

# Problemas con el agua potable: Corrosión

Mark L. McFarland, Tony L. Provin, Diane E. Boellstorff\*

La corrosión es uno de los problemas más comunes que afectan los suministros de agua domésticos. Los procesos químicos disuelven lentamente el metal, lo que provoca el deterioro de las tuberías de las instalaciones de agua, los accesorios y el equipo de uso de agua, y causa problemas. La corrosión puede provocar tres tipos de daños:

- Toda la superficie de metal se afina en forma gradual, y aparecen manchas rojas en los sistemas de tuberías de hierro o acero, o manchas azules y verdes en los sistemas de tuberías de cobre y bronce (Fig. 1).

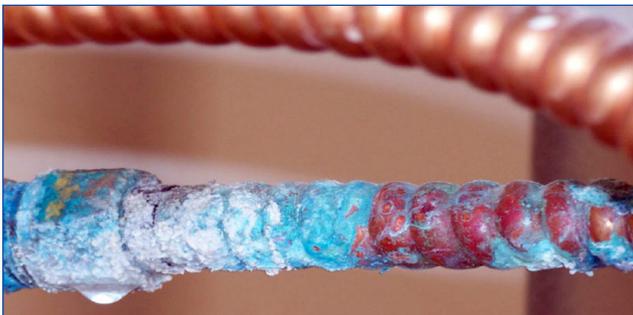


Imagen 1. Corrosión en la conexión de un calentador de agua (se indica por el color azul y verde).

Profesor y coordinador de calidad del agua de Extensión, profesor y director de laboratorio de pruebas de agua de Extensión, profesora adjunta y especialista en recursos hídricos de Extensión Servicio AgriLife Extension de Texas, Sistema A&M de Texas



Imagen 2. Filtraciones en las tuberías de cobre a causa de la corrosión interna.

- Aparecen picaduras profundas que pueden atravesar las paredes de las tuberías o los tanques. Es posible que este tipo de corrosión no añada cantidades sustanciales de hierro o cobre al agua; no obstante, puede, en última instancia, perforar una tubería o un tanque, y provocar un daño potencialmente grave en el suministro de agua de una casa o empresa (Fig. 2).
- El cobre u otros metales se oxidan en un proceso similar a la oxidación del acero. A menudo, esto reduce el flujo de agua a través de las tuberías de suministro y destruye las válvulas de agua y otras superficies de control de agua, lo que crea filtraciones dentro y fuera de las válvulas y grifos.

Este tipo de corrosión no es provocada necesariamente por un proceso químico del agua, sino por la exposición de esta a suciedades u otros entornos corrosivos.

## ¿Qué problemas de salud puede provocar la corrosión?

El cobre y el plomo pueden ser tóxicos, y pueden filtrarse en el agua corriente de las casas nuevas y antiguas. Esta filtración es provocada por la corrosión.

La contaminación con cobre puede originar problemas gastrointestinales a corto plazo y dañar el hígado y los riñones con el paso del tiempo.

La contaminación con plomo puede causar problemas de desarrollo físicos y mentales en los niños. En los adultos, puede elevar la presión sanguínea y ocasionar problemas en los riñones.

## ¿Qué niveles se consideran peligrosos?

La Agencia de Protección Ambiental ha establecido estándares primarios del agua potable en relación con el cobre y el plomo (<http://water.epa.gov/drink/contaminants/index.cfm>). El máximo permitido para el cobre es 1.3 miligramos/litro y para el plomo es 0.015 miligramos/litro. Los agentes contaminantes se pueden registrar en miligramos/litro (mg/l) o partes por millón (ppm); estas unidades son equivalentes.

El hierro y el cinc también se encuentran con cierta frecuencia y pueden dar al agua un sabor metálico, pero no afectan la salud.

## ¿Cómo detecto si hay un problema de corrosión?

Los síntomas más comunes del agua corrosiva son los siguientes:

- El agua fría sabe amarga cuando se usa por primera vez a la mañana, y el sabor mejora después de dejar correr el agua durante varios segundos.
- Se detectan manchas azules y verdes en los fregaderos o en las uniones de las tuberías de cobre.
- Hay gotas de agua en el piso, la pared o los techos del tamaño de un alfiler o agujeros grandes en las tuberías de metal.

Si sospecha que el agua que bebe es corrosiva, lleve una muestra a un laboratorio para que se efectúen las pruebas pertinentes. Laboratorios de pruebas de agua, que incluye el laboratorio de pruebas de suelos, agua y forraje del Servicio AgriLife Extension de Texas, hacen pruebas de agua para irrigación y/o de agua para el ganado. Los niveles elevados de cobre, hierro o cinc en el agua pueden indicar que hay una corrosión continua en el sistema de agua. Sin embargo, estas pruebas solo indican que es posible que haya un problema; se deben efectuar pruebas adicionales para determinar las causas y la gravedad de la posible corrosión.

Hay dos pruebas comunes que se pueden llevar a cabo para determinar si es posible que el agua sea corrosiva: el índice de saturación de Langelier (Langelier Saturation Index, LSI) y el índice de estabilidad de Ryznar (Ryznar Stability Index, RSI).

Para aplicar el LSI, el laboratorio debe medir el pH, la conductividad eléctrica, los sólidos totales disueltos, la alcalinidad y la dureza total. El LSI, por lo general, es negativo o positivo, y, solo en raras ocasiones da cero como resultado. Los valores negativos predicen que es probable que el agua tenga un potencial corrosivo. El agua posiblemente corrosiva, por lo general, posee un valor de LSI -1 (leve) a -5 (grave).

Cuando se usa el RSI, un valor mayor a 6.5 indica que es probable que el agua sea corrosiva; los valores más altos son cada vez más corrosivos.

No todos los laboratorios ofrecen el índice de saturación o estabilidad. Llame al laboratorio para analizar los servicios, precios y procedimientos para tomar, manipular y enviar las muestras. La Comisión de Calidad Ambiental de Texas ofrece una lista de laboratorios certificados que efectúan pruebas de agua potable: [http://www.tceq.texas.gov/assets/public/compliance/compliance\\_support/qa/txnelap\\_lab\\_list.pdf](http://www.tceq.texas.gov/assets/public/compliance/compliance_support/qa/txnelap_lab_list.pdf).

## ¿Cuáles son las causas de la corrosión?

La corrosión es un proceso natural que se produce cuando los metales reaccionan ante el oxígeno y forman óxidos metálicos.

Todo tipo de agua contiene algún índice de oxígeno disuelto y, en consecuencia, es corrosiva de alguna manera. La tasa de corrosión depende

de numerosos factores que incluyen el pH del agua, la conductividad eléctrica, la concentración de oxígeno y la temperatura.

Además de la corrosión, los metales se disuelven cuando el agua tiene un contenido muy bajo de sales disueltas y en la presencia de ciertos iones del agua. Este proceso disuelve el material de las tuberías de forma gradual. Aunque la corrosión y la disolución son esencialmente diferentes, el resultado es similar y, en general, se considera una forma de corrosión.

### *Acidez o pH bajo*

La escala de pH varía de 0 a 14; un pH de 7.0 representa el punto en el cual el ácido y los materiales alcalinos se equilibran. El agua con un valor de pH inferior a 7.0 se considera ácida, mientras que el agua con un valor superior a 7.0 se considera alcalina.

La alcalinidad y el pH a menudo se confunden. La alcalinidad total se refiere a las bases totales del agua que pueden neutralizar el ácido. Estas incluyen los bicarbonatos, carbonatos, hidróxidos y algunos fosfatos y silicatos. La alcalinidad se registra en miligramos por litro de carbonato de calcio.

El agua subterránea puede ser ácida o alcalina en pH, en función de distintos factores. En general, el agua de lluvia es ácida porque recoge dióxido de carbono cuando cae a la tierra y forma el ácido carbónico. A medida que el agua se filtra a través del suelo, también puede entrar en contacto con los materiales ácidos, como la materia orgánica en descomposición.

La piedra caliza (carbonato de calcio) y la dolomita (carbonato de magnesio de calcio) del suelo neutralizan el ácido y el agua es, por lo general, alcalina —pH entre 7 y 8— y "dura" debido a los carbonatos. Si no hay piedra caliza ni dolomita, el agua subterránea conservará la acidez con valores de pH entre 6 y 7.

El agua que contiene sales de calcio o magnesio (agua dura) es menos corrosiva, porque los minerales que endurecen el agua tienden a revestir y proteger el interior de las tuberías. El agua suave que contiene sales de sodio no reviste las tuberías y, en consecuencia, es más corrosiva.

El agua que es moderadamente alcalina (40 a 70 mg/l)—con un pH entre 7.0 y 8.2—por lo

general, no es corrosiva. El agua con un pH inferior a 6.5 es corrosiva, especialmente si la alcalinidad también es baja. Sin embargo, el agua con valores de pH superiores a 7.5 también puede ser corrosiva cuando la alcalinidad es baja.

### *Alta concentración de sólidos disueltos y conductividad eléctrica*

Los minerales disueltos en el agua se separan en partículas cargadas (iones), que son conductoras de electricidad. La conductividad es un problema solamente cuando el agua posee un alto contenido mineral; el agua pura no es conductora de electricidad.

Los sistemas de tuberías usan diversos tipos de metales. Cuando diferentes tipos de metales entran en contacto entre sí y una solución que es conductora de electricidad, el resultado es una pila galvánica. La pila galvánica genera electricidad, lo que corroe uno de los metales. La corrosión galvánica se produce en la unión de dos metales, o muy cerca de esta.

Los sistemas de tuberías que usan tuberías galvanizadas a menudo poseen válvulas de bronce. De la misma forma, las tuberías de cobre a menudo poseen uniones soldadas y válvulas fabricadas con una aleación diferente. Cada unión en donde se conectan los diferentes metales es un sitio propenso a la corrosión galvánica si el agua posee altas concentraciones de minerales disueltos.

### *Oxígeno disuelto y otros gases*

El oxígeno disuelto en el agua es un agente corrosivo importante. El agua expuesta al aire absorbe el oxígeno. El oxígeno en el agua de lluvia y el agua superficial a menudo se elimina cuando el agua se filtra en la tierra; los pozos profundos, por lo general, no tienen oxígeno. En cambio, los pozos poco profundos y el agua superficial a menudo poseen más oxígeno. El agua también puede absorber el oxígeno cuando se usa un tanque de presión neumática. El sulfuro de hidrógeno en el agua subterránea también puede corroer los metales de manera sustancial. Podrá detectar altos niveles de gases disueltos al colocar agua en un recipiente de vidrio transparente. En casos extremos, el agua puede tener una apariencia lechosa debido a pequeñas burbujas de aire.

## Temperatura del agua

La corrosión es más probable y más rápida en temperaturas más altas. La tasa de corrosión se triplica o cuadruplica a medida que la temperatura del agua se eleva de 60 °F a 140 °F. Por encima de los 140 °F, la tasa de corrosión se duplica por cada incremento de 20 °F.

## Errores de diseño

En algunos casos, las filtraciones en los sistemas de tuberías de cobre son causa de la velocidad excesiva del agua, especialmente cuando atraviesa acoplamientos de 90 grados. El agua fluye más rápido cuando la demanda de agua del sistema de tuberías es demasiado grande para el diámetro de la tubería de suministro. A lo largo del tiempo, el agua erosiona el cobre, lo que provoca filtraciones, casi siempre en los acoplamientos angulares. Este tipo de filtración no es provocada por la corrosión sino por un diseño deficiente del sistema. Los métodos de prevención que se enumerarán adelante no resuelven este problema.

En casos excepcionales, los defectos de fabricación incrementan la propensión de las tuberías de cobre a la corrosión. Si bien es poco común, este problema puede causar filtraciones del tamaño de un alfiler, que se producen relativamente rápido luego de poner el sistema en funcionamiento.

## ¿Cómo puedo reducir la corrosión?

El tratamiento del agua puede reducir la corrosión a niveles aceptables, pero, en general, no la elimina. El método de tratamiento depende de la causa de la corrosión.

## Cómo tratar la acidez

Si la acidez es el problema, la instalación de un filtro neutralizador, por lo general, da los mejores resultados. Estos filtros contienen pastillas de carbonato de calcio (piedra caliza), mármol, magnesio (carbonato de magnesio) u otros materiales alcalinos que se disuelven cuando el agua se neutraliza.

Los filtros de neutralización del ácido, por lo general, se instalan después del tanque de presión. A medida que el agua fluye a través del filtro, el pH se incrementa y la corrosividad se reduce. Este

proceso endurece el agua. También puede reducir la presión de agua.

El material de neutralización debe reponerse cuando se disuelve. Las pastillas pueden durar de semanas a meses, según el tipo de material, cuán corrosiva es el agua y cuánta agua se consume. Los filtros, por lo general, deben retrolavarse para eliminar las partículas atrapadas y los metales oxidados.

Otra manera de neutralizar el agua ácida es agregar una solución de hidróxido de sodio o carbonato de sodio (carbonato sódico). Esto, por lo general, se realiza mediante la instalación de una bomba de alimentación química antes del tanque de presión. Si hace una dieta con bajos índices de sodio, piense en la alternativa del hidróxido de potasio en vez de las sales de sodio.

Este sistema de tratamiento es simple y poco costoso; no aumenta la dureza del agua ni reduce la presión del agua. La tasa de inyección debe ajustarse para producir agua con un pH de 7.5 a 8.0.

Las unidades de inyección requieren de un mantenimiento importante, que incluye el llenado de los tanques de la solución y el mantenimiento de la bomba de alimentación. El carbonato sódico es preferible antes que el hidróxido de sodio, que es extremadamente cáustico y requiere de precauciones de seguridad especiales, y solamente personas capacitadas deben manipularlo.

## Reducción de sales

La eliminación de altas concentraciones de sales disueltas en el agua requiere de un sistema de ósmosis inversa. Este método puede requerir del pretratamiento del agua, y los sistemas de toda la casa requieren de grandes tanques de almacenamiento. Los sistemas de ósmosis inversa aumentan el uso general del agua de un 30 a un 200 por ciento y generan aguas residuales con sales concentradas.

La ósmosis inversa puede eliminar de un 80 a un 95 por ciento de sales del agua que ingresa al sistema. En algunos casos, el agua tratada también puede tener un contenido tan bajo de sales totales disueltas que corroe los componentes de la tubería. En general, el agua de ósmosis inversa debe transferirse y distribuirse a través de tuberías y accesorios no metálicos.

En general, no es posible eliminar los altos niveles de sales disueltas de los sistemas de agua de toda la casa. En cambio, los compuestos de polifosfato o silicato de grado alimenticio pueden agregarse al sistema de agua para controlar la corrosión.

Estos materiales depositan una capa ligera dentro de la tubería que limita el contacto con el agua. La capa se disuelve lentamente; de esta forma, el material debe mantenerse y alimentarse a niveles adecuados. Al principio, la corrosión existente puede aflojarse y fluir por el sistema, lo que empeora el problema del agua roja. Una tasa de alimentación más alta limpia el sistema y forma una capa protectora. Luego, reduce la cantidad para lograr mantener la capa protectora.

### Reducción del oxígeno disuelto

A menudo, se puede hacer muy poco para reducir el oxígeno disuelto en los sistemas de agua pequeños. La instalación de una membrana flexible o de un disco flotante en el tanque de presión reduce el contacto del agua con el aire. Este tipo de tanque también minimiza el estancamiento de agua, que es común con el agua altamente gaseosa. Sin embargo, puede ser necesario inyectar los compuestos de polifosfato o silicato para proteger el sistema de agua a largo plazo.

Se puede usar un tanque de almacenamiento grande y semiabierto para permitir que el aire se escape de la misma forma que se escapan las burbujas de un vaso. Esto requiere de un tanque del doble de tamaño de la tasa de uso diario y de la cloración debido a que el agua ya no está presurizada.

### ¿Corrosión fuera de las tuberías de suministro?

El exterior de las tuberías también se puede corroer. Esto es muy común cuando las tuberías de suministro de cobre o galvanizadas entran en contacto con los suelos ácidos o básicos. Esto puede pasar cuando los materiales del suelo ácido se exponen mediante la excavación de zanjas o cuando se forma álcali a partir de la quema de materiales de construcción, árboles o edificios antiguos.

Los sistemas de agua modernos a menudo usan tuberías de cobre encamisadas con plástico.

Ejerza extremo cuidado al instalar este tipo de tuberías para evitar cortar o rasgar las camisas ya que esto expondrá la tubería a condiciones corrosivas.

En tubería no enterrada, la corrosión exterior a menudo se produce donde se almacenan, mezclan o usan materiales peligrosos, tales como sistemas de piscinas que usan ácido hidrociorhídrico (ácido muriático). Si lo permiten los códigos locales de instalaciones de agua, use tuberías de cloruro de polivinilo (Polyvinyl Chloride, PVC), cloruro de polivinilo clorado (Chlorinated Polyvinyl Chloride, CPVC) o polietileno reticulado (Cross-Linked Polyethylene, PEX) en entornos posiblemente corrosivos.

### ¿Qué sucede si los metales tóxicos son la única preocupación?

En muchos casos, el agua no es lo suficientemente corrosiva como para provocar filtraciones, pero sí incrementa la cantidad de cobre o plomo del agua. Debido a que el cobre y el plomo, por lo general, se acumulan cuando el agua se asienta en la tubería, la solución más simple y menos costosa es dejar correr el agua durante por lo menos 1 minuto antes de tomarla. Esto extrae agua fresca del tanque de presión o pozo que no ha tenido el tiempo suficiente en el sistema de tubería para acumular metales. El procedimiento anterior solamente es necesario cuando el agua ha estado en la tubería durante al menos una hora.

Si usa este método, recoja una muestra de agua después de dejar correr el agua durante 1 minuto y lleve la muestra a analizar para asegurarse de que los niveles de cobre y plomo se reducen a concentraciones seguras.

Para conservar el agua, descargue el sistema de tuberías a la mañana y llene un envase con agua potable para el día.

En las construcciones más recientes, el plomo se restringe a los componentes de bronce. Al dejar correr el agua durante varios segundos, el plomo disuelto de los accesorios de bronce será expulsado.

Si el plomo y el cobre persisten después de la descarga, o si la descarga no es posible, puede instalar dispositivos pequeños de salida

de agua para eliminar los metales en los grifos individuales. El agua que se usará para beber y cocinar se puede tratar por ósmosis inversa, filtración de alúmina activada o destilación.

### ¿Puede evitarse la corrosión?

Una manera de corregir o evitar la corrosión de los sistemas de tuberías es instalar componentes resistentes a la corrosión. Muchas veces, esto implica el reemplazo de las tuberías de cobre o las tuberías de plástico subestándares por tuberías de plástico aprobadas. Las tuberías de PEX han ganado amplia aceptación en los últimos años. A diferencia del PVC, muchos fabricantes de PEX afirman que puede tolerar altas temperaturas y congelar sólidos sin producir daños. Las tuberías de plástico aprobadas poseen las insignias de la Fundación Nacional de Saneamiento (National Sanitation Foundation, NSF) y agua potable en uno de los laterales. Los códigos de instalaciones de agua y construcciones locales varían; consulte las normas locales antes de reemplazar o instalar materiales de tuberías.

## Información adicional

Las siguientes publicaciones pueden descargarse desde el sitio web de Texas AgriLife Bookstore en <https://agrilifebookstore.org>

- L-5451: *Drinking Water Problems: Iron and Manganese (Problemas del agua potable: hierro y manganeso)*
- L-5452: *Drinking Water Problems: Lead (Problemas del agua potable: Plomo)*
- L-5472: *Drinking Water Problems: Copper (Problemas del agua potable: cobre)*

Esta publicación es una adaptación de las siguientes publicaciones:

Hermanson, R. E. 1991. *Corrosion from Domestic Water (Corrosión del agua potable)*. EB1581. Universidad del Estado de Washington. Pullman, WA.

Oram, B. *Corrosion, Saturation Index, Balanced Water in Drinking Water Systems (Sistemas de agua potable: corrosión, índice de saturación, agua equilibrada)*. 2009. Centro Universitario de Wilkes para la Calidad Ambiental. Wilkes-Barre, PA.

Swistock, B. R. , W. E. Sharpe y P. D. Robillard. 2001. *Corrosive Water Problems (Problemas del agua corrosiva)*. F 137, Universidad del Estado de Pensilvania. University Park, PA.

Producido por Texas A&M AgriLife Communications  
Las publicaciones de Texas AgriLife Extension Service se pueden encontrar en Internet en [AgriLifeBookstore.org](http://AgriLifeBookstore.org)

Visite Texas AgriLife Extension Service en <http://AgriLifeextension.tamu.edu>

Los programas educativos de Texas AgriLife Extension Service están disponibles para todas las personas, sin distinción de nivel socioeconómico, raza, color, sexo, discapacidad, religión, edad u origen nacional.

Emitido para el desarrollo del Trabajo de la Extensión Cooperativa en Agricultura y Economía del Hogar, Leyes del Congreso del 8 de mayo de 1914 con sus reformas y del 30 de junio de 1914 junto con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Edward G. Smith, Director, Texas AgriLife Extension Service, El Sistema Texas A&M.