

REPARACIÓN DE CARROCERÍAS DE ALUMINIO



MODALIDAD: CARROCERÍA

EQUIPO C

TRABAJO REALIZADO: REPARACIÓN DE CARROCERÍAS DE ALUMINIO

I.E.S.: ENRIQUE TIERNO GALVÁN (MADRID)

ALUMNOS PARTICIPANTES: RAÚL LÓPEZ CAÑIZARES
DAVID MONREAL LÁZARO

PROFESOR TUTOR: JOSE LUIS BENÍTEZ NAVARRO

TUTOR DE EMPRESA: PEDRO TIRADO DOMÍNGUEZ

EMPRESA: ALHAMBRA SERVICIOS BRONCE S.L. (MERCEDES BENZ)
C// BRONCE N° 14
MADRID 28045

INDICE

	Pag.
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. CARACTERÍSTICAS DEL ALUMINIO.....	3
3. CORROSIÓN GALVÁNICA.....	5
3.1 ÁREA DE TRABAJO DE ALUMINIO.....	8
4. CONFORMACIÓN DE PANELES DE ALUMINIO.....	9
4.1 REPARACIÓN EN ZONAS CON ACCESO.....	12
4.2 CONFORMACIÓN DE PANELES EN ZONAS SIN ACCESO.....	15
5. DEFORMACIÓN ESTRUCTURAL DE UNA CARROCERÍA DE ALUMINIO.....	17
6. SUSTITUCIÓN DE PIEZAS DE ALUMINIO.....	20
7. PROCESO OPERATIVO DE SUSTITUCIÓN DE UNA ALETA TRASERA.....	23
8. PROCESO OPERATIVO DE UNA SUSTITUCIÓN DE UNA PUNTA DE LARGUERO.....	27
9. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN DE RIESGOS LABORALES.....	29
10. BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA.....	30

1. INTRODUCCIÓN

En el año 1954 se realizó en Francia el primer automóvil fabricado usando una carrocería y estructura íntegramente de aluminio fue el Panhard Dyna. Se patentó en los años siguientes la conformación de una estructura de vehículo de acero combinado con aluminio, el vehículo Cobra entre otros fue un ejemplo de dicho diseño. En el año 1999 se presentó en el salón de Frankfurt una serie de vehículos de aluminio, como es el caso del Audi A8 realizado con la tecnología Space-Frame, y más tarde se aplicó al Audi A2. Esta nueva tecnología también está siendo usada por Mercedes (SLR) S 500, BMW (Z8) y Fiat (Multipla). Los fabricantes de automóviles están realizando numerosos esfuerzos para reducir el peso de sus automóviles y para ello recurren a la utilización del aluminio. Pero para estos fabricantes, no solo es importante la reducción de peso para reducir las emisiones de gases por necesitar menos gasolina, sino para satisfacer la demanda de los clientes, como es el caso de las camionetas (EEUU) o todoterrenos (Europa) los cuales son vehículos muy pesados. De esta forma en los últimos años la propia evolución del automóvil así como el aumento de la competencia entre los diferentes fabricantes, ha puesto una incorporación sucesiva de nuevos sistemas, elementos y accesorios, destinados a alcanzar cada vez mayores prestaciones, confort y seguridad. En el que las nuevas carrocerías de aluminio se usan cada vez más y se han empezado a usar en coches de serie por un precio asequible (Audi A2). Otros ejemplos son: Honda NSX: Otros vehículos con mayor número de ventas como el Citroën C2, C5 o el Peugeot 308 también utilizan piezas de la carrocería de aluminio, como es el capó, reduciendo considerablemente el peso en el



cómputo total del vehículo. El aluminio es el material de mayor presencia en nuestro planeta, no es un metal nuevo en la fabricación de automóviles. Cuando se mezcla el aluminio con pequeñas cantidades de magnesio, cobre o silicio, este se convierte en un material tan fuerte como ligero. Estas cualidades hacen que en la actualidad el aluminio sea un material mas completo que los anteriores materiales utilizados para carrocerías.



BMW SERIE 5(frontal de aluminio)

2. CARACTERÍSTICAS DEL ALUMINIO

Las principales características son:

- 1- Elevada ligereza (1/3 respecto al acero).
- 2- Aceptable capacidad para ser fundido.
- 3- Facil maquinabilidad.
- 4- Excelente capacidad para disipar calor (3,5 veces superior a la del acero)
- 5- Facilidad para ser reciclado.
- 6- No cambia de color con la temperatura.
- 7- Capacidad para reaccionar con el oxígeno y formar alumina (oxido de aluminio), le confiere una autoprotección frente a la oxidación y posible corrosión.

Las propiedades del aluminio a 20° C son:

- 1- Temperatura de fusión.....660,2 ° C
- 2- Densidad..... 2,69 kg/dm³
- 3- Color latente de fusión..... 390 kj/kg
- 4- Calor específico a presión constante..... 0,89kj/kg °k
- 5- Coeficiente de dilatación lineal..... 23,6 x 10⁻⁶ 1/°k
- 6- Conductividad eléctrica..... 37,67 m/ Ω x mm²
- 7- Resistencia eléctrica específica.....0,02655 Ω x mm²/m
- 8- Conductividad calorífica.....235 Ω /m x °k
- 9- Modulo de elasticidad.....7000kg/mm²
- 10- Resistencia a la tracción.....12kg/mm²
- 11- Límite elástico.....10kg/mm²
- 12- Alargamiento.....11%

13- Dureza.....15 HB

Las diferencias entre acero y aluminio, son:

	ACERO	ALUMINIO
Resistencia a la tracción (kg/mm ²).....	35-41	12
Limite elástico (kg/mm ²).....	23	10
Módulo de elasticidad (kg/mm ²).....	20.000	7000
Alargamiento (%).....	25-37	11
Dureza (HB).....	50-67	15
Resistencia eléctrica específica (Ω mm ² /m).....	0,13	0,02655
Conductividad térmica (Ω /m ⁰ k).....	58	235
Coefficiente dilatación lineal (1/ ⁰ k).....	12x10 ⁻⁶	23,6x10 ⁻⁶

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

El aluminio presenta una excelente conductividad térmica, 4 veces superior a la del acero, lo que provoca que las cantidades de energía a aportar para su soldadura sean mayores que en el acero, necesario para localizar un foco de fusión, porque el calor se transmite al resto de la pieza con mucha facilidad y difícilmente se concentra en el punto de soldeo.

RESISTENCIA ELÉCTRICA

Su resistencia eléctrica al paso de la corriente eléctrica es unas 5 veces inferior a la del acero. Para la soldadura de puntos por resistencia se necesitarán unas intensidades demasiado altas (unos 25.000A) para garantizar puntos con las correctas cualidades, debido que al no ofrecer resistencia eléctrica el valor es bajo y por lo tanto hay que aumentar la intensidad, para aumentar la fuente de calor que se genera por el paso de electrones según se establece en el efecto Joule y así crear una pseudofusión del material que junto con la presión de los electrodos se produce un forjado de la unión, por dichos problemas, habitualmente se utiliza en reparación la unión mixta (adhesivo-remachado).

COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL

Su coeficiente es el doble que el del acero, por lo que a un calentamiento excesivo e incontrolado, puede dar lugar a deformaciones mas fácilmente que con el acero.

RESISTENCIA

La menor resistencia del aluminio hace que la aplicación de esfuerzos sobre este sea mas delicado que sobre el acero, por ello, si la aplicación de esfuerzos no es controlada se pueden provocar mayores deformaciones que las que se permita corregir.

ELASTICIDAD

La elasticidad del aluminio es menor que la del acero lo que hace que el aluminio tenga una menor tendencia a recuperar su forma inicial cuando cese la fuerza que causa la deformación. Cualquier exceso en la aplicación de fuerzas dará origen a una deformación que puede ser difícil recuperar.

DUREZA

La menor dureza del aluminio puede provocar que al usar técnicas convencionales de reparación se produzcan daños y marcas superficiales con facilidad.

3. CORROSIÓN GALVÁNICA

La corrosión galvánica también denominada en ciertas ocasiones ataque bimetalico, ocurre cuando 2 metales diferentes están en contacto bajo la presencia de un electrolito (humedad atmosférica, agua de mar, etc.). El metal más activo o ánodo, se corroe rápidamente mientras que el más noble o cátodo, no presentará daños. Este ataque es más fuerte en la zona de los contactos y siempre más importante que si los dos metales hubieran estado colocados aisladamente en el electrolito.

La continuidad eléctrica esta garantizada, no solo por el contacto directo, sino también por piezas metálicas como tornillos, aunque sus caras en contacto estén aisladas.

Este tipo de corrosión tiene una influencia importante en la utilización del aluminio en el mundo del automóvil, siempre que este en contacto directo con el acero. El aluminio es más activo que el acero y, en presencia de un electrolito se corroerá fácilmente.

El potencial de disolución del aluminio y sus aleaciones en medios acuosos es más electronegativo que el de la mayoría de los metales más corrientes: acero, acero inoxidable, aleaciones de cobre, plomo, etc. Únicamente metales como el cadmio y el cinc, son ligeramente más electronegativos que el aluminio y sus aleaciones.

TABLA DE POTENCIALES ESTANDAR DE REDUCCIÓN

ELEMENTO		POTENCIAL ESTÁNDAR
Aluminio	Al	-1,69
Cinc	Zn	-0,762
Cromo	Cr	-0,557
Hierro	Fe	-0,441
Níquel	Ni	-0,23
Estaño	Sn	-0,136
Plomo	Pb	-0,122
Cobre	Cu	+0,344

La intensidad de la corrosión galvánica es mayor cuanto mayor es la diferencia de los potenciales de reducción de los metales puestos en contacto, estando influenciada a su vez por diversos factores relacionados tanto con el medio en el que se encuentren los metales, como con sus condiciones de uso o diseño de las piezas:

- Naturaleza del electrolito

Cuanto mas conductor sea el medio, mayor será la intensidad de corriente electroquímica y, por lo tanto, mayor la corrosión. Aumenta en medios salinos, como zonas costeras, agravándose todavía más si la humedad es alta.

- Condiciones de diseño

Existe una serie de condicionamientos raramente relacionados con el diseño de las piezas o conjuntos, pueden facilitar o dificultar los procesos de corrosión en general y de la corrosión galvánica en particular.

Igualmente, a la hora de diseñar un conjunto de piezas de diferentes materiales, es fundamental tener en cuenta su naturaleza. Así, nunca se deben usar tornillos o remaches de acero en la unión de piezas de aluminio, ya que la corrosión galvánica se concentra en el lugar de los contactos de ambos materiales, de forma que puede llegar a

destruir el aluminio circundante, por lo que se utilizarán tornillos con recubrimiento de cinc o níquel en las uniones de aluminio, siendo estos sustituidos en los procesos de desmontaje.

Formas de evitar la corrosión galvánica

Siempre que sea posible, hay que evitar las uniones heterogéneas, utilizando al material de aleación de aluminio para los accesorios y elementos de unión, como tornillos, remache; evitando el contacto entre el aluminio y el acero.

Cuando sea necesario e imprescindible unir dos estructuras o elementos, una de aluminio y otra de metal, y existen riesgos de corrosión galvánica a causa del ambiente de trabajo (agua, atmósfera agresiva, etc.) o por las condiciones de uso, es indispensable asegurar un buen aislamiento entre los dos metales. Esto se realiza mediante juntas, arandelas y tubos de goma o plástico, sin olvidar aislar la tornillería en relación a la estructura de aluminio con el fin de romper la continuidad eléctrica del montaje. Otra solución es enmascarar siempre que sea posible, las superficies de acero, tornillos, remaches de acero, etc. mediante revestimientos resistentes a la corrosión del medio. Estas piezas reciben al mismo tiempo una coloración verde con un producto lubricante a base de resina alquídica, para evitar confusiones con elementos de fijación de tipo convencional.

Entre los recubrimientos a emplear serán:

- Recubrimientos que contienen polvo de zinc y polvo de aluminio.
- Recubrimientos especiales, con aleación de zinc.
- Recubrimientos de estaño.
- Sistemas dúplex.

Los adhesivos utilizados deben ser, como las piezas de plástico, de una elevada resistencia específica al paso de corriente (aislantes), no pudiendo ser conductores eléctricos. Adicionalmente a la designación del material, todas las piezas afectadas deben ser identificadas en la columna de materiales del campo rotulado de los planos con la observación “propiedades eléctricas aislantes”.

3.1 AREA DE TRABAJO DE ALUMINIO



La necesidad de evitar el contacto del aluminio con otros metales da origen al puesto de trabajo independiente del resto de áreas del taller, para evitar así el proceso de corrosión galvánica. Es preciso mantener estrictamente separadas las áreas de reparación, y herramientas utilizadas para la reparación del aluminio, deben ser usadas solo para el proceso de reparación y nunca alternadas con operaciones en acero.

Las herramientas destinadas a la reparación del aluminio irán pintadas en un color de referencia para evitar permutaciones con las de acero, o bien estarán en zona habilitada y caja específica. Normalmente están formadas por tases de plástico, madera o tases muy pulidos y en perfecto estado, martillos de aluminio, nylon, teflón y de goma, cepillo de acero inoxidable, tranchas de plástico y palancas pulidas y en perfecto estado. Además soplete de butano y de aire caliente para atemperar, peine de siluetas para verificar la deformación y el progreso de la reparación, en cuanto al restablecimiento de formas. Todas las operaciones de taller excepto desmontajes-montajes, pegado de lunas o labores de mantenimiento, (si se pueden realizar labores de conformado que no entrañen grandes dosis de polvo de lijado), se realizarán dentro del área habilitada para aluminio. Las razones que justifican dicha área son:



REPARACIÓN DE CARROCERÍAS DE ALUMINIO

- Con la extracción de los polvillos de lijado se evitan efectos de corrosión de contacto.
- La extracción de gases impide la formación de concentraciones de polvillos incendiables, que puedan dar origen a reacciones exotérmicas y a la consiguiente explosión del sistema extractor.

Los extractores de gases se diferenciarán, el gris para el aluminio y el azul para el acero. Las operaciones de corte y desgrapado son producto de las características del aluminio. Los trabajos de corte, únicamente podrán ser llevados a cabo mediante sierra o tijeras de chapista (usando en las tijeras un dentado mas basto que en el acero).

Las operaciones de desgrapado se puede decir que quedan limitadas a tres:

- Desbastado de cordones MIG. (En partes vistas, en ocultas es preferible no desbastar, aumentando la resistencia de la unión)
- Eliminación de los remaches y clinchado.
- Eliminación de soldadura láser.

4. CONFORMACIÓN DE PANELES DE ALUMINIO



*Materiales de la carrocería del Mercedes S 500,
en color verde aparecen las piezas que son de Aluminio (frente, aletas delanteras y traseras, puertas y faldón)*



Puerta Delantera derecha de Aluminio del Mercedes S 500 de 1,2 mm. de espesor

Es muy importante considerar una serie de premisas antes de comenzar cualquier reparación sobre un panel de aluminio. Cada una de estas premisas están relacionadas con las propiedades mecánicas y técnicas del aluminio y su seguimiento resulta fundamental a la hora de enfrentarnos con garantía de éxito a un proceso de reparación. La aplicación de esfuerzos en el aluminio resulta más crítica, de modo que su aplicación incontrolada puede originar deformaciones o grietas en el material.

- El método de aplicación de esfuerzos será ligeramente diferente al utilizado en el acero, de manera que se procurará no atrapar el material entre el tas y el martillo para no originar sobre-estiramientos innecesarios. En el caso del aluminio, el proceso de desabollado de la chapa comienza en el centro de la abolladura.
- El uso de herramientas punzantes, tases en mal estado o martillos con aristas o bordes cortantes, puede provocar estiramientos puntuales con mayor facilidad que en el acero. El uso de herramientas inapropiadas puede dar origen a la ruptura del material y a la aparición de grietas.

REPARACIÓN DE CARROCERÍAS DE ALUMINIO

- La aparición de grietas en el aluminio se evita mediante la aplicación de un atemperado previo sobre la zona de trabajo (calentamiento de la zona a 160° C). De esta forma, no sólo disminuye el riesgo de que aparezcan fisuras, sino que, además, se aumenta la capacidad de conformación del material, pues el aluminio se vuelve más maleable. Este atemperado se realizará en deformaciones mayores a 5 cms. de extensión, una vez atemperada la pieza se dispone de hasta 4 horas para poder conformar con los beneficios anteriormente descritos.



- En los casos en los que la deformación de un panel sea consecuencia de una deformación global del conjunto del vehículo, será necesario conformar y cuadrar primero la carrocería para, a continuación, eliminar la deformación que pueda quedar en el panel.

- Para una reparación de una abolladura con acceso por una sola cara es necesario el empleo de técnicas y equipos específicos para el trabajo de aluminio, como soldadura de varillas de tracción mediante soldadura TIG para posteriormente aplicar el martillo de inercia, o utilizar aparatos para soldar espárragos por descarga de condensador.

- La eliminación de pintura, selladores o adhesivos se debe hacer con precaución y utilizando discos de poder abrasivo, tipo “clean`N strip” o discos de grano P80 o P200 a máquina.

Los discos abrasivos, brocas, fresas, hojas de sierra y discos de corte es conveniente utilizarlos en combinación con agentes lubricantes (parafina). Cuando sea necesario aplicar calor, se tendrá que hacer de forma controlada mediante indicadores termocromáticos, procurando no sobrepasar los 160° C. (se debe tener en cuenta que el aluminio no cambia de color al calentarse y por lo tanto no se dispone de referencia de temperatura). En las operaciones de recogido de chapa no se debe utilizar el electrodo de carbono, se debe emplear el de cobre o el soplete oxiacetilénico (este último en los casos de fuertes estiramientos).

4.1 REPARACIÓN EN ZONA CON ACCESO

Pulsar doble clic con el botón izquierdo del ratón sobre el icono, para escuchar los pasos a seguir para ver un video de reparación en una zona con acceso limitado



Archivo de sonido



[Aleta delantera izquierda del Mercedes S 500 de aluminio](#)



Archivo de sonido

Pulsar doble clic con el botón izquierdo del ratón sobre el icono, para escuchar los pasos a seguir para ver una presentación en Power Point sobre la reparación de la aleta.

EL TRATAMIENTO MECÁNICO DE LA CHAPA DE ALUMINIO

La elección de las herramientas es fundamental. Han de emplearse siempre utensilios dedicados exclusivamente al aluminio, para evitar procesos de corrosión galvánica. Los utensilios deben de estar en perfecto estado. El método de reparación dependerá del tipo de daño, de su extensión y del grado de estiramiento que el material presente. A diferencia de lo que ocurre con el acero, la operación de desabollado comenzará en el centro de la abolladura, procurando someter el aluminio a fuerzas de presión directas en un primer momento, antes de iniciar cualquier operación de golpeo o batido. La elección del tas, del martillo o de la lima de batir estará en función del daño a reparar y

REPARACIÓN DE CARROCERÍAS DE ALUMINIO

de la forma del área dañada, usando tases curvos en superficies curvas y rectos en secciones planas.

El primer paso en cualquier proceso de reparación, será el análisis de la deformación, comprobando previamente si existe o no un estiramiento del material y a continuación se lijará la superficie para detectar las zonas altas de las deformaciones. Se colocará el tas sobre la zona más baja de la deformación y se golpeará sobre la zona más alta, obteniendo un efecto de contracción-estiramiento que corrige el defecto



del panel. En grandes golpes, se logra el mismo efecto si se golpea con la lima de batir sobre los puntos más altos de los pliegues, presionando con el tas en las zonas bajas. Si la deformación fuese más pronunciada y de gran intensidad, ira acompañada de un estiramiento del material, cuya recuperación suele conllevar la aplicación de un tratamiento térmico adicional. En este tipo de deformaciones se debe realizar un atemperado previo para que el material se vuelva más conformable. En algunos



casos, gran parte de la deformación se podrá recuperar inicialmente mediante la aplicación de cuñas hidráulicas o palancas. A continuación el conformado de la zona dañada se hará mediante el uso de un mazo de goma o madera y sufridera, sometiendo a la zona a un tratamiento térmico mediante soplete oxiacetilénico. Seguidamente, se repasara con tas y martillo de aluminio para, finalmente, eliminar las tensiones generadas con una operación de repaso mediante el uso de la lima de batir. Las pequeñas deformaciones puntuales que puedan quedar se eliminarán mediante el uso de un electrodo de cobre y enfriamiento posterior con agua. La eliminación de las posibles tensiones residuales finales se realizarán con la lima de batir. En algunas reparaciones, en las que sea necesario aplicar elevadas fuerzas de impacto, se requerirá el uso de tas de madera, de forma que la madera absorba parte de los impactos producidos, favoreciendo la eliminación de tensiones. La madera debe de ser ligera y de gran dureza.

TRATAMIENTOS TÉRMICOS DEL ALUMINIO

Dado que el aluminio tiene una elevada conductividad térmica y un elevado coeficiente de dilatación, hace que la aplicación de cualquier tratamiento térmico sea una operación muy delicada.

OPERACIONES DE RECOGIDO DE CHAPA

Se fundamentan en la dilatación que experimenta el material al ser calentado. Dado que este calentamiento es muy localizado y el punto calentado está rodeado de material frío, la única dilatación posible consiste en aumentar el espesor. Al aplicar un enfriamiento rápido, el metal calentado se retrae y tira del material circundante, absorbiendo la longitud que le sobra. Se emplea electrodo de cobre exclusivamente, para contrarrestar la alta conductividad térmica del aluminio y poder localizar un punto de calor más fácilmente, además el electrodo de carbono dejaría marcas difíciles de quitar en el panel de aluminio. Es muy importante usar los indicadores térmicos (papeles, adhesivos, pinturas...) para no sobrecalentar el aluminio, ya que este carece de cambio de color con el aumento de temperatura. La temperatura máxima para iniciar la operación de recogido de material será de entre 150° C a 160° C.



Las operaciones de recogida de material se realizarán mediante 2 procedimientos:

- Se utiliza un electrodo, que no sea de carbono (al contrario que en el acero) ya que el calor producido es muy escaso, dando lugar a manchas y marcas sobre la chapa, se aplicará alternativamente un enfriamiento rápido mediante una bayeta humedecida. Será utilizado sobretodo en la recuperación de deformaciones puntuales.
- Cuando los estiramientos sean más elevados o se presenten en zonas de configuración difícil con una elevada resistencia, se usará el soplete oxiacetilénico. Se utilizará una llama reductora, con mayor proporción de acetileno. Esta llama presenta un dardo largo con un penacho blanco y alargado. De esta forma, se calienta inmediatamente hasta alcanzar la temperatura deseada. Una vez alcanzada la temperatura es necesario trabajar

rápidamente golpeando la zona alta de la deformación y soportando con un tas por debajo, trabajando así hasta que el material se enfríe.

SOLDADURA DE PEQUEÑAS GRIETAS

El aluminio presenta un comportamiento relativamente quebradizo, de forma que un trabajo en frío puede dar origen a la aparición de grietas. Para evitarlas debe realizarse el atemperado previo de los paneles. Para ello, no se utilizará el soplete oxiacetilénico, sino un soplete de fontanero, de forma que se tenga un mayor control sobre el calor aplicado. Cuando se produzca una grieta, será necesario aplicar procedimientos de soldadura sobre la chapa a reparar.

Pasos a seguir para realizar una soldadura con calidad y garantía:

1. Se deben conformar los bordes de la grieta recuperando la deformación mediante tas y martillo.
2. Una vez enfriados los bordes de la soldadura, será necesario eliminar el material que ha sido sobreestirado.
3. La soldadura de la grieta se realizará considerando todas las precauciones referidas a la soldadura de aluminio, prestando mucha atención a las posibles deformaciones que se puedan producir. Para evitarlo, se puede puntear previamente o si es una grieta de elevada longitud, atemperar.
4. Es muy importante controlar la temperatura de trabajo mediante los indicadores termocromáticos.
5. Las tensiones generadas se eliminan con lima de batir y tas; para recoger la chapa se utilizará el electrodo de cobre.

4.2 CONFORMACIÓN DE PANELES EN ZONAS SIN

ACCESO



Pulsar doble clic con el botón izquierdo del ratón sobre el icono, para

escuchar los pasos a seguir para ver un video de reparación de una puerta.

La reparación en zonas de accesibilidad limitada o nula hace que cualquier proceso de conformación y reparación sea más dificultoso. Existe la posibilidad en puertas y capós de realizar un desengatillado del panel en la zona de acceso restringido para poder

realizar el desabollado por medio de palancas, las cuales en dichas zonas pueden hacer las veces de trancha, con la actuación de 2 palancas superpuestas si es necesario o de tas, para sufrir los golpes que damos con el mazo por la parte posterior si es en esa zona donde esta la parte más saliente. Se intentará extraer la deformación produciendo la mínima agresión a la pieza como al refuerzo o al cierre que dificulta el acceso. Normalmente el martillo de inercia es el medio más eficaz para la extracción de la deformación, soldando previamente clavos o arandelas. Los pasos a seguir para una reparación sin acceso, son:

- Eliminar cualquier resto de pintura con disco “Clean`N strip”, para a continuación limpiar perfectamente toda la superficie mediante un cepillo de acero inoxidable.

- Atemperar la pieza para facilitar la reparación de las deformaciones, sin sobrepasar los 160° (para ello controlaremos la temperatura con indicadores termocromáticos).



- Soldar los pernos, tornillos o en su caso, las varillas de tracción, mediante los cuales se van a corregir las deformaciones.

- Una vez extraída la chapa se deben cortar los espárragos o las varillas de tracción, lijando la zona y limpiándola, para después aplicar la masilla de relleno (una masilla plástica, rica en cargas de aluminio, la cual no dará lugar a agrietamientos o desconchones). La espátula empleada solo se podrá emplear para el aluminio. Para soldar los pernos y espárragos en el aluminio necesitamos un equipo específico, existen dos procedimientos:

A) Soldadura de espárragos con atmósfera de Argón:

Su funcionamiento está basado en la soldadura MIG por puntos, donde el espárrago constituye el electrodo que es proyectado sobre el baño de soldadura. Para realizar esta soldadura se emplea el equipo TIG en el que se sustituye el electrodo de wolframio por una varilla de aluminio de aproximadamente 8 cms. de longitud, la pieza a reparar se conectará al polo positivo y el electrodo al negativo con un caudal de 10 l/min., se ajustará la separación del electrodo y la tobera (aflojando la cofia y tras llegar a la

medida apretar) para que dicha distancia sea escasa y al provocar el cortocircuito de la soldadura provocará el pegado del electrodo en la chapa, posteriormente se aflojará la cofia de la antorcha de la soldadura TIG y el electrodo quedará pegado en la chapa de aluminio, al terminar la extracción no se elimina el espárrago a torsión (como ocurre con los clavos soldados en chapa de acero), en el aluminio se requiere cortar el espárrago con corta-alambres y posteriormente se lijará la zona.

B) Soldadura de espárragos por descarga de condensador:

En este caso se utiliza un dispositivo específico dotado de una fuente de alimentación con una entrada de corriente de 110/220v y 50-60 Hz, teniendo a la salida un voltaje que se puede variar según el diámetro del espárrago o la pieza a soldar (generalmente entorno a 90-105v). La máquina consta de una pistola en la que se pueden acoplar bocas de varios diámetros según el diámetro del perno a soldar. Una vez colocado el perno en la boca, la soldadura se ejecuta directamente presionando sobre la pieza.

Existe la posibilidad de abrir el engatillado en capós, puertas o portones, previo atemperado de la pestaña para evitar roturas, con posterioridad se tendrá acceso al panel deformado y de esta forma se facilita la reparación.



5. DEFORMACIÓN ESTRUCTURAL DE UNA CARROCERÍA DE ALUMINIO

Cuando tras un siniestro se producen diversas deformaciones en la carrocería, dependiendo del tipo de accidente, da como resultado diferentes daños dependiendo del vehículo, el alcance, etc. El taller junto con el perito tasador que será quién determine si el vehículo debe de llevar un control de las cotas de la carrocería en bancada, por los daños que este presenta, y que se presupone en cada caso en concreto la necesidad de dicha medición, unas veces llevará consigo el estiraje de la carrocería (caso de vehículos de acero) acompañado con la sustitución de elementos estructurales y no estructurales dañados en el siniestro y otras veces simplemente se verifica la medición si está dentro

de cotas, ratificándose en este caso que el vehículo no precisa sustitución de piezas estructurales. Pero en el caso del aluminio debido a su escasa maleabilidad a pesar de estar atemperado, es difícil realizar procesos de estiraje, por poner un ejemplo en el caso de Audi en sus vehículos cuya carrocería esta íntegramente realizada en aluminio (A2 y A8), está prohibido los estirajes, ocasionando un cambio de carrocería o la declaración de siniestro total (si el valor de la reparación supera el valor venal del vehículo), sin embargo en el caso de Mercedes debido a que no comercializa ningún vehículo íntegramente de aluminio, (en el caso del Mercedes S 500 que es el vehículo que más piezas incorpora de aluminio, y que la gran mayoría de ellas son exteriores: Aletas delanteras y traseras, puertas, frentes y faldón), siendo de acero de diferente contenido en carbono (más o menos elástico y de mayor resistencia dependiendo del elemento estructural y de magnesio: el estribo bajo puerta, pilar y el montante de techo), se permite en algunos casos un pequeño estiraje dependiendo si ese elemento es de acero de alta resistencia y según si la cota resultante de la medida está demasiado desviada de la cota original o tolerancia admitida.

En el caso de los golpes, se sustituirán todas aquellas piezas que estén en la zona deformada y fuera de cotas. Los nudos de fundición no se rompen ni deforman, se producen grietas, por lo que será necesario el empleo de líquidos penetrantes que harán de revelador de poros y grietas en las piezas y soldaduras, incluso es necesario verificar en zonas muy alejadas del golpe, que en ciertas ocasiones pueden llegar a estar dañadas por causa de dichas grietas.

Se comenzará a medir por la zona alejada al impacto, para hacernos una idea de la deformación, se tendrá en cuenta si existen desplazamientos de elementos mecánicos arrugas, pliegues, pintura saltada, presencia de algún silentbloc retorcido o soporte motor rajado y brillante, dando una idea de ser reciente achacable al siniestro, apertura de elementos amovibles, etc.

Con el compás de varas se medirán los huecos de motor, puertas y luego se medirá el centro por comparación, (se tendrá en cuenta que hay vehículos que no disponen de simetría en las diagonales).

REPARACIÓN DE CARROCERÍAS DE ALUMINIO

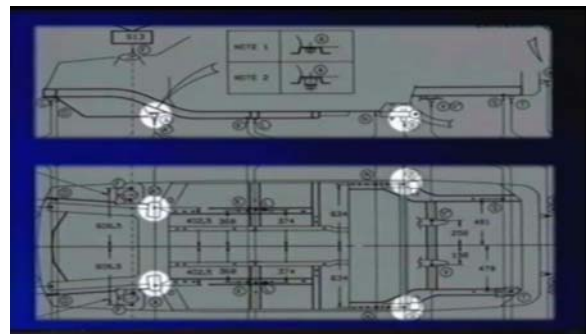
Con las galgas de nivel se puede apreciar la torsión que ha sufrido la carrocería apreciando la altura de los puntos de referencia. El medidor de nivel apreciará los ángulos de caída, observando si estos han sido afectados. Con un control de la alineación previo también nos da una idea de la deformación, teniendo en cuenta que si los valores fuera de la tolerancia de los ángulos es muy grande, (1 o 2 grados normalmente afecta a la deformación de un elemento mecánico, si la deformación es menor a un grado se prueba a la sustitución de los elementos más vulnerables, como amortiguador, si es mayor requiere la sustitución de amortiguador, buje o brazo, bieleta dependiendo de la cota que este fuera de referencia).

Una vez determinada la necesidad de meter el vehículo en bancada, existen 2 tipos de sistemas de medición:

- Los de control positivo (MZ de Celette): consta de un banco de trabajo fijo o móvil, sobre el que se coloca una serie de traviesas universales, sobre dichas torres se montan los útiles cabezales específicos para cada modelo de vehículo (se alquilan dichos útiles), dando lugar a una plantilla de



los puntos de control de la carrocería, montando el vehículo en la bancada, la posición relativa entre útiles y puntos de referencia nos dará la información exacta sobre el estado del vehículo. Suele estar homologado por la mayor parte de los fabricantes de automóviles, y muy indicado para la verificación de carrocerías de aluminio. Existen referencias interesantes tales como el posicionamiento de bisagras o distanciamiento entre pilares, está última especialmente necesaria para la sustitución de cualquier pilar.



- Los sistemas de utillaje universal, disponen de unas traviesas que se desplazan longitudinalmente permitiendo el control de longitudes, se montan unos carros



para controlar la anchura de los puntos y la altura del punto se extrae por la altura que adquiere esos carros en contacto con el punto de referencia de la carrocería, no obstante se requiere la ficha de bancada para verificar los puntos según el modelo de vehículo. Con los actuales medidores electrónicos se simplifica bastante el

proceso, algunos con el puntero miden el punto directamente.

6. SUSTITUCIÓN DE PIEZAS DE ALUMINIO (PRESENTACIÓN EN POWER POINT)



Archivo de sonido

Pulsar doble clic con el botón izquierdo del ratón sobre el icono, para escuchar los pasos a seguir para ver un video de sustitución de piezas de aluminio y para ver una presentación en Power point de la sustitución de un costado de un Mercedes CL

Antes de comenzar el cambio de cualquier pieza en una carrocería de aluminio, es necesario prestar atención al mecanismo de sustitución recomendado por el fabricante. Es conveniente disponer del manual del taller o de la información suficiente para realizar la reparación. Los mecanismos de unión son característicos de estas carrocerías, dichas características constructivas determinarán el método de sustitución que vayamos a emplear. Como norma general no se pueden realizar un solape con la pieza en buen estado, por la posibilidad de agrietamientos por compresión, se determina la solución por el método de unión mixto realizado con adhesivo y remachado.

En las piezas amovibles que sean sustituidas con unión mediante tornillos o grapas, será imperativo la sustitución de los tornillos (siendo especiales por llevar tratamiento), además se utilizarán adhesivos de baja conductividad, los remaches igualmente son especiales y no está permitido la soldadura blanda con estaño, todo ello pretende evitar la corrosión galvánica.

En las uniones realizadas mediante soldadura MIG, se debe tener en cuenta los materiales de la aleación de la pieza que vamos a soldar, (el aluminio se une con otros

REPARACIÓN DE CARROCERÍAS DE ALUMINIO

metales para formar una aleación y así mejorar sus propiedades) para ver si es compatible con el metal de aportación del carrete, para llegar a realizar una soldadura homogénea (material de aportación de la misma naturaleza que el metal base) siendo lo más habitual las aleaciones de aluminio-silicio en paneles exteriores y aluminio-magnesio en capós, se tratan térmicamente y dentro de las bonificables son las únicas que sueldan bien. Al igual que las uniones con acero u otros



- 1.- Conmutador de ajuste de velocidad de hilo
- 2.- Conmutador de tensión
- 3.- Regulación en progresión continua
- 4.- Selector de programas
- 5.- Ajuste del tiempo de punto y de intervalo
- 6.- Selector de funciones de soldadura
 - A.- Soldadura a intervalos
 - B.- Soldadura a puntos
 - C.- Soldadura continua en cuatro tiempos
 - D.- Soldadura continua de dos tiempos
 - E.- Selector del espesor del material
- 7.- Pantalla digital para corriente de soldadura o espesor del material
- 8.- Pantalla digital para tensión de soldadura o tensión de circuito abierto
- 9.- Piloto indicador de servicio
- 10.- Piloto indicador de la temperatura
- 11.- Piloto indicador del espesor del material

materiales, se requiere antes del soldado una limpieza de posibles grasas y de un cepillado que en el caso del aluminio se realizará con cepillo de acero inoxidable para eliminar la capa de óxido de aluminio (alumina, necesaria eliminarla para poder llegar al punto de fusión del aluminio “650° C” debido a que la alumina tiene una temperatura de fusión de 1100°C) en una zona algo superior a la zona de la unión de aproximadamente 40mm. a cada lado de la unión, se sujetarán las piezas con mordazas, punteando ambas chapas y tras su correcto posicionamiento se retiran las mordazas y se completa el cordón. El gas utilizado normalmente es el Argón, (gas inerte que es el medio conductor del metal de aportación al base sin tocar el hilo la chapa cuando se produce la ionización, aísla el lecho de fusión del oxígeno evitando la oxidación del cordón), se distingue por el color de la ojiva de la botella que es de color amarillo. Se dejará una ligera separación en las uniones a tope, debido que tras la soldadura dilata el aluminio y si no hemos previsto dicha separación monta y agrieta el cordón. Se realizarán cordones de un máximo de 15 cms. Realizando el siguiente en otra zona contigua y alternando hasta completar la totalidad del cordón, evitando deformaciones y agujeros en la pieza por la alta conductividad térmica, que provocaría ya una enorme temperatura en zona colindante,



siendo excesiva y provocaría el agujero. En las uniones engatilladas se debe de atemperar la pestaña para poder desengatillar y engatillar, teniendo en cuenta que el radio de giro estará en torno a 2,5 mm, para evitar roturas y agrietamientos de la pestaña. En las uniones clinchadas, formadas entre dos chapas embutidas, no se puede reproducir en el taller reparador, solucionándose el problema con los remaches ciegos. En las uniones realizadas de fábrica con soldadura láser se eliminarán dichos cordones con fresa y disco de corte, procurando hacer el mínimo daño a la pieza que servirá de soporte, a la que vayamos a sustituir que será la deteriorada. En las uniones remachadas se deberán eliminar los remaches usando el método que mejor se adecue a cada tipo; lo más habitual es eliminar remaches estampados o auto perforantes, con un útil remachador. Para eliminar los remaches es necesario regular la máquina, con el fin de evitar daños en aquellas piezas que se vayan a mantener en la carrocería. Algunas máquinas no precisan regulación, al situarse las buterolas sobre soportes que provocan la autorregulación; en otras, es preciso controlar el espesor de las chapas sobre las que hay que eliminar los remaches, debiendo medir la distancia entre los útiles remachadores. El siguiente paso es el conformado de las pestañas de la carrocería, mediante el tas y el martillo, o bien con el propio útil dotado de buterolas planas. A continuación, es necesario preparar el recambio. En primer lugar, se deben tomar referencias para cortarlo. En este punto, han de tenerse en cuenta dos aspectos de la sustitución:

- 1) Cuando se realice la unión en la zona de la sección mediante remaches, es necesario preparar una contrachapa que actuará como material de respaldo. Para ello, es preciso dejar un exceso de material de unos 50 mm. en la zona de corte en la pieza de recambio.
- 2) Cuando la sustitución se haga mediante soldadura, el procedimiento de montaje será similar, existiendo ahora dos posibilidades: construir una contrachapa, que se utilizará como material de respaldo; o realizar un solape de forma similar como se efectúa en las carrocerías de acero. En este último caso, hay que tener la precaución de que el material no se agriete al realizar presión con la solapadora, siendo esto bastante probable por lo que se desaconseja realizar solape en la pieza soporte.

Tras cortar el recambio, se debe limpiar y desengrasar la zona de donde va a ejecutarse la unión, sin que sea necesario eliminar la cataforesis. A continuación, se presenta la pieza sobre la carrocería; para ello, se utilizan mordazas autoblocantes, de

forma que se pueda realizar un ajuste lo mas perfecto posible. Cuando se disponga de tornillos prisioneros, se realizaran unos primeros taladros del diámetro apropiado para su colocación; en caso contrario, se realizaran los taladros definitivos para colocar los remaches.

El siguiente paso es la preparación de las superficies para la aplicación del adhesivo. Esto es sumamente importante, puesto que la adherencia del aluminio es, en este sentido, bastante limitada. La forma de aumentar esta adherencia es muy variada y cada fabricante recomienda un método, desde la aplicación de imprimaciones, o la creación de una superficie rugosa hasta la limpieza previa de la zona de unión con ayuda de acetona y el posterior flameado con una llama neutra. Tras haber aumentado la adherencia de la superficie, se debe aplicar el adhesivo con pistola neumática o manual y cánula de aplicación cortada de tal forma que el cordón resultante sea de unos 3'5 mm. de diámetro, y procurando hacer pasar el cordón de adhesivo por el centro de los taladros. De esta forma, se asegura que si hay un remache suelto quede fijado por el propio adhesivo.

A continuación, se vuelve a colocar la pieza en la carrocería bien con la ayuda de los tornillos prisioneros, bien mediante mordazas de presión, aplicando los remaches según el tipo que se deba colocar. Así, los remaches ciegos y macizos se colocan aprovechando los orificios antiguos, mientras que los autoperforantes se sitúan entre los orificios.

La correcta colocación de los remaches es fundamental. No hay que olvidar que, posteriormente, habrá que montar las gomas de contorno y los guarnecidos correspondientes a cada pieza sustituida. En la zona de unión, se esmerilan las cabezas de los remaches, o los cordones de soldadura aplicados, quedando así la zona de unión preparada para la aplicación de la masilla adecuada.

7. PROCESO OPERATIVO DE SUSTITUCIÓN DE UNA ALETA TRASERA

El método que se va a comentar es realizado con la aplicación de remaches ciegos y macizos, por ser este diferente al realizado convencionalmente en sustituciones de aletas

REPARACIÓN DE CARROCERÍAS DE ALUMINIO

de acero e inclusive de aluminio, donde se emplea la soldadura de puntos por resistencia, con la particularidad que las intensidades de dichas máquinas para poder unir el aluminio, debe rondar entre los 15.000 y 20.000 A. (tres veces mayor intensidad que en las uniones con acero), para contrarrestar la alta conductividad eléctrica y por lo tanto la poca resistencia al paso de corriente, que no favorece este tipo de soldadura.

- El primer paso es el desmontaje de los diferentes accesorios que pueden entorpecer, como por ejemplo los guarnecidos de la aleta.

- Desmontar la luna de custodia si el vehículo dispone de ella, y si además está situada en la zona donde se realizará el ensamblaje.



- Desmontada la luna y los accesorios, se marcará la zona de corte mediante cinta de carrocerero, será necesario observar el manual del fabricante para ver las recomendaciones sobre la zona de corte, ya que el fabricante tiene constancia de las zonas fusibles o de deformación programada si las hubiere, y por lo tanto la zona de corte debería ser por otro lugar en tal caso.



- Se realizarán los cortes de desecho mediante sierra neumática, cuya hoja irá lubricada con jabón parafinado, evitando embazamientos no deseados.

- Se eliminarán los remaches de todas las pestañas de la unión, si los remaches son estampados se eliminarán con el útil remachador, seleccionando de la forma adecuada las buterolas para esta operación en función del tamaño de los remaches, ajustando la medida entre punzón y matriz fijando estos en la parte móvil o fija dependiendo del tipo de operación, se medirá con calibre el espesor de las chapas, trasladando esta medida a la separación entre punzón y matriz con el útil



remachador con las pinzas cerrado, ajustándose con la contratuerca y de esta manera se quedará el remache en la pieza a sustituir.

- Para eliminar los remaches, es necesario sujetar la remachadora, efectuando, lenta pero firmemente, la aproximación de la pinza para asegurar que tanto punzón como matriz estén perfectamente alineados con el eje del remache. Si el remache cayese al suelo, indicaría una distancia entre útiles excesivamente corta, mientras que si el remache no sale de la chapa nos indica una excesiva distancia entre los útiles, el remache se debe quedar en la pieza a retirar. Una vez eliminados todos los remaches se separan las uniones con la ayuda de un cortafríos.

- Se eliminan las tuercas remachables de la zona del pase de rueda, se usará una broca especial para aluminio y del diámetro adecuado. Dichas brocas tienen un paso de hélice mayor para evitar embazamientos.

- La preparación de la pieza nueva conlleva en muchos casos extraer el recambio parcial de una pieza completa, por no tener contemplado el fabricante dicho recambio, o bien para evitar esperas innecesarias que ralentizarían el proceso de reparación hacen necesario que apliquemos esta opción. El corte que realizaremos en el recambio si este es obtenido de la pieza completa, será siempre dejando un exceso de material, para obtener de ese exceso la contrachapa necesaria. Se presentará la aleta sobre el hueco de la carrocería y se marcará con la punta de trazar la línea definitiva de corte, y por lo tanto la necesaria para la contrachapa. Se eliminará el exceso de material, este exceso servirá para realizar la contrachapa que hará las veces de solape, colocándose en la parte posterior de la zona de unión de la aleta nueva con el resto de la carrocería. Nuevamente se presenta la aleta nueva sobre el hueco de la carrocería dejado al quitar la aleta deteriorada y se harán ajustes ya más finos. Se prepararán los cubrejuntas, marcando la pieza a unos 2,5 cm. del extremo, para presentar sobre la carrocería realizando los correspondientes taladros de 2,5 mm. de diámetro para los tornillos prisioneros. Se



REPARACIÓN DE CARROCERÍAS DE ALUMINIO

presenta la pieza con la ayuda de los tornillos prisioneros, comprobando su perfecto ajuste. Esta operación se debe repetir para cada una de los cubrejuntas de la unión. Se ajusta la pieza sobre la carrocería, realizándose a continuación los taladros de 2,5 mm. para la fijación provisional con los tornillos prisioneros. Se retira la pieza, realizándose el taladrado definitivo de 4 mm. Se puede realizar con taladro o con la propia remachadora si existe acceso como es el caso del hueco de puerta. De nuevo se presentará la pieza con los tornillos prisioneros de 4 mm. de diámetro, realizando un avellanado con broca de diámetro 12 o 13 o con la buterola de diámetro 2,5 mm., que realiza el avellanado donde se alojan los remaches. Donde se alojarán los remaches ciegos (además de las zonas previstas en manual, será en las zonas donde no se tiene acceso con el útil remachador) se tendrá que realizar unos taladros de 5 mm. de diámetro, utilizando la remachadora prevista para dichos remaches, parecida a la utilizada en los talleres para aplicar remaches en piezas de acero. Se preparan los cubrejuntas o contrachapas, limpiando con disolvente y una vez evaporado aplicando imprimación para aluminio, para que garantice la adherencia del adhesivo, o bien se puede lijar con P50, se aplicará el adhesivo por el centro de los orificios de los remaches. Se fijará sobre la carrocería la contrachapa con los tornillos prisioneros, que mantendrán la pieza en su sitio a modo de mordaza, y se aplicará un remache ciego que sujeta la contrachapa, a continuación se quita el otro prisionero y ya se puede aplicar los remaches que queden para formar la unión definitiva. Se procede después al desengrasado, aplicación de la imprimación y adhesivo en el recambio y en el hueco de la carrocería donde irá montada la aleta, dependiendo de si la zona donde tiene que ir el adhesivo requiere aplicarlo sobre el recambio o el hueco, según donde mejor confrontación entre ambos elementos exista.



- Igual que ocurría con la contrachapa se presenta y ajusta la aleta con los tornillos prisioneros, para a continuación comenzar con el remachado. Se deben esmerilar las cabezas de los remaches ciegos para tener una superficie homogénea. Se aplicará masilla especial con cargas de aluminio en las líneas de unión, para cubrir dichas juntas, una vez seca la masilla se lijará con máquina y disco P 80, rellenando los huecos entre panel exterior y carrocería con cera de cavidades, masilla de PVC, o planchas de Poliuretano, siendo este proceso de menor importancia debido a que el aluminio se autoprotege con la capa de alumina y por lo tanto no existe riesgo de corrosión en los huecos interiores como ocurre con el acero, que los cambios de temperatura provocan condensaciones de agua en los interiores de huecos con el consiguiente riesgo de oxidación y posterior corrosión de los elementos. Finalmente el vehículo quedará listo para pasar al área de pintura.



8. PROCESO OPERATIVO DE UNA SUSTITUCIÓN DE UNA PUNTA DE LARGUERO

Se hace necesaria la utilización de refuerzos, constituidos por dos perfiles extruidos para la unión de cada una de las piezas. Dicha unión se realizará por la combinación de una unión mecánica con tornillo exterior y con adhesivo.

A. CONTROL DE POSICIÓN DE LA PIEZA

Al sustituir una pieza estructural de la carrocería, es necesario meter el vehículo en bancada, siendo bastante práctico el uso de las bancadas de útiles o de control positivo, porque posicionan el recambio perfectamente en la zona a unir y según las cotas adecuadas, porque los útiles son específicos para el modelo en concreto, muchas de las veces solo es necesario montar los útiles en la pieza que vamos a sustituir, de dicha manera el trabajo a realizar se simplifica bastante.



B. CORTE Y PREPARACIÓN DE LA PIEZA AFECTADA Y EL RECAMBIO

Se procede a cortar correctamente la zona dañada, igualmente se realizan los ajustes en el recambio, para realizar a continuación la preparación de la pieza. Para crear adherencia en la pieza con el adhesivo, se seguirán los siguientes pasos:

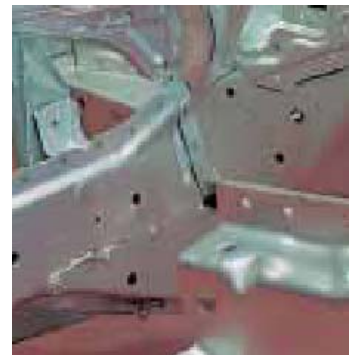
- Limpiar la pieza con el lijado de un Clean` N strip, realizándolo tanto en el recambio como en la carrocería. Eliminados los recubrimientos de la pieza, se limpia la superficie con acetona o alcohol (isopropano) con un papel o algodón. Se realiza un pasivado del material, por medio de un mechero provisto de un gas especial. Se aplicará una imprimación para garantizar la adherencia.

C. PREPARACION DE LOS REFUERZOS Y APLICACIÓN DEL ADHESIVO

Los refuerzos utilizados para fijar la sección del larguero se suministran normalmente con la pieza de recambio. Una vez conseguida la adherencia adecuada, se aplicará el adhesivo, debiéndose posicionar cada uno de los refuerzos en el interior del larguero, dicha unión es conocida como brida interior, siendo estéticamente mejor que la de brida con refuerzo exterior, donde se puede apreciar en esta última los 2 refuerzos empleados.

D. FIJACIÓN DE LA PIEZA Y OPERACIONES DE ACABADO

Para fijar la pieza se debe realizar un correcto posicionamiento de ésta y del refuerzo, tanto en la parte superior como en la inferior. Se utilizará un tornillo de presión que ejercerá tracción sobre el refuerzo, expandiéndolo y provocando una fijación en el interior de la pieza. Además también se emplean tornillos que se utilizan en reparación para dar una continuidad eléctrica en la carrocería que se pierde con el empleo de adhesivos. Finalmente la operación se dará por finalizada con el sellado de las uniones en aquellos lugares indicados por el fabricante.



9. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN DE RIESGOS LABORALES

En los procesos de las reparaciones de carrocerías de aluminio, se requiere el uso de diferentes EPI'S., (**Elementos de protección individual**) tal como:

- Las ***gafas transparentes de protección*** utilizadas en el proceso de conformado, cuando sea necesario la eliminación de pintura como proceso final para verificar la reparación o en las zonas sin acceso, será igualmente necesario el uso de gafas para evitar que el polvo desprendido con el disco de nylon expandido dañe nuestros ojos, o en operaciones donde existan riesgos de desprendimientos de material, tal como al golpear con cortafríos.
- 
- ***Guantes de protección*** que serán de cuero para proteger nuestras manos en la mayoría de los procesos y guantes de latex en los procesos de pegado para evitar mancharnos.
 - ***Botas de protección con puntera de hierro*** para evitar daños en los pies por posible caídas de piezas con cierto peso, como puede ocurrir en los procesos de bancada, en dichos procesos puede existir el riesgo de desprendimientos y caídas de elementos, utilizándolas siempre tendremos protegidos los pies.
 - ***Manguitos de protección, buzos, mandiles y polainas:*** Los manguitos se utilizarán en los brazos, también se requiere cubrir bien el cuello, para lo cual se utilizarán los buzos, mandiles y polainas para las piernas, debido a que en el proceso de soldadura es donde se requiere mayor protección, inclusive mayor que en los procesos de soldeo con acero, evitando dejar la piel al descubierto frente a las radiaciones ultravioleta e infrarroja del proceso de soldeo, que en el caso del aluminio es mayor debido a que la intensidad de corriente también lo es, para contrarrestar la alta conductividad de dicho material, de no protegernos sufriremos quemaduras en la piel, supervisándose por el enrojecimiento rápido de esta.
- 

- **Máscara para vapores inorgánicos** tipo B para evitar la inhalación de gases tóxicos de la soldadura, debido al ozono que genera las radiaciones ultravioletas, así como los gases nitrosos. Para la realización de soldadura oxiacetilénica se deberá emplear las gafas específicas con protección de nivel 5, aunque como ya se ha explicado dicho equipo se utiliza para contadas ocasiones. Para las operaciones de lijado es conveniente una máscara de polvo del tipo P.



- **Cascos auditivos o tapones:** Necesarios para aquellas operaciones que conlleven un nivel de sonoridad perjudicial para el oído, por superar el umbral permitido de decibelios, operaciones tal como el corte con sierra neumática o con cortafrios.



- **Medidas de protección colectiva:** Equipos extractores de humos en la zona de soldadura, donde se deben mantener las zonas ventiladas y apantallar la zona donde se ejecuta la soldadura para evitar lesiones y daños en personal que esté en zonas colindantes, igualmente no se soldará en ambientes húmedos.
- **Pantalla de cristal inactivo**, con mayor índice de protección entre 12 y 13 tanto para MIG como para TIG para evitar las radiaciones y la alta luminosidad.



10. BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA

- Documentación técnica del curso de Reparación de carrocerías de aluminio realizado en Cesvimap.
- Monografía de Cesvimap: El aluminio en la reparación de carrocerías.
- Monografía de Cesvimap: El aluminio en la fabricación de carrocerías.
- Biblioteca multimedia “Cesviteca” de Cesvimap,
- Manual de reparación de carrocería de Cesvimap.
- Libro de Elementos fijos de Cesvimap.
- Diversas revistas técnicas de Centro de Zaragoza y Cesvimap.
- Fotos realizadas de procesos en concesionario Mercedes-Benz de Getafe.