

Cuando el acero inoxidable deja de serlo

Alanis, I. L.

Centro de Investigación y Desarrollo sobre Electrodeposición y Procesos Superficiales (CIEPS)

INTRODUCCIÓN

En una línea de conducción de agua de pozo, construida con caños de acero inoxidable, se produjeron pinchaduras detectables a simple vista, por la formación de manchas blanquecinas y chorreaduras.

El presente trabajo describe la metodología empleada para detectar las causas de la falla, la cuál, como en muchos otros casos, resultó de la combinación de varios factores.

El objetivo de esta presentación es alertar una vez más, acerca de los cuidados necesarios para conseguir que un acero inoxidable mantenga la resistencia a la corrosión que lo caracteriza.

ESTUDIOS REALIZADOS Y EVALUACIÓN

Las fallas se localizaron en algunas cañerías toma-muestra, en las cercanías de la soldadura de unión a la cañería principal.

Debido a la ubicación del deterioro, la primera hipótesis fue: "sensitizado", un defecto que aparece cercano a las soldaduras en aceros inoxidables, por la precipitación de carburos de cromo. Esta hipótesis tuvo que ser desechada debido a que en el estudio metalográfico no aparecieron dichos precipitados y además el análisis químico del acero indicó que se trataba de un AISI 304L, donde la L indica que el contenido en carbono es bajo, precisamente, para disminuir la probabilidad de formación de carburos.

El análisis químico del agua de pozo indicó que era alcalina ($\text{pH} = 8$), con 280 ppm de cloruros y 220 ppm de sulfatos. Este tipo de agua puede ser agresivo para el acero inoxidable, sólo bajo condiciones especiales, ya que si bien el contenido en cloruros supera los umbrales considerados seguros, el pH es bastante elevado.

El caño fue cortado para observar la cara interna del mismo, detectándose (ver Fig. 1):

- Una banda de óxidos coloreados alrededor de la soldadura. Este tipo de óxidos se forma a altas temperaturas, y presenta pobre protección contra la corrosión, comparada con la que brindan los óxidos que se forman a bajas temperaturas.
- Ampollas pulvulentas de color herrumbre. Este tipo de montículos de productos de corrosión, con el aspecto de ampollas, se forma como resultado de la corrosión del hierro, por "oxigenación diferencial", o por "corrosión microbiológica" en la presencia de bacterias "Hierro".
- Defectos en el montaje de la unión, que provocaron la formación de una pestaña interna.

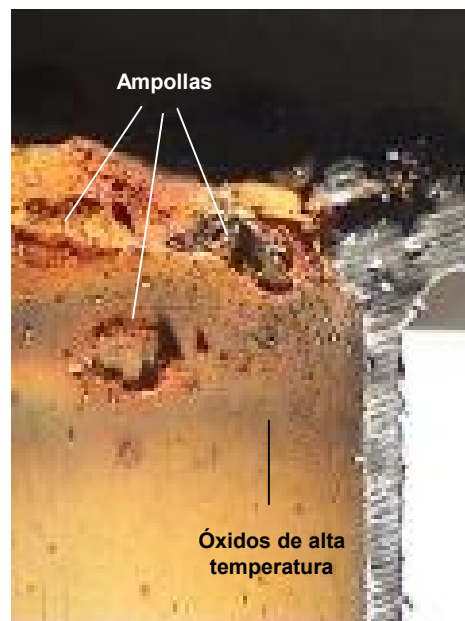


Fig. 1: Vista de la pared interna de un caño que presentaba pinchaduras pasantes.

Los óxidos superficiales de la cara interna de la muestra, fueron retirados mediante un ligero ataque ácido, permitiendo observar (Ver Fig. 2):

- a) Corrosión localizada debajo de las ampollas, en forma de picaduras penetrantes.
- b) Zona atacada limitada a la soldadura y a la región afectada térmicamente.
- c) Falta de penetración. El cordón de soldadura no llega al interior del caño, dejando una hendija.

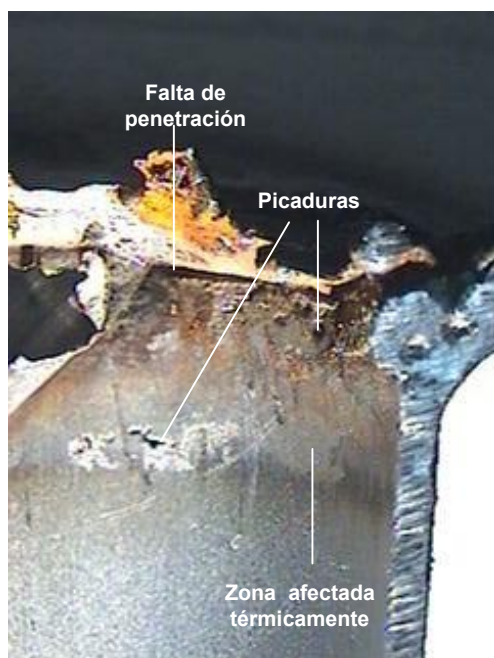


Fig. 2: Misma zona de la Fig. 1, una vez retirados los óxidos no adherentes mediante ataque con ácido diluido.

La segunda hipótesis, entonces fue: "Corrosión microbiológica", sospechándose la presencia de bacterias "Hierro", que generan en su metabolismo gran cantidad de óxidos de hierro anaranjados (ferrosos), en la forma de ampollas, y de bacterias "Sulfato Reductoras", que reducen sulfatos a sulfuros, promoviendo ataque por picaduras penetrantes.

Para verificar la existencia de esos microorganismos, se recogieron muestras del material de las ampollas, se lo mantuvo en contacto con agua destilada y esterilizada. El lixiviado se inoculó en frascos conteniendo caldos de cultivo específicos para detectar este tipo de bacterias. A pesar de que la cantidad de muestra era exigua, se obtuvo reacción positiva leve para ambas bacterias.

El agua de pozo, también fue analizada para la detección de los microorganismos. Solamente se obtuvo reacción positiva de bacterias "Hierro".

CONCLUSIÓN

Los óxidos poco protectores formados durante la soldadura, fueron tratados convenientemente en la parte externa de los caños, permitiendo la reformación de los óxidos protectores, pero tal operación no se realizó en la parte interna. De tal forma, las bacterias "Hierro" dispusieron de pequeñas, pero suficientes cantidades del metabolito hierro, disuelto por ataque del acero.

Las bacterias necesitan fijarse al sustrato para desarrollarse. Dos factores ayudaron en ese sentido, los defectos de la unión soldada y el hecho de que en los tramos afectados, el agua se mantiene estancada la mayor parte del tiempo y sólo se mueve durante la toma de muestras.

Las bacterias "Hierro" son aeróbicas, de modo que, por debajo del montículo de productos que forman, el oxígeno se consume, generando un ambiente anaeróbico, apto para el desarrollo de las bacterias "Sulfato reductoras". Estas últimas, sobreviven esporuladas cuando el medio le es adverso, lo que a veces dificulta su detección. En este caso, además, el agua de pozo contenía los sulfatos que este microorganismo requiere para su metabolismo. Los sulfuros producidos, promovieron el ataque en forma de picaduras penetrantes, que perforaron la pared de los caños.

Reflexiones finales

Cuando se utilizan aceros inoxidables, es necesario tener presente que deben mantenerse sus características para que sigan siendo "inoxidable". Suponiendo que la selección de materiales y el diseño sean adecuados, el proceso constructivo debe ser cuidadoso en el sentido de evitar tensiones residuales, soldaduras defectuosas o rendijas, y finalmente, asegurar que toda la estructura recupere los óxidos protectores.

Aún cuando no hubiesen estado presentes las bacterias, las cañerías hubiesen fallado por otro tipo de corrosión, que se desarrolla en hendijas ("crevice corrosion").

Para mayor información contactarse con:

Irene Alanis – ilan@inti.gov.ar

[Volver a página principal](#) ◀