



Jorge Merzthal Toranzo,
Director del Programa MBA
de ESAN
Graduate School of
Business.

SECTOR MINERO PERUANO: UN PARADIGMA DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

Como es sabido, el sector minero peruano representa el 60% de las exportaciones nacionales y el 10% del PIB. Estos números reflejan su tremendo impacto en el quehacer nacional.

La minería ha evolucionado desde un modelo extractivo tradicional hacia un ecosistema de innovación tecnológica comparable al de los mejores del mundo. Esto porque no es posible competir en el escenario global sin tener estándares de clase mundial.

Asimismo, ha pasado por un proceso evolutivo que la ha posicionado como el principal catalizador de transferencia tecnológica del país, generando impactos que trascienden los límites sectoriales y contribuyen significativamente al desarrollo nacional.

¿Cuáles son los retos tecnológicos y cómo viene respondiendo el sector minero? Te lo cuento a continuación.

REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA

La necesaria modernización de la minería ha obligado a incorporar tecnologías de vanguardia como, por ejemplo, los sistemas de control distribuido (DCS), que permiten el monitoreo en tiempo real de procesos, aumentando la eficiencia operativa en un 25-30%.



Otro avance tecnológico importante es la Inteligencia artificial y el machine learning, que funcionan para optimizar procesos de flotación y lixiviación, o el Internet de las Cosas (IoT) Industrial, que facilita el mantenimiento predictivo, implementando estrategias de "zero downtime".

Empresas líderes como Antamina, Las Bambas, Cerro Verde o Quellaveco, han desarrollado modelos predictivos que optimizan la recuperación de minerales y reducen el consumo energético a través de estas tecnologías. Asimismo, con el uso de la robótica avanzada vienen a implementar tareas de alto riesgo, mejorando significativamente sus estándares de seguridad industrial.

En el ámbito ambiental, se han adoptado tecnologías de gestión inteligente del agua (reduciendo el consumo de agua fresca hasta en un 60%), sistemas de biorremediación, monitoreo ambiental en tiempo real e integración de energías renovables. Un ejemplo de ello es la planta solar de Mina Justa o el sistema de generación eólico de Quellaveco, que le permiten a la compañía ser la primera unidad minera que usa energía eléctrica limpia en un 100%.

TRANSFORMACIÓN DEL CAPITAL HUMANO

Otro punto interesante es el impacto

que ha tenido la minería en la educación técnica superior en este XXI. Esto ha llevado a que las universidades creen carreras especializadas, en Ingeniería en Automatización Minera, Metalurgia Digital y Gestión Ambiental Minera. Y que la actualización curricular incluya cursos de programación aplicada a minería, sistemas de control industrial y hasta gestión de innovación tecnológica.

Por otro lado, las empresas mineras han desarrollado programas extensos de formación continua que abordan materias muy especializadas, como certificaciones en estándares internacionales (ISO 9001, ISO 14001, y OHSAS 18001).

Por su parte, los programas de intercambio tecnológico internacional han permitido el acceso del capital humano peruano a las mejores prácticas globales en minería, que son implementadas en países líderes como Australia, Canadá y Chile.

Otra gran fuente de conocimiento son los centros de entrenamiento, como el de Antamina en Huarmey o el Instituto Tecsup. O el modelo de capacitación que tiene Ferreyros con Senati. Estos programas se han convertido en referentes regionales, formando técnicos especializados con competencias de clase mundial.



Antamina, Las Bambas, Cerro Verde o Quellaveco, han desarrollado modelos predictivos que optimizan la recuperación de minerales y reducen el consumo energético a través de estas tecnologías.

ECOSISTEMA DE PROVEEDORES

La modernización minera ha catalizado el surgimiento de un ecosistema de proveedores locales altamente especializados. Empresas de Ingeniería peruanas como Ausenco Vector y JJM Consulting, han desarrollado capacidades comparables a sus pares internacionales. Asimismo, la localización de empresas como FLSmidth, Metso Outotec, y Sandvik ha facilitado la transferencia directa de conocimientos técnicos.

Y el desarrollo de capacidades locales en mantenimiento especializado en empresas como Ferreyros y Lima Consulting Group ha sido crucial, siendo hoy las líderes en este rubro y gestión de inventarios técnicos.

Por último, cabe hacer mención a los clusters tecnológicos regionales que se han formado en el último tiempo: el de La Libertad-Cajamarca, especializado en minería aurífera; el de Ancash-Huánuco, en minería polimetálica; y el del Sur, en minería de cobre de gran escala. Cada uno con ecosistemas tecnológicos especializados.

CENTROS DE INVESTIGACIÓN

Las principales empresas mineras en el Perú han establecido centros de in-

vestigación que generan conocimiento de frontera. El Centro de Investigación Tecnológica de Antamina es uno de ellos. Este ha desarrollado patentes para el procesamiento de minerales polimetálicos complejos. El Laboratorio de Metalurgia de Southern Copper es otro, el cual se especializa en optimización hidrometalúrgica. Y, por último, cabe mencionar el Centro de Investigación Ambiental de Newmont, que desarrolla tecnologías de remediación.

Por su parte, la colaboración universidad-industria ha resultado en cientos de tesis especializadas y programas de investigación colaborativa que abordan problemas técnicos reales, generando soluciones innovadoras adaptadas a las condiciones mineralógicas peruanas. Esto cobra relevancia en un país polimetálico como el Perú, con toda la complejidad geológica, minera y metalúrgica que eso conlleva.

EFFECTOS SPILLOVER

Las tecnologías desarrolladas en minería han encontrado aplicaciones en otros sectores. En agricultura, por ejemplo, se han adaptado sistemas de gestión de agua y monitoreo remoto. En manufactura, se han implementado sistemas de control de calidad y automatización de procesos. Y, en energía, las tecnologías de gestión energética han contribuido al desarrollo del sector nacional.

Asimismo, la integración en cadenas de valor globales ha permitido que empresas peruanas exporten servicios especializados a países como Colombia, Ecuador y varios del continente africano. Un ejemplo es Resemin, la cual ha desarrollado productos propios usando tecnología de punta tanto para el diseño como para su fabricación, y actualmente exporta a más de 25 países.

Otro punto interesante es que el Perú también es un gran exportador de conocimiento. Actualmente, profesionales peruanos brindan en mercados internacionales servicios en optimización de procesos, diseños mineros, exploración

Otro avance tecnológico importante es el Internet de las Cosas (IoT) industrial, que facilita el mantenimiento predictivo, implementando estrategias de "zero downtime".

