

Innovación y tecnología



Innovar es una necesidad estructural y crítica del negocio minero.

Los grandes desafíos que como empresa enfrentamos van más allá de mejorar nuestros procesos, suponen generar soluciones y tecnologías disruptivas e innovadoras.

Ejecutar complejos proyectos estructurales de forma simultánea y en plazo, consensuar el desarrollo sustentable con las comunidades que nos rodean, ser competitivos, aumentar la productividad, bajar los costos y trabajar en condiciones de máxima seguridad son parte de los desafíos que enfrenta Codelco de cara al futuro. Sabemos que para alcanzar estas metas es prioritario generar soluciones innovadoras en los principales procesos productivos. Innovar, mirar la gestión de manera diferente, buscar nuevos caminos son clave para lograr una minería más virtuosa, inclusiva y sustentable.

En Codelco entendemos que innovar es una necesidad estructural y crítica del negocio. Con ese objetivo, durante 2015 fusionamos nuestras gerencias de negocios e innovación, al tiempo que comenzamos a desafiar a la comunidad de científicos, emprendedores, innovadores, ingenieros y a la academia, para que sean parte de la construcción de este futuro y generar en conjunto capacidades y soluciones tecnológicas avanzadas en robótica, comunicaciones, logística, seguridad, sustentabilidad, biotecnología e informática.

Carta del presidente
del directorio

Carta del presidente ejecutivo

Organización

Perfil corporativo

Divisiones

Indicadores relevantes

Recursos y reservas minerales

Exploraciones

Inversiones y proyectos

Innovación y tecnología

Resultados y mercado

Personas y sustentabilidad

Red de empresas

Estados económico-financieros

La nueva estructura también nos permitirá responder a un conjunto de oportunidades de negocios, así como calificar y priorizar iniciativas innovadoras, tomando en cuenta las necesidades y desafíos de largo plazo del negocio minero. En esta vía estamos diseñando un sistema de gestión de innovación más abierto y con mayor interacción.

La idea es atraer conocimiento desde distintos ámbitos, porque la transformación de Codelco no sólo es necesaria para el desarrollo de Chile, sino que representa en sí una oportunidad para potenciar las capacidades de las universidades, de los centros de investigación y desarrollo, y de las empresas proveedoras de tecnologías. Creemos que tener acceso a esas múltiples soluciones creativas externas para los problemas del mañana en el ámbito minero, aumentará la velocidad e intensidad de cambio e innovación en nuestra empresa.

Concurso PiensaCobre

En noviembre, junto al Centro de Modelamiento Matemático (CMM) de la Universidad de Chile, convocamos a PiensaCobre, primer concurso de tesis innovadoras en minería. La iniciativa se enmarcó en el acuerdo que firmamos con el CMM en junio de 2015, que permitirá apoyar el desarrollo de nuevos conocimientos y tecnologías para la industria minera.

Las tesis ganadoras abarcan ámbitos como el modelamiento del transporte hidráulico de sólidos; la utilización de bacterias para el proceso de flotación de pirita con agua de mar; la detección de minerales que no se pueden moler en el proceso de chancado, entre otros.

Nuevos negocios e innovación

Invertimos cerca de US\$ 60 millones en innovación y tecnología durante 2015, especialmente para nuestras áreas prioritarias de automatización de los procesos mineros, gestión de información operacional de escala y complejidad enormes (BigData), búsqueda de quiebres tecnológicos en

procesos metalúrgicos y tecnologías que den respuesta a las demandas de sustentabilidad ambiental y comunitaria del negocio minero.

Algunos de los avances durante el año fueron los siguientes:

Minería subterránea continua

Este programa significa un quiebre tecnológico que permitirá a Codelco aumentar su productividad en un 50%, disminuir los costos operacionales en 20% y reducir la exposición a riesgos de las personas.

Se trata de un proceso automatizado y operado a distancia para extraer el mineral de forma continua y simultánea desde distintos puntos de extracción en la minería subterránea, aumentando de manera sustancial los ritmos de extracción de mineral. Se espera que con la minería continua aumente la eficiencia, disminuya la dilución y como resultado, aumenten las reservas económicas de los yacimientos. La tecnología está en fase de construcción para ser validada industrialmente en División Andina.

Automatización de equipos

Esta tecnología busca que los equipos de carguío LHD, utilizados en minería subterránea, operen autónomamente en ciertas actividades, como el carguío y el transporte del mineral, siendo operados a distancia desde una sala de comando, que puede localizarse a kilómetros de distancia. Utilizan tecnología de punta de otras áreas de la ingeniería para aumentar la productividad y disminuir el nivel de exposición de los operadores. Se realizará una prueba industrial en División El Teniente en 2016.

Hidrometalurgia

Con el fin de reutilizar la capacidad de tratamiento que quedará disponible en las plantas de extracción por solvente y electroobtención debido al agotamiento de los minerales oxidados, se explorará el

Carta del presidente
del directorio

Carta del presidente ejecutivo

Organización

Perfil corporativo

Divisiones

Indicadores relevantes

Recursos y reservas minerales

Exploraciones

Inversiones y proyectos

Innovación y tecnología

Resultados y mercado

Personas y sustentabilidad

Red de empresas

Estados económico-financieros



La transformación de Codelco es una oportunidad para potenciar la innovación en Chile.

tratamiento de materiales intermedios como concentrados complejos, metal blanco, polvos de fundición, entre otros. A la fecha, se cuenta con tecnologías en etapa de pruebas experimentales.

Biolixiviación

BioSigma, filial de Codelco y JX Nippon Mining & Metals Corp., desarrolló esta tecnología que emplea bacterias para extraer cobre desde el mineral chancado y el que no pasa por este proceso, denominado Run of Mine, ROM, con resultados promisorios a la fecha. La tecnología BioSigma se encuentra actualmente en validación comercial, última etapa de desarrollo.

Operación de camiones autónomos

División Gabriela Mistral posee toda su flota de camiones que se manejan mediante sistemas automáticos que controlan sus movimientos, sin exponer a los operadores a los riesgos propios de esta actividad. Esta tecnología inteligente demanda una cultura de trabajo en equipo y

la capacitación constante. División Gabriela Mistral ha sido pionera a nivel mundial en la creación de esta tecnología y se mantiene constantemente perfeccionando su uso a través de optimaciones de hardware y software con el fin de incrementar su productividad y reducir sus costos de operación. Además, cuenta con un centro avanzado de entrenamiento para capacitar a todos los operadores respecto de cómo trabajar e interactuar con equipos autónomos.

Preacondicionamiento del macizo rocoso

En el proceso previo a la extracción del mineral en minería subterránea, estamos aplicando dos técnicas para fracturar la roca *in situ* a escala industrial. Las dos tecnologías son complementarias -una con uso de explosivos y la otra con fuerza hidráulica- y han dado buenos resultados, permitiendo acondicionar previamente la roca. De esta forma se busca aumentar la productividad, a través del mejoramiento de la fragmentación y del flujo de material hacia puntos de extracción deseables.

Carta del presidente
del directorio

Carta del presidente ejecutivo

Organización

Perfil corporativo

Divisiones

Indicadores relevantes

Recursos y reservas minerales

Exploraciones

Inversiones y proyectos

Innovación y tecnología

Resultados y mercado

Personas y sustentabilidad

Red de empresas

Estados económico-financieros

Información, telecomunicaciones, automatización y robótica

Llevamos adelante la estrategia Codelco Digital, para integrar las tecnologías de información, telecomunicaciones, automatización y robótica (TICAR), como habilitadoras de nuevas prácticas que tienen el potencial de transformar el negocio. Tecnologías como la teleoperación de equipos mineros, la automatización de procesos productivos y la incorporación de sistemas robóticos, estos últimos aplicados en actividades de alto riesgo o esfuerzo físico, son herramienta habilitantes para una minería más segura, comprometida con el medioambiente y altamente eficiente y productiva.

Las nuevas tecnologías han permitido rediseñar los procesos mineros, tomando ventaja de la disponibilidad de información en tiempo real y de las facilidades para integrar procesos en una arquitectura homogénea. Particularmente, la incorporación de las tecnologías *machine to machine*, *condition monitoring*, *big data*, *analytics* y *cloud computing* propiciaron avances importantes en 2015, en la conceptualización de centros de gestión y operación, monitoreo y soporte a distancia, destacando los centros que se están adaptando en divisiones El Teniente, Andina y Ministro Hales.

Algunos proyectos relevantes del período fueron los siguientes:

En las plantas concentradoras automatizadas estandarizamos un 85% de los sistemas de control de nuestras plantas concentradoras, en lo relacionado con la infraestructura de instrumentación, redes de comunicaciones, sistemas de control distribuido, salas de operación y sistemas de control avanzado y operación remota, como:

- **Chuquicamata:** Mejoramos las estrategias de control avanzado de las secciones de molienda convencional y

SAG. Optimizamos las estrategias de control avanzado en los espesadores HighCup, montamos las cámaras del sistema de imágenes para el control automático del proceso de flotación.

- **Ministro Hales:** Sumamos un sistema de control avanzado en espesadores y configuramos el sistema de control para habilitar la operación remota desde Santiago para los procesos de despacho mina, concentración y tostación.
- **Salvador:** Complementamos el sistema de control distribuido de la planta, incorporando las plantas de relave Los Amarillos, filtros e hidrometalurgia. Además, agregamos controles avanzados a los procesos de molienda, flotación y espesamiento de relaves.
- **Andina:** Mantuvimos estabilizados los sistemas de control avanzado para el proceso de concentración.
- **El Teniente:** Incorporamos para la planta de molibdeno un sistema de control distribuido integrado al resto de los sistemas de control de la planta concentradora.

Durante 2016 nos focalizaremos en División Chuquicamata para la migración de su sistema de control de la planta concentradora, para integrarse a los nuevos proyectos de sustentabilidad. Con este hito, estandarizaremos los sistemas de control de última generación en nuestras plantas concentradoras.

Robótica, teleoperación y operación autónoma

Diseñamos y construimos un sistema robotizado de muestreo de concentrado en camiones para su implantación definitiva en la fundición Potrerillos. Esta es una solución replicable para otras divisiones. En el

Carta del presidente del directorio

Carta del presidente ejecutivo

Organización

Perfil corporativo

Divisiones

Indicadores relevantes

Recursos y reservas minerales

Exploraciones

Inversiones y proyectos

Innovación y tecnología

Resultados y mercado

Personas y sustentabilidad

Red de empresas

Estados económico-financieros

año también construimos un sistema robotizado de monitoreo de maxisacos para la filial Molyb.

En el proyecto de **Aplicación de la minería automática a la operación a cielo abierto**, de División Andina, que considera la teleoperación de equipamiento minero en condiciones ambientales adversas, finalizamos con éxito el segundo hito para teleoperar un camión de extracción (CAEX), con lo que se dispone a la fecha de una operación con percepción mejorada en los equipos WheelDozer y CAEX.

En capacitación de operadores para enfrentar condiciones críticas, iniciamos el desarrollo de un simulador dinámico de alta fidelidad para operar el tostador de Ministro Hales. Esta iniciativa complementa los sistemas de entrenamiento de las plantas concentradoras y del horno flash.

También pusimos en marcha un sistema de control avanzado en el Convertidor Teniente N° 1 de Caletones, en División El Teniente, mejorando las condiciones de operación del equipo. Además, adoptamos un sistema de indicadores en línea para gestionar procesos en Radomiro

Tomic, Salvador y la filial Molyb, que integra información de diferentes sistemas de operación, lo que es vital para la toma de decisiones.

Finalmente, se consolidó una herramienta estándar para la elaboración de los balances metalúrgicos en todas las divisiones y sus procesos.

Reconocimientos

Nuestra filial **BioSigma** ganó el premio **Avonni 2015** en la categoría Minería y Metalurgia, por haber logrado industrializar y comercializar el proceso de biolixiviación o disolución de cobre con bacterias, en minerales que no son posibles de explotar con los procesos convencionales. Hoy la tecnología produce cobre con bacterias y a temperatura ambiente en División Radomiro Tomic.

El proyecto de automatización de plantas concentradoras en 5 divisiones de Codelco ganó el premio a la **Innovación Empresarial TIC 2015**, galardón anual que entrega la Asociación de Empresas de Tecnología de Información ACTI.



Nuestra filial BioSigma ganó el premio Avonni 2015, en la categoría minería y metalurgia.