

Los aceros de alto límite elástico (ALE) y la seguridad pasiva en el automóvil



La crisis energética de las dos últimas décadas, ha provocado el encarecimiento de los productos petrolíferos y como, consecuencia, los fabricantes de automóviles se han visto en la necesidad de reducir drásticamente el consumo de carburante de sus nuevas producciones. Uno de los factores que influyen principalmente en el consumo de un vehículo es el peso total del mismo, y por consiguiente, los fabricantes han dirigido sus esfuerzos hacia el desarrollo de nuevos materiales más livianos, pero sin merma de las características mecánicas de los ya existentes. Entre estos materiales se encuentran los denominados aceros de alta resistencia o alto límite

*Centro de experimentación y seguridad vial, CESVI.
Instituto Tecnológico de Seguridad MAPFRE, ITSEMAP.*

elástico (ALE), que con menor espesor de chapa y, por tanto, menor peso poseen características mecánicas similares a las de los aceros convencionales.

Los fabricantes que utilizan este tipo de aceros en la fabricación de componentes de carrocerías aconsejan tratamientos especiales para su reparación, que difieren notablemente de los sistemas habitualmente usados para los aceros convencionales; por ello, el desconocimiento por parte del sector



reparador de la existencia o situación en el vehículo de los componentes fabricados con estos aceros puede provocar reparaciones defectuosas o cuando menos, con merma de las características mecánicas más necesarias para la seguridad pasiva del vehículo.

En el mundo de la automoción, buscando la fabricación de piezas más ligeras, se ha iniciado una fuerte competencia entre los aceros ALE, las aleaciones de aluminio y los plásticos.

Los aceros ALE presentan la gran ventaja de poder estamparse y ensamblarse en líneas de embutición y montaje ya existentes, aún cuando plantean problemas específicos de conformabilidad, soldadura y resistencia a la corrosión. Esto ha motivado que el consumo de aceros ALE en el automóvil crezca más rápidamente que el de los plásticos.

De acuerdo con el gráfico de la figura n.º 1, no parece arriesgado pensar que al final de esta década, entre un 30 y un 50 % de la chapa del automóvil esté constituido por aceros ALE. En cifras absolutas, se prevé el empleo de 135 a 270 kg. de aceros ALE por vehículo al final de esta década.

La figura 2 muestra el porcentaje de aceros ALE empleados en la carrocería por doce fabricantes de automóviles, así como una estimación para la década de los 90.

TIPOS DE ACERO ALE

Las familias de aceros ALE, en forma de chapas laminadas en frío o en caliente, comercializados en el área de automoción son las siguientes:

– *Aceros microaleados convencionales*

Tienen límites elásticos comprendidos entre 35 y 55 kg/mm². El aumento de resistencia se produce por un efecto combinado de afino de tamaño de grano, endurecimiento por solución sólida de Fósforo (P), Silicio (Si), o Manganeso (Mn), motivado por la precipitación de carburos o carbonitruros de Niobio (Nb), Vanadio (V), o Titanio (Ti).

– *Aceros con recocido de restauración*

Se obtienen por recocido a baja temperatura (recocido de restauración) de aceros al carbono o mi-

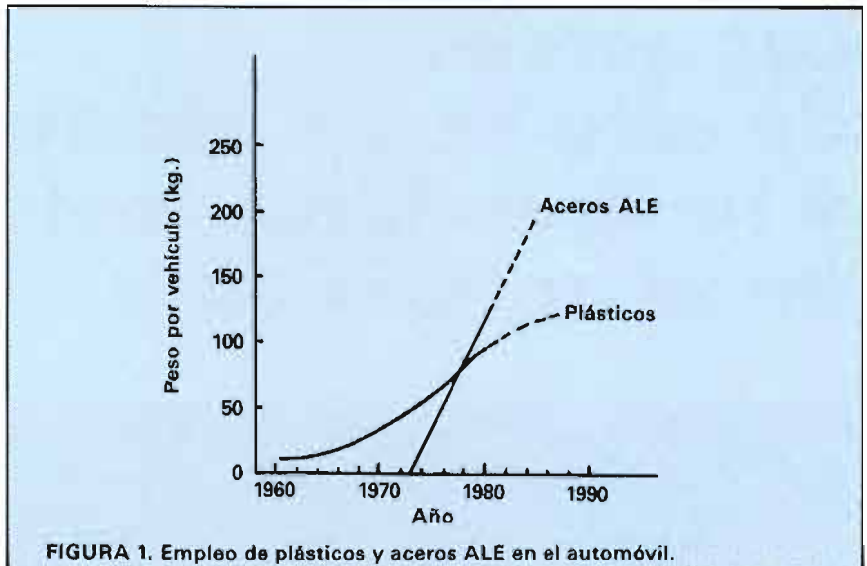


FIGURA 1. Empleo de plásticos y aceros ALE en el automóvil.

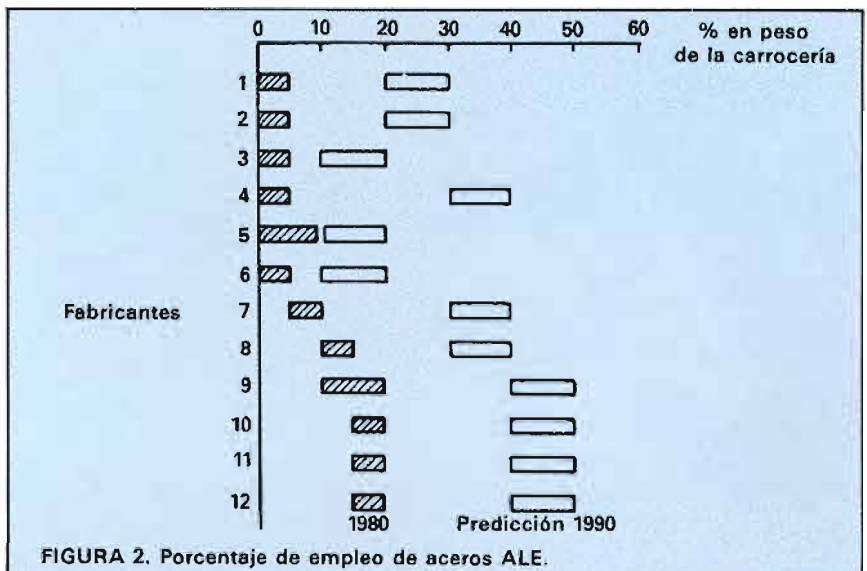
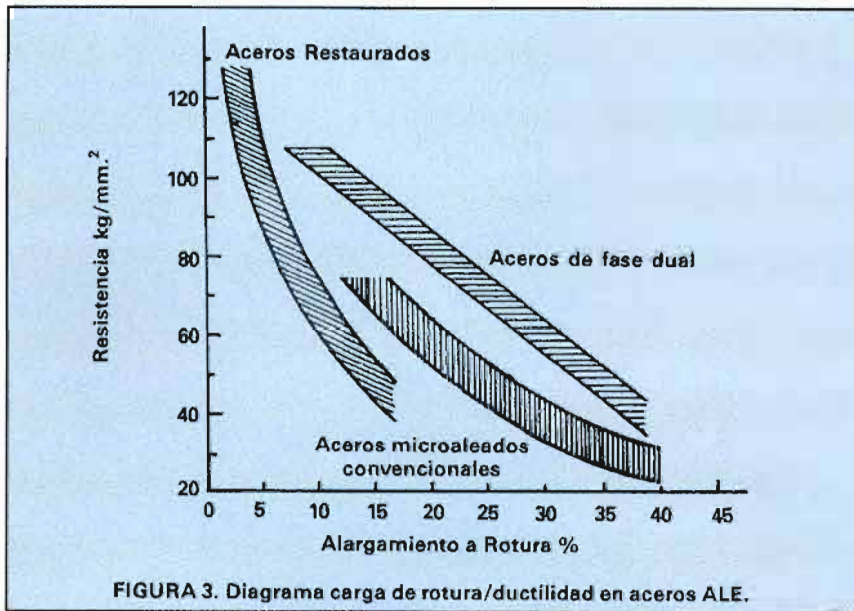


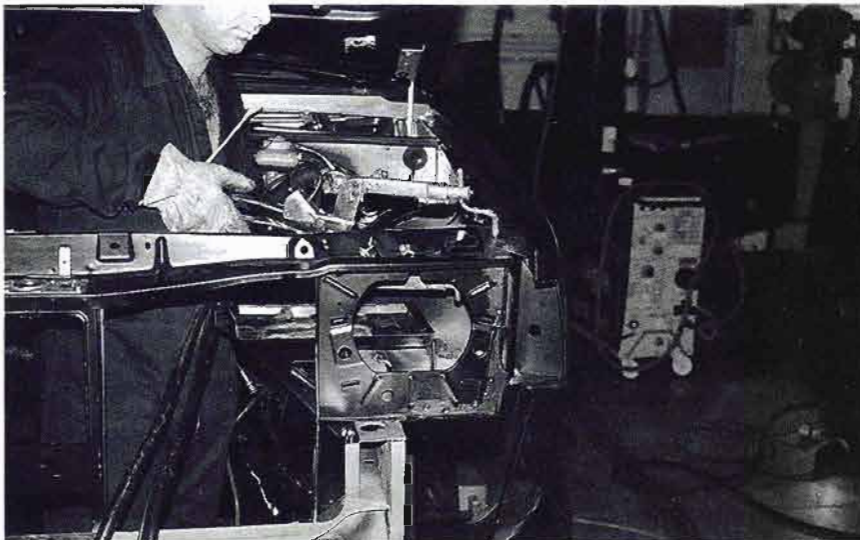
FIGURA 2. Porcentaje de empleo de aceros ALE.



«Los aceros ALE nacen como resultado de una inquietud investigadora del fabricante dirigida hacia una disminución en el peso del vehículo, ahorro de combustible y aumento de su seguridad pasiva.»



«Con los aceros ALE se consiguen resistencias similares a las de los aceros convencionales con menor espesor de chapa y, por tanto, menor peso.»



terminada, los aceros de fase-dual poseen una mayor ductilidad (conformabilidad) dentro de los aceros ALE.

ELEMENTOS COMPUESTOS POR ACEROS ALE

El uso de aceros ALE en la fabricación de piezas para el automóvil está centrada principalmente en componentes estructurales de la carrocería como pueden ser refuerzos, traviesas, soportes de motor, anclajes paragolpes, largueros, etc. Son elementos que están pensados y diseñados con una determinada resistencia mecánica, los cuales han de absorber gran cantidad de energía en caso de impacto; se trata, por tanto, de piezas muy estrechamente relacionadas con la seguridad del vehículo.

Con el ánimo de establecer, por medio del estudio comparativo, unas bases para proceder a la reparación de aceros ALE, intentando que su resistencia se vea disminuida de forma mínima, se han realizado diferentes ensayos de tracción, compresión y flexión en piezas y probetas elaboradas con aceros ALE.

ENSAYOS DE TRACCION

Se realiza este ensayo sobre probetas de chapa de acero de alta resistencia, para comprobar la variación del lí-

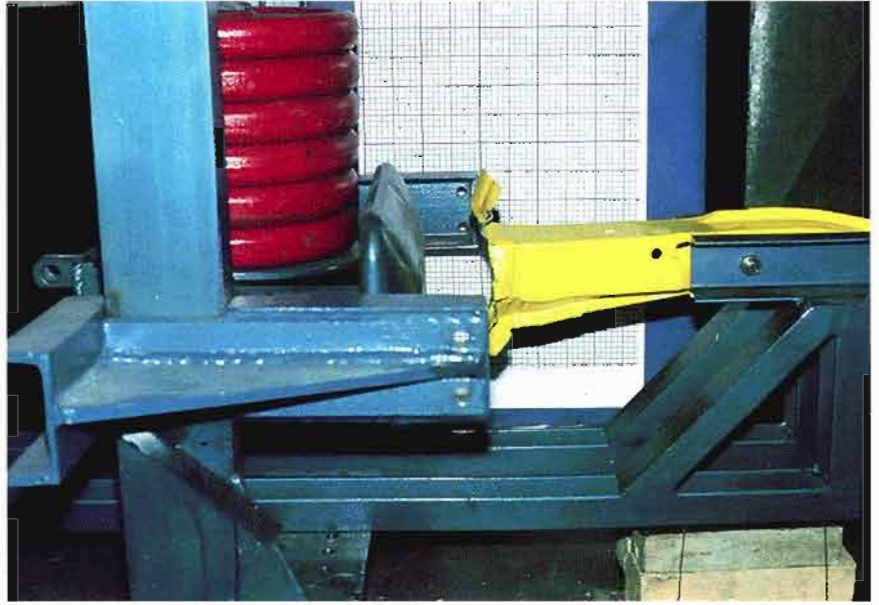
«Los aceros ALE presentan la gran ventaja de poder estamparse y ensamblarse en líneas de embutición y montaje ya existentes.»

croaleados, fuertemente deformados en frío. El efecto endurecedor se consigue por una retención parcial o total de la subestructura de deformación.

— Aceros de fase dual

Se consiguen tratando térmicamente el acero en la región (+) y enfriándolo con una velocidad tal que la austenita se transforme en martensita. El nivel de resistencia alcanzado por un acero de fase-dual es proporcional a la fracción de martensita obtenida.

La figura 3 resume, en un diagrama de carga de rotura/ductilidad, las bandas correspondientes a las tres familias de aceros ALE anteriormente descritas. Se puede apreciar que, para una carga de rotura de-



Pieza sometida a un golpe de compresión.

mite elástico y carga de rotura en función de los diferentes tipos de soldaduras que se utilicen, así como de las deformaciones que se produzcan tanto en frío como en caliente.

Asimismo, estudiando el diagrama de tensión-deformación, se analizan las zonas elásticas y plásticas (deformaciones permanentes) de acuerdo con el tipo de soldadura o con el esfuerzo al que se ha sometido. De la observación de estos diagramas se desprende que las probetas soldadas carecen de zona elástica y la rotura se produce de forma instantánea. Dentro de las probetas soldadas, este fenómeno se acentúa en las que se ha utilizado oxiacetileno. Con esta soldadura se alcanza una más alta tensión de rotura en

«En el mundo de la automoción, buscando la fabricación de piezas más ligeras, se ha iniciado una fuerte competencia entre los aceros ALE, las aleaciones de aluminio y los plásticos.»

comparación con otros procedimientos como MIG o TIG, pero esta tensión coincide prácticamente con el límite elástico, lo cual impide la existencia de un periodo elástico previo en el que las deformaciones sean proporcionales a las tensiones.

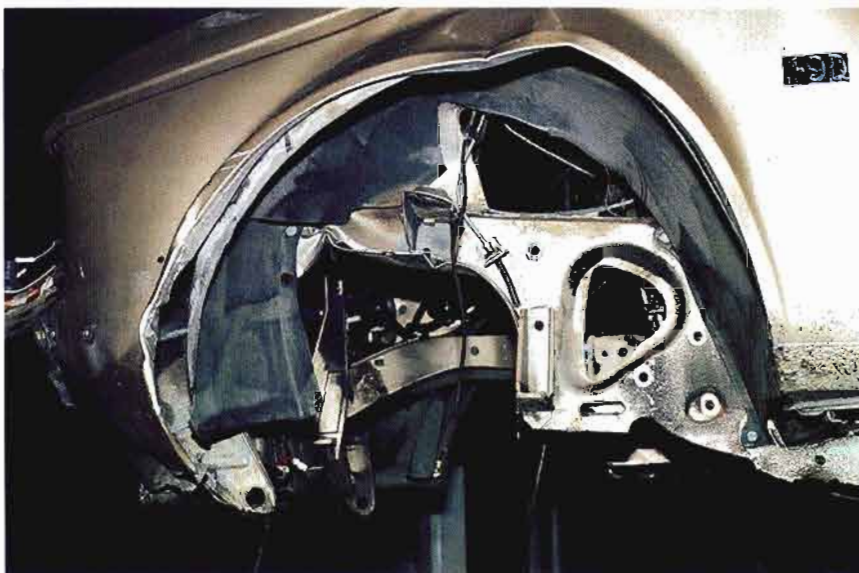
En el caso de utilizar la soldadura oxiacetilénica en un acero ALE, éste disminuye su tensión de rotura en una magnitud 3 veces superior a la disminución que resultaría de aplicar soldadura MIG. De igual forma ocurre si se efectúa una deformación en caliente en un acero ALE: la resistencia a la tracción decrece el doble que si esta deformación se produce en frío.

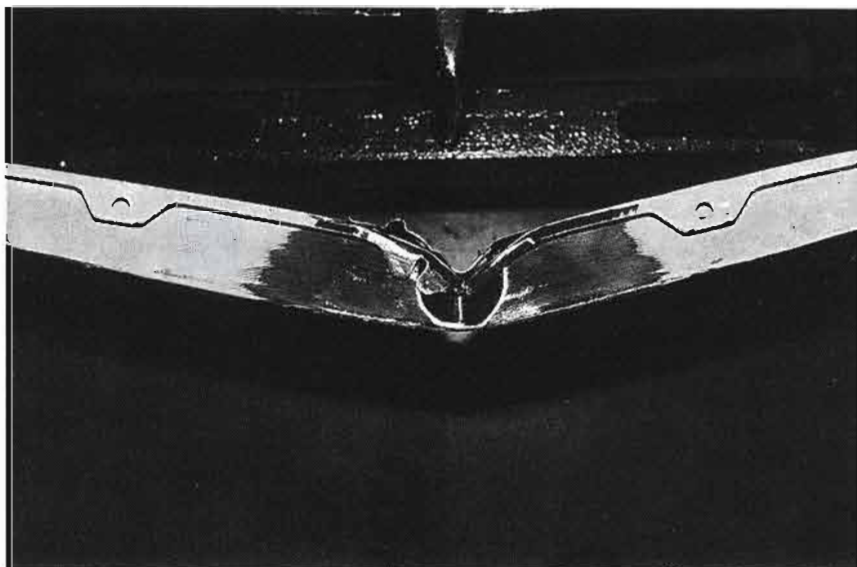
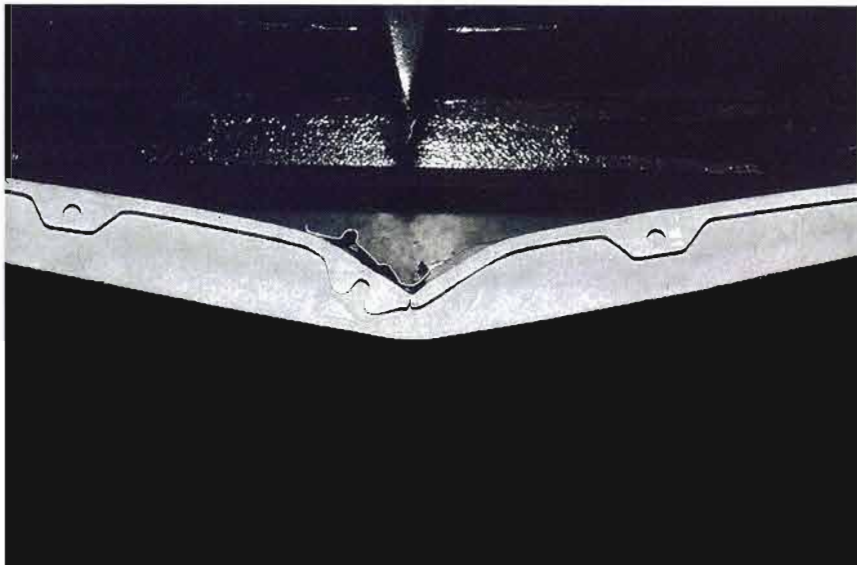
ENSAYO DE COMPRESION Y FLEXION

Tratando de acercarse a la situación de un impacto real, se han sometido diferentes piezas compuestas por aceros de alta resistencia a golpes con el péndulo de impacto, con el fin de analizar la variación de la resistencia mecánica antes y después de la reparación.

La pieza nueva se golpea con una energía determinada posteriormente; se repara y se vuelve a golpear con la misma energía. Una vez hecho esto, se comparan las deformaciones habidas antes y después de reparar y se analiza la disminución o aumento de la resistencia de la pieza.

Con el péndulo de impacto se producen dos tipos de golpes diferentes. Por un lado se dan golpes de flexión a traviesas y se mide la flecha que se





Pieza sometida a un golpe de flexión antes (A) y después (B) de ser reparada.

«Con los aceros ALE de última generación, los aceros de fase-dual, el problema de la conformidad de los aceros ALE se ha visto resuelto en gran medida.»

Estos aceros presentan una problemática específica a la hora de su fabricación y conformación, dado que, en líneas generales, la conformidad de éstos es menor que la de los aceros convencionales, aunque con los aceros de última generación, los aceros de fase-dual, este problema se ha visto en gran medida resuelto. Los problemas de fabricación se traducen de alguna forma en problemas de reparación, puesto que el alto límite elástico de estos aceros se ha logrado a base de incluir diferentes cantidades de elementos microaleados a diversas temperaturas. Debido a la alteración del estado de estos microaleantes, la resistencia del acero ha disminuido, y por tanto, la pieza conformada con aceros ALE poseerá una menor capacidad de absorción de energía en caso de impacto.

produce en el punto medio, por otro lado, se dan golpes frontales de compresión a puntas de chasis o largueros delanteros y se cuantifica la porción de la pieza que se ha comprimido.

Los resultados de resistencia mecánica obtenidos sobre una amplia muestra de piezas de aceros ALE revelan el comportamiento de estos aceros frente a los impactos y deformaciones.

Las piezas sometidas a un golpe de flexión, como pueden ser traviesas, estribos, etc., han sufrido una disminución de su resistencia ante el impacto de un 11,5 %, si comparamos la primera deformación producida sobre la pieza nueva con la habida en ésta una vez separada. Igualmente las piezas golpeadas a compresión, largueros, refuerzos, etc., han experimentado una

disminución de la resistencia mecánica de un 35 % después de la reparación.

CONCLUSIONES

Los aceros ALE nacen como resultado de una inquietud investigadora del fabricante dirigida hacia una disminución en el peso del vehículo, ahorro de combustible y aumento de su seguridad pasiva.

Dado que los aceros ALE poseen un límite elástico más elevado, se logran resistencias estructurales en el vehículo superiores a las obtenidas empleando aceros convencionales, con un menor espesor de chapa, que para unas densidades próximas implica un menor peso.

En líneas generales, es necesario establecer un grado de reparabilidad de estos aceros, dado que frente a deformaciones de tipo medio-alto es preferible la sustitución de la pieza en vez de su reparación. Es importante también conocer cual es el procedimiento de soldadura idóneo; como se ha visto anteriormente el sistema MIG es el que menos hace descender la resistencia del acero ALE, debido fundamentalmente a su buena penetración, carencia de contaminación a causa de su atmósfera inerte y una menor temperatura de calentamiento en la zona a soldar. Por último, se ha de evitar cualquier calentamiento de la pieza para restituir su forma original; en caso de que no sea posible realizarlo en frío y en pequeños intervalos, se deberá proceder a la sustitución de ésta. ■