

## Una mirada a la soldadura entre materiales diferentes

### La soldadura

La ciencia y tecnología de la *soldadura* es un área del conocimiento que se centra en el estudio y la aplicación de diversas formas de generar una unión permanente entre partes de un sistema, estructura o equipo. Habitualmente, las soldaduras se realizan entre dos partes de un mismo material (acero estructural, acero inoxidable, aleación de aluminio), seleccionado a partir del servicio al que está destinado, debiendo asegurar la integridad mecánica del componente.

### Uniones entre materiales diferentes

En el último tiempo se ha extendido el concepto de *estructuras multimateriales*, donde, de acuerdo con el requerimiento local de cada parte o zona de una estructura, se seleccionan distintos materiales. Esta idea se ha venido aplicando en diversas industrias, con el fin de optimizar y racionalizar el uso de los mismos (Fig. 1). Esto trae como consecuencia la necesidad de realizar soldaduras disímiles. En este sentido, dependiendo de las diferencias entre las propiedades físicas y químicas de los materiales a unir, se presentarán dificultades y desafíos para poder asegurar la calidad de la soldadura. Si nos centramos en materiales metálicos, la soldadura entre aceros estructurales y aceros inoxidables ha sido un requerimiento de diversas industrias como la nuclear, alimenticia, farmacéutica, petróleo y gas, entre otras. Uniones aluminio-cobre son muy requeridas en la industria de componentes eléctricos. Asimismo, uniones entre aceros y aleaciones de aluminio presentan actualmente una fuerte demanda en la industria de la movilidad.

### La dificultad

Los procesos de soldadura mayormente empleados producen la fusión localizada de los materiales a unir, que luego al solidificar genera la unión permanente entre ambos. Sin embargo, esta estrategia puede ocasionar ciertos problemas, como porosidad o



Autor **Hernán Svoboda**

Ingeniero Mecánico y Doctor en Ingeniería (UBA)  
 Investigador Independiente (CONICET)  
 Director Departamento de Ingeniería Mecánica (FI-UBA)  
 Vicedirector INTECIN  
 Director Grupo de Tecnología de la Soldadura y Comportamiento Mecánico de Materiales Metálicos (INTECIN)  
 Especialista en Tecnología de la Soldadura

fisuración, originados durante la solidificación o enfriamiento de ambos materiales, que comprometen la integridad de la unión soldada. En el sector nuclear es habitual la necesidad de unir aceros estructurales con aceros inoxidables, debiéndose recurrir al uso de materiales de aporte de composición específica, que evitan problemas de fisura-

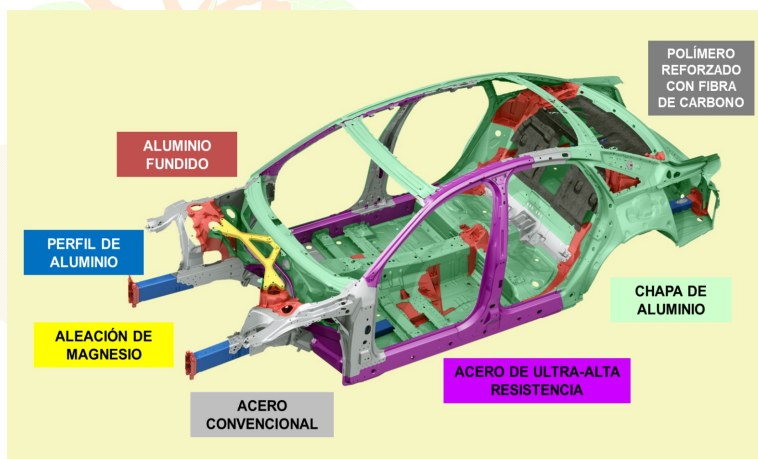


Fig. 1 Ejemplo de materiales diferentes soldados para componer la carrocería de un vehículo (Fuente 1).

ción (Fig. 2). Además, si las temperaturas de fusión de cada uno de ellos son muy distintas, también pueden generarse inconvenientes. Es el caso de las uniones entre aceros y aleaciones de aluminio, que presentan temperaturas de fusión alrededor de 1.500 °C y 600 °C, respectivamente. Finalmente, ciertos metales no se mezclan en estado líquido (como sucede con el agua y el aceite), y otros reaccionan entre sí formando un compuesto nuevo, habitualmente frágil (compuestos intermetálicos), que pueden generar fisuras durante el enfriamiento.

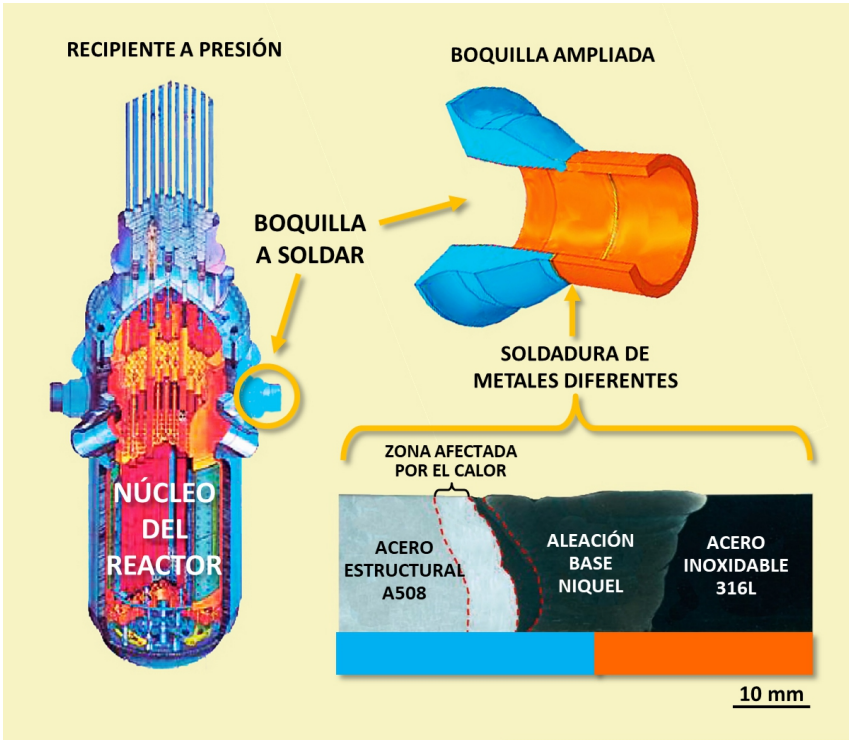


Fig. 2 Ejemplo de soldadura disimilar en boquilla de recipiente a presión de un reactor nuclear. (Fuente 2)

te en uniones disímiles acero-aluminio, aluminio-cobre, acero inoxidable-acero, titanio-acero inoxidable, circonio-acero inoxidable, entre otras. En particular, este proceso se viene aplicando exitosamente en la industria automotriz, para soldaduras entre aleaciones de aluminio y aceros en vehículos comerciales. Este es solo un ejemplo de procesos de soldadura que permiten unir materiales diferentes. La selección del proceso dependerá de las aleaciones involucradas, de los requerimientos de la unión y de la comprensión de los fenómenos que controlan la integridad de la misma.

### Soldadura sin fusión

Otra estrategia para soldar aleaciones metálicas es aplicando *presión*, con o sin calor, pero en *estado sólido*. Esta tecnología es empleada desde la antigüedad, cuando no se podían fundir metales de alto punto de fusión, como el hierro. En la actualidad, estos procesos permiten unir materiales disímiles, que no pueden ser soldados eficientemente por fusión, debido a sus muy diferentes propiedades físicas, como el caso de uniones acero-aluminio. Otra posibilidad es utilizar un tercer material (*material de aporte*), de menor punto de fusión, de forma que al aplicar calor se funda solo el aporte, sin alcanzar la fusión de los materiales a unir. El aporte fundido “moja” por tensión superficial ambas superficies y al solidificar se produce la unión<sup>1</sup>.

### Aplicaciones

En los últimos años el proceso de soldadura por *fricción-agitación* (FSW), que se produce en estado sólido, ha abierto una nueva posibilidad a la soldadura de aleaciones metálicas disímiles, obteniéndose una elevada calidad de las uniones generadas. Así, dicha tecnología se ha aplicado exitosamente

### Un campo en constante evolución

El desafío de unir materiales diferentes sigue vigente. Día a día se generan nuevas necesidades, materiales y geometrías de piezas que deben unirse, y que no siempre pueden ser resueltas eficientemente mediante las tecnologías disponibles. Esto implica diseñar, desarrollar y validar nuevas variantes de los procesos existentes o nuevos procesos de soldadura. Asimismo, la disponibilidad de nuevas tecnologías impacta también favorablemente en estos desarrollos, por lo que la ciencia y la tecnología de la soldadura son campos del conocimiento dinámicos y en constante evolución.

#### REFERENCIA

1 A este tipo de soldadura se lo denomina *Brazing* o *Soldering*.

#### FUENTE DE IMÁGENES

1 Adaptado de Audi©, 2017 - <https://www.audi-mediacycenter.com/en/audi-a8-l-53> (Vigente al 01-JUN-2).

2 Adaptado del artículo científico de Fu-qiang Yang - et al, "Effects of Welded Mechanical Heterogeneity on Interface Crack Propagation in Dissimilar Weld Joints" - Hindawi - *Advances in Materials Science and Engineering* - Volume 2019, Article ID 6593982, 10 pages.

#### ABREVIATURAS

CONICET: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

FI: Facultad de Ingeniería

INTECIN: Instituto de Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería "Hilario Fernández Long", dependiente de UBA y CONICET, con sede en la Facultad de Ingeniería

UBA: Universidad de Buenos Aires