

ACERO: EL MATERIAL TRADICIONAL, PRESENTE Y FUTURO EN LA AUTOMOCIÓN



Jesús Santiago García, I. I.

Carlos Espina Iglesias, I. de Minas



Centro de Desarrollo tecnológico Aceralia

El mundo de la Automoción siempre ha sido uno de los más competitivos e innovadores de la industria. El desarrollo de nuevos productos con exigencias y estándares de calidad cada vez más elevados es el día a día de su actividad. Cada nuevo vehículo que se lanza al mercado debe ofrecer más prestaciones, mayor seguridad, más equipamiento, más confort y sobre todo más eficiencia, menos consumo y un coste igual o menor que el modelo anterior.

Por ello cualquier material empleado en la construcción de vehículos debe cumplir unas especificaciones muy exigentes desde varios puntos de vista. En primer lugar, debe poseer unas propiedades mecánicas que cubran las necesidades estructurales del vehículo así como poder conformarse en geometrías cada día más complejas. Debe permitir el diseño y construcción de estructuras ligeras que, sin embargo, sean más rígidas, más seguras y más resistentes a las colisiones. Debe respetar la naturaleza y cumplir unas fuertes directrices de alta reciclabilidad y baja contaminación ambiental. Y todo ello siempre pensando en que siga siendo asequible para el consumidor final.

Todo ello no sería posible sin una fuerte apuesta por la in-

novación, utilización de nuevas tecnologías y el empleo de nuevos materiales. Sin embargo, hay un material que siempre ha sido utilizado por esta industria y que ha evolucionado con los tiempos, adaptándose a estas nuevas y variadas exigencias que se requieren en la actualidad. Este material que siempre ha acompañado al automóvil y que posee cualidades que cumplen con creces todos los múltiples requisitos tecnológicos, medioambientales y económicos es el Acero.

Evolución, Innovación y alta Tecnología

Los productores de acero han estado siempre atentos a las necesidades del fabricante de automóviles. Fruto de esa atención es el desarrollo continuo de nuevas calidades que fuesen adaptándose a estas necesidades (Figs. 1 y 2). El desarrollo más importante durante los últimos años

son los aceros de alta (HSS) y ultra alta resistencia (UHSS) que permiten aumentar la rigidez estructural y con ello la estabilidad y el confort así como aumentar la seguridad de los ocupantes frente a las colisiones gracias a sus propiedades mecánicas (altos límites elásticos y cargas de rotura). El empleo de estos aceros no sólo incrementa estas prestaciones sino que, correctamente utilizados puede disminuir sensiblemente el peso del vehículo. El proyecto ULSAB (*Ultra Light Steel Auto Body*; www.ulsab.org) ha demostrado este hecho y los resultados finales obtenidos pueden verse en la figura 3. Como se puede observar, una disminución de peso del 25% va acompañada de un incremento muy importante de rigidez a flexión del 52% y a torsión del 80%.

En la misma línea, los proyectos ULSAC (www.ulsac.org) para cerramientos, ULSAS (www.ulsas.org) para suspensiones y ULSAB-AVC

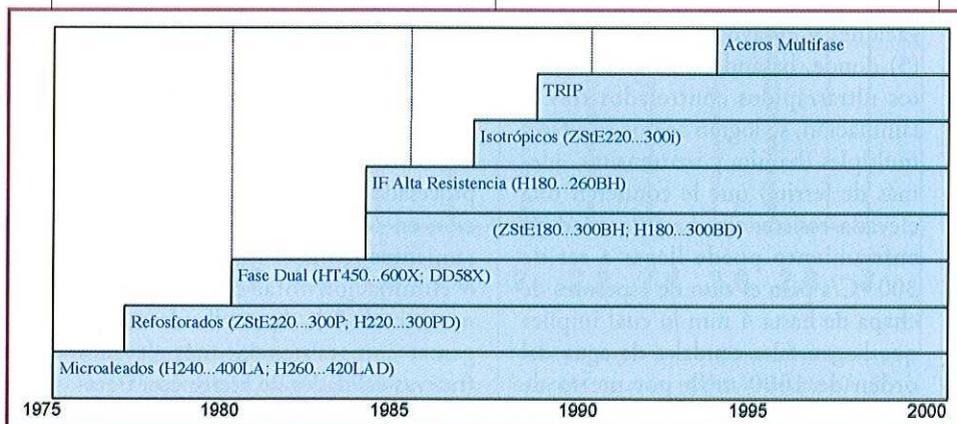


Figura 1: Evolución del desarrollo de aceros de alta resistencia.

(www.ulsab-avc.org)

en conceptos avanzados de vehículo, siguen demostrando que es posible aumentar prestaciones estructurales utilizando acero y reducir peso simultáneamente.

Resistencia y formabilidad

A la par de su resistencia mecánica, el acero posee una gran capacidad para la deformación plástica y con ello la capacidad de conseguir formas complejas. También para este fin se han desarrollado aceros específicos como serían los aceros IF (*Interstitial Free*), con los que se consigue realizar piezas de muy difícil conformación (Fig. 2).

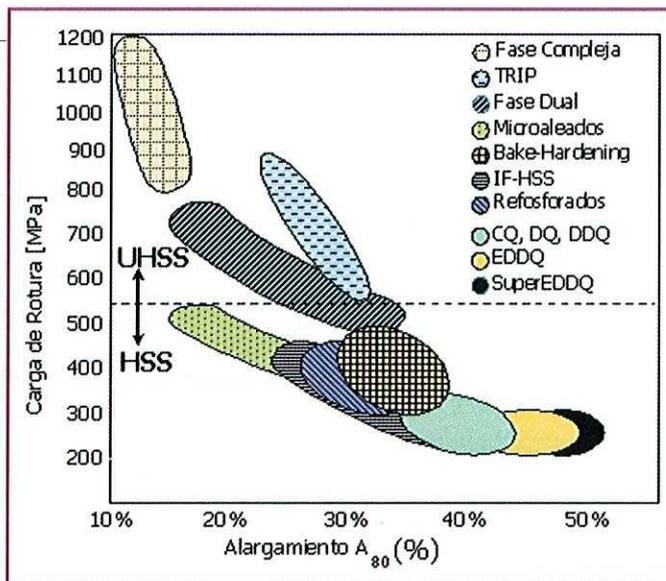
Junto con estas calidades de alta y muy alta embutibilidad, también se ha diseñado una nueva calidad que reúne características de alta resistencia y de buena embutibilidad, son los aceros BH (*Bake Hardening*, figura 2). En su estado normal, estos aceros son de una conformabilidad relativamente alta, comportándose casi como un acero de embutición. Pero, una vez una vez estampados, montados en el vehículo y haber pasado por la etapa de pinturas, sufren una transformación que hace elevar su límite elástico en unos 40 Mpa, confiriéndoles una resistencia adicional frente a impactos y abolladuras.

Confort y seguridad

Todas estas prestaciones que el acero proporciona se ven reflejadas tanto en el confort como en la seguridad de los ocupantes de los vehículos. La utilización adecuada de los aceros junto con nuevas técnicas de fabricación, conformación y montaje como son la utilización de formatos a medida (*Tailored Blanks*, figura 4), el hidroconformado y la soldadura láser hacen posibles los excelentes resultados de rigidez y frecuencia natural de resonancia.

Un incremento de la rigidez tanto torsional como a flexión significan una mejora directa de la estabilidad

Figura 2: Alargamiento vs. carga de rotura para las diferentes familias de aceros.



y comportamiento dinámico del vehículo. Un incremento de la frecuencia natural de resonancia hace que la transmisión de vibraciones a la estructura esté minimizada, con lo que la sensación de confort se incrementa notablemente.

Pero el punto más importante de todos es la seguridad. Dentro del proyecto ULSAB, se han realizado análisis por ordenador de los más relevantes ensayos de choque a escala mundial:

- AMS - Frontal 50% *Offset Crash* 55km/h
- NHTSA 35 mph NCAP: *Full Frontal Impact*
- EEVC *Side Impact* 50 km/h
- FMVSS 301 *Rear Moving Barrier* at 35 mph
- FMVSS 216 *Roof Crush*

Estos estudios han demostrado que esta estructura alcanza las más altas calificaciones en cada uno de los casos. La gran capacidad de absorción de energía del acero al deformarse en el impacto y un diseño cuidadoso de la geometría de la es-

tructura, hacen que una carrocería en acero sea una verdadera coraza para los ocupantes.

Economía y ecología

Hoy, más que nunca, existen dos aspectos que deben ser contemplados al máximo: la economía y la ecología.

Desde el punto de vista ecológico, el acero ofrece grandes ventajas frente a otras opciones. En primer lugar, es directamente reciclable. Esto no es así ahora, sino que lo ha sido siempre ya que en el proceso de conversión del arrabio (mezcla de hierro fundido y carbono) en acero es necesaria la utilización de chatarras. Esto significa, por otra parte, que todo el sistema de recuperación y reciclado de chatarras ya está en marcha y funcionando desde hace mucho tiempo de forma rentable no siendo neces-



	Promedio Benchmark.	ULSAB	Δ [%]
Masa [kg]	271	203	-25%
Rigidez torsional [Nm/grad]	11.531	20.800	+80%
Rigidez de flexión [N/mm]	11.902	18.100	+52%
Frec. 1º Modo propio [Hz]	38	60	+58%

Fig. 3: Principales resultados de la carrocería ultraligera en acero ULSAB.

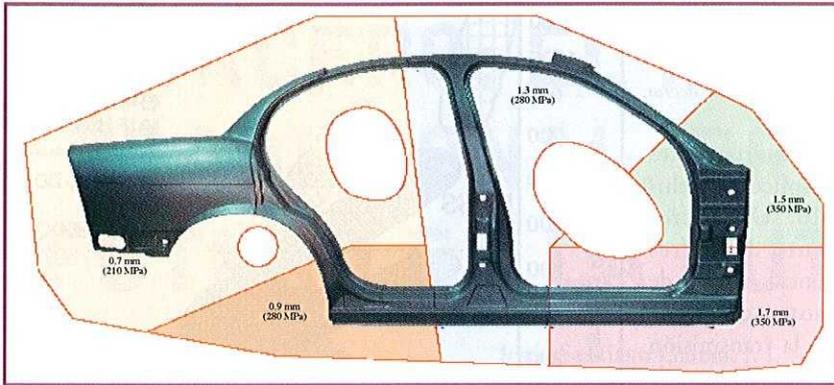


Fig. 4: Optimización de resistencias y espesores utilizando Tailored Blanks

rias ninguna subvención ni legislación especial.

Por otra parte, la fabricación de acero utiliza energía de primera generación, es decir, el calor necesario para fundir el hierro proviene directamente de la combustión de carbón de coque. Esto hace que los rendimientos energéticos del proceso sean muy superiores a los obtenidos en la generación de energía eléctrica en una central térmica y posterior utilización de esa energía en el procesamiento del material, como ocurre en la fabricación de otros productos.

Finalmente, como ya se ha visto, utilizando acero es totalmente factible reducir el peso de los vehículos. Esto implica menor consumo de combustible, lo que significa una menor emisión de gases contaminantes. Un estudio realizado por el *Materials Systems Laboratories* del MIT evaluando la emisión de CO₂ [1] de la producción y uso de vehículos en acero frente a vehículos en aluminio, arroja un resultado impactante. Considerando el proceso de obtención de los materiales, la fabricación del vehículo y la emisión de gases durante su vida útil, el vehículo en acero dejaría

de ser menos contaminante que el de aluminio sólo a partir de los 15 años de uso. Si el vehículo estuviese basado en el modelo ULSAB, esta cifra se eleva a 33 años.

Un menor consumo de combustible, además de ecológico, es económico y es aquí donde enlazamos con este último aspecto siempre presente. Se requieren vehículos cada vez más ligeros, que por ello consuman menos, que sean más seguros y que, sin embargo, no incrementen su precio. Preocupados por este aspecto, el consorcio ULSAB encargó a la firma independiente IBIS Associates un estudio económico de la fabricación de esta nueva carrocería. En este estudio se consideraron las ventajas tecnológicas que las nuevas calidades y las nuevas técnicas de fabricación proporcionaban. Así por ejemplo la utilización de formatos a medida (*Tailored Blanks*) permiten emplear la cantidad exacta del material adecuado en cada zona eliminando piezas de refuerzo (Figura 4). El hidroconformado de tubos también permite nuevas economías al sustituir con una sola pieza, conjuntos de varias piezas. Todo esto implica una reducción importante de la inversión en los utillajes y de procesos de fabricación de subconjuntos, simplificando a su vez la logística del proceso.

Considerando todas estas nuevas circunstancias, el estudio económico presenta un resultado tal, que no sólo es posible mantener los costes de producción de las nuevas carrocerías, sino que incluso es posible reducirlo.

La figura 5 presenta una comparativa de costes y pesos. De la situación de partida, con una carrocería como la de ULSAB, se obtiene una reducción muy importante de peso y una ligera reducción de costes. Con otros materiales alternativos, es posible alcanzar reducciones de peso ligeramente mayores, pero el coste de producción se dispara. La pregunta es ¿estamos dispuestos a pagar el gran coste diferencial por una diferencia en peso relativamente baja?

Acero, el material del futuro

El coste o las especificaciones mecánicas de un material por sí solos ya no son suficientes para satisfacer todos los valores que se demandan hoy en día. La ecología, la seguridad, el confort y el diseño estético han cobrado una importancia vital que hay que atender y satisfacer.

A lo largo de este artículo se han revisado y evaluado en el acero todos y cada uno de estos aspectos. Los resultados presentados indican que el acero no es sólo una solución para la fabricación de vehículos, sino que puede considerarse como la solución óptima. Posee propiedades que cumplen y superan las expectativas más exigentes desde todos los puntos de vista; reduciendo costes y peso simultáneamente.

Por lo tanto, se puede concluir que el acero es un material de ayer, de hoy y de mañana dotado de unas características que le facultan para continuar siendo compañero de viaje del mundo del automóvil, en su camino de constante innovación.

Referencias:

[1] Joel P Clark, "Fleet based LCA: Comparative CO₂ Emission Burden of Aluminium and Steel Fleets". ESD Environmental Conference, June 1999.

[2] PES, ULSAB Engineering Report 1998. ■

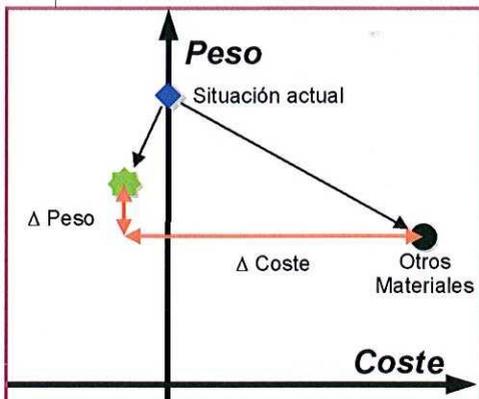


Fig. 5: Análisis económico