES ALEACIONES DE ALUMINIO EN EL AUTOMÓVIL	
Aleaciones para la carrocería	Al - Mg Al - Mg - Si Al - Mg - Zn - Cu
Aleaciones para paragolpes	Al - Zn - Mg Al - Zn - Mg - Cu
Aleaciones para pistones	Al - Si - Cu - Mg - Ni Al - Si - Ni - Cu - Mg Al - Si - Cu - Ni
Aleaciones para bloques de motor y camisas	Al - Si - Cu - Mg Al - Si - Mg - Cu

## **ELABORACIÓN DEL ALUMINIO**

El aluminio y sus aleaciones se dividen en dos grandes grupos, según el procedimiento seguido para su transformación:

### **Aluminio para forja**

#### ***-Embutición***

ES un proceso de conformación por medio del cual una forma plana con superficie desarrollable se transforma en un cuerpo hueco con superficie no desarrollable bajo la acción combinada del conjunto punzón embutidor- matriz embutidora

#### ***-Extrusión***

Proceso de conformación en el cual un disco o pastilla es obligado a fluir a través de un hueco calibrado bajo la acción de un punzón, ajustándose a su geometría. Así se fabrican barras, tubos y perfiles con distintas secciones geométricas.

### **Aluminio para moldeo o fundición**

#### ***-Fundición en coquilla***

Se emplean moldes no destructibles en acero o fundición. Estos dos modelos tienen unos costes muy altos y requieren una determinada demanda de piezas.

Este procedimiento es el adecuado para la fabricación en serie de piezas medias.

#### ***-Fundición inyectada***

Es la forma más económica para la fabricación en serie de piezas de pequeñas a medianas dimensiones.

El metal se inyecta en el interior de los moldes. Esto permite obtener piezas con una gran exactitud de medidas, excelente calidad superficial y espesores de pared muy pequeños.

El utillaje es caro. Por eso se necesitan grandes series para que resulte económico.

## **SOLDADURA**

Existen muchos procesos de soldadura, la soldadura esta relacionada con casi todas las actividades, además de ser una importante industria en sí misma.

La tecnología de la soldadura se basa en el pensamiento original, tal como en muchas otras disciplinas científicas.

El crecimiento de esta rama se realizó gracias a las contribuciones de hombres comunes, hombres que no dudaron en aplicar su parte de conocimiento adquirido, cuando era posible, para resolver problemas prácticos de la soldadura.

### **-¿Que es soldar?:**

Soldar es el proceso de unir o juntar metales, ya sea fundiendo su material en el punto de unión, o mediante alguna sustancia igual o parecida a ellas y se unan entre sí o que se calienten a una temperatura inferior a su punto de fusión y se unan o ligen con un metal fundido como relleno.

### **HISTORIA DE LA SOLDADURA**

El proceso de soldadura ha sido practicado desde que la humanidad aprendió a trabajar los metales. Originalmente, los metales eran soldados a fuerza de golpes, y los soldadores eran respetados artesanos. En el tiempo del Imperio Romano ya se habían desarrollado algunos procesos, los principales eran soldering, brazing y la forja. La soldadura eléctrica fue inventada en 1800, en plena revolución industrial. Era considerado un proceso crudo, sucio y primitivo en el que el único requisito era derretir un poco el metal entre dos piezas de manera que estas se unieran. Este rudo proceso, sin embargo, demostró ser tan económico y eficiente que su uso se fue propagando a aplicaciones de responsabilidad creciente. Hoy en día la soldadura es considerada una ciencia. Es uno de los más complejos procesos industriales, pues involucra la física de plasmas, flujo de fluidos, teoría del electromagnetismo, robótica, metalurgia, ingeniería eléctrica, electrónica y mecánica. Muchos de estos aspectos actúan simultáneamente cada vez que un soldador comienza su cordón de soldadura. Esta es la razón por la que la educación de ingenieros en soldadura capaces de combinar todas estas ciencias, es una prioridad en todos los países de economía avanzada.

La soldadura es omnipresente. Si uno se fija bien y mira a su alrededor, casi todo lo que vea va a contener una soldadura. Elementos de nuestro bienestar tales como sillas metálicas contienen soldaduras; como juguetes, bicicletas y como no los automóviles. El rascacielos más alto del mundo tiene una estructura interna soldada, así como también el puente más largo, en aviones, submarinos, buques, etc... Claramente, la soldadura ya no es más un proceso crudo y sucio. Es parte integral de cualquier avance tecnológico.

Todo este progreso en la aplicación de la soldadura se basa en los avances de las ciencias sobre las cuales se apoya. Gracias al desarrollo de nuevas técnicas se ha logrado notar que durante la primera mitad del siglo XX, la soldadura sustituyó al atornillado y al remachado en la construcción de muchas estructuras, como puentes, edificios y barcos. De esta manera, progresos en metalurgia, computación o robótica tienen un impacto directo en los nuevos métodos de soldadura.

En conclusión, la soldadura es una tecnología en pleno auge, con un crecimiento anual del 6% en EE.UU. La tecnología y la ciencia de la soldadura han avanzado con tal rapidez en los últimos años, que sería casi imposible enumerar todos los métodos diferentes de soldadura que actualmente están en uso. Sin embargo, todos en dos categorías diferentes: soldadura por fusión y soldadura sin fusión.

Se ha convertido en un elemento esencial para la construcción de las más sofisticadas máquinas que el hombre haya echo en su historia. Este progreso ha sido posible sólo a través del entendimiento y aplicación creativa de los procesos físicos que existen en la soldadura. Por eso, es que hoy en día, a diferencia de unos cincuenta años atrás, un mínimo de educación es necesario para poder aplicar soldadura eficientemente. Los operadores deben saber entender los porqués de lo que observan diariamente, y los ingenieros deben entender los fundamentos físicos cada vez que diseñan una soldadura o aplican los estándares. De esta manera, el trabajo de todos los participantes se hace menos rutinario y más interesante, la calidad del producto mejora mientras que los descartes reducidos, y quizás más importante que todo lo anterior: el trabajo de la gente es más esencial y valioso.

## **SOLDADURA DE ALUMINIO**

La soldabilidad del aluminio es, en parte, distinta a la del acero, por lo que los procedimientos a utilizar con cada material difieren en varios aspectos. Ello implica que cuando un taller debe aplicar las

técnicas de soldadura sobre un elemento de aluminio se haga necesaria una adecuada preparación.

En el aluminio, ciertas características condicionan de forma importante su soldabilidad, llegando incluso a limitar en la práctica su soldadura con los equipos que se vienen empleando en los talleres de reparación de forma convencional.

## **LIMPIEZA ANTES DE SOLDAR**

La limpieza antes de la soldadura es esencial para conseguir buenos resultados. La suciedad, aceites, restos de grasas, humedad y óxidos deben ser eliminados previamente, bien sea por medios mecánicos o químicos. Para trabajos normales de taller se puede elegir el siguiente procedimiento:

- 1º Eliminación de la suciedad y desengrasado en frío con alcohol o acetona.
- 2º Lavar con agua y secar inmediatamente para evitar el riesgo de oxidación.
- 3º Eliminación mecánica mediante:
  - Cepillado con un cepillo rotativo inoxidable.
  - Raspado con lija abrasiva o lima.
  - Por chorreado.

Cuando hay demandas más exigentes respecto a la preparación, se puede realizar una limpieza química según el esquema siguiente:

- Eliminación de la suciedad.
- Desengrasado con percloroetileno a 121°C.
- Lavado con agua y secado inmediato.
- Eliminación del óxido de aluminio de la siguiente forma:
  - Limpieza alcalina con p.e. NaOH.
  - Limpieza ácida con p.e. HNO<sub>3</sub> + HCl + HF.
  - Lavado con agua y secado inmediato.
  - Neutralización con HNO<sub>3</sub> (después del tratamiento con NaOH).
- Baño en agua desionizada.
- Secado inmediato con aire caliente. Los métodos químicos requieren equipos costosos para el tratamiento superficial y no se pueden usar siempre por esta razón. Sin embargo no se debe nunca prescindir de la eliminación del óxido o el desengrasado en el área de soldadura.

## TIPOS DE SOLDADURA:

La mayor parte de procesos de soldadura se pueden separar en dos categorías: soldadura por presión, que se realiza sin la aportación de otro material mediante la aplicación de la presión suficiente y normalmente ayudada con calor, y soldadura por fusión, realizada mediante la aplicación de calor a las superficies, que se funden en la zona de contacto, con o sin aportación de otro metal. En cuanto a la utilización de metal de aportación se distingue entre soldadura ordinaria y soldadura autógena. Esta última se realiza sin añadir ningún material. La soldadura ordinaria o de aleación se lleva a cabo añadiendo un metal de aportación que se funde y adhiere a las piezas base, por lo que realmente éstas no participan por fusión en la soldadura. Se distingue también entre soldadura blanda y soldadura dura, según sea la temperatura de fusión del metal de aportación empleado; la soldadura blanda utiliza metales de aportación cuyo punto de fusión es inferior a los 430 °C, y la dura, metales con temperaturas superiores.

**-Soldadura dura:** En esta soldadura se aplica también metal de aporte en estado líquido, pero este metal, por lo general no ferroso, tiene su punto de fusión superior a los 430 °C y menor que la temperatura de fusión del metal base. Habitualmente se requiere de fundentes especiales para remover los óxidos de las superficies a unir y aumentar la fluidez del metal de aporte. Algunos de los metales de aporte son aleaciones de cobre, aluminio o plata.

La soldadura fuerte se puede clasificar por la forma en la que se aplica el metal de aporte. A continuación se describen algunos de estos métodos:

\* Inmersión: El metal de aporte previamente fundido se introduce entre las dos piezas que se van a unir, cuando este se solidifica, las piezas quedan unidas.

\* Horno: El metal de aporte en estado sólido, se pone entre las piezas a unir, estas son calentadas en un horno de gas o eléctrico, para que con la temperatura se derrita el metal de aporte y se genere la unión al enfriarse.

\* Soplete: El calor se aplica con un soplete de manera local en las partes del metal a unir, el metal de aporte en forma de alambre se derrite en la junta. El soplete puede funcionar por medio de oxiacetileno o hidrógeno y oxígeno.

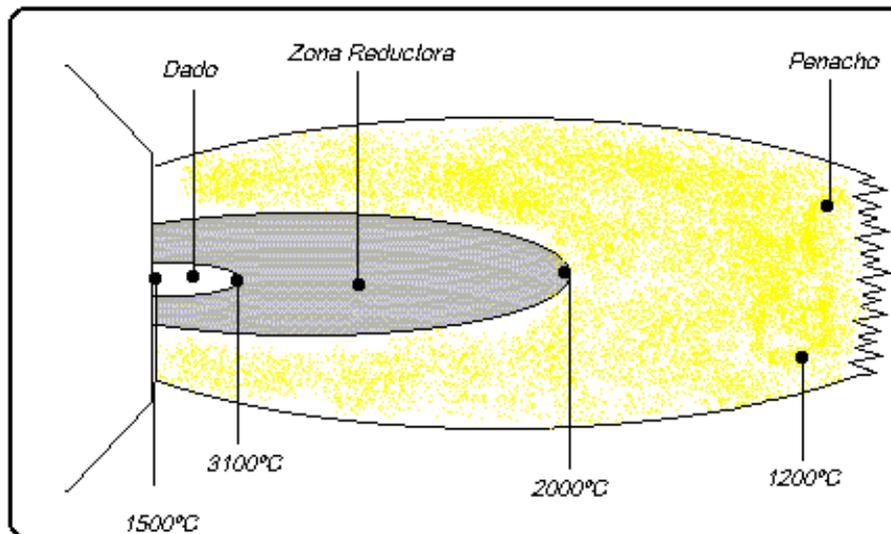
\* Electricidad: La temperatura de las partes a unir y del metal de aporte se puede lograr por medio de resistencia a la corriente, por inducción o por arco, en los tres métodos el calentamiento se da por el paso de la corriente entre las piezas metálicas a unir.

### **.Tipos de soldadura más utilizados en el aluminio**

Soldadura con gas, este proceso incluye a todas las soldaduras que emplean un gas combustible para generar la energía que es necesaria para fundir el material de aporte. Los combustibles más utilizados son el metano, acetileno y el hidrógeno, los que al combinarse con el oxígeno como comburente generan las soldaduras autógena y oxiacilénica.

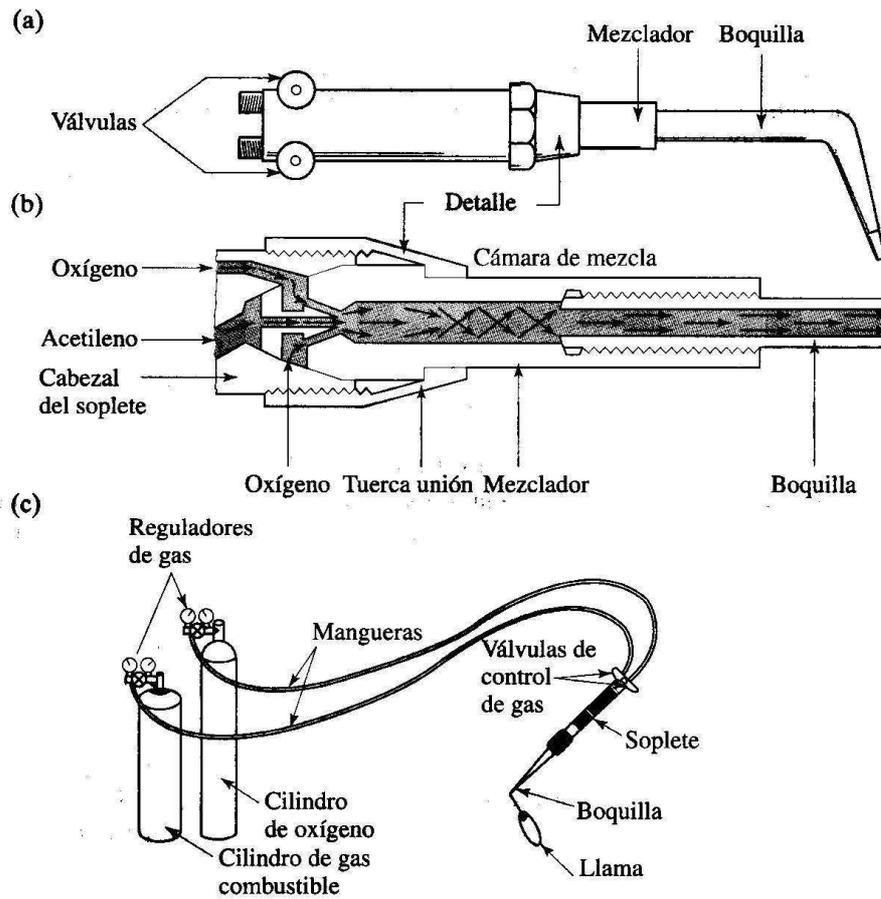
La soldadura autógena (oxiacilénica) se logra al combinar al acetileno y al oxígeno en un soplete. Se conoce como autógena porque con la combinación del combustible y el comburente se tiene autonomía para ser manejada en diferentes medios. Esta soldadura ya no se suele utilizar mucho en la industria del automóvil, ya que la gran cantidad de calor, sobrecalentaba la chapa y, con ello, producía una disminución de las propiedades mecánicas del metal trabajado. El acetileno se produce al dejar caer terrones de carburo de calcio en agua, en donde el precipitado es cal apagada y los gases acetileno. Uno de los mayores problemas del acetileno es que no se puede almacenar a presión por lo que este gas se puede obtener por medio de generadores de acetileno o bien en cilindros los que para soportar un poco la presión 1.7 MPa, se les agrega acetona.

En los sopletes de la soldadura autógena se pueden obtener tres tipos de flama las que son reductora, neutral y oxidante. De las tres la neutral es la de mayor aplicación. Esta flama, está balanceada en la cantidad de acetileno y oxígeno que utiliza. La temperatura en su cono luminoso es de 3500°C, en el cono envolvente alcanza 2100°C y en la punta extrema llega a 1275°C.



En la flama reductora o carburizante hay exceso de acetileno lo que genera que entre el cono luminoso y el envolvente exista un cono color blanco cuya longitud esta definida por el exceso de acetileno. Esta flama se utiliza para la soldadura de monel, níquel, ciertas aleaciones de acero y muchos de los materiales no ferrosos.

La flama oxidante tiene la misma apariencia que la neutral excepto que el cono luminoso es más corto y el cono envolvente tiene más color, Esta flama se utiliza para la soldadura por fusión del latón y bronce. Una de las derivaciones de este tipo de flama es la que se utiliza en los sopletes de corte en los que la oxidación súbita genera el corte de los metales. En los sopletes de corte se tiene una serie de flamas pequeñas alrededor de un orificio central, por el que sale un flujo considerable de oxígeno puro que es el que corta el metal.

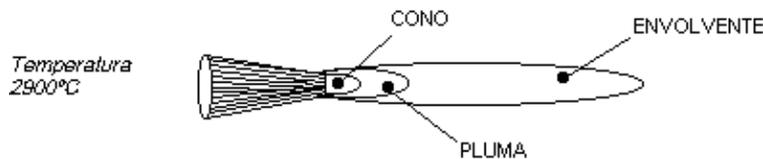


(a) Vista general y (b) sección longitudinal de un soplete para soldadura con oxiacetileno. Se abre primero la válvula de acetileno; el gas se enciende con un chispero o una llama piloto. A continuación se ajusta la válvula del oxígeno y se ajusta la llama. (c) Equipo básico para soldar con oxígeno y combustible gaseoso. Para asegurar que las conexiones sean correctas, todas las roscas para el acetileno son izquierdas, mientras que para el oxígeno son derechas. En general, los reguladores de oxígeno se pintan de verde y los de acetileno de rojo.

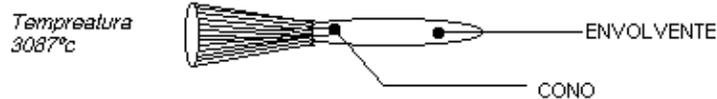
*Llama acetilénica: utilizando acetileno y aire.*



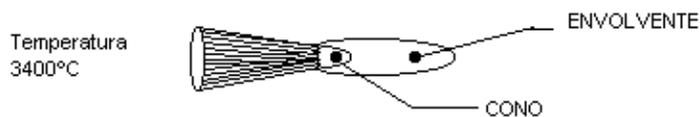
*Llama carburante: exeso de acetileno*



*Llama neutra: Oxígeno y acetileno en proporción correcta*



*Llama oxidante: exeso de oxígeno*



En algunas ocasiones en la soldadura autógena se utiliza aire como comburente, lo que genera que la temperatura de esta flama sea menor en un 20% que la que usa oxígeno, por lo que su uso es limitado a la unión sólo de algunos metales como el plomo. En este tipo de soldadura el soplete es conocido como mechero Bunsen.

En los procesos de soldadura con gas se pueden incluir aquellos en los que se calientan las piezas a unir y posteriormente, sin metal de aporte, se presionan con la suficiente fuerza para que se genere la unión.

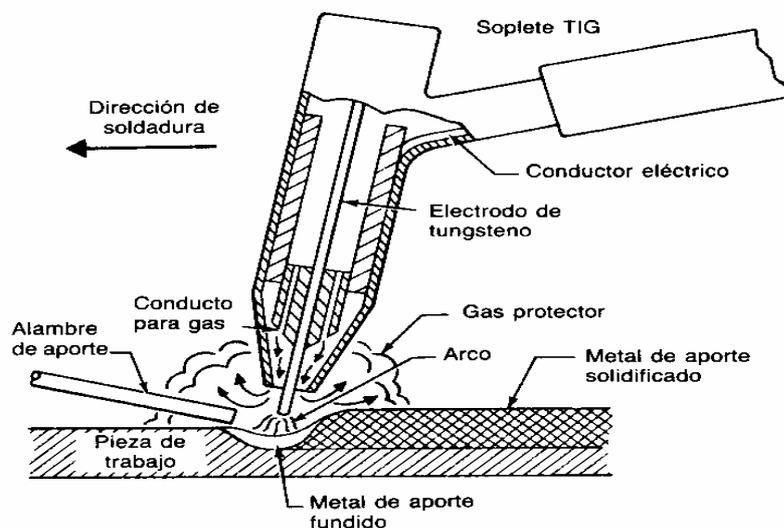
Soldadura por arco con gas protector. En este proceso la unión se logra por el calor generado por un arco eléctrico que se genera entre un electrodo y las piezas, pero el electrodo se encuentra protegido por una copa por la que se inyecta un gas inerte como argón, helio o CO<sub>2</sub>. Con lo anterior se genera un arco protegido contra la oxidación y además perfectamente controlado. Existen dos tipos de soldadura por arco protegido la TIG y la MIG.

Estos tipos de soldadura son los más utilizados en la soldadura de aluminio en reparación.

.TIG (*tungtein inert gas*): es aquella en la que el electrodo de la máquina es de tungsteno, por lo que el metal de aporte se debe añadir por separado. Este procedimiento utiliza como fuente de calor un arco eléctrico que salta entre el electrodo de tungsteno y la pieza a soldar mientras una atmósfera protectora de gas inerte protege al baño de fusión.

La alta densidad de corriente eléctrica producida por este proceso hace posible soldar a mayores velocidades que con otros métodos. El resultado es excepcional con este método pero la calidad de la soldadura depende de diferentes parámetros:

- 1- Intensidad de corriente.
- 2- Elección del tipo de tensión- Alterna o continua.
- 3- Control de la temperatura.
- 4- Aportación del metal base apropiado.
- 5- Punta del electrodo en perfecto estado
- 6- Limpieza absoluta.



.(TIG).

En la soldadura de aluminio con arco de tungsteno y gas de protección inerte (TIG) se usa una fuente de corriente alterna de 50 Hz., una corriente de alta frecuencia superpuesta (CA). El electrodo es no fusible de tungsteno puro o tungsteno aleado con circonio. Este método de soldadura se puede usar en todas las posiciones y utilizado correctamente permite la obtención de una soldadura de gran calidad. El peligro de porosidad es menor que en la soldadura MIG. El arco rompe la película de óxido y por lo tanto, para la automática se usa hilo en bobinas. Como regla, se usa la soldadura TIG para espesores de 0,7 a 10 mm. pero no hay realmente un límite máximo. La velocidad de soldadura es más baja que en la

SOLIM. Se deben preparar los bordes cuidadosamente para que no haya aberturas entre las placas, ya que es mucho más fácil de controlar el baño de fusión si la separación es mínima. En espesores superiores a 5 mm. se deben biselar las aristas de las uniones a soldar. Cuando se trata de soldadura de chapa

finalmente resulta más ventajoso el uso de plantilla para evitar las distorsiones debidas al calor de la soldadura y las separaciones entre bordes debidas a aquellas.

## SOLDEO TIG DEL ALUMINIO

Espesor piezas mm.	Tipo de Junta	Corriente alterna (amperios).			Diámetro electrodo mm.	Presión del argón 1.4 kg/cm <sup>2</sup>		Diámetro varilla. mm.
		Horizontal y Vertical.	Cornisa.	Techo.		litros/min	m <sup>3</sup> /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	60-80	60-80	60-80	1.6	6	0,36	1.5
	A. Interior	70-90	70-90	70-120	1.6	6	0,36	1.5

## ELECTRODOS DE TUNGSTENO PARA SOLDEO TIG

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, inoxidables, 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	EWLla-1	Negro	C. C.	
Tungsteno-lantano 2%	WL20	EWLla-2	Gris	C. C.	
Tungsteno-circonio 0,3%	WZ3	EWZr-1	Marrón	C. A. C. C.	Aluminio y magnesio A. al carbono, inox, cobre, titanio
Tungsteno-circonio 0,8%	WZ8		Blanco	C. A. C. C.	

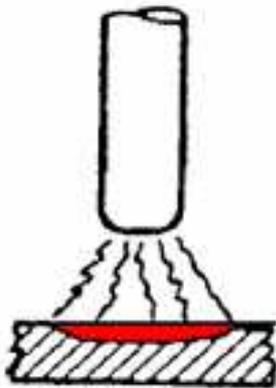
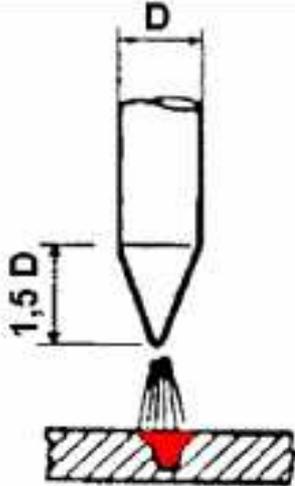
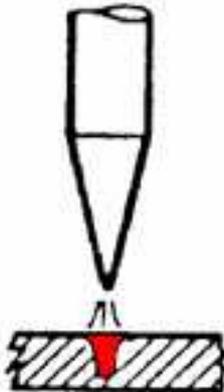
### DIÁMETRO DE LOS ELECTRODOS PARA SOLDEO TIG

1	1,6	2	2,4	3,2	4	4,8	5	6,4
---	-----	---	-----	-----	---	-----	---	-----

### INTENSIDAD ADMISIBLE POR LOS ELECTRODOS DE SOLDEO TIG

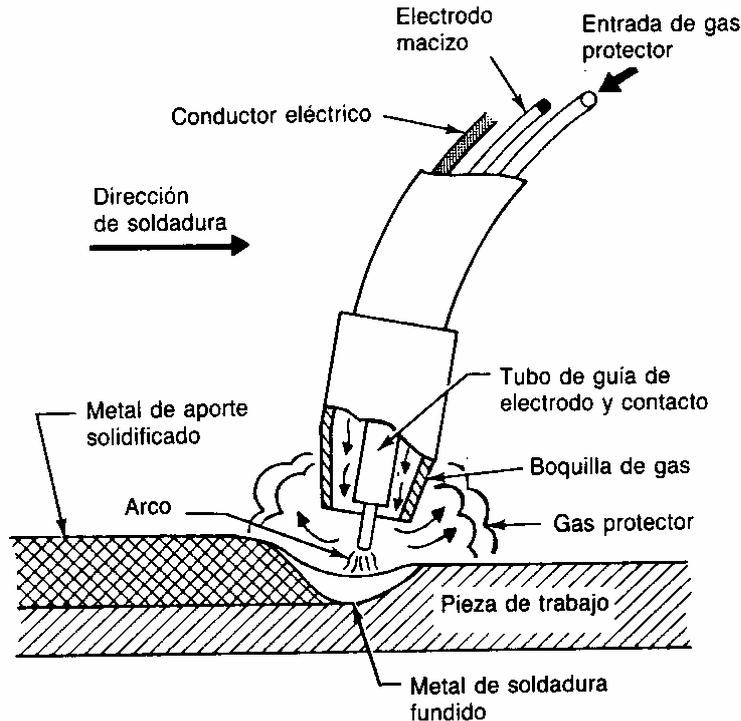
Diámetro del electrodo	Corriente continua				Corriente alterna	
	Polaridad directa		Polaridad inversa		Tungsteno puro	Tungsteno (circonio)
	Tungsteno puro	Tungsteno (torio, lantano)	Tungsteno puro	Tungsteno (torio, lantano)		
1	20-50	25-70	5-15	5-15		
1,6	40-130	60-150	10-20	10-20	40-90	60-120
2,4	120-230	130-250	15-30	15-30	80-150	100-210
3,2	160-310	220-350	20-40	20-40	140-200	160-250
4	300-450	350-520	40-60	40-60	170-240	180-290

### AFILADO DEL EXTREMO DEL ELECTRODO DE TUNGSTENO

		
<b>MAL AFILADO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Arco errático.</li> <li>- Baño muy ancho.</li> <li>- Poca penetración.</li> </ul>	<b>BIEN AFILADO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Arco muy estable.</li> <li>- Calor puntual.</li> <li>- Buena penetración.</li> </ul>	<b>MUY PUNTIAGUDO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Peligro de inclusiones de tungsteno en el baño de fusión.</li> </ul>

.MIG (*metal inert gas*): es la que el electrodo es de un metal que se utiliza como metal de aporte, por lo que este sistema es considerado como un proceso de soldadura continua, utiliza un electrodo continuo para el metal de aporte y para la protección, un suministro externo de gas o mezcla de gas. El gas protector, helio, argón, dióxido de carbono o mezclas de ellos, protege el metal fundido para que no reaccione con los componentes de la atmósfera. Aun cuando la protección con gas es eficaz para proteger el metal fundido de aire, se suelen emplear desoxidantes como aleaciones en los electrodos. A veces, se aplican recubrimientos delgados en los electrodos para estabilizar el arco u otros fines. También, pueden aplicarse películas de lubricante para aumentar la eficiencia de la alimentación del electrodo en equipo semiautomático. Pueden incluirse gases reactivos en las mezclas para acondicionamiento del arco.

La soldadura MIG puede utilizarse con todos los metales comerciales importantes, como los aceros al carbono, de aleación, inoxidable, el aluminio, magnesio, cobre, hierro, titanio y zirconio. Es el proceso preferido para soldar aluminio, magnesio, cobre y muchas de las aleaciones de metales reactivos. Casi todos los tipos de hierro y acero pueden unirse con MIG, incluso el hierro libre de carbono y los aceros al bajo carbono y baja aleación, los aceros de alta resistencia enfriados por inmersión y templados, los hierros y aceros al cromo, los aceros al alto níquel y algunos de los aceros llamados de superaleación. Según sea el material, las técnicas y procedimientos para soldar pueden variar mucho. Por tanto, el dióxido de carbono o las mezclas de argón y oxígeno son adecuadas para proteger el arco cuando van a soldarse aceros al bajo carbono y baja aleación; mientras que el gas inerte puro puede ser esencial al soldar aceros de alta aleación. Con este proceso, el cobre, muchas de sus aleaciones y los aceros inoxidables se sueldan con éxito.



La soldadura es semiautomática con una pistola manual, en la cual se alimenta el electrodo en forma automática, o puede utilizarse equipo automático. Las pistolas o cabezas para soldar son similares a las utilizadas para la soldadura con núcleo de fundente y gas protector.

Ahora vamos a citar los ajustes del sistema de alimentación que se deben cambiar para el aluminio: Dado que el aluminio es más blando que el acero, el proceso de alimentación del hilo es más delicado.

1- La presión de frenado del carrete debe disminuirse, ya que la inercia del carrete es inferior a la del carrete del acero, debido a su menor peso.

2- La presión de los rodillos de arrastre debe ser la mínima posible para no producir marcas o deformaciones en el hilo que dificultarían su avance.

3- Los rozamientos del hilo deben reducirse al mínimo posible, para ello, se utilizarán mangueras más cortas, se sustituirá la camisa de acero por una de teflón y se evitará que la manguera se enrolle en los procesos de soldadura.

4- El diámetro de la boquilla de contacto debe ser ligeramente superior al diámetro del hilo utilizado. Por ejemplo, para un hilo de 0,8 mm será necesario utilizar una boquilla de 1 mm de diámetro.

Procedimiento del soldeo. Habrá que tener en cuenta como paso previo de la soldadura una serie de recomendaciones:

1- Preparación superficial- La capa de alúmina, originada por la oxidación del aluminio, hay que tenerla valorada ya que al tener un espesor muy pequeño, y es transparente, no es fácil su detención. La alúmina se caracteriza por su elevado punto de fusión, provocando la fusión incontrolada del aluminio situado por debajo. Por esto hay que limpiar la capa de alúmina por medios abrasivos.

2- Atemperado de la pieza- En la soldadura del aluminio es necesario aportar una gran cantidad de energía para conseguir la fusión térmica por conducción. Este aspecto puede ser reducido con un atemperado previo de la pieza a soldar. Así se evitarán deformaciones y fisuras.

3- Ejecución de la soldadura- El sentido del soldeo será de derecha a izquierda, inclinando la antorcha ligeramente hacia la derecha, y a una altura entre 10 y 15 mm de la pieza. El avance ha de ser constante, progresivo y sin variaciones de la altura, para no modificar las características del arco de soldadura.

Soldadura por resistencia. Es una soldadura por forja, en la cual se lleva al material a un estado pastoso cercano al punto de fusión, mediante el calor generado por la resistencia que opone el material al paso de una corriente eléctrica ( efecto Joule), aplicándose posteriormente una determinada presión para unir ambas piezas. La máquinas soldadoras de puntos pueden ser fijas o móviles o bien estar acopladas a un robot o brazo mecánico.

El aluminio presenta una baja resistencia eléctrica por lo que se precisan altas intensidades (unos 25000 amperios) para generar el calor que eleve su temperatura a los valores adecuados. Los equipos convencionales que disponen en los talleres de reparación aportan unas intensidades máximas comprendidas entre los 5000 y 11000 amperios. Por este motivo, esta técnica de soldadura no posee en la actualidad las suficientes garantías, debiéndose recurrir a otras técnicas de unión.



Soldadura por

resistencia.

**-Soldadura Blanda:** soldadura estaño-plomo es un tipo de soldadura blanda, que si bien no nos permite una unión resistente entre materiales, si que nos sirve para realizar otro tipo de trabajos como pueden ser el tapado de agujeros en guardabarros, relleno después de haber soldado ayudándole también a mejorar la resistencia de la soldadura y el relleno de abolladuras en sitios donde no podemos llegar con ninguna herramienta. Todo ello sin hacer prácticamente uso de la masilla (ya que espesores de más de dos milímetros con el paso del tiempo podría dar lugar a marcas en la pintura y otros defectos), con un acabado de calidad, garantía y resistencia que durará tanto como la chapa donde se ha soldado. Este tipo de soldadura es utilizado para la unión de piezas que no estarán sometidas a grandes cargas o fuerzas.

Si a ello le sumamos que la inversión que hay que realizar en herramientas es mínima, se convierte en una técnica muy usada en restauraciones profesionales, aunque requiere cierta destreza.

Es una pena que en muchos talleres, por no perder tiempo, no utilicen este tipo de soldadura. Estos evitarían problemas a la hora del acabado, por ejemplo.

## ADHESIVOS

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 solo se emplea como método de unión de algunos elementos, 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.

Combinan una alta resistencia a las sollicitaciones mecánicas y gran estabilidad frente a los agentes físicos, químicos y biológicos.



### APLICACIÓN DE ADHESIVOS EN EL AUTOMOVIL

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. Entre estas estaría la del **aluminio**.
- Unión de materiales plásticos entre sí en las carrocerías que disponen de paneles contruidos 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.

## **CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIONES PEGADAS**

- Eliminan los problemas producidos por el calor en los procesos de soldadura
  - No debilita la junta, como con el remachado
  - Reduce el riesgo de rotura por fatiga, al eliminar tensiones puntuales y la concentración de tensiones.
  - Elimina la corrosión local en las juntas y la corrosión electroquímica entre materiales diferentes.
  - Posibilita la unión de materiales de distinta naturaleza
    - Conserva prácticamente la protección anticorrosivo original
      - Da lugar a estructuras más ligeras
      - Proporciona una unión libre de fisuras
      - La unión es impermeable a los líquidos, evitándose el empleo de medidas adicionales de estanqueidad.
    - Reduce el tiempo de reparación, pues en determinados casos, evita el desmontaje de una serie de piezas inflamables o no resistentes al calor
    - Facilita el desmontaje posterior de la unión

### **Inconvenientes**

- Resistencia limitada a la temperatura
- Se reducen los tiempos de aplicación, pero es necesario un periodo 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.

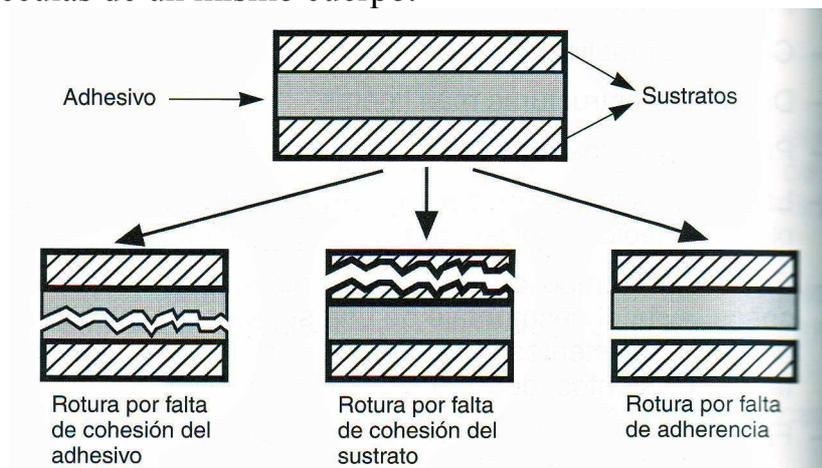
- No respeta estrictamente las condiciones de operación, sobre todo en cuanto a presiones, temperaturas y periodos de curado
- Hay que prestar especial atención a la preparación de las superficies a pegar
- El tiempo de almacenamiento de los adhesivos es limitado

## ADHESIVOS ESTRUCTURALES, TIPOS

**Un adhesivo es una sustancia que, aplicada entre dos cuerpos, es capaz de adherirse a ellos y mantenerlos unidos.** Los factores que intervienen en una unión pegada son:

Adhesión → acción de las fuerzas que se oponen a la separación de las moléculas que pertenecen a diferentes cuerpos.

Cohesión → acción de las fuerzas que se oponen a la separación de las moléculas de un mismo cuerpo.



La ausencia de una de estas dos propiedades conduce a uniones deficientes.

Los adhesivos más empleados en la industria del automóvil son:

- **Poliuretano (PUR)**

Polímeros sintéticos a base de poliisocianatos, que provienen de la reacción de un polirol con un isocianato. Pueden usarse a bajas temperaturas manteniendo la adherencia y resistencia al agua. Se utilizan como productos de recubrimiento, y como adhesivos. Su formulación puede ser mono o bicomponente.

1. *Poliuretanos monocomponentes*
2. *Poliuretanos bicomponentes*

- **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 hidrogeno reemplazadas.

## UNION CON ADHESIVOS

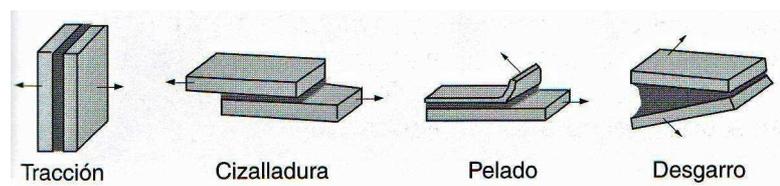
Se ha de tener en cuenta una serie de consideraciones que si obvias estos aspectos puede dar lugar a uniones que no respondan a las expectativas buscadas, por lo que los malos resultados son debidos más a fallos de diseño y de tecnología de aplicación que a limitaciones del procedimiento o del producto.

Entre estas consideraciones están:

- **Elección del adhesivo:** Existen multitud, pero en la industria del automóvil se utilizan poliuretanos y resinas epoxi. Con el aluminio se utiliza más el poliuretano.

- **Diseño de la junta**

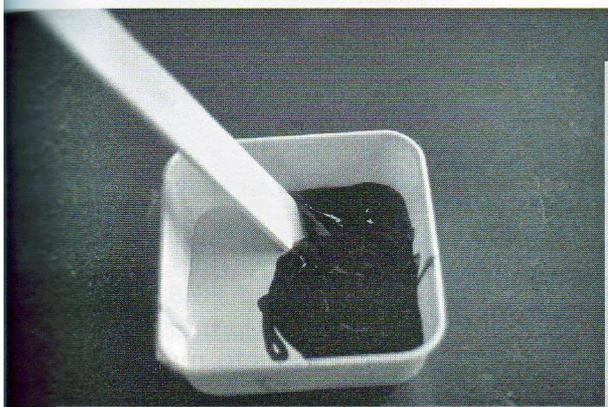
- Tracción
- Cizalladura
- Pelado
- Desgarro



- **Preparación de la superficies de contacto:** Muy importante. Eliminar todo resto de pintura o barnices, y los restos de suciedad que puedan impedir el correcto sellado.



• **Preparación del adhesivo:** Adhesivo y catalizador deben mezclarse cuidadosamente, como indique el fabricante.



• **Aplicación del adhesivo**

- Por extrusión
- Con brocha
- Con espátula

• **Colocación de los elementos a unir:** Habrá que asegurar el contacto íntimo en toda la junta.



•**Curado de los adhesivos:** Los tiempos de endurecimiento dependerán de la temperatura, y de la proporción de catalizador añadida.

## REMACHADO

Consiste en unir las chapas, previamente taladradas, mediante vástagos metálicos, generalmente cilíndricos, cuyos extremos terminan en dos cabezas, una de las cuales ya está formada y la otra se forma en la operación de remachado.

Los remaches se utilizan con cierta frecuencia en la fabricación de grandes carrocerías para autobuses y autocares. Está más limitado en la fabricación de carrocerías de turismos.

En estos últimos suele recurrirse a esta técnica si hay que unir materiales de distinta naturaleza. Pero en el caso del aluminio no puede utilizarse remaches de cualquier naturaleza, ya que puede darse el caso de que se produzca corrosión galvánica. Se emplean para la colocación de accesorios un tanto especiales, como spoilers y cantoneras de aletas y estribos. Existen varios tipos de remaches:



De cabeza redonda

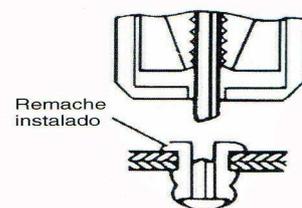
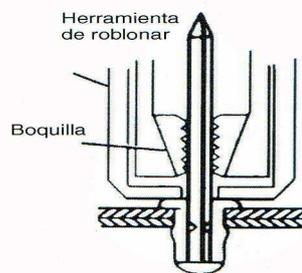
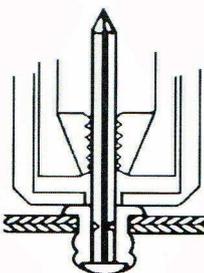
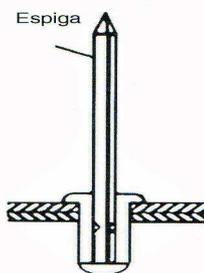


De cabeza avellanada



De cabeza cilíndrica

remaches ordinarios



Remaches ciegos o especiales

## **ENGATILLADO O PLEGADO**

Permiten unir los bordes de dos piezas de chapa doblándolos sobre sí mismos una o más veces. Se aplican en chapas generalmente delgadas, de espesores comprendidos entre 0,5 y 0,9 mm.

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

En fabricación se lleva a cabo mediante prensas; en reparación, el chapista lo realizará manualmente, con la acción combinada del tas y el martillo, o bien recurriendo al empleo específico de una engatilladora neumática. Para la sustitución de un panel engatillado bastará solo con pasar una radial por todo el borde del panel. Con el aluminio hay que tener especial observación de que no exista contacto con otro material, como puede ser acero, ya que de no ser así podría generarse una corrosión galvánica.



# **BIBLIOGRAFÍA**

- Libros de consulta Thompson Paraninfo
- Libros de consulta Cesvimap
- Revista Nuestros Talleres

## **WEBS**

- [www.infomecánica.com](http://www.infomecánica.com)
- [www.rincondelvago.com](http://www.rincondelvago.com)
- Búsqueda en [www.google.com](http://www.google.com)
- [www.mercedes-benz.es](http://www.mercedes-benz.es)
- [www.wurth.es](http://www.wurth.es)
- [www.alu-stock.es](http://www.alu-stock.es)
- [www.loctite.com/int\\_henkel/loctite\\_es/](http://www.loctite.com/int_henkel/loctite_es/)