



MES: JUNIO (y II)

AÑO: 1987

BOLETIN TECNICO - INFORMATIVO

INTRODUCCION

Los fabricantes de automóviles se han visto obligados, desde el inicio de la crisis energética y siguiendo las corrientes de ahorro generadas por la misma, a producir vehículos de bajo consumo. Uno de los factores que tiene más incidencia en el consumo de carburante es el peso del vehículo. Por esta razón, comenzaron a introducir en la estructura de sus modelos materiales más ligeros que no fueran en detrimento de la resistencia del propio vehículo y de la seguridad de sus ocupantes.

Entre estos materiales se encuentran los denominados aceros de alta resistencia o de alto límite elástico (ALE). Con este tipo de aceros se consiguen resistencias similares a las de los aceros convencionales con menor espesor de chapa y, por tanto, menos peso.

Los diferentes fabricantes que usan este tipo de aceros en sus vehículos aconsejan tratamientos especiales para su reparación, que difieren de los sistemas usuales para los aceros convencionales. El desconocimiento de la existencia de estos aceros y sobre todo de estas normas, por parte de los talleres reparadores, ha motivado la realización de este estudio de aceros de alta resistencia desde un punto de vista principalmente práctico.

El objetivo es analizar la variación de la resistencia mecánica en función de los diferentes métodos que se empleen en la reparación (soldadura, enderezamientos, etc.), así como establecer la forma óptima de reparación y hasta qué punto se debe reparar o bien sustituir.

INFORMACION TECNICA

ACEROS DE ALTO LIMITE ELASTICO

1. Cronología de los aceros de alto límite elástico

Los aceros ALE (Alto Límite Elástico) comenzaron a utilizarse hace 50 años, siendo pioneros en este campo los aceros CORTEN, especialmente pensados para la industria de la automoción con el fin de reducir la tara, aumentar la capacidad de flete, la resistencia mecánica y la vida del vehículo.

En los años 30 se comercializaron aceros ALE basados en el endurecimiento que, por solución sólida, proporcionan dos o más elementos de aleación, tales como Manganeso (Mn), Fósforo (P), Silicio (Si), Cobalto (Co), Níquel (Ni), Cromo (Cr), Molibdeno (Mo), etc. Esta *primera generación* de aceros ALE poseía un límite elástico comprendido entre 35 y 42 kg/mm².

Posteriormente, han ido apareciendo sucesivas generaciones de este tipo de aceros que iban disminuyendo sus contenidos de carbono y aumentando su límite elástico.

En los años 80, ha surgido la *cuarta generación* de aceros ALE, son los denominados de fase-dual que poseen una ductilidad más elevada para un determinado nivel de resistencia mecánica. Debido a su buena conformabilidad, este tipo de aceros de fase-dual están destinados a tener un empleo rápidamente creciente.

2. Empleo de los aceros ALE

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, aun 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.

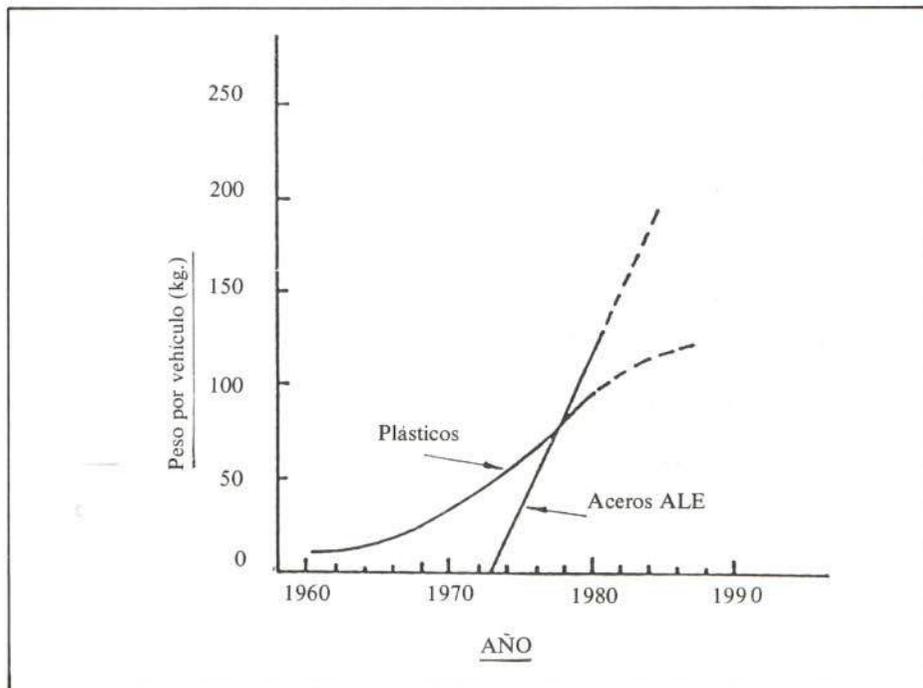


FIGURA 1.—Empleo de plásticos y aceros ALE en el automóvil.

De acuerdo con el gráfico de la figura 1, no parece arriesgado pensar que al final de esta década, de un 30 a 50 por 100 de la chapa del automóvil sea de aceros ALE. En cifras absolutas, se prevé el empleo de 135 a 270 kg. de aceros ALE por vehículo al final de esta década.

3. Tipos de aceros 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:

3.1. Aceros microaleados convencionales

El aumento de resistencia se produce por un efecto combinado de afino de tamaño de grano, endurecimiento por solución sólida (P, Si, Mn) y por la precipitación de carburos o carbonitruros de Nb, V o Ti.

En chapas laminadas en caliente pueden alcanzarse los mismos niveles de límites elásticos que en chapas laminadas en frío recocidas. Los niveles más altos de resistencia mecánica sólo pueden conseguirse de modo limitado a costa de un descenso notable de ductilidad.

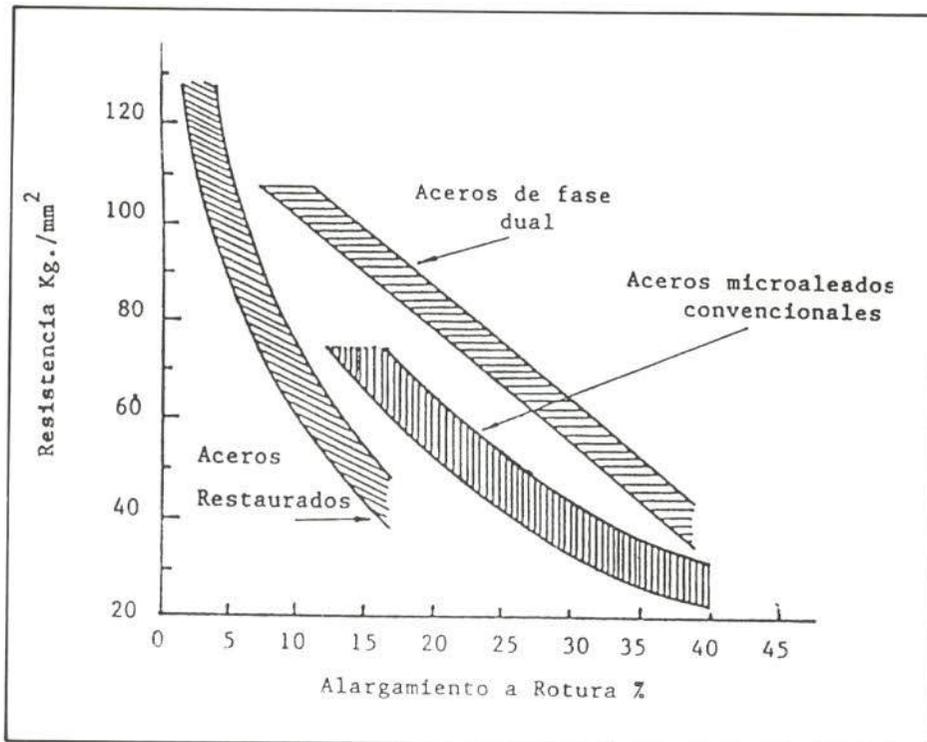


FIGURA 2.—Diagrama carga de rotura/ductilidad en los distintos tipos de aceros ALE.

3.2. Aceros con recocido de restauración

Se obtienen por recocido a baja temperatura (recocido de restauración) de aceros al carbono o microaleados, fuertemente deformados en frío. El efecto endurecedor se consigue por una retención parcial o total de la subestructura de deformación. Los elevados esfuerzos que se originan durante el proceso de laminación en frío limitan el intervalo de espesores disponibles a 1,0 - 1,7 mm.

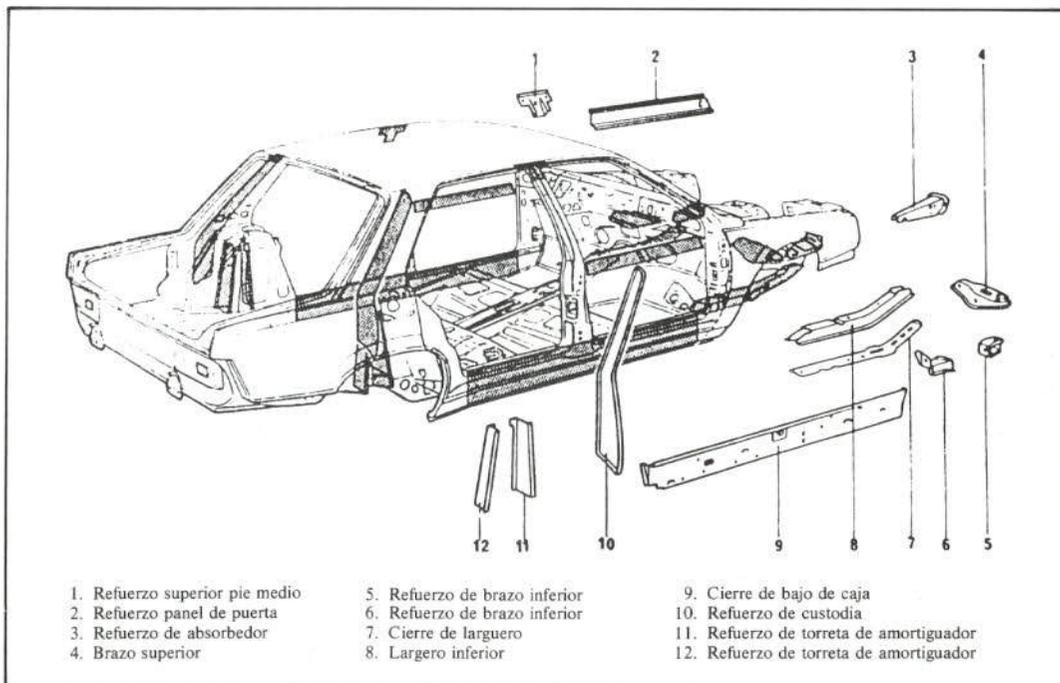


FIGURA 3.—Elementos de un vehículo (R-25) fabricados con aceros ALE.

3.3. Aceros de fase-dual

Se consiguen tratando térmicamente el acero en la región ($\alpha + \gamma$) y enfriándole 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. Para conseguir estas estructuras de temple, resulta ventajoso el empleo de líneas de recocido continuo. La templabilidad depende de los elementos de aleación y el contenido en carbono es inferior al 0,1 por 100. El revenido final tiene por objeto incrementar el valor del cociente límite elástico/carga de rotura. De este modo, es posible obtener en chapas laminadas en frío, límites elásticos de 30 a 60 kg/mm².

4. Elementos compuestos de aceros ALE

El uso de aceros ALE en la fabricación de piezas para el automóvil está centrado principalmente en componentes estructurales de la carrocería como pueden ser refuerzos, traviesas, soportes de motor, anclajes paragolpes, largueros, etc. Estos son elementos pensados y diseñados para obtener 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, de ahí la importancia de actuar con corrección en su reparación.

5. Variación de la resistencia mecánica en aceros ALE

La ignorancia y el desconocimiento de la existencia de los aceros ALE y de los consejos que para su tratamiento facilitan los fabricantes de vehículos ha motivado este estudio. El objeto del mismo no ha sido otro que conocer la variación de la resistencia mecánica en función de los diferentes métodos que se emplean para la reparación de este tipo de aceros. Paralelamente, se puede establecer la forma idónea de reparación y hasta qué punto se debe reparar o sustituir.

Los resultados se han obtenido después de someter probetas de aceros ALE a ensayos de tracción y elementos de carrocería a pruebas de compresión y flexión.

5.1. Ensayo de tracción

Se realiza este ensayo sobre probetas de chapa de acero de alta resistencia para comprobar la variación del límite elástico y carga de rotura en función de los diferentes tipos de soldaduras que se utilicen para su reparación, así como de las deformaciones que se produzcan tanto en frío como en caliente.

Estudiando los diagramas 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.

Estos ensayos de tracción también se han realizado sobre probetas de acero convencional para establecer una comparación entre éstos y los aceros de alto límite elástico.

Del análisis de los resultados obtenidos en el ensayo de tracción se deduce 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 soldadas con oxiacetileno. Con esta soldadura se alcanza una más alta tensión de rotura en 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 plástico.

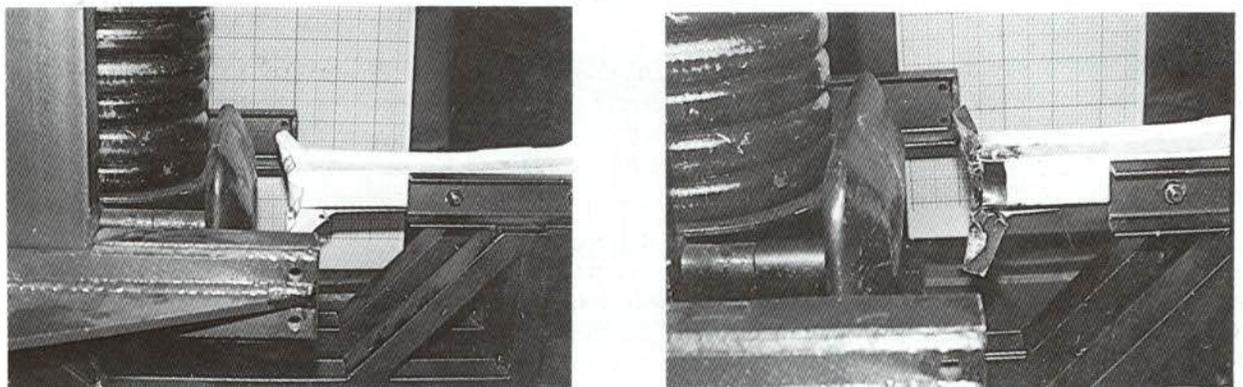


FIGURA 4.—Ensayo de deformación por compresión sobre una pieza nueva y sobre esta misma ya reparada.

5.2. Ensayo de compresión y flexión

Tratando de acercarse a la situación de un impacto real, se han sometido diferentes piezas fabricadas con aceros de alta resistencia a deformaciones de compresión y flexión.

En la realización de esta investigación se han utilizado piezas de acero ALE de cinco fabricantes diferentes. Estas piezas han sido sometidas a esfuerzos de compresión y flexión con energías determinadas.

Una vez reparadas, se vuelven a golpear con la misma energía se comparan los valores de las deformaciones habidas antes y después de las reparaciones y se analizan las disminuciones de resistencia de cada pieza.

Estas reparaciones se han realizado con cinco métodos diferentes. Por un lado, se han reparado las piezas en frío y con aportación de calor y, por otro, se han sustituido las zonas dañadas por secciones de ahorro con chapas de refuerzo por el interior de la pieza soldándolas con oxiacetileno, MIG o TIG.

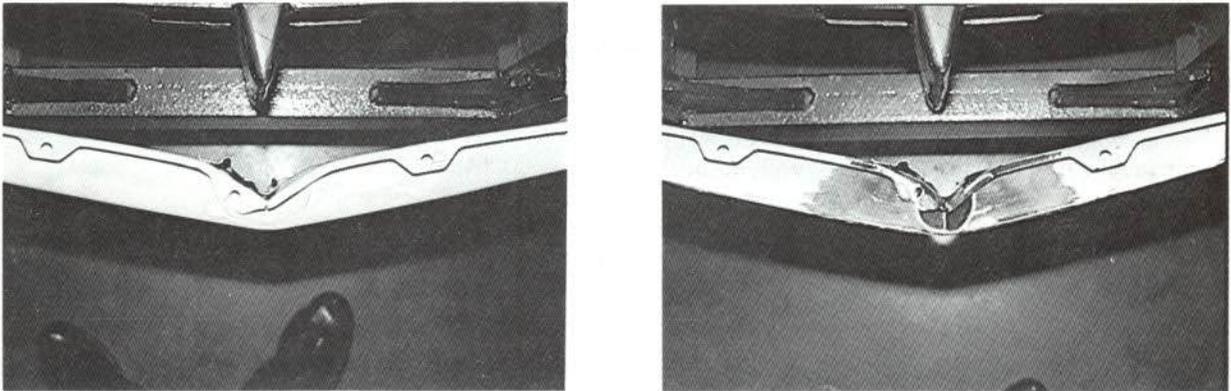


FIGURA 5.—Ensayo de deformación por flexión sobre una pieza nueva y sobre ésta misma ya reparada.

6. Conclusiones

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

Estos aceros presentan comportamientos específicos en su fabricación, ya que la conformabilidad es menor que la que poseen los aceros convencionales. No obstante, con los aceros de fase-dual este inconveniente se ha visto, en gran medida, resuelto. Las condiciones de fabricación se convierten de alguna forma en problemas de reparación, dado que el alto límite elástico de estos aceros se ha logrado a base de incluir ciertas cantidades de elementos microaleados a diferentes temperaturas. Tras una reparación defectuosa, debido a la alteración del estado de estos microaleantes, la resistencia del acero ha disminuido y, por tanto, las piezas conformadas con aceros ALE poseerán menor capacidad de absorción de energía en caso de impacto.

En el caso de utilizar la soldadura oxiacetilénica en la reparación de aceros ALE, se observa que disminuye su tensión de rotura en algo más de la tercera parte, mientras que si se emplea el método MIG, esta tensión baja hasta aproximadamente un 10 por 100. De igual forma ocurre si se efectúa una deformación *en caliente* en estos aceros, que la resistencia a la tracción decrece una quinta parte; y si esta deformación es en frío, la resistencia disminuye en un 10 por 100.

En resumen, es importante establecer niveles de reparabilidad de aceros ALE. En deformaciones de tipo medio-alto es preferible la sustitución en vez de la reparación. También es importante conocer cuál es el procedimiento de soldadura adecuado. Nuestra conclusión es que el sistema MIG es el procedimiento que reduce menos la resistencia del acero ALE, debido fundamentalmente a su buena penetración, carencia de contaminación a causa de su atmósfera inerte y 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 para pequeños daños, se deberá proceder a su sustitución.

INFORMACION SOBRE EL CESVI

RELACIONES INSTITUCIONALES

Se han recibido las visitas siguientes:

- Presidentes de la Cía. Aseguradora STAR, de Túnez.
- Miembros del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (C.S.I.C.)
- Becario de Fundación MAPFRE del Centro Nacional de Seguridad, de Chile.
- Presidente de la Federación Nacional de Autoescuelas.
- Directivos Aseguradora Mexicana, ASEMEX, México.
- Gerentes de Talleres MAEN, de Madrid.
- Presidente de la Cía. Aseguradora HORIZONTE, de Venezuela.
- Director técnico de Autos de Seguros AMERICA, México.
- Jefa del Servicio de Traducciones de la Cía. de Reaseguros BAYERISCHE, de la República Federal de Alemania (R.F.A.).
- Miembros del Cuerpo de la Policía Municipal de Madrid.
- Directivo de General Española de Seguros, S. A. (GES).
- Delegado Comercial de la Embajada Española en Argentina.

FORMACION

Se han impartido seis cursos, distribuidos de la siguiente manera:

- Curso sobre «Carrocería del automóvil y su reparación».
- Curso sobre «La pintura del automóvil».
- Curso sobre «Conocimiento de nuevos vehículos».
- Curso de «Reciclaje pericial» para Peritos Tasadores de Seguros.
- Curso de «Innovaciones tecnológicas en la reparación del automóvil» para Peritos Tasadores de Seguros.
- Jornada de presentación del curso de «Carrocería del automóvil» a los Jefes del Servicio Post-Venta de Ford.

INVESTIGACION Y EXPERIMENTACION

Se ha concluido el baremo de sustitución de conjuntos mecánicos del Renault 18 y del Renault 21, motor longitudinal. Asimismo, se han realizado 23 experiencias para el baremo de reparación de elementos de carrocería y 6 para el de pintura.

En el apartado de Reconstrucción de vehículos se ha finalizado la del Renault 21.

El área de experiencias especiales ha realizado diez pruebas sobre distintos procesos de lijado. También se ha llevado a cabo la prueba de diez equipos de soldadura, corte con plasma y útiles máquinas para desmontaje de lunas pegadas.

SEGURIDAD VIAL

Durante el mes de junio se han realizado diagnósticos de vehículos a través de las Unidades Móviles de que dispone el CESVI por las provincias de Vizcaya, Asturias y la región de Extremadura.

Todas éstas, unidas a las llevadas a cabo en el CESVI, ofrecen un total acumulado semestral de 8.788 diagnósis de seguridad vial.

DIVULGACION

- *Videos.* Se ha finalizado el proceso de edición de los vídeos sobre «Aceros de Alto Límite Elástico (ALE)», «Rampa de choque» y «Renault 21». Los dos primeros se han sonorizado también en inglés.

De los vídeos existentes se han hecho 28 copias (23 en VHS y 5 en U-MATIC).

