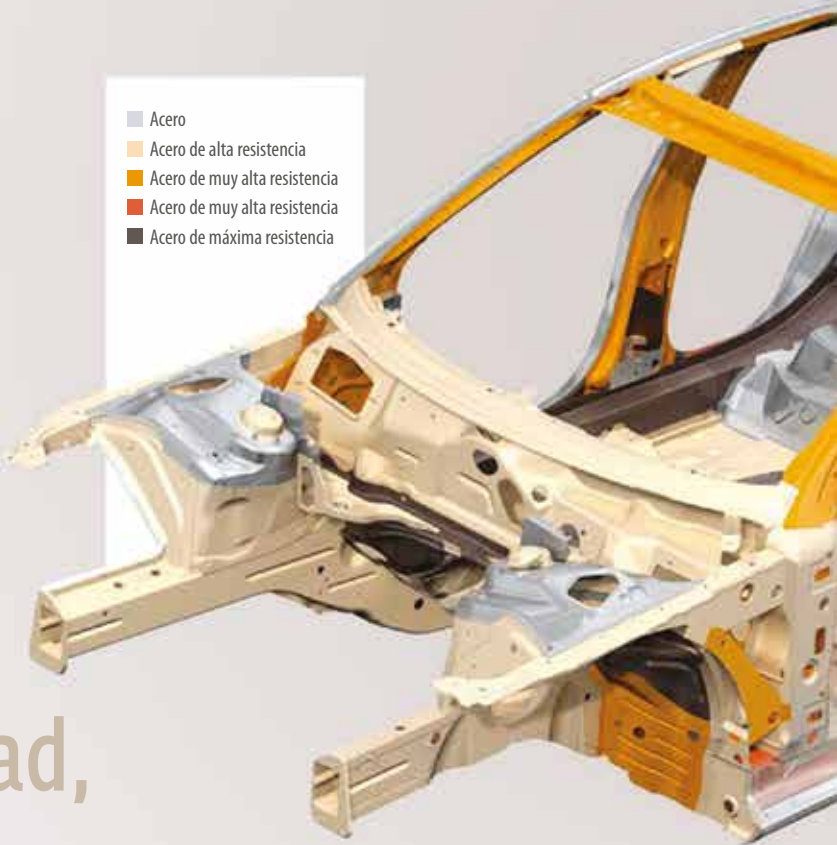


Recibido: 17.01.2018 | Aceptado: 27.02.2018

**Palabras clave:** Aceros avanzados y eléctricos, microestructura, eficiencia y medio ambiente.

# Aceros para uso automotriz: una mejor calidad, un mejor mundo

- 
- Acero
  - Acero de alta resistencia
  - Acero de muy alta resistencia
  - Acero de muy alta resistencia
  - Acero de máxima resistencia

EMMANUEL JOSÉ GUTIÉRREZ CASTAÑEDA

*ejgutierrezca@conacyt.mx*

INSTITUTO DE METALURGIA, UASLP

Te has preguntado ¿cómo influye la calidad de los aceros en el mundo en que vivimos? Algunos metales en estado puro tienen aplicaciones muy limitadas en la industria por no cumplir una serie de especificaciones técnicas. Para lograrlas se mezclan con otros metales o con no metales formando aleaciones (Valencia, 2011). De esta manera existen aleaciones a base de hierro (Fe), titanio (Ti), aluminio (Al), cobre (Cu) y otras, las cuales utilizamos cotidianamente y juegan un pa-

pel importante en la calidad del medio ambiente y, por lo tanto, en nuestra salud y bienestar.

En general, las propiedades de las aleaciones son determinadas por: la composición química y la microestructura (Valencia, 2011). Asimismo, las características microestructurales pueden ser modificadas mediante tratamientos térmicos, es decir, a través de un conjunto de operaciones de calentamiento y enfriamiento, en estado sólido, bajo



condiciones controladas de temperatura, tiempo de permanencia, velocidad y atmósfera (Totten, 2004). Esto hace posible generar una gran variedad de productos fabricados con una aleación en particular.

Algunas aleaciones utilizadas en nuestra vida cotidiana con las cuales estarás posiblemente familiarizado son a base de Fe, dentro de las cuales se encuentran los aceros. La palabra acero proviene del latín *aciarium* que se deriva de *acies*, y significa "filo", por eso el término acero aún es utilizado para referirse a armas blancas como la espada. Sin embargo, al hablar de aceros, es necesario mencionar que son esencialmente aleaciones de Fe y carbono (C).

Aquellos conocidos como aceros al carbono contienen además del C, pequeñas cantidades de otros elementos de aleación como manganeso (Mn),

azufre (S) y fósforo (P). Un ejemplo es el AISI 1040, que de acuerdo con la norma del Instituto Americano del Hierro y el Acero (AISI, por sus siglas en inglés), contiene alrededor de 0.40 por ciento de C y pequeñas cantidades de Mn (0.60-0.90 %), S ( $\leq 0.05$  %) y P ( $\leq 0.04$  %) (Unterweiser, Boyer y Kubbs, 1989). En contraste, los aceros aleados contienen cantidades específicas de otros elementos como el níquel (Ni), cromo (Cr), molibdeno (Mo) y vanadio (V). Un ejemplo es el AISI 8660 que contiene alrededor de 0.60 por ciento de C, y ciertas cantidades de Mn (0.75-1 %), P ( $\leq 0.04$  %), Si (0.2-0.35 %), Ni (0.4-0.7 %) Cr (0.4-0.6 %) y Mo (0.15-0.25 %) (Unterweiser, Boyer y Kubbs, 1989).

Una de las bondades del acero es que, dependiendo de la proporción de los elementos de aleación y del tratamiento térmico al que se someta, permite obtener diversas microestructuras y por consiguiente diferentes propiedades (Valencia, 2011). Debido a esto, existe una gran variedad de aplicaciones, tantas que resulta difícil imaginar cómo sería el mundo sin él.

Los aceros son utilizados tanto para la construcción (casas, edificios, puentes, estadios, etcétera) como para la fabricación de automóviles, barcos, trenes, electrodomésticos, herramientas y maquinaria, entre muchas otras cosas (Yuqing, Han y Yong, 2011). Además de la gran diversidad de aplicaciones en la industria, su fuerza creadora y de innovación permanente, y su bajo costo, el acero tiene la capacidad de ser

reciclado. De acuerdo con la Unión de Empresas Siderúrgicas (Unesid), la industria siderúrgica recicla una y otra vez el acero en un ciclo prácticamente sin fin, en el que no se produce pérdida de calidad y la cantidad de merma es mínima (Fernández, 2013). Esto la convierte en un material aún más atractivo por su eficiencia ambiental; una prueba de esto es que en la actualidad sigue reciclándose acero producido desde hace más de siglo y medio.

Por estas razones, el acero es uno de los materiales más utilizados en aplicaciones estructurales y funcionales en todo el mundo, por lo cual es considerado un material básico para el desarrollo de la sociedad. Aunque existe mucha información relacionada con su estudio, te preguntarás si, después de tantos años de investigación ¿aún queda algo por descubrir? o ¿se sabrá todo acerca de ellos? Sorprendentemente, "investigadores dedicados a realizar estudios en esta área buscan continuamente desarrollar nuevos grados de acero, distintos métodos de fabricación, nuevas rutas de procesamiento y nuevas aplicaciones para contribuir con el progreso de la ciencia y la tecnología (Gutiérrez Castañeda y Salinas Rodríguez, 2011).

En este contexto, cabe citar al científico Albert Einstein: "Cuando el radio del conocimiento se expande, también lo hace la circunferencia de la ignorancia" (Haldar *et al.*, 2008). De hecho, debido a la relación lineal que existe entre el radio y la circunferencia, en ese entonces se subestimaba hasta qué punto el límite entre lo "conocido" y lo "desconocido" se expande con el progreso de la ciencia.

Para asimilar la importancia de la calidad del acero sobre la calidad del mundo en que vivimos, consideremos uno de los tantos tipos que hay: el destinado a la industria automotriz, una de las más dinámicas y competitivas de México, y es considerada como un sector clave en el ámbito mundial. En las últimas décadas, México ha llamado la atención de los principales actores del sector automotriz debido al crecimiento sostenido en la producción de vehículos y autopartes, así como a la fortaleza y las perspectivas de crecimiento de su mercado interno. Actualmente, vive un proceso de transición de un perfil orientado principalmente a la manufactura, a uno en el que la innovación y el diseño juegan un papel preponderante (Barrera y Pulido, 2016).

En los últimos años, esta industria ha crecido significativamente gracias a la instalación y ampliación de grandes armadoras de automóviles que operan en diferentes zonas del país, y que han llevado a México a ser el séptimo mayor productor de automóviles a nivel mundial y el primero en Latinoamérica, según la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMAIA, 2017). El año pasado México registró cifras nunca antes vistas en producción y exportación de

vehículos, incluso a Estados Unidos de América, pese a la incertidumbre por la renegociación del Tratado de Libre Comercio de América del Norte.

Desafortunadamente, lo más preocupante es que los vehículos con motor de combustión interna tienen una gran responsabilidad sobre los niveles de emisión de sustancias que intensifican el efecto invernadero (Farak Tjong y Sain, 2017). Los gases de efecto invernadero existen de forma natural en la atmósfera para regular la temperatura de la Tierra, pero el aumento de los mismos provoca consecuencias nocivas. De todos los gases producidos por un automóvil, que provocan que aumente la temperatura de nuestro planeta, el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) es el que más contribuye al cambio climático.

El  $\text{CO}_2$  se produce por la quema ineficiente del combustible. La cantidad emitida, considerando únicamente el tipo del vehículo y no a la forma de manejo, depende de la cantidad de energía necesaria para circular y de la eficiencia del motor. La cantidad de energía necesaria se relaciona a su vez con el peso del vehículo y su potencia: a mayor potencia y peso, mayor consumo de combustible y mayores son las emisiones de  $\text{CO}_2$ .

Derivado de la preocupación por el calentamiento global y de las estrictas regulaciones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, en particular de  $\text{CO}_2$ , el sector automotriz está en busca de nuevas tecnologías que solucionen: por un lado, producir vehículos más

ligeros que contribuyan a incrementar la eficiencia del gasto de combustible y utilizar componentes más eficientes; y por otro, desarrollar instalaciones lo más sustentables posibles y utilizar combustibles alternativos.

La disminución en el peso de un vehículo puede lograrse mediante el uso de aleaciones ligeras a base de otros elementos de menor densidad que el Fe como Al y Mg, o incluso mediante el uso de polímeros, termoplásticos u otros materiales ligeros.

El principal reto del acero utilizado para la fabricación de componentes automotrices es reducir los espesores o volúmenes de las piezas, para contribuir con la disminución en el peso del automóvil (Haldar, Suwas y Bhattacharjee, 2008). Sin embargo, debido a que la seguridad del pasajero es, ante todo, un factor primordial que debe considerarse al elegir un material, "algunos componentes específicos como los refuerzos de la cabina de seguridad del pasajero deben ser, además de delgados, lo más resistente posibles" (Haldar, Suwas y Bhattacharjee, 2008).

"Los aceros avanzados de alta resistencia (AHSS, por sus siglas en inglés) son candidatos prometedores para satisfacer esta necesidad debido a que permiten reducir en gran medida el peso de muchas de las partes que constituyen a un automóvil" (Haldar, Suwas y Bhattacharjee, 2008). Por lo tanto, pueden contribuir en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, al permitir una mejor calidad del mundo en que vivimos. Estos aceros son el resultado de proyectos como el ULSAB (Ultra Light Steel Auto Body) y




FSV (Future Steel Vehicle), que enfocan sus avances en los conceptos de diseño de bajo peso y el uso extensivo de aceros AHSS para la fabricación de componentes de menor peso.

La energía eléctrica, en términos de fuentes disponibles, impacto ambiental y económico, también es una preocupación mundial. Hoy en día existe una gran necesidad de aprovechar al máximo este recurso, que es la fuerza impulsora para el desarrollo de nuevas tecnologías o materiales que permitan hacer más eficiente su uso. "Los aceros eléctricos son utilizados para la fabricación de núcleos de aparatos eléctricos que varían desde simples aparatos electrodomésticos hasta vehículos híbridos eléctricos" (Gutiérrez Castañeda y Salinas Rodríguez, 2011).

El término eléctrico en estos materiales se relaciona con las aplicaciones a los que están destinados, pues tienen un papel importante en el sistema de la electricidad, incluyendo su generación, distribución y consumo. Si las características microestructurales que se requieren se producen durante su fabricación, estos materiales se consideran ecológicos, pues contribuyen a hacer más eficiente el uso de la energía eléctrica. En el caso contrario, actúan como una fuente de vibración (ruido) y de calor (Beckley, 2002).

El espesor de estos aceros juega un papel importante en la eficiencia del motor y en el cuidado del ambiente. Las pérdidas de energía durante la aplicación de estos materiales son inversamente proporcionales al espesor del acero (Beckley, 2002). Por lo tanto, si busca aprovecharse de mejor ma-

nera la energía eléctrica, la reducción en el espesor de estos materiales es una medida factible. Al igual que los aceros avanzados de alta resistencia, la reducción en el espesor de las láminas, a partir de las cuales se fabrican los núcleos de los motores eléctricos utilizados en los automóviles, puede contribuir en la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Como te habrás dado cuenta, el desarrollo de aleaciones más eficientes tiene una estrecha relación con la calidad de vida en el mundo y, por lo tanto, con nuestra salud. Aunque en este documento se mencionan algunos materiales utilizados en la fabricación de vehículos, existen muchas otros sectores de la sociedad en los cuales también puede contribuirse al cuidado del medio ambiente. Sin embargo, recordemos que las características de cada material deben ser desarrolladas en función de su aplicación y de las propiedades requeridas para la misma. 

#### Agradecimientos

E. Gutiérrez Castañeda agradece al Conacyt por la Cátedra asignada en el Instituto de Metalurgia (IM) de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Asimismo, extiende un agradecimiento especial al personal técnico y académico del IM-UASLP por el apoyo para el desarrollo de sus actividades. Agradece también a la Secretaría de Investigación y Posgrado (SIP) y a la Comisión de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CIDT), por el Fondo de Apoyo a la Investigación (FAI-UASLP) a través de los proyectos FAI-UASLP-2015 (No. 250010040) y FAI-UASLP-2016 (No. 260010062), ambos relacionados con el desarrollo de aleaciones de alto valor agregado para la industria automotriz.



#### EMMANUEL JOSÉ GUTIÉRREZ CASTAÑEDA

Es doctor en Ciencias en Ingeniería Metalúrgica y Cerámica por el Centro de Investigación y de Estudios de Posgrado del Instituto Politécnico Nacional. En la actualidad es investigador en el Instituto de Metalurgia de la UASLP, donde realiza el proyecto "Estudio de transformaciones de fase en aceros avanzados de alta resistencia para uso automotriz".



#### Referencias bibliográficas:

- Gutiérrez Castañeda E. J y Salinas Rodríguez A. (2011). Effect of annealing prior to cold rolling on magnetic and mechanical properties of low carbon non-oriented electrical steels. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 323, pp. 2524-2530.
- Haldar, A., Suwas, S. y Bhattacharjee, D. (2008). *Microstructure and Texture in Steels and other materials*. India: Springer.
- Philip Beckley. (2002). *Electrical steels for rotating machines*. United Kingdom: IEE.
- Unterweiser, P. M., Boyer, H. E. y Kubbs, J. J. (1989). *Heat treater's guide standard practices and procedures for steel*. Ohio: ASM International.
- Yuging, W., Han, D. y Yong, G. (2011). *Advanced Steels: the recent scenario in steel and technology*. Beijing: Metallurgical Industry Press.