



El creciente uso de agua de mar en minería es uno de los puntos en los que la industria debe avanzar.

## PARA EVITAR LA CORROSIÓN:

# CREAR NUEVOS MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS, RETO PERMANENTE PARA LA INDUSTRIA MINERA

Al evitar que este fenómeno natural afecte el equipamiento de una compañía minera, no solo se previenen dificultades en la producción, recambio de maquinaria y un alza en los costos operacionales, sino también se previenen accidentes que pueden ser graves.

Las agresivas condiciones ambientales de operación en que se desarrolla la minería y el que la mayoría de sus instalaciones y equipos estén construidos principalmente en acero crean las condiciones ideales para un fenómeno que puede afectar no solo la maquinaria, los costos de operaciones y la productividad, sino también puede provocar graves accidentes.

Se trata de la corrosión, que —según explica Javier Aguirre, químico y Doctor en Ciencias de la Ingeniería de la Unidad Corrosión y Desgaste de Materiales del Dictuc— es “el deterioro que sufre un material, generalmente un metal, como resultado de reacciones químicas entre este y el medio en el cual se encuentra. Es un fenómeno natural y espontáneo, todos los metales son susceptibles a corroerse”.

En este proceso, se produce una pérdida de masa del material base y, en consecuencia, una disminución en el espesor original del metal, lo que puede conducir a la pérdida de funcionalidad, tanto del elemento metálico como del sistema técnico del cual forma parte.

De esta forma, la corrosión no solo destruye los componentes estructurales, sino que también bombas, válvulas, tanques, entre otros.

“Todos ellos son de muy alto valor, que incrementan los eventos de mantenimiento no

programada y, en consecuencia, inciden directamente en el aumento de los costos operativos de planta”, afirma el Dr. Jorge Ipinza, académico del Departamento de Ingeniería Metalúrgica y Materiales de la Universidad Santa María.

En esta dirección, la corrosión puede llegar a interrumpir la continuidad operacional y, según la magnitud del daño, puede ocasionar detenciones de días, semanas, meses o años, implicando altos costos y pérdidas económicas significativas.

### ACCIDENTES

Pero el desgaste y la poca mantención de los equipos que presentan corrosión, comenta el Dr. Jaime Morales, director del Centro de Minería de la Pontificia Universidad Católica (PUCV), también puede generar “una fatiga de los materiales de las estructuras, por lo que pueden ocurrir fugas de fluidos líquidos o gaseosos, que pueden ser altamente corrosivos o tóxicos y provocar accidentes fatales”.

Complementa el Dr. Jorge Ipinza, al señalar que la corrosión de metales es “uno de los mayores gastos que tiene hoy la humanidad y una de las grandes causas de la ocurrencia de importantes accidentes fatales”.

En este escenario, la rotura de estantes o cañerías produce derrames de fluidos o pulpas

peligrosas, que pueden afectar la salud de las personas o el medio ambiente mientras que la presencia de corrosión por picado en estructuras de la planta, principalmente concentradas en puntos de soldadura, puede llegar a producir incrementos de la accidentalidad por caída desde altura debido al desprendimiento de soportes de escalerillas o barreras de protección.

Otro elemento a considerar, según detalla el Dr. Sergio Cárdenas, académico de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Central, es que muchos de estos daños no son visibles hasta que el fenómeno de corrosión es muy grave.

Así, los equipos de mantención no siempre visualizan este tipo de daño, por lo que se requiere de un diagnóstico mucho más riguroso, con equipos muy avanzados de ultrasonido y otras tecnologías que requieren ser realizados antes de la puesta en marcha, por lo que, en muchos casos, no se logra realizar adecuadamente.

“Esto es la base de rupturas en piezas antes del tiempo proyectado, lo que genera accidentes que pueden ser fatales. Una microfutura no visible, crece y genera corrosiones internas en la pieza que la debilitan y, ante un esfuerzo mecánico, simplemente se rompe antes de tiempo y en

plena operación, lo que siempre genera accidentes. Por lo peligroso del terreno y la presencia de todo tipo de químicos, y equipamiento mayor de alta energía, es muy probable que ocurra un accidente fatal”, sentencia el Dr. Sergio Cárdenas.

### DESAÍOS

De ahí que las compañías mineras estén conscientes sobre la importancia de prevenir, por lo que cada vez más están considerando estos aspectos en las fases tempranas de ingeniería, para evitar incrementos significativos, no considerados en los costos de operación.

“La clave está en anticiparse a los daños y tener conciencia de que hay que hacer evaluaciones en terreno, algunas diariamente, otras mensualmente, tomar muestras de lo que se está transportando en las tuberías que están instaladas en las minas, ya que por cada tonelada de mineral que se está extrayendo, se necesitan 16 metros cúbicos por segundo de agua”, expresa Fernando Puchi, experto en corrosión minera y académico de

la Universidad Andrés Bello.

A su juicio, también es importante que las mineras tengan personal capacitado, capaz de tomar las decisiones que se requieren en caso de problemas.

Las mineras también han desarrollado trabajos mancomunados con centro de investigación, universidades y empresas del rubro del revestimiento y pintura para, precisa el director Centro de Minería de la PUCV, “generar nuevos materiales que permitan dar mayor vida útil a los equipos y que soporten las condiciones agresivas de los procesos involucrados en el procesamiento del mineral”.

Precisamente, el desarrollo de nuevos materiales y revestimientos es uno de los retos que enfrenta la industria minera.

“El gran desafío está en la búsqueda de nuevos materiales que tengan una conducta mejorada frente a estos medios químicos agresivos, altamente corrosivos, competitivos también en precio frente a las aleaciones de titanio ampliamente utilizadas en la industria química y que rápidamente se ha integrado en la minería del cobre, principalmente en plantas hidrometalúrgicas con lixiviación clorada”, afirma el Dr. Jaime Morales.

Otro punto en el cual se debe avanzar es en lo relacionado con

el uso de agua de mar, ya que se trata de un fluido altamente corrosivo y los equipos que se usan actualmente en la minería no están adecuados para trabajar con ella.

“Es importante abordar este punto tanto en nuevos equipos o revestimientos, generando así un desafío para las universidades, centros de investigación y las mismas empresas que permitan dar mayor vida útil a los equipos y que no afecten la productividad de la empresa”, sentencia Cordero desde el Dictuc, el Dr. Jorge González al comentar que “los desafíos actuales para Chile se pueden visualizar en asociación al creciente uso de agua del mar y el envejecimiento de la infraestructura existente. Por otro lado, las nuevas técnicas de monitoreo y data analytics son una oportunidad para optimizar el uso de recursos en el contexto de corrosión”.

El Dr. Sergio Cárdenas añade que se requieren nuevos materiales o revestimientos más resistentes e inteligentes. En la actualidad, se están buscando sensores o nanosensores que se activen en presencia de microdaños como fracturas y corrosión. “Es decir, sistemas automáticos que estén constantemente sensando distintos aspectos en el proceso y dentro de ese diagnóstico, la calidad de los materiales. Este es el principal desafío”, asevera.