



Rodrigo Barraza, Investigador CENTRA **UAI**

## “Los desafíos para una gestión energética adecuada van en línea de implementar Big Data e IA”

En esta entrevista, Rodrigo Barraza, académico e investigador Centro de Transición Energética (CENTRA) de la Facultad de Ingeniería y Ciencias **UAI**, y SERC Chile, aborda la crucial relación entre la eficiencia energética y la competitividad en la minería del cobre, y explora cómo las fluctuaciones en los precios de la energía impactan el sector, los retos específicos que enfrenta la gestión energética minera en comparación con otros sectores, y la creciente importancia de las energías renovables en la matriz energética. Además, ofrece una visión sobre las estrategias actuales y futuras para optimizar el uso de energía, subrayando el papel de las tecnologías emergentes como Big Data e Inteligencia Artificial.

### ¿Cómo impactan las fluctuaciones en los precios de la energía en la competitividad de la minería?

De acuerdo con la información disponible en Cochilco, los costos de energía representan cerca del 18% de los gastos operacionales de la minería del cobre, siendo la energía eléctrica responsable del 12% y los combustibles del 6% a nivel de costos. Su representatividad en los gastos operacionales es alta y la forma de reducir estos costos y hacer más rentable la actividad minera pasan por el acceso a mejores contratos de suministro de electricidad y combustible, reemplazo por fuentes de energías más baratas y limpias, y por aumentar la eficiencia energética.

### En comparación con otros sectores, ¿qué desafíos enfrenta la gestión energética en la minería?

La minería del cobre es una industria líder a nivel mundial, con procesos y tecnología de punta. A diferencia de otras industrias, los procesos mineros se monitorean de forma continua tanto en sus variables operacionales como usos de energía. La dificultad en la gestión de energía radica en que, si bien se registra



mucha información debido al volumen de datos, la gestión de estos datos es un desafío y las decisiones de optimización deben ser por medio de procesos automatizados debido a la multiplicidad de variables que afectan los procesos.

La variedad de equipos y proveedores diversos también presenta desafíos, pues dificulta la interoperabilidad y estandarización en los traspasos de información a un sistema experto. Adicionalmente, la vida útil de las plantas de procesos es extensa, por lo que la implementación de tecnologías de monitoreo y control o su actualización también es un tema por resolver en plantas con más de 10 años de operación. En síntesis, los desafíos para

una gestión energética adecuada van en línea de implementar herramientas de Big Data e Inteligencia Artificial para automatizar los análisis.

### ¿Cuáles son las principales fuentes de energía utilizadas en la minería del cobre en Chile?

Según los informes de Cochilco, el consumo anual de energía (electricidad + combustible) en la minería del cobre es de aproximadamente 186.000 TJ, de los cuales el 53% corresponde a electricidad y el 47% a combustibles. El mayor requerimiento de combustibles se produce en los camiones CAEX en minas de rajo abierto y en cambio el mayor requerimiento de electricidad ocurre en los procesos de molienda.

El consumo de energía de la minería del cobre se ha incrementado en aproximadamente un 2% anual, al menos en los últimos 5 años, en cambio la producción de cobre fino (en toneladas métricas de cobre fino TMF) se ha mantenido o ha bajado marginalmente. Por lo tanto, el consumo específico de energía del sector, en TJ/TMF, ha ido aumentando, lo que se explica en mayor medida por la menor ley de las minas. [\(Continúa en página 22\)](#)



### ¿Qué oportunidades y desafíos presenta la transición hacia una minería del cobre más sostenible desde el punto de vista energético en Chile?

Los principales beneficios de la adopción de energías renovables apuntan a desarrollar una minería del cobre más sostenible, y también en reducir los costos operacionales y así ser más competitivos. En el uso de electricidad, probablemente la solución más eficiente de forma sistémica sea beneficiarse de que la matriz energética del sistema eléctrico nacional es predominantemente renovable y con la introducción de sistemas de almacenamiento por baterías en el corto y mediano plazo va a permitir aprovechar los excesos de generación de electricidad de los campos fotovoltaicos en horas sin sol, y así aumentar la participación de la energía renovable en la generación de electricidad. Además, en el futuro ya hay planes y metas establecidas a nivel país para que al menos no exista aporte de generación por carbón al año 2040, por lo que la matriz será aún más limpia. En el corto y mediano plazo, se debería reemplazar los combustibles utilizados para procesos de suministro de calor de media y baja temperatura por proyectos solares térmicos, como los de Gaby y Centinela, y ahora último Escondida y Spence. No hay barreras técnicas y económicas para que no se masifiquen. En el futuro, los desafíos más relevantes son el reemplazo de uso de combustible en flota de camiones y maquinarias. Probablemente, la solución más adecuada sea la introducción de electromovilidad en baja potencia, el uso de hidrógeno verde en conjunto con celdas de combustible para mediana potencia y el reemplazo de Diesel parcial o total por hidrógeno verde en vehículos de alta potencia.

(Viene de página 20)

### ¿Qué estrategias se están implementando para optimizar el uso de energía en estas operaciones?

La Ley de Eficiencia Energética del año 2021 y su respectivo reglamento del año 2022 establecen que los consumidores con capacidad de gestión de energía (empresas con un consumo anual mayor que 50 Tcal/año) deben implementar un Sistema de Gestión de Energía SGE antes de agosto de 2024. La mayoría de las empresas mineras medianas y grandes entran en esta categoría.

La implementación del SGE en empresas mineras y su mantención en el tiempo, obliga a estas empresas a monitorear sus consumos, crear planes de acción continuos en eficiencias energéticas e implementar medidas concretas que aumenten la eficiencia energética.

### ¿Qué rol tienen las energías renovables en la matriz energética de la minería?

Si bien las energías renovables, y especialmente la energía solar, han tenido un crecimiento acelerado en los últimos años, esta penetración se circunscribe en el ámbito de la generación de electricidad por medio de plantas fotovoltaicas. La electricidad que llega a las faenas

mineras proviene desde el sistema eléctrico nacional y el 63% de la generación de electricidad de este sistema en el año 2023 fue de origen renovable (28% hidráulico, 20% solar, 12% eólico y 3% otros).

Por otra parte, en términos de oportunidades de reemplazo de combustibles, hay que considerar que un 77% es consumo vehicular y principalmente en camiones CAEX. El uso de combustibles para calor de procesos se concentra en procesos de Fundición 9%, Extracción de solventes y electro-obtención 5% y en servicios 4%. En estas dos últimas áreas existen oportunidades para el uso de energías renovables para suministro de calor de baja y mediana temperatura. En este ámbito, la penetración ha sido tímida y existen solo dos proyectos operativos de una magnitud relevante como lo son Planta Elvira Solar que suministra calor al proceso de electro-obtención de Minera Gaby y una iniciativa similar implementada por Minera Centinela, ambos proyectos ya superaron la década de operación. Vale destacar, que hace unos meses la empresa Gasco anunció que construirá tres plantas solares térmicas para Escondida y Spence para los requerimientos de calor de los procesos de electro-obtención de estas faenas.