Eventos climáticos extremos podrían interrumpir hasta un 10% la producción nacional de cobre al 2030

Un estudio desarrollado por el **Departamento de Ingeniería de Minas de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile**, cuantifica por primera vez el impacto que las precipitaciones extremas y la sequía tendrían sobre la producción chilena de cobre. Las pérdidas estimadas equivalen a cientos de miles de toneladas por año, con impactos económicos que podrían superar los $ 9.700 millones de dólares.

Chile es el mayor productor de cobre del mundo, un recurso estratégico clave para industrias como la electricidad, las telecomunicaciones y el transporte, cuya demanda continúa en aumento a nivel global. Sin embargo, **la continuidad de su extracción enfrenta un desafío creciente y aún poco visibilizado: los efectos del cambio climático, que podrían comprometer la producción futura del mineral y, con ello, uno de los principales ingresos del país.**

Mientras la discusión suele centrarse en el impacto ambiental de la minería, existe una dimensión poco considerada en el debate público y técnico: **cómo el cambio climático puede afectar la capacidad de Chile para sostener esa producción en el tiempo**. Un equipo de investigadores de la Universidad de Chile decidió analizar **de qué manera los eventos climáticos extremos –como sequías y precipitaciones intensas– podrían interrumpir la operación minera y el suministro del cobre.**

El estudio fue publicado en la revista científica *International Journal of Mining, Reclamation and*

Environment bajo el título ***"Resource and climate paradox: quantifying the impact of climate change in the copper supply chain"***. La investigación fue liderada por **Paulina Fernández, autora principal del trabajo, junto a los académicos Dr. Luis Felipe Orellana y Dr. Emilio Castillo, de la Universidad de Chile**. El equipo pertenece al **Departamento de Ingeniería de Minas de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas** y al **Advanced Mining Technology Center (AMTC),** y contó además con la participación del **Solar Energy Research Center (SERC)**. El trabajo se desarrolló en el marco del proyecto FONDEF 20I10147.

Evidencia histórica y proyecciones climáticas

El estudio que dio inicio en el 2021, construyó una base de datos histórica de **53 eventos climáticos registrados entre 2001 y 2022 que provocaron interrupciones reales en la minería del cobre**, como aluviones, cortes de caminos, inundaciones en infraestructura y reducciones de producción asociadas a la escasez hídrica.

"No existía información sistematizada. La primera parte del trabajo fue recolectar todos los eventos climáticos que habían afectado minas en el pasado", explica la geóloga Paulina Fernández.

A partir de estos antecedentes **el equipo estimó la pérdida de producción asociada a los eventos, para así proyectar los impactos hacia 2030 utilizando el sistema ARC-CLIM del Ministerio del Medio Ambiente**, el cual entrega escenarios climáticos para los distintos sectores productivos. El producto fue **un modelo capaz de combinar tres dimensiones: el peligro climático (hazard), la exposición futura (proyección de producción por mina) y la vulnerabilidad de la cadena de suministro.**

Los resultados demostraron que tanto las precipitaciones extremas como la sequía representan amenazas significativas

para la continuidad operacional del sector. **En el caso de precipitaciones extremas, el estudio proyecta pérdidas de: 1,39% a 5,08% de la producción nacional, equivalentes a 91.000 a 334.000 toneladas por año. Para sequía, las pérdidas estimadas alcanzan: 2,62% a 10,72%, equivalentes a 172.000 a 705.000 toneladas anuales.**

"Perder esa producción a partir de una reducción de los días efectivos de operación implicaría menos cobre disponible en el mercado. **En términos prácticos, esto se puede traducir en menor valor comercial y un impacto directo en los ingresos del país por menores tributos",** señala el académico Dr. Orellana.

Traducido a impacto económico, **las pérdidas anuales se estiman en: alrededor de US$ 1.600 millones en escenarios de precipitaciones extremas, y entre US$ 2.400 millones y US$ 9.700 millones en escenarios de sequía.**

Estos valores comparados con los ingresos operacionales del sector, evidencian la magnitud del riesgo que enfrentan las faenas del norte y centro del país.

Yacimientos en riesgo y cómo actuar

A pesar de que **el estudio no pondera de manera individual los factores de vulnerabilidad de cada faena**, sí **logra identificar que la susceptibilidad dependen de condiciones geográficas, disponibilidad hídrica, infraestructura crítica y características operacionales**. Demostrando que los eventos de precipitaciones extremas y sequía afectan de mayor manera a las faenas ubicadas en el norte del país.

Fernández destaca que cada mina responde de manera distinta a **las amenazas climáticas, por lo que las estrategias de adaptación deben ser diseñadas a nivel de instalación y no solo a nivel corporativo.** "El impacto depende de la zona geográfica en que se ubican las minas. **No se puede reaccionar con un plan único, debe ser específico por ubicación"**, explica.

Uno de los aportes centrales del estudio es la creación de un marco replicable para estimar la disrupción esperada (Expected Annual Disruption, EAD) por mina. Este enfoque permite actualizar las estimaciones a medida que cambian las proyecciones de producción, la frecuencia de eventos climáticos o la información sobre vulnerabilidad.

“Esto permite estimar el orden de magnitud de futuras afectaciones por mina y por amenaza, y actualizar proyecciones según vayan variando los datos”, sostiene Orellana.

El estudio concluye que las mineras deben avanzar desde estrategias reactivas –atender emergencias cuando ya suceden– hacia modelos anticipatorios que integren información climática en su planificación.

Entre las medidas más relevantes para disminuir el riesgo destacan:

1. **Eficiencia y recirculación del agua,** especialmente en zonas con estrés hídrico.
2. **Gobernanza hídrica territorial,** para gestionar la competencia por el recurso.
3. **Refuerzo de infraestructura crítica,** como caminos de acceso, sistemas de drenaje y protección de instalaciones.

“Las medidas de adaptación deben ser anticipatorias y no reactivas. Si ya existen antecedentes de que un evento puede afectar a una faena, esa preparación debe comenzar ahora”, enfatiza Fernández.

La investigación aporta evidencia concreta para comprender un problema que será cada vez más frecuente: cómo los eventos climáticos extremos pueden afectar la seguridad operativa y la productividad de la minería chilena.

Su principal mensaje es claro: la planificación del sector debe incorporar información climática y responder con estrategias específicas para cada territorio. “**Si queremos asegurar el suministro de cobre para los próximos años, integrar el riesgo climático en la planificación y operación minera ya no es opcional”**, concluye Orellana.