

Reportaje

Reportaje central

Consumo hídrico en minería:

La ruta hacia una gestión más eficiente del agua

Con altos niveles de recirculación y mayor uso de agua de mar impulsado por desaladoras, la industria refuerza su estrategia para asegurar la continuidad de sus operaciones.



Riego Minero
Centinela.

Foto: Centinela Antofagasta Mineros.

En 2024, el consumo operacional de agua en la minería del cobre alcanzó 18,13 m³/s, mientras que la extracción total de agua -considerando fuentes continentales y de mar- llegó a 22,74 m³/s. De acuerdo con la Dirección General de Aguas, el uso consuntivo de la minería representa el 4% del consumo nacional.

En ese contexto, la actividad concentra más del 80% de la capacidad instalada de desalación en Chile y reutiliza el 73% de sus aguas residuales. Según datos de la Comisión Chilena del Cobre (Cochilco), el volumen recirculado llegó a 55,75 m³/s en 2024, con un aumento de 2,9% respecto de 2023 y una tasa de recirculación de 71,0%.

Sin embargo, esta realidad varía según el territorio. Gabriel Caldés, consejero del Consejo de Políticas de Infraestructura, ejemplifica que “en el caso de la Región de Antofagasta, la minería es el principal usuario de agua continental. Diversos estudios regionales sitúan la participación de la minería entre el 60% y el 70% del consumo de agua continental de la región, dependiendo del año y de la cuenca analizada”. Esta situación se observa también en otras zonas del país. El estudio “Consumo de Agua en la Minería del Cobre” de Cochilco (2025) revela que, en la Región de Valparaíso, de O’Higgins y Metropolitana, la extracción de agua alcanza 1,95 m³/s,

4,50 m³/s y 0,68 m³/s, respectivamente, proveniente en su totalidad de aguas continentales.

En el norte del país, el informe destaca que la Región de Atacama en 2024 completó su sexto año consecutivo de reducción en la extracción de agua continental, con una baja de 1,2%.

Presión sobre el recurso y factores que explican el consumo

A partir de este escenario, Claudia Rodríguez, vicepresidenta ejecutiva de Cochilco, resalta que, en la última década, el consumo operacional de agua en la minería del cobre ha mostrado una tendencia relativamente estable, oscilando entre 16,7 y 18,1 m³/s entre 2021 y 2024. “Lo más relevante para entender la presión real sobre el recurso hídrico es el concepto de agua de make-up, es decir, el agua fresca que debe incorporarse al sistema para reponer las pérdidas que no pueden recuperarse mediante recirculación interna, principalmente por evaporación, arrastre en relaves y filtraciones”.

En esa línea, Rodríguez añade que el principal factor que explica la presión sobre el consumo de agua fresca es “la disminución de la ley del mineral: a medida que los yacimientos maduran, la concentración de cobre por tonelada de roca baja, obligando a procesar volúmenes cada vez mayores de material para obtener la misma cantidad de

cobre fino. Esto eleva directamente el agua de make-up requerida por el proceso”.

A lo anterior se suma que, la ejecutiva agrega que “un segundo factor es el cambio en la composición del mineral, con mayor participación de sulfuros por sobre los óxidos, lo que implica procesos de concentración más intensivos en agua”.

Desde la perspectiva gremial, Carlos Urenda, gerente general del Consejo Minero, “la minería ha sufrido —como todos los sectores— el contexto de una mega sequía, así como una reducción sostenida en la disponibilidad de aguas continentales. En este escenario, la industria ha reforzado su enfoque en la gestión eficiente y responsable del recurso hídrico, priorizando su disponibilidad para el consumo humano y medioambiental”. Pese a estos factores, durante la última década el consumo de agua continental de la minería chilena se ha mantenido estable. En esa línea, Urenda sostiene que “el incremento en la demanda hídrica del sector ha sido cubierto mayoritariamente mediante el uso creciente de agua de mar, así como por la incorporación de nuevas tecnologías orientadas a optimizar la eficiencia hídrica. Entre 2014 y hoy, la participación del agua de mar en la gran minería del cobre pasó de 12% a 34% del total de extracciones, y se proyecta que hacia 2034 llegaría a 66% del agua utilizada por el sector. Esta transición estructural



Foto: Genfliza Cobalta

Aditivo BioSeal en DMH reduce 60% el ahorro de agua de consumo hídrico y un 95% de eficiencia de mitigación de polución.

evidencia el compromiso de la minería con una gestión hídrica más sostenible y alineada con las necesidades de las comunidades y del territorio”.

Optimización del recurso hídrico

En este contexto de gestión del recurso, los ejecutivos coinciden en que las operaciones de la gran minería del cobre logran que la mayor cantidad de agua utilizada

en los procesos productivos sea recuperada y reutilizada dentro del mismo circuito. En ese esfuerzo, es relevante adoptar innovaciones tecnológicas en distintos frentes. A modo de ejemplo, Reinaldo Salazar, gerente de Estudios de Sonami, menciona “la instalación de paneles solares flotantes sobre depósitos de relaves, como el caso implementado por Anglo American en Las Tórtolas,

que reduce la evaporación del agua en 80% en la zona cubierta. También se observa una gestión hídrica cada vez más moderna basada en digitalización: sensores IoT, análisis de imágenes satelitales e inteligencia artificial para monitoreo en tiempo real de caudales, presiones y calidad, lo que facilita la detección temprana de anomalías y optimiza el uso del recurso”. Según explica Salazar, esto se complementa con el uso de agua de mar como principal alternativa para nuevas fuentes de abastecimiento. “En desalación, se reportan 24 plantas con 10.583 L/s de capacidad conjunta, y la minería concentra más del 80% de la capacidad instalada del país. En ese escenario, también se evalúan opciones de infraestructura compartida o plantas multicliente, que permiten optimizar la inversión, reducir duplicidades y facilitar la ejecución de proyectos

con menor huella territorial”, asegura.

Desde el ámbito gremial, la visión del Consejo Minero es que en la actualidad existen herramientas de eficiencia hídrica y recirculación con las que el sector está optimizando la gestión del recurso agua. “Las principales herramientas utilizadas se encuentran en las tecnologías de desalinización y de uso directo de agua de mar, así como en las de impulsión y transporte desde la costa hacia faenas en altura”.

En ese contexto, Urenda aclara que “la minería es pionera en el desarrollo de estas tecnologías en Chile y el 85% de la capacidad de desalinización del país está destinada a este sector, existiendo además 50 proyectos de desalinización e impulsión”.

A ello, el gerente general del Consejo Minero complementa que “este esfuerzo no solo responde a exigencias regulatorias, sino también a una visión de sostenibilidad de largo plazo. La minería es un sector estratégico para la transición energética global, y asegurar un uso responsable y eficiente del agua es parte central de ese compromiso”.

Desde una mirada técnica, Claudia Rodríguez detalla que la industria minera ha avanzado en la gestión del agua por tres frentes principales:

Según la ejecutiva de Cochilco, “la primera corresponde



Foto: Gentileza Cochilco.



Foto: Gentileza Sonami.



Foto: Gentileza Consejo Minero.



Foto: Gentileza CII.

a la implementación de tecnologías incrementales en los procesos productivos que, de manera agregada, generan un impacto real, aunque acotado: el uso de relaves espesados, la reducción de evaporación en piscinas y mejoras en los circuitos de lixiviación, que han permitido reducir pérdidas, aunque la adopción a gran escala de estas soluciones aún enfrenta barreras técnicas y económicas importantes”.

bernamental agrega que “la tercera —y de mayor potencial transformador a largo plazo— es el avance hacia la lixiviación de minerales sulfurados. Esta tecnología permitiría procesar la calcopirita, especie mineralógica dominante en las reservas chilenas y mundiales de cobre, con una fracción del agua que requiere la concentración convencional”.

Por último, Rodríguez explica que “hay proyectos activos explorando la lixiviación clorurada, con resultados prome-

Claudia Rodríguez, vicepresidenta Ejecutiva de Cochilco.

Reinaldo Salazar, gerente de Estudios de Sonami.

Carlos Urenda, gerente general Consejo Minero.

Gabriel Caldés, consejero del Consejo de Políticas de Infraestructura.

Claudia Rodríguez: “El agua fresca que debe incorporarse al sistema **para reponer las pérdidas que no pueden recuperarse mediante recirculación interna**, principalmente por evaporación, arrastre en relaves y filtraciones”.

A ello, Rodríguez suma que “la segunda es la incorporación de tecnologías de información para una gestión más precisa del recurso hídrico, con mayor monitoreo de flujos y variables en los procesos, lo que permite identificar ineficiencias y mejorar la toma de decisiones operacionales”. Del mismo modo, la representante del organismo gu-

tedores a escala de laboratorio y piloto, pero desafíos como el control térmico, la corrosión de materiales y la gestión de sales impiden que esta tecnología haya alcanzado aún el nivel de madurez necesario para su implementación industrial masiva, manteniéndola como una apuesta estratégica de mediano y largo plazo”.



Foto: Certified Amalgam Minerías

Minera Los Pelambres.

Procesos de mayor consumo de agua

En cuanto al uso del agua dentro de las operaciones, de acuerdo con el estudio antes mencionado de Cochilco, en 2024 el consumo operacional de agua alcanzó 18,13 m³/s, de los cuales el 80,3% correspondió al proceso de concentración y depósito de relaves, equivalente a 14,56 m³/s, lo que refleja una mayor participación de minerales sulfurados, cuyo tratamiento demanda volúmenes crecientes de agua para las etapas de molienda, flotación y espesamiento.

En complemento con el documento elaborado por el organismo técnico, la vicepre-

sidenta ejecutiva de Cochilco añade que “en segundo lugar se ubica la hidrometalurgia, con un 8,4%, aunque en declive, dado que los yacimientos de minerales oxidados están disminuyendo progresivamente en Chile. El resto del consumo se distribuye en usos menores, como control de polvo, servicios generales y fundiciones, lo que implica que cualquier avance real en eficiencia hídrica debe enfocarse en el proceso de concentración”.

A partir de estos resultados, Carlos Urenda, subraya que “ayuda a focalizar las medidas de gestión: donde más se usa agua es donde más sentido tiene acelerar la recirculación,

mejorar el espesamiento y optimizar los relaves, porque ahí se juega una parte importante de la eficiencia hídrica del sector”.

Desde el análisis técnico, Gabriel Caldés precisa que “esto se debe a que los procesos de molienda, flotación y espesamiento requieren grandes volúmenes de agua para separar el mineral de la roca y permitir el transporte de las pulpas minerales dentro del circuito de procesamiento”.

Gestión territorial del agua

Más allá de los procesos productivos, en el sector existe consenso en que la minería del cobre ha realizado esfuerzos significativos para minimizar su impacto sobre el recurso hídrico y reducir la competencia con otros usuarios, tanto comunidades locales como actividades económicas y ecosistemas. En términos de proyección hídrica, Reinaldo Salazar comenta que las proyecciones oficiales estiman que hacia 2034 el agua de mar representará el 66% del abastecimiento hídrico total de la minería del cobre. Con ese cambio, se proyecta que la demanda de agua continental disminuya a 7,6 m³/s en 2034, lo que implica una reducción de 29,6% respecto de 2024. A nivel operativo, el gerente de Estudios de Sonami releva que “la gestión se apoya fuertemente en recuperación y recirculación interna. En 2024, el volumen de agua

Carlos Urenda: “La industria ha reforzado su enfoque en la gestión eficiente y responsable del recurso hídrico, **priorizando su disponibilidad para el consumo humano y medioambiental**”.

recirculada alcanzó 55,75 m³/s, con una tasa de recirculación de 71% respecto del total manejado”.

Además, Salazar destaca que “en términos territoriales, el mensaje de fondo es que la minería está avanzando en soluciones que reducen su presión sobre fuentes continentales, junto con estándares de eficiencia y control operacional”.

En complemento, desde Cochilco enfatizan que la industria ha avanzado en la incorporación de fuentes de agua no convencionales, principalmente el uso de agua de mar, tanto directa como desalada, que en 2024 representó el 34% del total de agua extraída por la minería. “Esta tendencia se proyecta como estructural: los grandes proyectos mineros actualmente en carpeta consideran desde su diseño plantas de impulsión y desalinización, lo que confirma que la industria ha optado por ampliar la disponibilidad del recurso desde el mar, antes que competir por las fuentes continentales que comparte con comunidades y ecosistemas en los territorios donde opera”, manifiesta Rodríguez.

A su vez, Urenda comenta que “el sector basa su estrategia en la sustitución progresiva de fuentes continentales por agua de mar, en la mayor eficiencia operacional —especialmente mediante recirculación intensiva— y en el cumplimiento regulatorio estricto bajo el marco del

Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. El uso creciente de agua de mar —directa o desalinizada— ha permitido reducir la presión sobre cuencas continentales, liberando recursos hídricos para el consumo humano y otras actividades productivas”.

A esta visión se suma, el CPI. Caldés profundiza que

alcanzando tasas cercanas al 70% de recirculación del total del agua utilizada.

Sin embargo, Caldés puntualiza que “se ha impulsado la incorporación de agua de mar en los procesos productivos, ya sea mediante su uso directo o a través de desalación. Estas y otras medidas han permitido reducir progresivamente la extrac-



Foto: Centinela Antagasta Minerales

“la minería en Chile ha desarrollado una estrategia hídrica orientada a reducir su presión sobre las fuentes de agua continentales, especialmente en las regiones del norte del país, donde la disponibilidad del recurso es naturalmente limitada”.

Esta estrategia se basa principalmente en mejoras en la eficiencia hídrica. Según complementa el consejero del Consejo de Políticas de Infraestructura, el sector ha avanzado significativamente en la recirculación y reutilización del agua dentro de los procesos productivos,

ción de aguas continentales desde acuíferos y fuentes superficiales, favoreciendo una transición hacia una gestión hídrica más eficiente y sustentable, particularmente relevante en el contexto de escasez hídrica que enfrenta el país”.

Finalmente, el profesional comenta que “el desafío hídrico de la minería en Chile no radica únicamente en cuánto agua consume, sino también en cómo se abastece y cómo reduce su presión sobre las fuentes continentales en territorios donde el agua es naturalmente escasa”. **mch**

Uso de agua Minera
Centinela.