

Exploraciones



Invertimos US\$ 73 millones en actividades de exploración en 2015.

Las exploraciones mineras son el primer eslabón de la cadena de valor de nuestro modelo de negocios y son parte del plan estratégico de la empresa. Es una actividad fundamental y permanente para asegurar la posición de Codelco en el mercado del cobre.

En el período 1991 al 2015, las exploraciones mineras de Codelco han aportado del orden de 67 millones de toneladas de cobre fino al inventario de recursos y reservas de la empresa. El 73% de ellos en el entorno distrital.

Los resultados de estas exploraciones nos posicionan como una de las empresas de mejor desempeño en materia de descubrimientos, y a un costo promedio de los más bajos a nivel mundial.

Los recursos descubiertos correspondientes a los yacimientos denominados Vicky y Lucy, en 2002 y 2003, respectivamente, han sido incorporados al inventario corporativo en 2015. Estos yacimientos que permanecían en los registros de recursos exploratorios, ubicados en el entorno de la División Gabriela Mistral, tomaron vigencia dada la necesidad de dar continuidad a la vida útil de esta división.

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

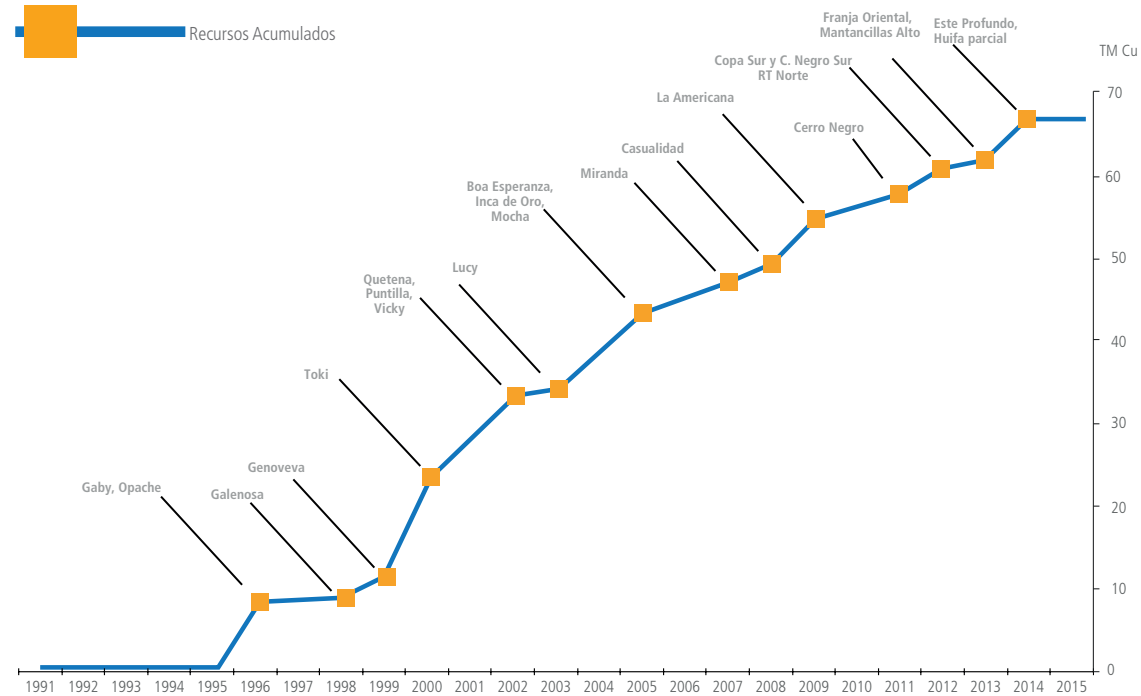
Resultados y mercado

Personas y sustentabilidad

Red de empresas

Estados económico-financieros

Recursos geológicos aportados al inventario corporativo*



*Estos recursos corresponden a los originalmente entregados, en etapa de estudios avanzados, al inventario corporativo.

Recursos geológicos identificados traspasados al inventario División Gabriela Mistral

A Ley de Corte 0,2% de CuT	Mineral * millones de toneladas	Ley Media Cu T	Cu fino millones de toneladas
Lucy óxidos	78,9	0,38	0,303
Lucy sulfuros	239,0	0,25	0,599
Vicky óxidos (exótico)	96,8	0,52	0,503

* Calidad inferido

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

Inversiones

En 2013 la industria minera mundial inició un ciclo de bajos precios de los metales, con pocos signos de recuperación en el corto plazo. En 2015 los presupuestos de exploración de metales no ferrosos alcanzaron los US\$ 8,8 mil millones, luego de un máximo histórico de US\$ 20,53 mil millones en exploración en el año 2012.

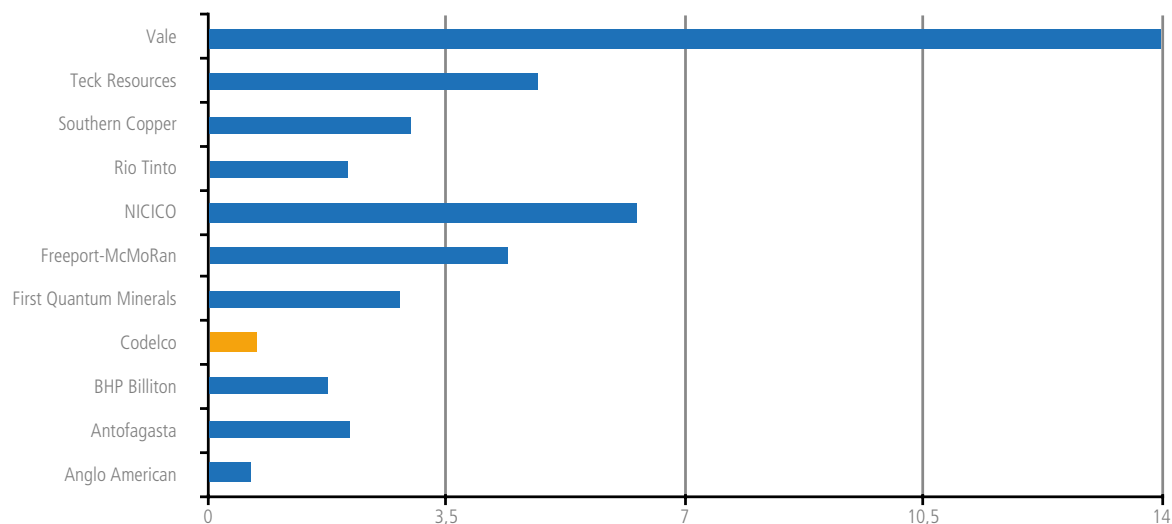
Chile, con una inversión de US\$ 615 millones en el año 2015, subió a la posición cuarta en el ranking mundial de inversiones en exploración y a la primera en Latinoamérica, seguido por México y Perú, situación que no ocurría desde el año 2000.

En Codelco invertimos en exploraciones US\$ 73 millones en 2015, esto es un 32% superior a 2014. El 23% de estas inversiones se

desarrollaron en el proyecto de exploración avanzada La Huifa, en el distrito El Teniente. La actividad en Chile concentró el 80% del total de nuestras inversiones en exploraciones. En tanto un 20% restante fue destinado a las actividades internacionales, se focalizaron en Ecuador y Brasil.

El análisis que realiza SNL Metals & Mining 2015 en *Strategies for Copper Reserves Replacement*, para el período 2005-2014, ubicó a Codelco como una de las empresa con los costos de exploración más bajos a nivel mundial. En total, en promedio este costo en Codelco llega a 0,72 ¢US/lb de cobre descubierta, distante de otros importantes actores que promedian 2,1 ¢US/lb.

Costo de exploración en descubrimientos de cobre en ¢US/lb.



Fuente: SNL Metals & Mining

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

Exploraciones en Chile

Nuestro foco en las actividades de exploraciones se ha centrado mayoritariamente en Chile, de acuerdo a los lineamientos entregados por el directorio, con especial énfasis en los distritos mineros (*brownfield*) donde se ubican los yacimientos en operación.

La exploración distrital en Radomiro Tomic, Chuquibambilla, Ministro Hales, Gabriela Mistral, Salvador, Andina y El Teniente, se desarrolla dentro del radio operacional-económico de estas divisiones operativas, buscando descubrir nuevos recursos mineros para mejorar y/o desarrollar los planes de negocios divisionales.

En tanto la exploración regional o *greenfield* persigue agregar recursos, identificando nuevos yacimientos de cobre, fuera del ámbito de nuestros distritos. Esta exploración se realiza en las franjas de mayor potencial geológico del territorio nacional para obtener recursos en cantidad y calidad suficientes para abrir oportunidades de nuevas unidades productivas para nuestra compañía.

En esta línea, en 2015 nos enfocamos en contar con una cartera adecuada entre la exploración regional y distrital, y una equilibrada proporción entre las etapas de exploración básica, de seguimiento y avanzada, en áreas ubicadas entre las regiones de Arica y Paríacota hasta la latitud de la Región del Bío Bío.

En 2015 revisamos 166 áreas en distintas etapas de exploración. En 88 de éstas, se desarrollaron estudios con sondajes, perforándose un total de 75.000 metros en los sectores de mayor potencial. En tres de estos objetivos los sondajes lograron intersecciones con mineralogía

de interés potencial. Estos serán objeto de desarrollo durante 2016.

En el ámbito de la exploración avanzada se ha continuado con sondajes. El concepto original del recurso La Huifa, que consistía en un yacimiento tipo brecha, ha evolucionado hacia la hipótesis de un cluster mineralizado, Cluster Cerro Extravío, compuesto por un pórfido geológicamente relacionado a cuerpos de brechas, entre ellos La Huifa. Estos resultados abren un mayor potencial para el desarrollo del plan de negocio de la División El Teniente.

Estimamos que los trabajos de exploraciones desarrollados el año 2015, aportaran del orden de 1 a 2 MTon de cobre fino, principalmente asociadas a los proyectos distritales, como los cuerpos de alta ley identificados en el distrito Andina y a los recursos del margen de los depósitos Colina de Cobre y QM en el distrito Salvador. Estas áreas están en evaluación y serán informadas y acordadas con las divisiones durante 2016.

Exploración distrital y regional en Chile 2015

	Anomalías	Prospectos	Blancos	Avanzados	Total
Nº áreas	78	67	20	1	166
Metros de sondajes	Estudios sin sondajes	17.000	43.000	15.000	75.000

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

Exploraciones internacionales

En paralelo a la exploración nacional y en la perspectiva del largo plazo, realizamos también exploraciones en el ámbito internacional, principalmente en países de la región andina con afinidad geológica, como es el caso de Ecuador, o de alto potencial para nuevos descubrimientos en cobre, como Brasil.

Adicionalmente, en Codelco monitoreamos y evaluamos permanentemente oportunidades de negocios mineros en otros países, tanto en Latinoamérica como en el resto del mundo, con el objetivo de avanzar hacia una empresa globalizada. Para abordar este desafío, la exploración geológica es una actividad que se ubica al inicio de la cadena de valor del negocio y que es clave para alcanzar este objetivo.

ECUADOR

- **2009:** Convenio Exploraciones con Enami EP de Ecuador.
- **2012:** Operamos a través de filial EMSA Ecuador.
- Mas de 20 prospectos revisados.
- Un prospecto en etapa de licenciamiento ambiental para exploración de seguimiento.
- Proyecto en exploración de seguimiento: Llurimagua, 15.000 metros sondajes.

BRASIL

- **2000:** Actividad exploratoria.
- **2001:** Operamos a través de la filial Codelco do Brasil Mineração.
- Dos proyectos en exploración de seguimiento: Tancredo (Cobrex con Xstrata) y Libertade (JV con Pan Brazilian).
- Diez prospectos para exploración básica.
- Dos asociaciones vigentes (Pan Brazilian y Xstrata).
- **2005:** Un yacimiento descubierto.



 Oficinas de exploraciones Codelco

Brasil

Nuestra filial Codelco do Brasil busca oportunidades de alto potencial en etapas tempranas de exploración a través de *joint ventures* con compañías mineras locales e internacionales instaladas en Brasil; además de generar blancos de interés en nuestras propiedades mineras y en las obtenidas a partir de licitaciones públicas. La actividad se concentra principalmente en Gran Carajás, en el Estado de Para, que corresponde al mejor distrito minero de cobre en Brasil y donde actualmente realizan exploraciones o tienen intereses mineros la mayor parte de las compañías mineras más grandes del mundo.

La cartera de propiedades de Codelco do Brasil contiene 168.000 hectáreas tituladas y aproximadamente otras 496.000 hectáreas en distinto nivel de tramitación en el distrito.

Recursos mineros a nivel exploratorio y con potencial han sido descubiertos en el Proyecto Liberdade, que forma parte de la asociación con la empresa local Pan Brasil, cuyas estimaciones preliminares de recursos *in situ* son del orden de 242 millones de toneladas, con una ley de cobre de 0,77%. Además, en propiedades en asociación con Glencore-Xstrata, se ha reconocido un depósito de hierro (proyecto Tancredo), que tiene potencial de recursos que supera los 1.200 millones de toneladas, con una ley de hierro de 32%.

En 2015 la actividad se concentró en gestionar permisos sectoriales para explorar, lo que permitió un aumento sustantivo de la cartera de estos proyectos. Se destacan las campañas de sondajes en 4 prospectos, cuyos resultados preliminares indican indicios de un sistema mineralizado de Cu-Au en al menos uno de ellos. Toda la actividad asociada se realizó con altos estándares de seguridad, ambientales y de relaciones comunitarias.

Ecuador

En el marco del acuerdo para exploración minera suscrito entre la estatal ecuatoriana Empresa Nacional Minera de Ecuador (ENAMI EP) y nuestra empresa, vigente desde noviembre de 2011, hemos investigado y evaluado más de 20 prospectos. Actualmente, la cartera contiene un blanco en exploración de seguimiento (Llurimagua), y un prospecto en etapa de licenciamiento ambiental para exploración de seguimiento (Mina Real o Nanguipa).

El acuerdo establece que si algún proyecto califica como de interés para nuestra compañía, luego de finalizados los trabajos de exploración básica, se conformaría una sociedad de propiedad en un 51% de Enami EP y en un 49% de Codelco. Dicha empresa estaría a cargo de desarrollar, construir y operar el proyecto minero.

El más importante es el proyecto Llurimagua, que corresponde a un pórfido de cobre ubicado en la Provincia de Imbabura, en el norte de Ecuador. Durante 2015 se realizaron estudios geológicos que incluyeron más de 15.000 metros de perforaciones, cuyos resultados confirman la presencia de un sistema mineralizado de cobre y molibdeno. La exploración se ha ejecutado con altos estándares de seguridad, ambientales y de relaciones comunitarias, a través de nuestra filial Exploraciones Mineras Ecuador (EMSAEC), creada para tal efecto en el año 2012.

Modelos de exploración

La exploración es una actividad que requiere de una alta demanda de conocimiento preexistente. La gestión de grandes volúmenes de información requiere sistemas que permitan clasificarla, mantenerla y actualizarla con un expedito acceso y procesamiento. Esta información acumulada, junto con los modelos conceptuales, da lugar al reconocimiento

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



Exploramos en Chile y en el exterior para avanzar hacia una empresa globalizada.

espacial de los factores críticos y las variables básicas que controlan los procesos geológicos involucrados con la formación, emplazamiento y localización de depósitos minerales, para seleccionar áreas y generar planes de exploración.

El foco fundamental de esta actividad ha estado centrado en aplicar tecnologías que permitan detectar cuerpos ocultos, en general profundos, que en la actualidad corresponden al mayor desafío de la exploración. Esto es porque los cuerpos expuestos o de fácil alcance ya han sido reconocidos. El desarrollo de una capacidad experta busca avanzar en la materialización de un quiebre tecnológico que permita optimizar este tipo de exploración.

En 2015 participamos en proyectos de investigación y desarrollo de tecnologías, entre los que destacan los siguientes:

- **Programas colaborativos, patrocinados por AMIRA**, que están centrados en la identificación de minerales diagnósticos en aureolas de sistemas mineralizados. Los resultados de las primeras fases del estudio permitieron concluir que la metodología tiene una alta potencialidad de aplicación en zonas con afloramientos lejanos a los centros mineralizados y señalar así una vectorización. Una tercera fase de este proyecto hará una prueba ciega en un área piloto propuesta por Codelco.
- **Prueba sísmica de reflexión de alta resolución**, técnica de uso común en la industria del petróleo que podría utilizarse en exploración de minería metálica. Estos estudios requieren de correcciones y nuevas calibraciones, que se están realizando en convenio con el centro especializado de la Curtin University de Australia.

Asociaciones

Las asociaciones con terceros son un mecanismo complementario para acelerar el reconocimiento en ciertos sectores. Nos permiten desarrollar opciones de negocio en proyectos que se encuentran, entre otros, en los siguientes casos:

Propiedades mineras de terceros: Recursos geológicos que son de clase mundial o con una rentabilidad estimada, atractiva para nuestra compañía (por ejemplo, potencialmente Llurimagua en Ecuador).

Propiedades mineras de Codelco: Recursos geológicos que por su contenido de metales, volumen y/o ubicación no están, potencialmente, en nuestra escala productiva y, en consecuencia, tienen menor prioridad para campañas de reconocimiento (por ejemplo, Inca de Oro, Puntilla-Galenosa, Boa Esperanza en Brasil). El objetivo es capturar valor de los activos generados por la exploración que no sean de interés corporativo mediante asociaciones; compartir el riesgo de la exploración, participando en su desarrollo, de acuerdo a la normativa vigente y manteniendo una participación en la propiedad de cualquier eventual descubrimiento.

Al término de 2015 las actividades de exploración en Chile en esta modalidad se mantienen en cinco proyectos: Queen Elizabeth con Río Tinto, Puntilla Galenosa con Pucobre; Anillo con Fortune Valley Resources Inc.; Plazuela con Hot Chili y Roberto, con Anglo American Norte. Estas compañías realizaron, en conjunto, trabajos de geología, geofísica y se perforaron alrededor de 4.000 metros con una inversión de US\$ 4 millones.

Asociaciones de exploración

Proyectos en Chile	Socio	Tipo
Queen Elizabeth	Río Tinto,0	Cobre
Anillo	Fortune Valley	Oro
Puntilla – Galenosa	Pucobre	Cobre
Plazuela	Hot Chili	Cobre
Roberto	Anglo American Norte	Cobre

Proyectos en el exterior		
Liberdade	Pan Brasil	Cobre
Tancredo y otros	Xstrata Brasil	Cobre
Grupo Propiedades	(ENAMI EP) de Ecuador	Cobre