

# Técnica

## EL ACERO INOXIDABLE Y LA RESISTENCIA AL FUEGO

Traducción propia del texto original "Stainless Steel and Fire Resistance" de ASSDA, Australian Stainless Steel Development Association. Level 6, 200 Adelaide St, Brisbane QLD, Australia 4000 | +61 7 3220 0722 | [assda@assda.asn.au](mailto:assda@assda.asn.au) | [assda.asn.au](http://assda.asn.au)

¿Cuál es la resistencia al fuego del acero inoxidable? Esta es una consulta frecuente por parte de los Socios de ASSDA y la industria de la construcción, sobre todo con la actual preocupación por los revestimientos inflamables. En este documento se abordan las tres ramas principales de esta pregunta.

### ¿Se quemará el acero inoxidable y, en caso afirmativo, desprenderá humos o facilitará la propagación del fuego?

Esta pregunta tiene fácil respuesta porque los aceros inoxidables son aceros. Se reconoce que los aceros no arden y solo empiezan a fundirse a unos 1400 °C. Esto significa que los aceros inoxidables no tienen una «clasificación de resistencia al fuego» como tal, por lo que no se requieren las pruebas AS/NZS 1530.3 (o las pruebas equivalentes de BS 476).

El calentamiento en fuego tendrá obviamente un efecto sobre el aspecto ya que, a diferencia de la capa pasiva transparente de espesor nanométrico que se forma en el aire húmedo, los aceros inoxidables calentados en aire por encima de unos 300 °C se decoloran al crecer una capa de óxido menos densa. Se pasa de los colores del arco iris que se ven junto a las soldaduras a una capa de óxido oscura y no protectora cuyo espesor depende del tiempo de exposición y la temperatura alcanzada. La papelerera de la calle que se muestra [Foto 1] sufrió un incendio, pero siguió funcionando durante casi un año (hasta que alcanzó el ciclo de reparación) con un decorativo óxido de arco iris.

A modo de comparación, las papeleras con recubrimiento de polvo sufrirían antiestéticas marcas de quemaduras y corrosión.

[FOTO 1]



En el caso de las aleaciones austeníticas, como las 304 y 316, los límites de temperatura para la pérdida de sección durante su vida útil debida a la oxidación es de unos 870 °C (con ciclos de temperatura), por lo que se utilizan habitualmente en hornos y conductos de alta temperatura.

La tendencia actual de aplicar revestimientos decorativos a los aceros inoxidable requeriría una evaluación para determinar la combustibilidad, los humos potenciales y la propagación de la llama del revestimiento. Sería adecuado realizar pruebas según la norma AS/NZS 1530.3.

Los efectos micro-estructurales de un ciclo térmico de corta duración (menos de un par de horas de exposición, como en el caso de un incendio) podrían incluir la precipitación de carburos (sensibilización) en una aleación austenítica que no fuera de grado L (es decir, carbono >0.03 %). Los grados dúplex y ferríticos soldables no deben tener carbono suficiente para la sensibilización. La sensibilización degradaría la resistencia a la corrosión pero no afectaría a las propiedades mecánicas.

Tanto los grados dúplex como los ferríticos pueden sufrir fragilización a 475 °C; sin embargo, los datos elaborados por la Asociación Internacional del Molibdeno (IMOA) muestran que esto requiere más de dos horas en el rango de 400 °C a 500 °C para una reducción del 50 % de la tenacidad. Esta duración es poco probable en la mayoría de los incendios.

**¿Proporcionará el acero inoxidable una barrera a las llamas? y, en caso afirmativo, ¿con qué rapidez penetrará el calor la barrera lo suficiente como para causar daños (normalmente un aumento específico de la temperatura) en el lado opuesto?**

Nos proporcionan una demostración satisfactoria las pruebas BS 476 Parte 22 realizadas por Stewart Fraser, miembro de la Asociación Británica de Acero Inoxidable (BSSA), que fabrica puertas con marco en 316 que incluyen una cavidad rellena de placas incombustibles. Los resultados figuran en [www.bssa.org](http://www.bssa.org).

Se observó una ligera decoloración y distorsión en el lado de impacto de la llama, mientras que el lado protegido de la puerta sólo alcanzó 98 °C al cabo de 60 minutos. La prueba continuó durante otros 80 minutos sin que fallara la contención de la llama ni se abriera posteriormente la puerta en su marco.

Se realizaron pruebas similares con una chapa dúplex 2304 de 1.5 mm de espesor fabricada en un mamparo de barco simulado con aislamiento de lana cerámica por dentro. Con un resplandor naranja brillante de una temperatura del metal de 1100 °C en el lado de la llama, el lado «seguro» alcanzó los 30 °C a los 40 minutos y los 110 °C a los 60 minutos. La prueba se dio por terminada al cabo de 120 minutos con una contención que seguía cumpliendo la resolución A518 (XIII) de la OMI.

**¿Cuáles son los efectos (durante y después de un suceso) sobre las propiedades mecánicas del acero inoxidable? ¿Cómo se comparan con los aceros estructurales al carbono?**

Existen pruebas, así como una base teórica, que demuestran que tanto los aceros inoxidable austeníticos como los dúplex tienen propiedades superiores a altas temperaturas en comparación con el acero al carbono.

La tabla siguiente muestra la deflexión y los modos de fallo de bandejas de cables eléctricos comerciales de tres metros de longitud cargadas para simular cargas reales [foto 2]. Se calentaron con 18 quemadores de GLP para obtener una temperatura media de 1000 °C a 1050 °C durante al menos cinco minutos. [Publicación nº 10042 del Instituto del Níquel]

Material	Resultado
ACERO INOXIDABLE 316L	Mantuvo la integridad durante cinco minutos. Los quemadores continuaron hasta que el gas se agotó después de 45 minutos. Hundimiento del centro 80.5 m. <i>Comentario: temperatura media máxima de la bandeja 707 °C con un máximo individual de 757 °C.</i>
ACERO AL CARBONO GALVANIZADO	Mantuvo la integridad durante cinco minutos. Hundimiento del centro 166.5 mm. <i>Comentario: goteaba zinc fundido. Temperatura media máxima de la bandeja 642 °C.</i>
ALUMINIO	Colapsó a los 26 segundos. <i>Comentario: cayó fuera de la zona de vigilancia, por lo que no se midieron las temperaturas.</i>
FIBRA DE VIDRIO	Colapsó antes de que se encendieran todos los quemadores. <i>Comentario: posteriormente se incendió con emisión de humos.</i>

[FOTO 2] Prueba de incendio de la bandeja de cables



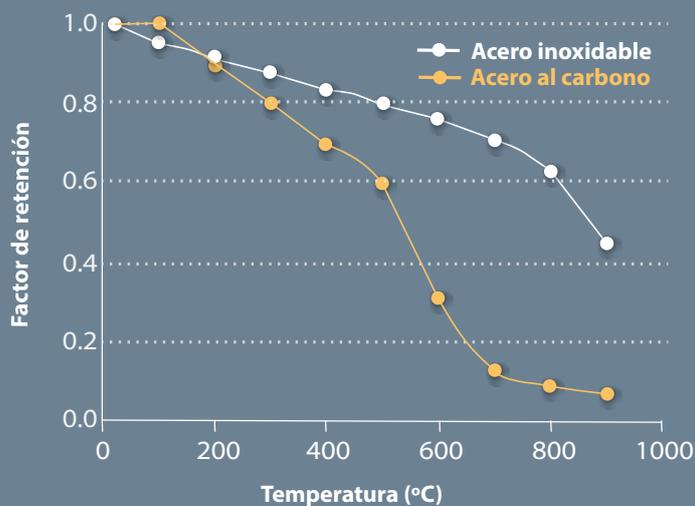
La publicación también examina los costes del ciclo de vida (CCV) del uso de aluminio, acero galvanizado o acero inoxidable para las escaleras, pasamanos, rejillas y cortafuegos, así como revestimientos de pasillos y módulos de alojamiento en plataformas del Mar del Norte. El control del riesgo de incendio es, obviamente, una de las principales preocupaciones, aunque la resistencia a la corrosión también es fundamental. En términos de CCV, el acero inoxidable resultaba más económico, especialmente si se tenía en cuenta su menor necesidad de periodos de mantenimiento.

Además de los ensayos anteriores en aplicaciones de bandejas portables, desde entonces se han realizado y codificado importantes trabajos de investigación y aplicación. Las instalaciones incluyen suspensiones dúplex 2205 que suspenden la losa que forma el suelo del conducto de ventilación de emergencia en el túnel CLEM7 de Brisbane [Foto 3. Worldstainless].

En incendios de corta duración, como en balcones o escaleras, el aumento de temperatura expuesto a un perfil de temperatura de incendio ISO 834 depende del espesor y la emisividad. Los aceros inoxidables pulidos suelen tener una baja emisividad de  $<0.1$  y, por tanto, un aumento más lento de la temperatura. De forma conservadora, al cabo de 30 minutos una lámina de 12 mm de acero inoxidable con una emisividad de 0.2 alcanzaría los  $620\text{ }^{\circ}\text{C}$ , mientras que el acero (sin óxido) y una emisividad de 0.4 alcanzaría los  $750\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Al considerar la resistencia y la deflexión, las temperaturas del metal en un incendio convencional no alcanzan niveles para recocer el material, por lo que cualquier endurecimiento por trabajo en frío elevará la temperatura para una reducción de la resistencia del 50%. Además, como se muestra en el gráfico, la reducción del módulo de Young, es decir, la deformación para una carga específica, es menor que la del acero al carbono para temperaturas superiores a  $\sim 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ . A  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ , la retención del módulo para el acero inoxidable es de 0.75 frente a 0.3 para el acero al carbono, es decir, menos de la mitad de la deformación para una carga determinada.

[FOTO 3] Túnel CLEM7 de Brisbane



En resumen, el acero inoxidable presenta ventajas sustanciales en el uso estructural cuando se tiene en cuenta el riesgo de incendio, y estas ventajas se prolongan en una mayor resistencia y menores deformaciones a temperaturas elevadas.