

Minería 4.0: cuando los algoritmos reemplazan decisiones, no solo operarios



Manuel Reyes – Académico
Facultad de Ingeniería
Universidad Andrés Bello

Industria 4.0 suele asociarse a conceptos como automatización avanzada, IoT, big data, inteligencia artificial, gemelos digitales y sistemas ciber-físicos. Más

que tecnologías nuevas, es una forma distinta de operar: integrar datos, modelos y decisiones en tiempo real. La minería no es ajena a esta lógica, aunque su adopción ha sido históricamente cautelosa.

Las revoluciones industriales marcaron hitos claros: la primera mecanizó con vapor; la segunda electrificó y permitió producción en masa; la tercera automatizó con electrónica y control digital. Solo la segunda fue claramente creadora neta de empleo; la tercera inició una destrucción estructural de puestos operativos. La cuarta, aún en curso, es intensiva en capital y conocimiento, y probablemente negativa en empleo agregado.

La minería siempre ha vivido innovaciones dis-

ruptivas: explosivos, palas mecánicas, flotación, rajo abierto, camiones gigantes, control distribuido. Cada salto aumentó productividad reduciendo personas por tonelada. Minería 4.0 continúa esa trayectoria, ahora basada en datos y algoritmos. Camiones autónomos, operación remota, centros integrados de operaciones, control predictivo de plantas, analítica en tiempo real y, crecientemente, inteligencia artificial generativa para soporte técnico y decisional, son ejemplos visibles. Su impacto no es "hacer lo mismo más rápido", sino reducir variabilidad, accidentes y dependencia del turno.

El sector ha sido reticente a innovar: cada cambio es un riesgo operacional

y financiero, y los proyectos deben ser "bancables". Esto explica adopciones graduales y pilotos largos. Aun así, la presión por costos, seguridad, energía y emisiones empuja el cambio.

En el trabajo, Minería 4.0 destruye empleo operativo directo, crea posiciones altamente calificadas y deja un saldo neto probablemente negativo. Los sindicatos han pasado de intentar frenar tecnología, a negociar compensaciones, empleabilidad y participación en beneficios; la huella pierde efectividad cuando la operación es remota o autónoma.

Un punto incómodo: la IA no solo automatiza tareas administrativas. Su potencial real es desplazar decisiones de alto nivel —

planificación, asignación de recursos, evaluación de escenarios— precisamente donde están los mayores salarios y sesgos. Esto rara vez se reconoce. En contraste, la robótica para reemplazar al operario sigue siendo cara y económicamente poco atractiva en muchos casos.

A todo esto se suman impactos ambientales y sociales: energía solar, eólica, electrificación, hidrógeno verde, monitoreo ambiental continuo y nuevas exigencias de trazabilidad. Minería 4.0 no es solo tecnología, es reconfiguración del sistema completo. En Chile el nivel técnico es alto; lo interesante será observar cómo evolucionan la IA y, sobre todo, cómo se gestiona una transición justa para los trabajadores.