



Comisión
Nacional de
Productividad

Productividad en la Gran Minería del Cobre



Productividad en la Gran Minería del Cobre

Copyright © 2017. Todos los derechos de
Comisión Nacional de Productividad,
Amunátegui 232, of. 401, Santiago, Chile.
www.comisiondeproductividad.cl

Este trabajo puede ser reproducido solo con propósitos no comerciales. Puede ser publicado o reproducido previo
consentimiento del Ministerio del Interior del Gobierno de Chile.
ISSN: xxxxxxxxxx

Productividad de la Gran Minería del Cobre

Equipo técnico CNP:

Alfie Ulloa, José Luis Contreras, Joaquín Gana, Rodrigo Miranda, Paul Chauveau, Fernando Villalobos, Javiera Flores.

Agradecimientos:

COCHILCO, Fundación Chile, Ministerio de Minería, Ministerio de Economía, SERNAGEOMIN, Dirección del Trabajo, Consejo Mi-
nero, CESCO, Alianza Valor Minero, Programa Alta Ley, SONAMI, APRIMIN, Cámara Chilena de la Construcción, MatrixConsulting.

Fotografía de portada

©Xxxxxxxx/Shutterstock.com

Diseño y diagramación

Editorial Universitaria S.A.

Avda. Libertador Bernardo O'Higgins 1050, Santiago de Chile

www.universitaria.cl

Se terminó de imprimir esta

PRIMERA EDICIÓN

en los talleres de Salesianos Impresores S.A.

General Gana 1486, Santiago de Chile,

en julio de 2017

<http://www.comisiondeproductividad.cl>

Las opiniones expresadas en esta publicación pertenecen exclusivamente a los autores y no representan
necesariamente la opinión de la Comisión Nacional de Productividad, del Ministerio de Economía o del Gobierno de Chile.
El uso desautorizado de cualquier parte de esta publicación está prohibido.

Contenido

6	Acrónimos
9	Comisión Nacional de Productividad
11	Prólogo
13	Términos de referencia
15	Prefacio
19	Resumen Ejecutivo

Primera Parte Caracterización de la Gran Minería del Cobre

Capítulo 1

35	La Gran Minería del Cobre en Chile
37	1.1. Introducción
37	1.2. El Proceso Productivo del Cobre
39	1.3. La Minería del Cobre en Chile
54	1.4. Conclusiones

Capítulo 2

57	Productividad en la Minería del Cobre en Chile
61	2.1. Introducción
63	2.2. Productividad en la Gran Minería del Cobre en Chile
72	2.3. Productividad Total de Factores (PTF)
80	2.4. Evolución de Productividad Parcial de Trabajo
85	2.5. Conclusiones
88	Referencias

Capítulo 3

91	Análisis de brechas
93	3.1. Introducción
94	3.2. Metodología
96	3.3. Productividad Parcial del Trabajo
103	3.4. Productividad Parcial del Capital
115	3.5. Conclusiones

Capítulo 4

139	Proveedores: Caracterización y Productividad
143	4.1. Introducción
145	4.2. Gasto y Proveedores de Bienes y Servicios
148	4.3. Caracterización de los Proveedores de la Minería Chilena
159	4.4. Productividad en el sector de Proveedores
166	4.5. Conclusiones
168	Referencias

Segunda Parte

Análisis de la Productividad en la Gran Minería del Cobre

Capítulo 5

171	Recursos Energéticos e Hídricos en Minería
175	5.1. Introducción
177	5.2. Energía
187	5.3. Agua
198	5.4. Conclusiones
201	Referencias

Capítulo 6

205	Minería y Comunidades
207	6.1. Introducción
208	6.2. Conflictos y sus Costos
210	6.3. Impactos y desafíos de la Minería en su relación con comunidades
214	6.4. La Licencia Social
215	6.5. ¿Qué se está haciendo en Chile?
218	6.6. Estudio de casos
223	6.7. Conclusiones
226	Referencias

Capítulo 7

233	Aspectos laborales y seguridad minera
235	7.1. Introducción
235	7.2. Seguridad
243	7.3. Altura Geográfica en Minería
245	7.4. Enfermedades Profesionales
246	7.5. Aspectos Organizacionales

254	7.6. Jornada de Trabajo
261	7.7. Capital Humano
267	7.8. Conclusiones
271	Referencias

Capítulo 8

273	Exploración en Minería
277	8.1. Introducción
280	8.2. Concesiones mineras y el Cobre
293	8.3. El otorgamiento judicial de las concesiones mineras
302	8.4. La obligación de amparo de las concesiones mineras
309	8.5. Información geológica y su disponibilidad
317	8.6. El financiamiento a la exploración en minería
320	8.7. El sistema de coordenadas de la propiedad minera
323	8.8. Conclusiones
341	Referencias

Capítulo 9

345	Mediana minería
349	9.1. Introducción
349	9.2. La Mediana Minería en Chile
355	9.3. Frenos a la Productividad
367	9.4. Conclusiones
370	Referencias

Capítulo 10

375	Proveedores: barreras a la productividad y recomendaciones
377	10.1. Introducción
377	10.2. Barreras a Proveedores
383	10.3. Innovación en proveedores
395	10.3. Conclusiones
398	Referencias

Capítulo 11

401	Una estrategia minera para Chile
403	11.1. Pilares de la estrategia
419	Resumen de hallazgos y recomendaciones

433	Glosario

Acrónimos

AIA	Asociación de Industriales de Antofagasta
APRIMIN	Asociación de Proveedores Mineros Industriales
CCM	Consejo de Competencias Mineras del Consejo Minero
CEI	Centros de Excelencia Internacional
ChP	Chancado Primario
CNE	Comisión Nacional de Energía
CNID	Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo
COCHILCO	Comisión Chilena del Cobre
CODELCO	Corporación Nacional del Cobre
COMPIN	Comisión de Medicina Preventiva e Invalidez
CONAF	Corporación Nacional Forestal
CONICYT	Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica
CORFO	Corporación de Fomento de la Producción
DGA	Dirección General de Aguas
EE	Eficiencia Energética
EMTP	Liceos de Educación Técnica Profesional
ENAMI	Empresa Nacional de Minería
ERNC	Energías Renovables no Convencionales
EVAST	Evaluaciones y Vigilancia Ambiental y de Salud de los Trabajadores
IEAM	Impuesto Específico a la Actividad Minera
IIMCh	Instituto de Ingenieros de Minas de Chile
INE	Instituto Nacional de Estadísticas
INGEMMET	Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico SERNAGEOMIN
FEES	Fondo de Estabilización Económica y Social
FESUC	Federación de Supervisores de CODELCO
FESUMIN	Federación de Supervisores de la Minería
FIE	Fondo de Inversión Estratégica
FIC	Fondo de Innovación para la Competitividad
FIRR	Fondo de Inversión y Reconversión Regional

FMC	Federación Minera de Chile
FRP	Fondo de Reserva de Pensiones
FTC	Federación de Trabajadores del Cobre
FTE	Full Time Equivalent
LOC	Ley Orgánica Constitucional de Concesiones Mineras
LSO	Licencia Social para Operar
MINNOVEX	Minería Innovadora y Exportadora
ML	Molienda
OGP	Oficina de Gestión de Grandes Proyectos
OIT	Organización Internacional del Trabajo
ONEMI	Oficina Nacional de Emergencias
ONG	Organismo No Gubernamental
OTEC	Organismos Técnicos de Capacitación
PC	Planta Concentradora
PHm	Planta Hidrometalúrgica
PIA	Plataforma de Innovación Abierta
PPCM	Programa de Proveedores de Clase Mundial
PTF	Productividad Total de Factores
REM	Razón Estéril Mineral
SEA	Servicio de Evaluación Ambiental
SEIA	Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
SENCE	Servicio Nacional de Capacitación y Empleo
SERNAGEOMIN	Servicio Nacional de Geología y Minería
SIC-SING	Sistema Interconectado Central – Sistema Interconectado del Norte Grande
SONAMI	Sociedad Nacional de Minería
SUSESO	Superintendencia de Seguridad Social
SQM	Sociedad Química y Minera
SVS	Superintendencia de Valores y Seguros
TSVX	Toronto Stock Venture Exchange
TSX	Toronto Stock Exchange
UAI CORFO	Universidad Adolfo Ibáñez – CORFO



Comisión Nacional de Productividad

La Comisión Nacional de Productividad es una institución creada por el Decreto Presidencial N° 270, del 9 de febrero de 2015. Es un ente consultivo, independiente, y autónomo. Su misión es asesorar al Gobierno de Chile en materias orientadas a aumentar la productividad con el foco puesto en mejorar el bienestar de los ciudadanos, proponiendo políticas públicas técnicamente sustentadas, y que consideren la opinión de la sociedad civil.

Cuenta con un consejo de ocho miembros nombrados por la Presidencia de la República por un periodo de tres años, de carácter técnico y transversal.

Consejeros

Joseph Ramos Quiñones, Presidente

Raphael Bergoeing Vela, Vicepresidente

Carlos Álvarez Voullieme

Andrea Butelmann Peisajoff

Fernando Carmona Alert

Rossana Costa Costa (consejera 2015-2017)

Verónica Mies Moreno (actual consejera 2017)

Claudio Muñoz Zúñiga

Soledad Ovando Green

Su desafío es permanente: *aumentar la productividad para mejorar la vida y bienestar de las personas.*

Prólogo

El sector minero, y muy especialmente la minería del cobre, son vitales para el desarrollo económico y social de Chile. La minería contribuye significativamente al ingreso nacional, a la recaudación del gobierno, a crear oportunidades laborales y empresariales y, en definitiva, al crecimiento del país.

Dada su relevancia, el Gobierno nos ha solicitado revisar la evolución de la productividad en la Gran Minería del Cobre y proponer medidas para mejorarla. Este estudio, el primero de la Comisión Nacional de Productividad, sugiere que existe amplio espacio de mejora, tanto en las acciones de los entes públicos como en las del sector en general y de las empresas en particular.

Como sector extractivo, la minería puede generar efectos adversos e impactar negativamente en las comunidades de su entorno, y por ello debe estar sujeta a una serie de regulaciones y normativas por parte del gobierno, y al permanente escrutinio de la sociedad. Nuestro estudio orienta sus recomendaciones hacia las mejores prácticas internacionales, con el objetivo de aumentar la productividad y así generar ganancias económicas para el país, sin sacrificar estándares en materia social, ambiental, de seguridad laboral, y de relaciones con comunidades.

El estudio fue desarrollado por el equipo de la Secretaría Técnica de la Comisión Nacional de Productividad, bajo la supervisión y aprobación unánime del Consejo Asesor Presidencial. Se benefició con el apoyo de las empresas mineras chilenas e internacionales que entregaron información clave sobre su desempeño. Asimismo, contó con la colaboración de las siguientes entidades: Ministerio de Minería, Ministerio de Economía, SERNAGEOMIN, Dirección del Trabajo, Consejo Minero, Valor Minero, APRIMIN, Cámara Chilena de la Construcción, CESCO, entre otros. Particularmente importantes fueron los aportes al análisis de MatrixConsulting, COCHILCO y Fundación Chile. La Comisión agradece a un gran número de personas, trabajadores, empresarios, expertos, funcionarios, académicos y otros vinculados a la industria, por su enorme contribución tanto en reuniones de trabajo como en las audiencias realizadas. Sin ellos este trabajo no hubiese sido posible.



Joseph Ramos
Presidente



Alfie A. Ulloa
Secretario Ejecutivo

Mayo 2017

Términos de Referencia

Solicitud de la Presidenta de la República a la Comisión Nacional de Productividad:
Términos de Referencia

Objetivo

El objetivo de la consulta es identificar las principales barreras al crecimiento de la productividad minera en el país, y a partir de allí proponer posibles acciones para mejorar el desempeño del sector.

Producto esperado

Se busca cuantificar la productividad minera tanto a nivel agregado como desagregado, y analizar los factores que la condicionan.

El análisis debe evaluar los determinantes de la productividad, definiendo la incidencia de factores a nivel sectorial y a nivel de las empresas, y con base en ello elaborar recomendaciones que permitan elevar la productividad y reducir la brecha respecto a las referencias internacionales y llevarlos a estos estándares.

Para la construcción de indicadores y del análisis solicitado se debe hacer uso de la información disponible, pero se anticipa la necesidad de levantar data primaria. A partir de la información generada se espera construir una base de datos de productividad en faenas de la industria que pueda ser actualizada en el tiempo, permitiendo así evaluar el desempeño de las variables relevantes y las medidas implementadas.

En particular se deben considerar las siguientes materias:

- Analizar distintas metodologías y mediciones de productividad del sector.
- Generar indicadores de productividad a diferentes niveles de agregación¹ que permitan conocer las brechas de productividad de diversas actividades del proceso minero en el país respecto a referencias internacionales.
- Determinar las brechas más relevantes que limitan la productividad al interior del país considerando –si es posible– referentes internacionales, e identificar incidencia de los factores que la explican.
- Proponer –considerando las mejores prácticas internacionales y la opinión de expertos del sector– medidas que reduzcan dichas brechas.
- Las medidas propuestas y otras recomendaciones deben considerar tanto aquellas al alcance del Gobierno como las que requieran acciones coordinadas de la industria y otros actores de la sociedad.
- Elaborar una hoja de ruta que considere la factibilidad y la prioridad en implementar las medidas identificadas (acciones críticas a corto y mediano plazo, y otras estrategias con mayor horizonte) y su impacto esperado.

¹

Niveles de agregación en la economía se refiere a diferentes formas de agrupar factores económicos: por ejemplo, producción, empleo, inversión, etc.

Prefacio

Chile ha triplicado su nivel de vida promedio en los últimos 30 años, pero aún enfrenta el desafío de converger hacia estándares de bienestar similares a los de países desarrollados: mayor ingreso *per cápita* y mejor distribución de ingresos, cobertura de calidad en ámbitos sociales como educación y salud, preservación del medio ambiente, y solidez de sus instituciones, entre otras. Mejorar la productividad es una de las palancas principales para alcanzar estas metas.

Entre los factores que permitieron mejorar la calidad de vida de los chilenos está la productividad, la que hasta 1999 contribuía al crecimiento en torno a 2,3% promedio al año. Sin embargo, el indicador ha exhibido una preocupante desaceleración desde el año 2000 y contribuye al crecimiento apenas con el 0.1% promedio al año en los últimos quince años.² De haberse mantenido el ritmo de crecimiento de la productividad de los años 1990 el país tendría un nivel de ingreso *per cápita* un tercio superior al actual.

Causa principal, aunque no exclusiva, de esta preocupante desaceleración en la productividad agregada de la economía fue la caída en la productividad minera, del orden de 75% desde el año 2000, según indicadores comunes. Si bien este informe cuestionará la magnitud de este deterioro, proponiendo una metodología que la estima en torno al 14%, se reconoce el importante deterioro productivo del sector desde el año 2000, con una caída anual de 1% en su productividad total.

Considerando el impacto gravitante del cobre en nuestra economía, y su importancia en el desarrollo futuro gracias a nuestras elevadas reservas mineras, no ha de extrañar que el primer estudio mandatado por el gobierno a la Comisión Nacional de Productividad fuera examinar la evolución del sector y presentar propuestas para revertir el deterioro en la productividad minera.

De manera directa, la minería del cobre constituye más de 10% del PIB y más de 50% de las exportaciones. Representa también uno de cada tres dólares de inversión extranjera directa recibida en el país, y cerca del 15% de los ingresos fiscales de la última década. De manera indirecta, la minería impacta a través de diferentes efectos multiplicadores

² Comisión Nacional de Productividad (2017). *La Productividad en Chile: Una Mirada de Largo Plazo*. Informe Anual 2016, Comisión Nacional de Productividad. Santiago, Chile.

mediante la compra de bienes y servicios, y se estima que por cada empleo minero directo existen al menos dos empleos en otros sectores. Según SERNAGEOMIN, el empleo directo del sector es alrededor de 70 mil puestos de trabajo, lo que alcanza a 150 mil considerando a empresas contratistas. El impacto regional es mayor aún. Por ejemplo, en la región de Antofagasta el empleo asociado a actividades mineras oscila en torno al 20% del empleo total regional.

Chile es un país pequeño respecto al mundo, a excepción de la producción de cobre. Nuestro país produce cerca de un tercio del cobre mundial y posee un tercio de las reservas mundiales estimadas. Hoy existen inversiones en carpeta por alrededor de US\$50.000 millones para el periodo 2016-2025. Sin embargo, debe considerarse que los últimos veinticinco años han sido excepcionales para la industria minera del cobre en Chile, pues entre 1990 y 2003 el país aumentó en tres veces su cantidad producida, y durante el súper ciclo de precios desde 2004 a 2012 se multiplicó por tres el valor de la libra de cobre. Eventos como estos difícilmente se repetirán a futuro. Las condiciones menos favorables, en el corto y mediano plazo, implican desafíos considerables para que el sector pueda mantener su liderazgo a nivel mundial.

Chile no puede desaprovechar el potencial que la naturaleza le ha brindado al tener un tercio de las reservas mundiales de cobre, hacerlo sería hipotecar el desarrollo económico del país. Chile no controla el precio del cobre ni la ley del mineral, pero sí puede influir en su productividad y sus costos. Revertir el deterioro en la productividad minera es fundamental para que esta pueda seguir aportando al crecimiento del país.

Las cifras del último reporte de la encuesta anual a compañías mineras y de exploración que realiza el Fraser Institute corroboran el sentido de urgencia de enfrentar los desafíos de la industria.³ Como productor de cobre Chile se ubicó en la posición 39 (de 104 destinos) en el índice de *Atracción de Inversión* en 2016. No solo es una posición poco auspiciosa para nuestra industria principal, sino que da cuenta de un deterioro sistemático en años recientes. Este deterioro es tanto absoluto –dado que Chile empeoró en varias dimensiones– como relativo, pues varios países competidores registraron mejoras significativas. Ambas situaciones son importantes y deben ser tomadas con seriedad. Chile tiene reservas importantes de cobre, pero ello no garantiza que la inversión fluirá hacia el país, en especial cuando otros destinos mineros mejoran permanentemente su sistema institucional y económico en torno a los recursos.

En general, los lugares más elevados en este índice lo ocupan las mejores provincias de Australia, Canadá y Estados Unidos, motivo por el cual nuestro estudio de benchmarking internacional (ver Capítulo 3) se centró en ellas, y en identificar buenas prácticas aplicables

³ https://www.fraserinstitute.org/studies/annual_survey_of_mining_companies_2016

a Chile. El índice del Fraser Institute contempla dos subíndices: i) el potencial físico/geológico (60%), y ii) la percepción respecto de las políticas en 15 dimensiones (40%). La caída de Chile del lugar 11º (2015) al 39º (2016) se debe especialmente al descenso en el atractivo físico/geológico, con una caída desde el 8º lugar (2012), al 11º (2015), y al 49º (2016). Aparte de destinar mayores recursos y generar mayor disponibilidad de terrenos para la exploración, hay poco que podamos hacer respecto de las contribuciones que la naturaleza hizo a nuestro potencial minero.

En cambio, las políticas públicas sí están en el margen de acción del país. La caída de Chile del lugar 18º (2012), al 26º (2015), y al 35º (2016) deben ser seriamente analizadas. Y aunque es difícil pensar en un deterioro objetivo tan marcado en las políticas y regulaciones chilenas, es claro que la percepción de las mismas se ha visto negativamente afectada.

El subíndice referente a la percepción de políticas públicas se compone de 15 dimensiones, y entre las peor evaluadas en Chile figuran: i) insuficiencia de información geológica disponible, ii) relaciones laborales, iii) infraestructura, iv) régimen de impuestos, v) disputas sobre tierras y concesiones, vi) regulación ambiental, y vii) relaciones con la comunidad. A pesar de lo ambicioso de este informe, no es posible abarcarlo todo. Sin embargo, salvo el tema tributario y la regulación ambiental, hemos analizado varias dimensiones del resto de los temas, y se hacen propuestas que van en la dirección de mejorar las políticas vigentes para aumentar la productividad del sector sin deteriorar los niveles de protección ambiental y social.

En este contexto, la Presidenta de la República encomendó a la Comisión Nacional de Productividad la tarea de proponer un conjunto de medidas de índole pública y sectorial, que ayuden a complementar los esfuerzos ya iniciados por distintas entidades públicas, gremiales, sindicales y privadas. El objetivo es revertir la tendencia negativa que la productividad viene mostrando en los últimos 15 años en el sector, y requiere la contribución de todos los actores.

Es importante mencionar los esfuerzos realizados por el Ministerio de Minería, COCHILCO, SERNAGEOMIN, CORFO y el Ministerio de Economía a través del Programa Nacional de Minería Alta Ley y el Fondo de Inversión Estratégica, Alianza Valor Minero, el Consejo Minero, la Sociedad Nacional de Minería, las asociaciones de proveedores, y las distintas federaciones de trabajadores de la minería, entre otros. Todos ellos han contribuido al innegable éxito de la minería chilena, y todos comparten la responsabilidad de prolongar dicho éxito en el largo plazo.

En 2014 el Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo publicó *Minería y Desarrollo Sostenible de Chile: Hacia una Visión Compartida*, donde proponía una minería de futuro que fuese: “Virtuosa, Inclusiva y Sustentable”. Como reacción a sus propuestas se crearon organizaciones público-privadas como Alta Ley y Valor Minero, enfocadas a temas de

innovación y comunidades respectivamente. Durante 2015 se entregó la Hoja de Ruta Tecnológica 2015–2035 para la Minería del Cobre, liderada por el Programa Nacional de Minería Alta Ley y coordinada por Fundación Chile. Las metas consensuadas entre el sector público y privado a 2035 son: i) alcanzar los 7,5 millones de toneladas anuales, ii) pasar de un 40% de la producción en los primeros cuartiles de costos a nivel mundial a un 80%, y iii) cuadruplicar el número de proveedores exportadores de clase mundial logrando exportaciones por US\$4.000 millones anuales. El desafío es importante, pues sin nuevas inversiones Chile pasará a producir 4 millones de toneladas métricas (de los 5,5 millones actuales) en el mismo periodo. Desde su creación, Valor Minero se ha centrado en la búsqueda de mecanismos efectivos de relacionamiento entre empresas mineras y comunidades. Es fundamental recalcar que las soluciones a los desafíos que enfrenta la minería requieren del trabajo conjunto de distintos actores, y no de las entidades por separado. Este trabajo de la Comisión Nacional de Productividad pretende complementar los esfuerzos mencionados.

Este Informe consta de dos partes. La Parte 1 presenta una visión global de la industria, un análisis detallado de la evolución de su productividad, y un estudio comparativo de brechas de productividad (“benchmarking”) del trabajo y el capital entre 12 faenas nacionales de la Gran Minería y otras seleccionadas en Australia, Canadá, Estados Unidos, Suecia y Perú, las que fueron elegidas por su buen desempeño y por ser consideradas de mejores prácticas en la industria a nivel mundial. El estudio cuida la confidencialidad de los datos entregados por las empresas, por lo cual se mantiene el anonimato. Se entrega también una caracterización del sector de proveedores.

La Parte 2 estudia diversos temas pertinentes al sector: recursos hídricos y energéticos, relación con comunidades, aspectos laborales y de seguridad, exploración minera, mediana minería, y proveedores. Para cada tema se entregan recomendaciones de aplicación pública, sectorial o privada.

El país, el Gobierno y la industria están frente a un desafío mayor. Esperamos que esta, nuestra primera contribución, ayude al debate.

Resumen Ejecutivo

Importancia de la minería en Chile

La minería, y en especial la minería del cobre, es la actividad económica más relevante para Chile. De manera directa, la minería del cobre representa más del 10% del PIB, más del 50% de las exportaciones, y es el principal receptor de inversión extranjera directa, representando uno de cada tres dólares que entran al país. El sector creció fuertemente en los últimos 60 años. Se triplicó entre 1960 y 1990, y se volvió a triplicar entre 1990-2016, alcanzando 5.5 millones de toneladas en 2016, lo que hace de Chile el principal productor mundial, con un 30% del total de la producción. El país también mantiene un tercio de las reservas conocidas, la mayor a nivel global. El cobre nos abre una ventana de oportunidad para profundizar nuestro desarrollo y lograr el progreso económico y social de los chilenos.

Dado el fuerte incremento en precios durante los años 2004-2014, no solo aumentó la producción, sino también el valor. Las exportaciones crecieron de un promedio en torno a US\$1.400 millones entre 1960 y 1990 a US\$5.500 millones entre 1990 y 2003, y a US\$34.000 millones durante el llamado "súper ciclo" (2004-2014). El valor exportado en 2016 fue de US\$ 28.000 millones.

Entre 1994 y 2003 la minería aportó en torno al 6% de los ingresos fiscales, contribución que se triplicó entre 2004 y 2014 alcanzando un promedio anual de 20%. Incluyendo las empresas del Estado (CODELCO y ENAMI), el cobre aportó al fisco US\$96.000 millones en el periodo 2004-2014, un monto diez veces mayor al de la década previa (US\$9.000 millones). Esto permitió la acumulación de más de US\$20.000 millones en los Fondos Soberanos.⁴ A partir de 2015 el aporte retornó a niveles previos al súper ciclo, 6% de los ingresos fiscales.

Dado su tamaño y desarrollo, el ecosistema en torno a la minería es completo en términos de organismos y funciones, y complejo en su interacción. Ningún otro sector se le compara a nivel nacional, incluyendo: i) empresas grandes, medianas y pequeñas, ii) de propiedad del Estado, de capitales transnacionales y locales, iii) un importante sector de proveedores

⁴ Fondo de Reserva de Pensiones (FRP) y Fondo de Estabilización Económica y Social (FEES).

(nacionales y extranjeros), iv) grupos organizados de trabajadores, v) asociaciones que representan a empresas y proveedores, y vi) agencias especializadas del Estado.

Chile presenta una clara ventaja comparativa en el sector minero en general, y en minería de cobre en particular, y no puede desaprovechar el potencial que la naturaleza le ha brindado: un tercio de las reservas mundiales de cobre está en Chile. De hecho, ningún país rico en recursos naturales que ha alcanzado el desarrollo lo ha hecho en desmedro de su ventaja comparativa en el sector, y Chile no será una excepción. No se trata de centrar nuestro desarrollo exclusivamente en la minería, sino de aprovechar la ventana de oportunidad que ella nos brinda para desarrollar y diversificar nuestra economía.

El beneficio para Chile y el atractivo para la inversión minera dependen de la diferencia entre el precio del cobre y sus costos de producción. Chile no controla el precio del cobre ni la ley de su mineral, pero sí puede controlar su productividad y así sus costos. Revertir el deterioro en la productividad de la minería del cobre es fundamental para que esta siga realizando su importante aporte al desarrollo nacional. De ahí que el Gobierno haya mandatado a la Comisión Nacional de Productividad este informe, con el objetivo de proponer una estrategia que permita al país recuperar su liderazgo internacional, ya no solo en términos de reservas y producción, sino en productividad. Como se verá, la implementación de esta estrategia requerirá el esfuerzo conjunto de actores públicos y privados, esto es, del Estado, empresas mineras y sus trabajadores, contratistas y proveedores, y de la sociedad civil.

Esta Comisión considera que el conjunto de recomendaciones propuestas, tanto para el sector público como para el privado, constituyen las bases de una estrategia minera que asegura la continuidad del sector, su expansión y su adaptación a los nuevos desafíos tecnológicos y exigencias sociales. Aplicadas por separado, las 53 recomendaciones de este estudio tendrían un impacto acotado, y, como en todo sistema complejo, el potencial del conjunto será determinado por el más restrictivo de sus componentes. Aplicadas en su conjunto, y centradas en doce áreas estratégicas propuestas, se maximiza el valor del sector y su impacto positivo sobre la economía del país. Por su complejidad y magnitud, el sector está en una posición privilegiada para lograr acuerdos e implementar políticas de largo plazo en torno a esta estrategia, que, de ejecutarse, será determinante en el desarrollo del país.

Principales hallazgos

Durante los últimos años los países productores de materias primas han visto caer el ritmo de crecimiento de su productividad agregada. Chile no es la excepción. El Informe Anual de la Comisión Nacional de Productividad 2016 encontró que la productividad total de factores (PTF) de la economía chilena en su conjunto se desaceleró de 2.3% anual en los años 1990, a 0.1% al año en los años 2000.⁵ Causa fundamental, aunque no exclusiva, fue la caída en la productividad minera. Esta caída se debió fundamentalmente a la reacción que el súper ciclo de precios del cobre indujo en las empresas, y que llevó a priorizar el nivel de producción por sobre otros criterios.

En efecto, la producción de cobre se elevó 19% entre 2000 y 2014, pero para ello se requirió: 79% adicional de energía, 157% adicional de mano de obra y 178% adicional de inversión en capital. Este crecimiento explosivo en el uso de insumos para lograr un modesto aumento en producción significó una caída fuerte en productividad de 70%, según la estimación tradicional de contabilidad del crecimiento. Sin embargo esta medida no toma en cuenta que durante el periodo la ley del mineral se deterioró fuertemente, lo que significó minar, cargar y procesar 40% adicional de material mineral para lograr la misma cantidad de cobre fino. Tampoco toma en cuenta el largo periodo de gestación de la inversión minera, lo que hace que la inversión en un año dé frutos hasta 5-7 años después. Corrigiendo por estos factores externos a la gestión, nuestra mejor estimación es que la PTF minera cayó del orden de 1% al año, mucho menos de la estimación habitual. Con todo, este resultado es insatisfactorio, pues se esperaría que la productividad mejore en el tiempo.

Cabe señalar que la caída en productividad desde el año 2000 se dio en todas las faenas, tanto las de mayor como las de menor productividad. En efecto, el *boom* de precios indujo a todas las empresas a privilegiar la producción, aun a expensas de la productividad, con tal de aprovechar los inusitados márgenes.

Resulta evidente, dadas las importantes brechas en los niveles de productividad registrados, que existe amplio espacio de mejora al interior de las empresas. Existen diferencias de productividad entre yacimientos, incluso luego de corregir por factores geológicos y geográficos. Por ejemplo, a partir de la muestra de grandes empresas utilizada en el Capítulo 3 de este informe, se observa que en el año 2000 las operaciones de menor productividad requerían 82 horas-hombre para mover mil toneladas de material, pero 162 horas-hombre en 2014; el grupo de productividad media pasó de 26 (2000) a 63 (2014) horas-hombre por kilo tonelada movida; y el grupo de productividad alta pasó de

⁵ Comisión Nacional de Productividad, Informe Anual 2016.

19 (2000) a 22 (2014) horas-hombre por kilo tonelada movida. Las brechas en niveles entre estos tres grupos y la tendencia a empeorar el desempeño productivo se verifican con este indicador de productividad laboral y también con medidas de productividad total. Según nuestra estimación, la productividad total de factores cayó entre 0,7% y 1,6% anual entre 2000 y 2014.

Un aspecto particularmente importante de este estudio fue la realización de un análisis comparativo detallado (*benchmarking*) entre 12 faenas de la Gran Minería chilena (75% de la producción nacional) y con 7 faenas internacionales especialmente seleccionadas por ser de mejor práctica internacional. Se midió la productividad del capital con el nivel de utilización de los equipos (tiempo de uso), y la productividad del trabajo (horas-hombre por kilo tonelada movida), con información a nivel de cada operación para los 12 meses del año 2015. La muestra en su conjunto incluye el 35% de la producción mundial de cobre y el 50% de la producción de yacimientos sobre las 100.000 toneladas anuales. Esta muestra genera confianza sobre la representatividad y el valor del análisis.

Para la realización del estudio se entrevistó a más de 500 personas vinculadas a la industria minera, incluyendo operarios, supervisores, ejecutivos, analistas, funcionarios, miembros de la sociedad civil y expertos del sector. Se llevó a cabo una serie de audiencias públicas abiertas a la ciudadanía en las ciudades de Antofagasta, Iquique, Calama, La Serena, Copiapó, Sierra Gorda, Coquimbo y Santiago. A estas asistieron más de 700 personas de la sociedad civil, empresas, autoridades regionales, y trabajadores. Igualmente, se visitó las faenas consideradas de mejores prácticas en Australia, Canadá, Estados Unidos, Suecia y Perú, y en cada caso se buscó la opinión de ejecutivos, trabajadores y expertos, y se realizaron reuniones con entes de gobierno y de la industria. A nuestro saber, no existe otro ejercicio de esta envergadura a nivel mundial.

El análisis de *benchmarking* para los indicadores de productividad de 2015 ratifica la marcada heterogeneidad entre las faenas locales: la operación más eficiente de la muestra nacional requirió en promedio 43 horas-hombre para mover mil toneladas de material, mientras que la menos eficiente necesitó 115 horas-hombre para la misma labor. El promedio de la muestra nacional fue de 67 horas-hombre por mil toneladas de material.⁶ Es decir, existen yacimientos de la gran minería chilena (sobre 100.000 toneladas de cobre anual) con diferencias de más del 100% en niveles de productividad laboral. Estas diferencias resultan difíciles de explicar por factores externos a las empresas, que les son comunes, como la normativa aplicada. El análisis corrige por factores como: distancia, pendientes, capacidad de carga en camiones y la ley del mineral, por lo que el grueso de

⁶ Es importante hacer notar que los yacimientos menos productivos presentan una importante desviación respecto de la mediana de la muestra (53), y por ende distorsionan el promedio nacional (67).

las diferencias es atribuible a razones propias de las faenas, y en especial a la gestión de personal y activos, y al diseño y adherencia al plan minero.

Al comparar la muestra chilena con la internacional los resultados son más preocupantes. El promedio requerido por los yacimientos de mejores prácticas a nivel mundial para mover mil toneladas de material (30 horas-hombre) es menos de la mitad del promedio nacional (67 horas-hombre), es decir, en promedio las faenas de la muestra nacional requirieron más del doble de horas-hombre que la muestra internacional para ejecutar la misma labor durante el año 2015. Más aún, la operación local de mejor desempeño requiere 44% más de trabajo que el promedio de las mejores faenas internacionales. En Chile se ocupa 1,8 personas en planta y apoyo por cada uno en mina, mientras que en las faenas internacionales esa relación es de 1,3. Estas diferencias pueden estar capturando aspectos institucionales, normativos o brechas generalizadas comunes a la industria en Chile, como el capital humano, y sugiere que existe amplio espacio de mejora en productividad por medio de intervenciones públicas.

En lo que se refiere al uso del capital, existen importantes diferencias entre las faenas chilenas, y entre estas y las de mejor práctica internacional. Por ejemplo, en transporte la muestra internacional utiliza los equipos un 10% adicional de horas al día, y existen diferencias de 80% entre la mejor y peor en Chile. En planta, la muestra internacional utiliza un 13% más el activo molienda, y existen diferencias del 25% entre la mejor y la peor en Chile.

En resumen, existe un espacio importante de mejora. Primero, subiendo la productividad de las peores faenas chilenas al nivel de las mejores del país, algo que compete a las propias empresas. Segundo, acercando el promedio nacional al internacional, algo que requiere de mejoras en políticas públicas y regulatorias, para acercarlas también a las mejores prácticas internacionales.

Por su importancia relativa en Chile, con 65% del empleo minero, el conjunto de proveedores y contratistas impacta el nivel de productividad agregado en la industria. La importancia de estos es fundamental, pues las empresas mineras han externalizado varias funciones a sus proveedores, concentrando su atención en el núcleo del negocio: la propiedad, operación y gestión de los yacimientos. Por tanto, parte importante del éxito de la industria depende de la productividad y competitividad de los proveedores.

En síntesis, parte significativa y el grueso de las ganancias en productividad de corto plazo dependerán de factores gestionables por las propias empresas mineras (un "bien privado"). Sin embargo, parte importante dependerá de una mejor política y regulación pública (un "bien público") así como de factores dependientes de las relaciones de las empresas entre sí o de las empresas con sus proveedores y contratistas (un "bien club").

Acercarnos a la frontera mundial de eficiencia requiere del esfuerzo de todos los actores, y los beneficios serán también de todos.

El futuro de la minería del cobre en Chile, y en particular la materialización de los 7,5 millones de toneladas métricas anuales de producción proyectada para 2035 según el Programa Nacional de Minería Alta Ley, depende de varios factores que deben confluír: i) una mejor gestión interna de cada actor; ii) la disponibilidad de terrenos para explorar y explotar, iii) el aumento en gasto en exploración, iv) la entrada de nuevos proyectos y la expansión de faenas existentes, v) la disponibilidad de agua y energía, vi) una relación estratégica con proveedores, y vii) la capacidad de la industria para operar con “licencia social”, entre otros. Los aspectos relativos a la tributación y los permisos medioambientales exceden el ámbito de este estudio, pero sería deseable que en ambos casos se realizara un análisis de referencia (*benchmark*) similar con las jurisdicciones de mejores prácticas.

En términos organizacionales, la rotación de altos ejecutivos ha implicado poca adherencia a un plan estratégico consistente en el mediano plazo. A nivel doméstico existen diferencias en prácticas laborales, pero al comparar con operaciones referentes internacionales se observan mayores capas jerárquicas, escasa movilidad entre niveles, menor amplitud de control, remuneración con énfasis en producción y no productividad, entre otros aspectos que difieren de las mejores prácticas internacionales.

En términos de exploración, Chile ha perdido su atractivo relativo a otros destinos mineros, porque en áreas como la información pública geológica la percepción de políticas hacia el sector o la disponibilidad de terrenos para explorar Chile se ha quedado atrás. La participación chilena en el mercado de exploración (18% en el caso del cobre) es inferior a su participación en la producción y reservas (30%), lo que amenaza la sostenibilidad de nuestro liderazgo a futuro. Sin perjuicio de avances tecnológicos que maximicen el valor de este potencial, y de la expansión de proyectos actuales, en el largo plazo la capacidad de generar riqueza se basará en el descubrimiento y desarrollo de nuevos yacimientos y, por ende, estará vinculada directamente al esfuerzo en exploración.

El actual sistema de concesiones mineras debe ser mejorado en línea con las mejores prácticas internacionales. Agentes no mineros utilizan las concesiones con fines especulativos, lo que afecta directamente al sector reduciendo la disponibilidad de terrenos, e indirectamente a insumos estratégicos como agua y energía. En varias comunas de interés minero el área concesionada para exploración o explotación supera al área total del territorio respectivo, debido a la superposición de concesiones, lo que implica que en ninguna de ellas es posible que una empresa solicite nuevas concesiones, a menos que las superponga y espere que los antecesores las abandonen. A mayor escala, se detecta que no existen espacios disponibles para explorar en las principales franjas metalogénicas del país, lo que constituye una importante barrera de entrada para el descubrimiento

de nuevos yacimientos. Esto se agrava por el bajo costo de la obligación de amparo del sistema chileno, consistente en una patente de baja cuantía que no requiere ni incentiva la ejecución de labores de exploración o explotación. En países referentes se impone el amparo mixto, incluyendo una patente y la realización efectiva de trabajos mineros.

En agua y energía el sector se ha ajustado en torno al costo y disponibilidad de estos recursos estratégicos. Es destacable el uso eficiente de ambos insumos en conjunto con el aumento en uso de agua de mar, que se espera a 2026 iguale al uso de agua continental. Quedan espacios de mejora en torno al uso de agua de mar, vinculado a políticas regulatorias y mejor coordinación de la industria para compartir infraestructura y aprovechar economías de escala.

Los proveedores serán determinantes en la competitividad de la industria y, de tener éxito, los programas público-privados que los apoyan podrán contribuir a mayor conocimiento e innovación. También pueden constituirse en una nueva e importante fuente de exportación dentro de la cadena global de valor en minería.

Es importante desarrollar estándares de interoperabilidad que permitan el intercambio de datos y espacios de prueba para facilitar la innovación y su escalamiento. Por otro lado, existe amplio espacio de mejora en términos de homologación de requisitos a proveedores y contratistas, reduciendo los tiempos de acreditación y los costos.

La viabilidad de aumentar la producción mediante nuevos proyectos o expansión de los existentes depende en gran medida de la aceptación a las compañías y sus actividades dentro de las comunidades aledañas, la conocida "licencia social para operar". Mejor relación con las comunidades implica mayor legitimación, menores conflictos y menores costos. Esto se torna más relevante mientras la actividad minera se acerca al centro del país, donde se ubica la mitad de las reservas conocidas, pero aumenta la densidad de población, la competencia con otras actividades y la complejidad de potenciales conflictos.

El sector ha tenido una importante evolución en términos de seguridad laboral, donde la accidentabilidad y fatalidad muestran tendencias negativas. En el primer caso, esta tendencia le ha permitido al sector minero tener una de las menores tasas de accidentabilidad de la economía. Comparando la muestra de doce faenas chilenas con otras de países referentes se observan similares tasas de accidentes por millón de horas trabajadas. A nivel de empresas, la mejor de las faenas chilenas posee un mejor indicador que las operaciones internacionales consideradas, y solo tres faenas nacionales presentan tasas superiores al rango asociado a la muestra internacional. Esto demuestra que la gran minería chilena ha convergido en los últimos años hacia las mejores prácticas mundiales en este ámbito. También se observa una caída sustantiva en fatalidades: en el año 2000 se registró un accidente fatal por cada 2.289 ocupados, en 2014 uno por cada 6.960 ocupados; o bien, se registra un accidente fatal por cada 132 millones de toneladas de material movido

en 2000, versus uno por cada 342 millones de toneladas en 2014. Persiste el desafío de reducir la tasa de fatalidad, la que, a pesar de los avances, se mantiene como la más alta entre sectores de la economía.

Según la Dirección del Trabajo, un 85% de los trabajadores de la Gran Minería trabaja jornadas de 12 horas, con turnos de 7x7 o 4x4, y el 80% las evalúa de manera positiva y se pronuncia a favor de turnos 7x7. No obstante, estas jornadas son consideradas excepcionales por la autoridad, lo que implica que después de acordarse entre empresas y trabajadores, las empresas mineras, subcontratistas y proveedoras deben solicitar la autorización de la Dirección del Trabajo. Este proceso demora en torno a 40 días y debe realizarse para todos los trabajadores nuevos. La carga es significativa para dicha institución, en especial en las regiones de Antofagasta y Calama, donde la mitad de las solicitudes de *Jornada Excepcional* se procesan, unas 6.000 al año.

El sector posee necesidades en términos de capital humano tanto a nivel cualitativo como cuantitativo que no son satisfechas. Convive el exceso de oferta de universitarios, los que a su vez reciben formación de baja pertinencia al sector, con exceso de demanda de técnicos y operarios, los que también encuentran dificultades para capacitarse adecuadamente o certificar sus competencias. Esfuerzos del sector avanza en la dirección correcta, pero requieren mayor velocidad y compromiso. La coordinación público-privada es determinante en este ámbito.

La minería del futuro en Chile tenderá a desarrollarse a escala mediana. Los yacimientos descubiertos durante la última década corresponden a depósitos de menor tamaño, y la mitad de las reservas del país se ubica en la zona central, donde existen mayores dificultades para implementar grandes proyectos mineros debido a su mayor densidad poblacional y mayor competencia por el suelo. De ahí que la convergencia de una mediana minería hacia la frontera mundial en prácticas operacionales, sustentabilidad y relación con las comunidades sea el objetivo necesario para el sector y prioritario para el país. La mediana minería actual presenta importantes brechas a nivel nacional y su productividad se ha deteriorado en los últimos años a tasas que doblan la caída anual de la productividad en la Gran Minería, y que la triplican en el acumulado.

Principales recomendaciones

Del estudio emanó una serie de sugerencias basadas en buenas prácticas para la gestión propia de las empresas (un "bien privado"), un conjunto de 53 recomendaciones específicas en los ámbitos de políticas públicas y regulatorias (un "bien público") y políticas sectoriales que requieren la acción conjunta de los actores del sector, incluyendo empresas mineras,

contratistas, proveedores y comunidades (un “bien club”). Cabe subrayar que todas las recomendaciones fueron aprobadas en forma unánime.

i) Buenas prácticas para la gestión de las empresas (un “bien privado”)

Aunque excede el mandato de esta Comisión, el estudio permitió identificar buenas prácticas respecto de problemas gestionables por cada empresa o faena. Converger hacia estas no requiere intervención ni acción del Gobierno y ofrece las mejores oportunidades de corto plazo para el sector.

Un tema recurrente en las entrevistas, y un pilar en la filosofía operacional de las faenas de mejores prácticas, es la visión de la productividad como un tema central, transversal, y como un proceso continuo y de largo plazo. Si algo caracteriza esta visión es la maximización en la eficiencia del conjunto del yacimiento en búsqueda de un “óptimo global” y no la visión de “silos” en torno a los procesos productivos que caracteriza varias de las operaciones en Chile, con “óptimos locales” como objetivos. Con la vista en mantener el esfuerzo en el tiempo, las faenas de mejor práctica seleccionadas intentan reducir al mínimo la rotación de altos ejecutivos, algo frecuente en Chile, donde en los últimos años la industria vio cambios sucesivos y en corto espacio de tiempo. Con una visión de largo plazo, y nivel ejecutivo estable para mantener la estrategia, las empresas internacionales se enfocan en su productividad global y no en la productividad de procesos productivos, algo que nuevamente ha sido identificado como práctica en faenas chilenas, donde la remuneración variable depende de procesos aislados y tiene poco o nulo componente del yacimiento completo. Esto genera importantes pérdidas de eficiencia en el paso de un proceso a otro. Para converger a estas prácticas de gestión las empresas deben reducir la rotación de altos ejecutivos, buscar la optimización global, y utilizar mecanismos de remuneración variable y compensación ligados a utilidades y a indicadores globales.

Dos aspectos son evidentes al visitar faenas internacionales de mejores prácticas y entrevistar a sus equipos: 1) el uso de la tecnología, y 2) la autonomía e iniciativa con que los operadores trabajan. Respecto al primer punto, los puestos de operación de las faenas internacionales, sus centros de control, y el nivel de tecnología y equipamiento no difieren mayormente de los existentes en Chile. Sin embargo, las faenas de mejores prácticas hacen uso intensivo del mismo, mientras que en Chile este aparece subutilizado. En las faenas locales la anécdota habitual es cómo procesos que pueden operarse automáticamente se usan en modo manual, lo que maximiza la dotación sin aumentar la producción, reduciendo la productividad. Así, la diferencia entre Chile y las faenas internacionales no sería de disponibilidad de tecnología, sino de uso. En esto merece mención especial la utilización de datos operativos para generar información, con prácticas que

minimizan las fallas gracias a la capacidad predictiva y los mecanismos de intervención asociados, lo que resulta clave en los procesos de mantención preventiva. La combinación de un sistema en tiempo real de monitoreo, análisis sistemáticos de piezas hidráulicas, y los manejos de flotas únicas parecen maximizar la eficiencia de equipos móviles en el área mina. La visión del conjunto, en contraposición de la visión de silos, permite que un operador de mantención retire un camión para inspección preventiva (basado en información de análisis y sensores), sin que un supervisor de mina deba preocuparse por un bono de producción.

Un segundo punto relevante se refiere a la autonomía e iniciativa del personal. Chile tiene entre 6 y 8 capas jerárquicas, versus 4 o 5 en las mejores faenas internacionales. La mayor cantidad de capas superiores también hace que la amplitud de control en Chile sea baja, con menos trabajadores por supervisor, contrario a la tendencia internacional. Esto es prueba de una cultura de gestión basada en “control”, que reduce la iniciativa, coarta la autonomía, diluye responsabilidades entre las capas, y eleva los costos. Mayor énfasis en autonomía y empoderamiento de los operarios permitiría reducir las capas jerárquicas y aumentar la amplitud de control. Ciertamente esto requiere mayor capacitación de operarios en sus funciones, especialmente aquellos polifuncionales, y de supervisores en áreas como liderazgo y manejo de equipos. En Chile no solo se pierde tiempo en reuniones controlistas, también se gasta tiempo de supervisores dedicados a tareas administrativas (llenar papeles) a expensas de dedicar ese tiempo a mejor planificación y organización. Esto debe ser una de las primeras acciones de las empresas, aunque parte de ello esté asociada a la reacción interna frente a exigencias de la autoridad.

En el ámbito laboral, además de la mayor autonomía, las empresas de mejor práctica internacional buscan identificar y potenciar a sus trabajadores, los que pueden ascender a la supervisión e incluso a la gerencia luego de recibir entrenamiento. Esto no ocurre en Chile, aunque, por cierto, la ausencia de una cultura meritocrática no es exclusiva del sector minero. Además de más autonomía y potencial de carrera, los trabajadores de faenas internacionales seleccionadas son polifuncionales en áreas para las que han sido certificados (y donde no asumen riesgos que no puedan controlar). Para que la polifuncionalidad funcione se requiere de programas de formación continua en aspectos técnicos y habilidades blandas, y una remuneración acorde. Estos aspectos han sido identificados por el Consejo de Competencias Minero (del Consejo Minero), donde se recomiendan perfiles, se han definido competencias, y se propone la certificación. Pero la aplicación es aún incipiente.

ii) Buenas prácticas en la política pública (un “bien público”)

Este conjunto de recomendaciones se refiere a seis grandes áreas de acción donde la intervención del Gobierno es requerida, bien en mejoras de gestión o en modificación de la normativa.

Primero, mejorar el innecesariamente largo y engorroso proceso de aprobación o rechazo de grandes proyectos. Se debe acortar el proceso, teniendo por meta los tres años. Un avance sería implementar las medidas de la Comisión Asesora Presidencial para el SEIA, las que en su mayoría requieren solo modificaciones de reglamentos. A nivel sectorial, urge establecer una hoja de ruta clara de los permisos y tiempos requeridos para la aprobación de proyectos de plantas desalinizadoras. Coordinar estos procesos no es tarea sencilla, ni para las agencias de gobierno ni para sus regulados, pero debe ser una prioridad en el Estado dado el enorme impacto económico de la demora. La implementación formal de una Oficina de Grandes Proyectos similar al modelo canadiense, donde un ejecutivo público acompaña el proyecto y su tramitación, con trámites paralelos y no secuenciales, y con necesidad de responder en plazos determinados, debe ser una prioridad del Gobierno. Esta oficina busca facilitar el cumplimiento de la normativa, no su evasión. Si en Australia y Canadá, con requisitos ambientales, de seguridad, y de consultas a las comunidades más exigentes que los chilenos, es posible responder en tres o menos años, cualquier demora superior a este plazo en Chile es pura ineficiencia de nuestro sector público.

Segundo, potenciar nuestro desarrollo futuro, y la sostenibilidad en la participación de Chile en el mercado del cobre. El país debe atraer inversión al sector por la vía de hacer más atractiva la actividad en exploración minera. En efecto, la participación de Chile en el gasto en exploración es cerca de la mitad de nuestra participación en la producción o reservas. Atraer mayor inversión en exploración requiere reformar el sistema de concesiones mineras para aumentar la disponibilidad de terrenos, y eliminar la práctica especulativa que hoy posibilita. También debe aumentarse el nivel de información geológica disponible. Se propone implementar un sistema de amparo mixto, con patente ascendente y exigencias al concesionario que incentiven la actividad. Las patentes deben ser iguales entre minerales, y aumentadas a niveles internacionales. El concesionario podrá descontar de la patente en caso de contraprestaciones como información geológica e inversión, pero esta será ascendente si el concesionario no explota la propiedad. Se propone modificar el plazo de concesión para exploración a tres años renovable dos veces, con renuncia de parte del área concesionada en cada renovación. Para renovar la patente de exploración se deberá entregar información geológica al Estado, así como planes mínimos de trabajo. También se debe regular para eliminar la práctica actual de solicitudes consecutivas de concesiones por parte de personas relacionadas. Para solicitar una patente de exploración se deberá evidenciar mineralización y definir planes mínimos de trabajo. En un nuevo

régimen se propone establecer un límite temporal a la concesión de explotación de 30 años, susceptible de renovación prioritaria por iguales periodos. SERNAGEOMIN debe ser reforzado, y dotado de la capacidad requerida para fiscalizar las modificaciones propuestas.

Tercero, facilitar la continuidad operacional a través de acuerdos entre empresas y trabajadores. Se propone restablecer la opción de “pactos de adaptabilidad” sobre la que hubo acuerdo mayoritario en el Congreso en el contexto de la reciente reforma laboral, y extender la posibilidad de jornadas extraordinarias sin requerimiento de aprobación por parte de la Dirección del Trabajo, hoy posible en jornadas 4x3, a las jornadas 4x4 y 7x7.

Cuarto, generar un mercado laboral más ágil y robusto, en beneficio de los trabajadores y las empresas. El sector se beneficiaría de establecer un “pasaporte minero” que entregue movilidad a los trabajadores entre faenas y empresas, y cubra aspectos de seguridad, salud, y competencias laborales. Junto a la certificación en seguridad, la certificación de salud preocupacional y ocupacional debe aceptar como válido cualquier examen de salud vigente, con el fin de reducir la duplicidad de exámenes. Así mismo, sería provechoso que la Dirección del Trabajo facilitara la extensión de Jornadas Excepcionales de las empresas mandantes a los contratistas, y la incorporación de tecnologías de la información al proceso de autorización.

Quinto, potenciar el recurso humano. Este recurso es tan valioso como el recurso natural, pero a diferencia del dato geológico, el recurso humano puede ser mejor formado, aumentado y aprovechado. En esto comparten responsabilidades las empresas, la industria en su conjunto, y el Gobierno. El mercado laboral minero tiene falencias cualitativas y cuantitativas. El Consejo de Competencias Mineras del Consejo Minero definió un conjunto de competencias y habilidades requeridas para las funciones y oficios en el sector. Este marco debería ser institucionalizado en la definición de contenidos y competencias de las carreras del sector, tanto de formación como de capacitación. Esto es particularmente importante para la mediana minería, la que centra su búsqueda de capital humano en liceos y centro de formación técnicos. Las competencias adquiridas por los trabajadores deben ser certificadas por Chile Valora, o bien por entidades privadas, incluyendo la capacitación realizada al interior de las empresas, y especialmente a los trabajadores que se desempeñan en puestos polifuncionales.

Sexto, mejorar la seguridad del sector, con foco en reducir fatalidades. Como evidenció la información analizada, las mayores brechas respecto de las mejores prácticas mundiales se registraron en las mediciones de productividad laboral. El desafío de la industria es mejorar sus indicadores de seguridad al tiempo que elevar la producción y productividad, un desafío que a la luz de las mejores prácticas mundiales es alcanzable. SERNAGEOMIN debe facilitar la incorporación y salida del registro del Curso Homologado de Inducción Básica en Faenas Mineras, lo que masificaría el programa y permitiría extender la

acreditación de requerimientos básicos de seguridad comunes a todas las faenas. Por las características propias del país, debe monitorearse el impacto sobre la salud en el largo plazo del trabajo en altura.

iii) Recomendaciones de acción conjunta al sector (un “bien club”)

Además de las áreas de intervención para las empresas y el Gobierno, el sector se potenciaría con un ecosistema que facilite la relación entre empresas, proveedores, contratistas, trabajadores, comunidades, universidades, centros de investigación, etc. Esta es de responsabilidad principal del sector, pero donde el rol articulador del Estado es fundamental en catalizar eventos, mejorar la coordinación y corregir asimetrías. Se identificaron recomendaciones para mejorar la colaboración en seis áreas de acción, que presentan características de un bien público sectorial o “bien club”. Siendo acciones que benefician al conjunto de la industria, ninguna empresa por separado puede proveerlos.

Primero, se identificaron acciones para potenciar la innovación. El sector se beneficiaría con espacios de prueba, pilotaje y capacitación compartidos. Yacimientos abandonados o periodos con capacidad ociosa en la mediana minería podrían suplir esta necesidad. Se debe maximizar la interoperabilidad entre los sistemas de comunicaciones e información en todos los procesos de la minería con instrumentos que vinculen a empresas proveedoras, y a ellas con empresas mineras, a través de protocolos de estándares.

Segundo, explorar la posibilidad de compartir infraestructura privada y generar economías de escala. Esto es especialmente claro en los nuevos proyectos de desalación de agua de mar, pero también en infraestructura de transporte, y su integración intermodal. Incorporar a la mediana minería a estos procesos de aglomeración privada generará ganancias adicionales.

Tercero, trabajar en mejorar las ineficiencias en la relación entre empresas y sus contratistas. El más importante déficit es la ausencia de requerimientos homologados para el ingreso a faenas. El establecimiento de estándares comunes entre faenas, empresas y contratistas permitiría reducir los plazos y costos de capital y operativos, y aumentar la capacidad productiva de las faenas. Esto iría en beneficio de las empresas y sus proveedores.

Cuarto, expandir intervenciones privadas a nivel sectorial que se benefician del apoyo público. El Programa Nacional de Minería Alta Ley es un buen ejemplo de ello, especialmente el desarrollo de proveedores de clase mundial, y la Plataforma de Innovación Abierta entre Alta Ley y la Fundación Chile. Estos esfuerzos deben ser continuados y acciones de asociatividad público-privadas extendidas a otros ámbitos de común interés.

Quinto, desarrollar y potenciar a la mediana minería. El desarrollo y profundización de un mercado de capitales para la mediana minería, donde se esperan importantes avances a futuro, debe ser una prioridad. Sería importante ampliar los instrumentos financieros para garantizar el cierre de faenas. Un modelo a considerar es un fondo común de garantías, similar al establecido en Western Australia, que, además de ser menos costoso que las boletas de garantía, se hace cargo de recuperar relaves y botaderos abandonados.

Sexto, promover un mejor relacionamiento entre empresas mineras y comunidades, con un sistema de consulta continua desde etapas iniciales. Un conjunto de guías de participación para grandes proyectos producido por la autoridad (similares a las implementadas en el Ministerio de Energía) favorecería un modelo de diálogo permanente. Así mismo, avanzar en la implementación de las medidas de la Comisión Asesora Presidencial para el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y acelerar las propuestas de relacionamiento temprano, consulta indígena y fortalecimiento de la participación ciudadana. En caso de disputas, establecer un sistema de resolución de conflictos, como el promovido por Valor Minero, donde los actores pueden solicitar una mediación, arbitraje o conciliación, así como establecer una entidad certificadora que habilite y potencie a las organizaciones que participan en el proceso de diálogo. Dada la relación directa entre autoridades locales y empresas, se recomienda implementar las propuestas del Consejo Asesor Presidencial Contra los Conflictos de Interés, el Tráfico de Influencia y la Corrupción respecto a los fondos recibidos por gobiernos locales, para establecer un mejor marco institucional, con mayor transparencia y eficiencia.

Este informe es el primero de su tipo realizado en el país, pero no debe ser el último. Su valor radica no solo en la entrega de información, sino en generar un diálogo constructivo y objetivo sobre el que empresas, trabajadores y autoridades pueden avanzar. Por ello se recomienda a la Comisión Chilena del Cobre, u otra agencia que el Gobierno estime, producir indicadores frecuentes de productividad, y estudios comparativos similares al nuestro. Un avance sería complementar este estudio con uno de la minería mediana, comparando su desempeño con faenas internacionales, y sentando una línea base para el análisis de su evolución. Comparaciones similares con países de mejores prácticas respecto del sistema tributario, del SEIA, y del conjunto de licencias y permisos requeridos para acometer un proyecto minero permitirían monitorear el atractivo de Chile respecto de sus competidores.

Primera Parte

Caracterización de la Gran Minería del Cobre



Capítulo 1

La Gran Minería del Cobre en Chile



Síntesis

La minería del cobre ha sido la principal exportación de Chile durante más de un siglo. Desde 1970 la producción nacional del cobre ha aumentado marcadamente debido a varios factores: la nacionalización del cobre, la entrada de mayor inversión extranjera directa y el descubrimiento de varias faenas de clase mundial. Al año 2015 Chile es el principal productor de cobre con un 30% del total mundial, seguido por China (9%) y Perú (8%). Adicionalmente, Chile cuenta con las mayores reservas de cobre del mundo con un 30% seguido por Australia (12%) y Perú (11%). En este capítulo se presenta una introducción al proceso productivo de la minería del cobre, y sus principales características en Chile, incluyendo la institucionalidad del sector.

Abstract

Copper mining has been Chile's main export for more than a century. Since 1970, national copper production has increased markedly, due to several factors: the nationalization of copper, the entry of foreign direct investment and the discovery of several world class mines. By 2015, Chile is the leading Copper producer with 30% of the world's total production, followed by China (9%) and Peru (8%). In addition, Chile has the largest copper reserves in the world with 30% followed by Australia (12%) and Peru (11%). This chapter presents an introduction to the copper mining industry and its main features in Chile, including the sector institutional setup.

Puntos Claves

- Minería y sus proveedores constituyen un sector clave para el desarrollo económico y social del país.
- El país necesita del esfuerzo conjunto de actores públicos y privados para expandir la actividad minera, y así alcanzar los niveles de desarrollo económico y social deseados.
- La industria minera está en una posición privilegiada para lograr acuerdos e implementar políticas de largo plazo en una estrategia minera, que serían determinantes en el desarrollo del país.

1.1. Introducción

Este capítulo presenta de manera simplificada las principales características del sector de la Gran Minería de Cobre en Chile, y su relevancia para el país. Su objetivo es dar al lector una mirada introductoria al proceso productivo del sector.

1.2. El Proceso Productivo del Cobre

El hombre ha procesado el cobre por miles de años, dado que este mineral aparece en estado natural y puro. En la actualidad se encuentra disperso en grandes áreas y mezclado con otros minerales y material estéril. Esto habla de un proceso productivo que enfrenta desafíos complejos y crecientes, y requiere de manera constante mayor sofisticación. De hecho, la depreciación del mineral ha aumentado fuertemente a través del tiempo, y en especial durante las últimas dos décadas, con menores leyes y una reducción en la razón mineral-estéril.

La primera etapa asociada al proceso productivo en la Gran Minería comienza varios años antes de entrar en operación, con la formulación de un Proyecto Minero, el que puede durar entre 8 a 15 años (ver Figura 1.1). Con el fin de evaluar los recursos y ver los posibles niveles de producción el proyecto parte con la *Exploración* para descubrir un yacimiento potencial, analizar su forma y leyes mediante sondajes, y desarrollar un estudio de perfil con el fin de evaluar los recursos y ver los posibles niveles de producción (en torno a un año de duración). Luego se llevan a cabo diversos estudios de ingeniería de prefactibilidad (en torno a tres años de duración) y, posteriormente, de factibilidad (en torno a un año de duración). Dados los resultados de dichos estudios, el siguiente paso es tomar la decisión de invertir para explotar o no el yacimiento. El tiempo promedio entre un estudio de prefactibilidad y la operación de la faena están en torno a los ocho años. En paralelo a los estudios de prefactibilidad se inician los estudios de impacto ambiental y la tramitación de permisos. Ellos deben estar, en su mayoría, listos para la etapa de Ingeniería, Adquisiciones y Gestión de Construcción.

Figura 1.1. Etapas de un Proyecto Minero previas a la Operación.



Fuente: Elaboración propia.

Una vez aprobada la factibilidad, diseñada la planta y estructurado el financiamiento, se comienza el trabajo de construcción, que debería derivar en una faena operativa. La superación de estas etapas permite que el “Proyecto Minero” se convierta en una “Operación Minera”. La *Operación* del yacimiento minero se basa en la *extracción* del mineral desde la *mina* para luego llevarlo a la *planta* para su procesamiento. El proceso de *extracción* varía según el tipo de faena, que puede ser a cielo abierto (un rajo) o subterránea.¹ En ambos casos los principales subprocesos son la *perforación* y *tronadura* para separar el mineral de la roca, y el *carguío* y *transporte* para llevarlo a *planta*. En la *planta* se inicia el proceso de *chancado* con el objetivo de triturar la roca y reducir su tamaño. Existen chancadores primarios, secundarios y terciarios acordes al tamaño de roca que trituran.

El proceso siguiente varía según el mineral a ser procesado: *óxidos* o *sulfuros*. Por aspectos geológicos los óxidos se encuentran más cerca de la superficie, y por tanto tienden a ser los primeros en explotarse, mientras que los sulfuros se encuentran a una mayor profundidad y, por ende –en general– se explotan en yacimientos de mayor edad.

Para los yacimientos de óxidos, después del *chancado* el material se procesa por *Lixiviación*, la separación del cobre mediante electroobtención (electrólisis) de cátodos de cobre desde pilas de material mineralizado, que son regadas con una solución de ácido sulfúrico. En Chile los óxidos explican un tercio de la producción de cobre (31% en 2015), y los cátodos un 50% de las exportaciones.

Para los yacimientos de sulfuros, después del *chancado* el material es reducido a diámetros más pequeños en la *Molienda*. Una vez granularizado (molido) este forma una pulpa con agua y reactivos químicos, en el proceso de *Flotación*, el que consiste en la formación de una espuma cuyas burbujas separan el cobre. El material resultado se recolecta y seca en un *Concentrado de Cobre* (con diversos niveles de cobre, en general 30%). En Chile los sulfuros explican dos tercios de la producción de cobre (69% en 2015), y la mitad de las exportaciones. El 50% que no se exporta como concentrado es procesado adicionalmente a través de *Fundiciones* y *Refinerías* (hornos y electrorrefinación), y exportado como cátodos.

Como otros minerales, el cobre es un *commodity*, y por ende su precio es determinado en mercados bursátiles (ej.: la Bolsa de Metales de Londres). El precio se expresa en centavos de dólar por libra de cobre, y refleja el valor de un cátodo Grado A con 99,99% de pureza. El precio del concentrado de cobre depende de la calidad del mismo, considerando su concentración y la presencia de contaminantes residuales del proceso.²

¹ En Chile las principales faenas subterráneas de cobre son las divisiones Andina (mixta) y El Teniente (subterránea) de CODELCO. La primera representa un 4% de la producción del país, la segunda un 8% (2015).

² Los que aumentan el costo de procesamiento disminuyendo el valor del concentrado.

1.3. La Minería del Cobre en Chile

La minería del cobre es una de las principales actividades productivas del país desde inicios de la República. En Chile se realizan minería metálica y no metálica; en la metálica destacan el cobre, el oro, la plata, el zinc y el plomo. Existen yacimientos polimetálicos, que permiten producir cobre y otros minerales como subproducto. El subproducto más importante en Chile es el molibdeno, pero también se encuentran yacimientos de cobre con producción de oro, plata y otros.

1.3.1. Breve historia de la Minería del Cobre en Chile

En 1803, cuando la era colonial llegaba a su fin, el empresario Juan Egaña presentó un informe al Real Tribunal de Minería dando cuenta del estado de la industria minera en Chile, y constatando la existencia de alrededor de 200 minas, en su mayoría de cobre.

Aunque no tan llamativa como la extracción de plata o salitre, la minería del cobre tuvo un papel relevante en el siglo XIX. La revolución industrial generó desde la segunda década del siglo XIX una importante demanda de cobre, la que comenzó a ser satisfecha por productores chilenos, y desde 1825 los embarques con destino a las fundiciones de Swansea en Inglaterra aumentaron notablemente. En 1831 la introducción del horno reverbero de Charles Lambert revolucionó la fundición de cobre al permitir el aprovechamiento de los sulfuros, que antes eran abandonados. En la década de los años 1840 se introdujo el carbón de piedra como combustible de horno, y se instalaron fundiciones en Coquimbo, Tongoy y Guayacán para fundir el mineral del recientemente descubierto yacimiento de Tamaya.³ En 1852 y gracias a Tamaya, se elevó la producción de cobre haciendo de Chile el principal exportador mundial con 52 mil toneladas métricas (1876), cerca del 40% de la producción mundial. El auge no fue sostenible, y en 1899 Chile redujo su producción a la mitad debido a la caída en los precios a partir de 1875, el agotamiento de los yacimientos de alta ley, y el atraso tecnológico. Adicionalmente, los empresarios chilenos no lograron acceso a financiamiento para modernizar las operaciones, motivando la venta de yacimientos a empresas extranjeras. Hacia 1905 la participación de Chile era de 4%.

La solución al deterioro en las leyes fue explotar el cobre porfídico. En los pórfidos el cobre es menos de un 2% de cada tonelada de material extraído, lo que requirió un cambio tecnológico considerable, tanto para la extracción como para el procesamiento. También implicó realizar grandes inversiones para poder operar de manera rentable.

³ José Tomás Urmenenta, *un empresario del siglo XIX*. Ricardo Nazer, Colección Sociedad y Cultura Centro de Investigaciones Diego Barros Arana, DIBAM 1993.

El desarrollo de nuevas tecnologías en Estados Unidos, principalmente la flotación, llevó a dicho país a ser el líder mundial de producción de cobre.

Chile contaba con las mayores reservas mundiales de cobre porfídico a lo largo de la cordillera de los Andes, lo que atrajo a empresas norteamericanas a los yacimientos de Chuquicamata y Potrerillos en el norte, y de El Teniente en la zona central. Estas empresas realizaron importantes inversiones para poner en marcha la explotación de los yacimientos, ya denominados “Gran Minería del Cobre”. Hacia fines de los años 1920 dichos yacimientos representaban el 93% de la producción nacional de cobre y el 17% de la producción mundial. Hacia 1945 producirían el 21% del cobre mundial, llevando a Chile a recuperar su sitio como principal productor mundial.

Iniciado el siglo XX el cobre reemplazó al salitre como principal exportación del país, y comenzó a realizar aportes tributarios significativos. El país fue incrementando los tributos a la minería y acumulando capacidades tecnológicas que lo ubicaban en la frontera mundial, un proceso que culminó con la nacionalización de la Gran Minería en 1971, por el que los yacimientos de Chuquicamata, El Salvador y El Teniente pasaron a ser propiedad de la recién creada Corporación Nacional del Cobre (CODELCO). La producción de CODELCO era cercana a 600 mil toneladas anuales (1971), y creció a una tasa anual promedio de 4,2% hasta 1991. En el periodo su participación de mercado aumentaría de 9% a 12%.

Aunque el DL 600 (1974) entregó garantías a la inversión extranjera, esta llegó junto con el retorno a la democracia y el descubrimiento de una serie de yacimientos. En una década el país recibió un flujo de inversión extranjera sin precedentes, cercano a los US\$20.000 millones.⁴ Previo a 1990, por cada dólar que invertía CODELCO se recibía 0,4 dólar de inversión extranjera, cifra que cambió a 2,5 dólares de inversión extranjera por cada dólar de inversión de CODELCO. Esto permitió expandir la producción a una tasa del 11% anual pasando de 1,6 millones de toneladas (1990) a 4,6 millones de toneladas (2000), y reponer a Chile como el principal productor mundial, con casi un tercio de la producción. En perspectiva, la minería representa un tercio del total de inversión extranjera recibido en el país.

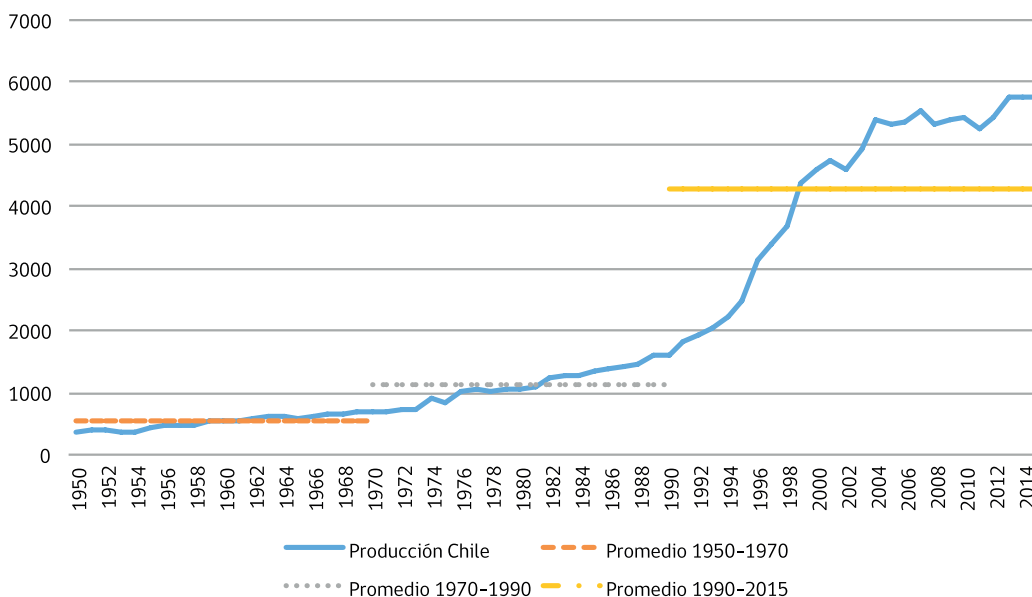
1.3.2. Minería del Cobre en Chile hoy

La minería de cobre ha cambiado su escala en las últimas seis décadas (ver Figura 1.2). Previo a 1990 la producción creció lentamente. El promedio anual entre 1950 y 1970 fue de algo más de medio millón de toneladas, mientras que entre 1970 y 1990 el volumen

⁴ Comité de Inversiones Extranjeras y Manual de Estadísticas Básicas, Gerencia de Estudios y Gestión Estratégica, CODELCO.

se duplicó hasta alcanzar 1,1 millones de toneladas. Entre 1990 y 2010 la producción aumentó más de tres veces, con un promedio de 4 millones de toneladas.⁵ El grueso del alza se dio entre 1990 y 2004.⁶

Figura 1.2. Producción de cobre en Chile 1950-2015 (miles de TMF).



Fuente: Elaboración propia con base en COCHILCO.

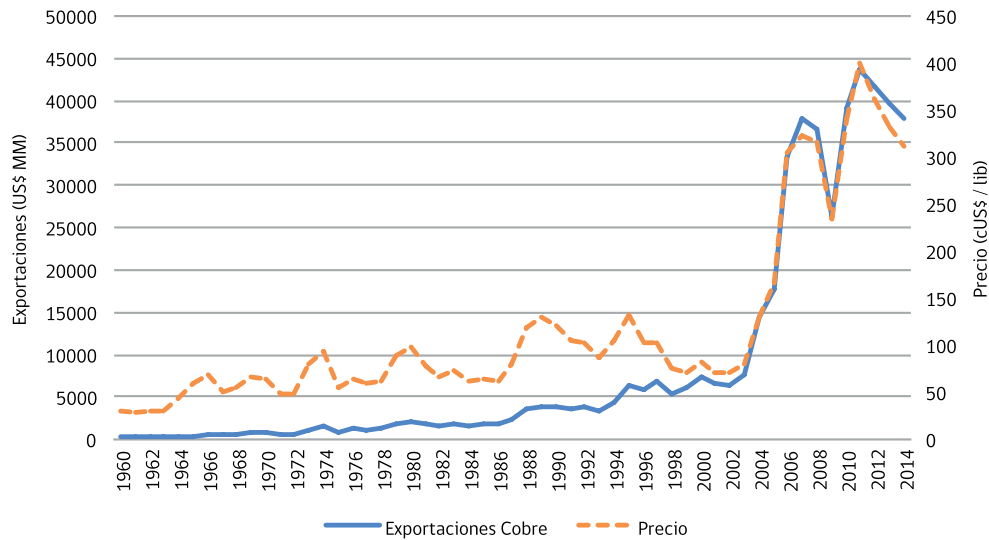
¿Cuánto exportamos de cobre?

El valor del cobre exportado promedió US\$1.400 millones entre 1960 y 1990 (ver Figura 1.3), y en el periodo de mayor expansión 1990-2003 se elevó a US\$5.500 millones. Pero durante el periodo 2004-2014, el llamado "súper ciclo", el valor exportado en promedio cada año alcanzó los US\$34.000 millones. En 2015 se exportó cobre por valor de US\$30.000 millones, un 30% menos del máximo de US\$44.000 millones (2011). Entre 1960 y 1990 el precio se duplicó, mientras que entre 1990 y 2011 se cuadruplicó (todos en dólares corrientes).

⁵ Durante el periodo comenzó la explotación de Escondida, la mayor faena de cobre a nivel mundial.

⁶ Durante el periodo entraron en operaciones 14 faenas que representaron el 58% de la producción de cobre en 2015, incluyendo tres faenas de CODELCO que representan el 39% de la producción de la estatal (2015).

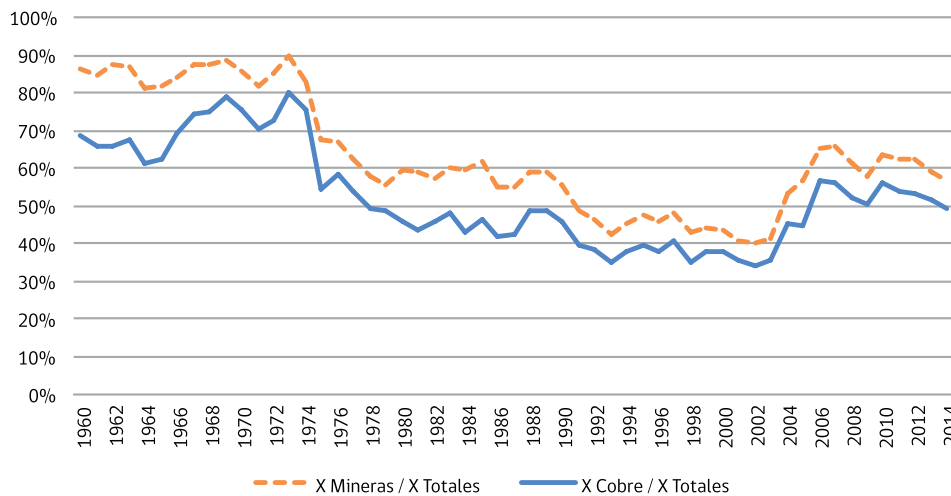
Figura 1.3. Exportaciones y Precio del Cobre (US\$ MM; cUS\$/lib).



Fuente: Elaboración propia con base en COCHILCO.

Durante el último siglo la minería del cobre ha sido la principal exportación de Chile, siempre explicando más de un tercio del valor. Entre 1960 y 2015 el cobre promedió 52% del total exportado (ver Figura 1.4). En 2015 la exportación de cobre alcanzó un 48% del valor exportado, y un 12% del PIB.

Figura 1.4. Exportaciones Cobre y Minería 1960-2015 (%).



Fuente: Elaboración propia con base en COCHILCO.

En 2015 Chile fue el principal productor de Cobre (30,5%), seguido por China (9,4%) y Perú (8,6%) (ver Figura 1.5). El país cuenta con las mayores reservas del mundo (29,2%), seguido por Australia (12,2%) y Perú (11,4%) (ver Figura 1.6).

Figura 1.5. Producción de cobre en 2015 (% participación mundial).

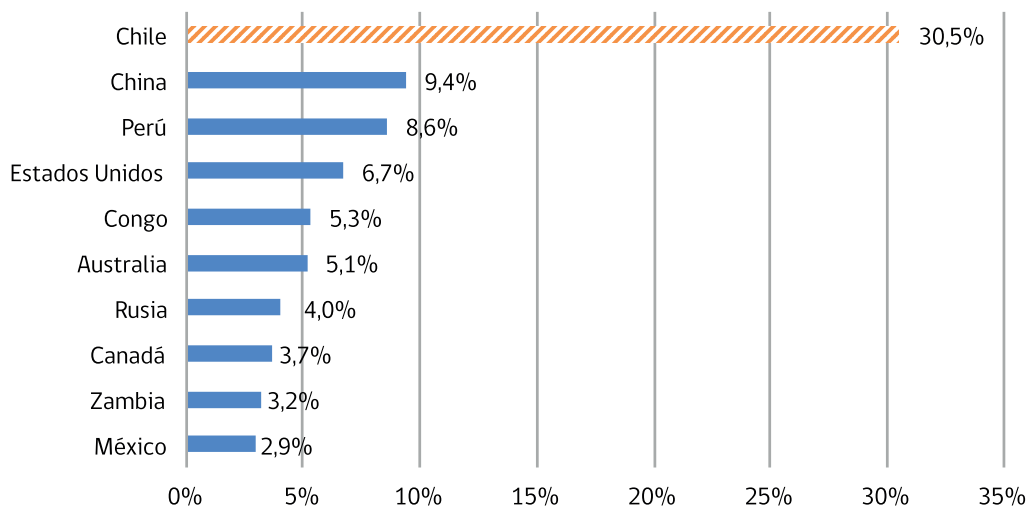
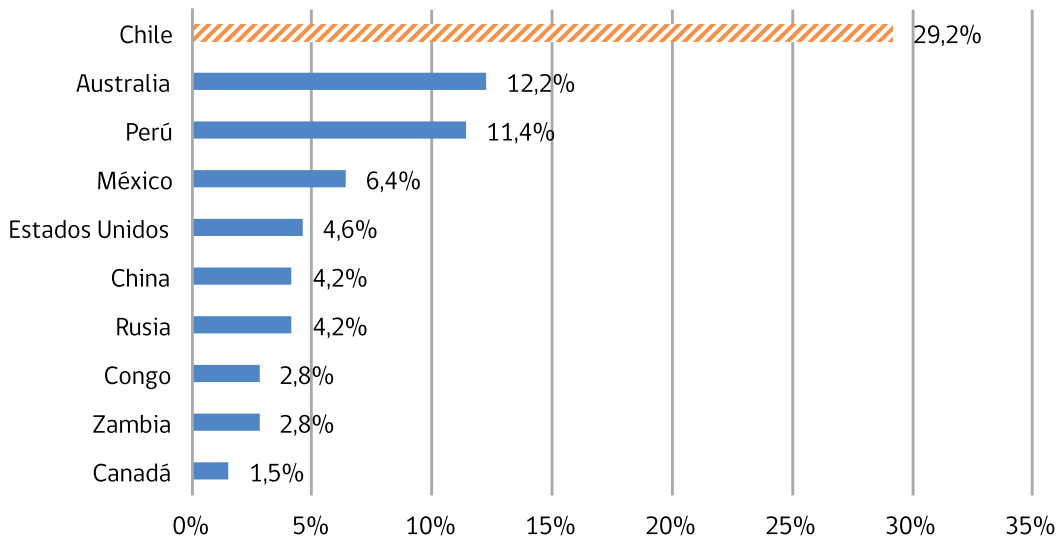


Figura 1.6. Reservas de Cobre en 2015 (% participación mundial).



Fuente: Elaboración propia con base en US Geological Service.

¿Qué y adónde exportamos?

El cobre se produce refinado (cátodos y blíster) o a granel (concentrado), y durante la última década los segundos han ganado participación en las exportaciones, enviados a fundiciones y refinерías, principalmente a China (ver Figura 1.7).

Durante el periodo 1990–2015 Asia se consolidó como el destino más relevante para las exportaciones chilenas de cobre, pasando del 38% al 74% (ver Figura 1.8), lo que ocurrió en desmedro de las exportaciones a Europa que pasaron de ser el 48% (1990) a apenas 12% (2015). Las exportaciones a América, principalmente Estados Unidos, se situaron en torno al 14% durante los años 1990 para alcanzar un máximo de 28% (2001) y descender a 13% (2015). La expansión de Asia se explica por la irrupción de China en el mercado, que pasó de recibir apenas el 0.2% (1990) al 12% (2000). En 2015 China representa el principal destino de las exportaciones cupríferas chilenas, con un 43% de nuestro cobre. Le siguen Japón (11%) y Corea del Sur (8%).

Figura 1.7. Exportaciones por categoría 2000–2015 (%).

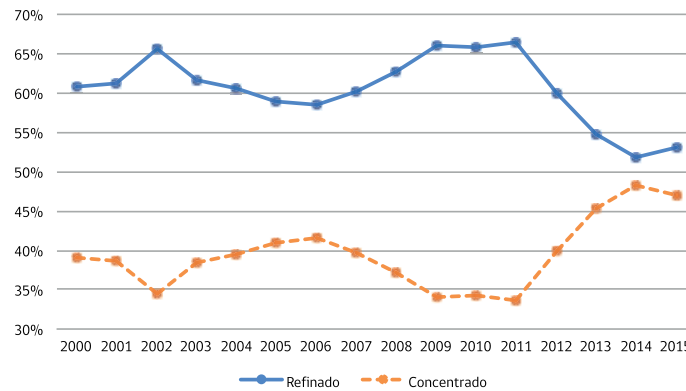
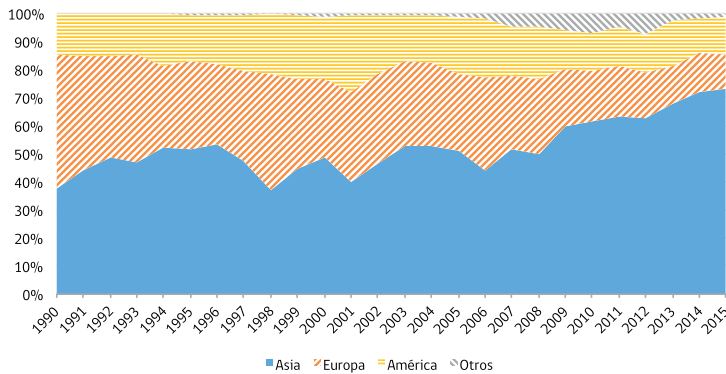


Figura 1.8. Destino de las Exportaciones 1990–2015 (%; US\$ corrientes).



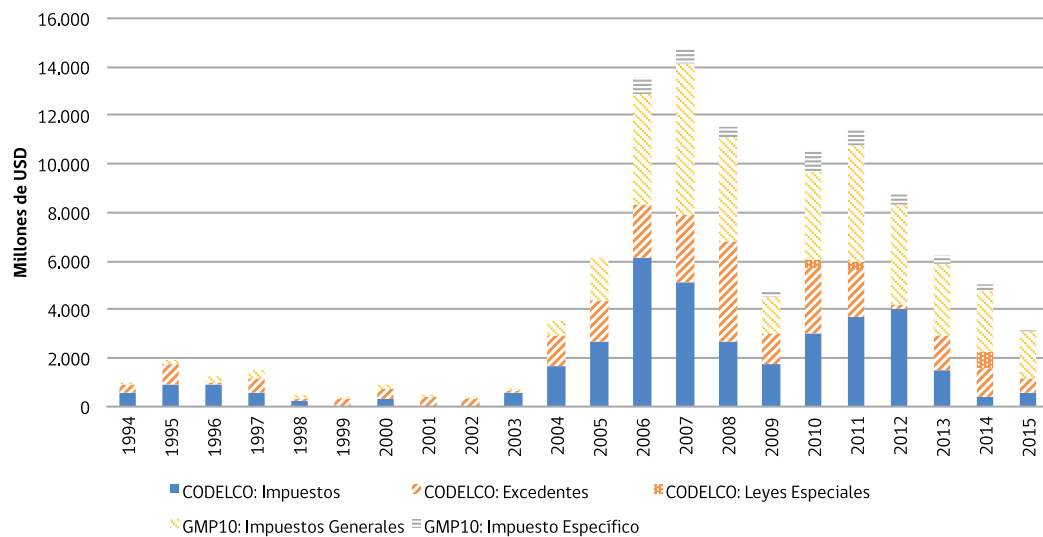
Fuente: Elaboración propia con base en COCHILCO.

¿Cuál es el aporte del cobre al Fisco?

Entre 1994 y 2003 el aporte de la minería a los ingresos fiscales fue de un 5,9% promedio, aunque entre 2004 y 2014 se triplicó (por el alza equivalente del precio) alcanzando un promedio anual de 19,6% (ver Figura 1.9). Esto permitió la acumulación de más de US\$20.000 millones en los Fondos Soberanos.⁷ En 2015 el aporte retornó a los niveles previos al súper ciclo, explicando un 6,1% de los ingresos fiscales.

Incluyendo a las empresas estatales (CODELCO y ENAMI) la minería aportó al fisco US\$96.000 millones en el periodo 2004-2014, un monto diez veces mayor al de la década previa (ver Figura 1.10). Es relevante notar que el precio del cobre, y por ende su impacto en ingresos fiscales, presenta alta volatilidad en términos reales (ver Figura 1.11).

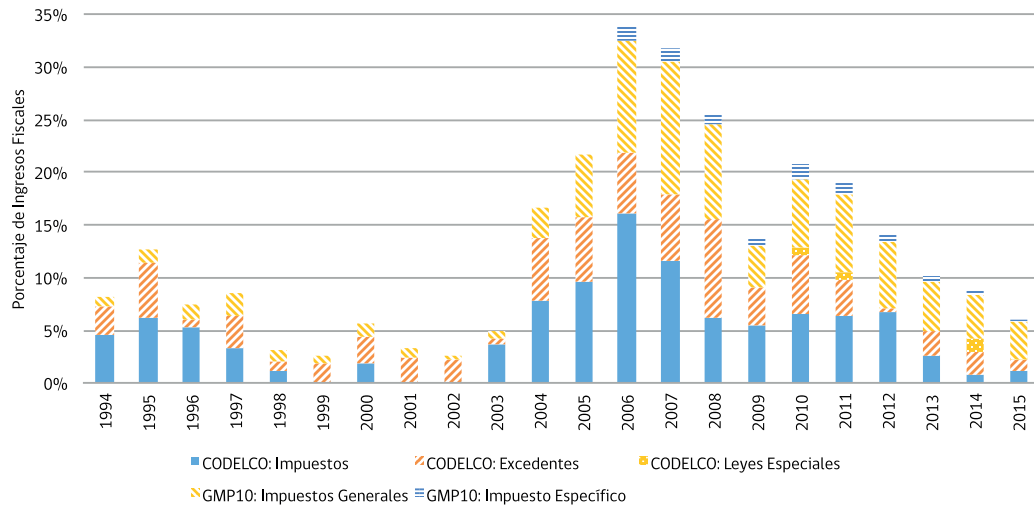
Figura 1.9. Participación del cobre en ingresos fiscales 1994-2015 (%).



Fuente: Elaboración propia con base en DIPRES.

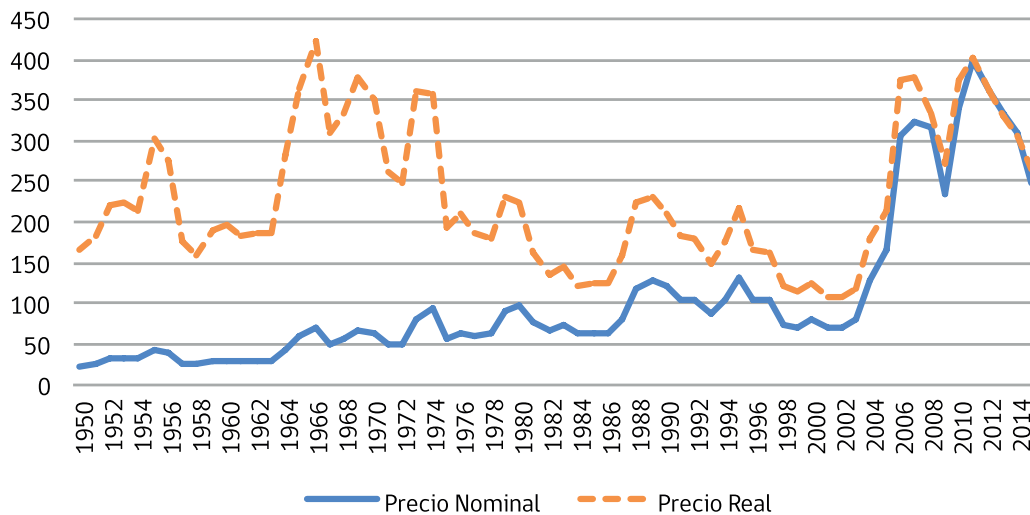
⁷ Fondo de Reserva de Pensiones (FRP) y Fondo de Estabilización Económica y Social (FEES).

Figura 1.10. Evolución del aporte del cobre al fisco 1994-2015 (US\$ MM).



Fuente: Elaboración propia con base en DIPRES.

Figura 1.11. Evolución del Precio del Cobre 1950-2015 (cUS\$/lib).



Fuente: Elaboración propia con base en COCHILCO.

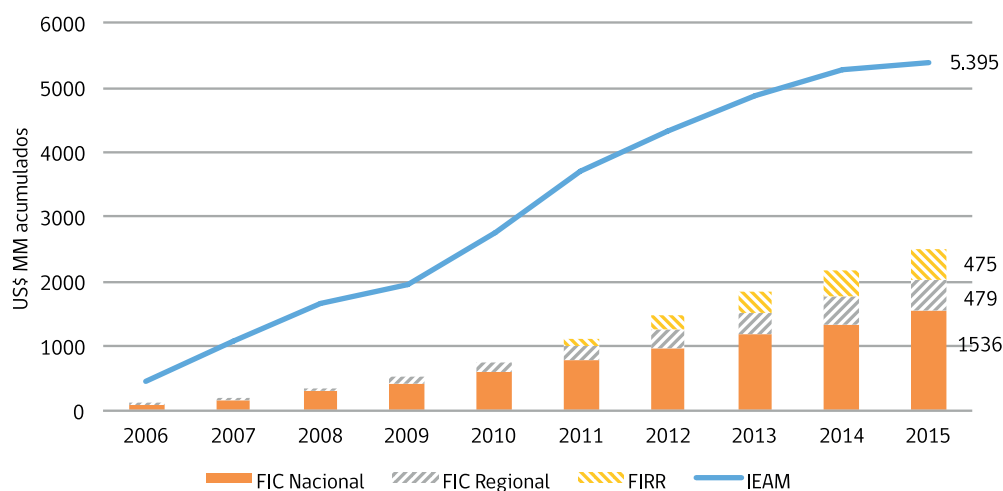
Nota: Precio Real con base 2012=100.

¿En qué se ha utilizado el Impuesto Específico a la Actividad Minera?

El Impuesto Específico a la Actividad Minera (IEAM) –el *royalty*– es la retribución por la explotación del recurso que realizan las empresas mineras. Creado en 2005,⁸ se destina a dos fondos (el Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC), y el Fondo de Inversión y Reconversión Regional (FIRR)) que buscan fomentar la sustentabilidad económica en el largo plazo mediante la inversión en innovación, y en beneficiar a las regiones del país, especialmente las mineras. El FIC destina recursos a proyectos de investigación científica, innovación empresarial, transferencia tecnológica y emprendimiento, y la mayor parte de las transferencias se hace a agencias públicas (CORFO y CONICYT principalmente) con un 74% (2006–2016) y a proyectos regionales (FIC regional) con un 24%. El FIRR, creado en 2010, busca disponer de recursos para obras de desarrollo regional y municipal.

Los ingresos brutos acumulados por el IEAM ascienden a unos US\$5.400 millones, mientras que los gastos presupuestados a través de los fondos relevantes (FIC y FIRR) fueron de casi US\$2.500 millones (ver Figura 1.12). La diferencia se ahorra en el Fondo de Reserva de Pensiones y en el Fondo de Estabilización Económica y Social.

Figura 1.12. Montos acumulados de Ingresos por IEAM, y Presupuesto FIC/FIRR.



Fuente: COCHILCO con base en DIPRES.

⁸ El actual IEAM, tras su modificación en 2010, grava progresivamente la renta operacional de una empresa minera dependiendo de sus ventas anuales. La tasa marginal va desde 5% a 34,5% dependiendo de la renta operacional, y la tasa efectiva va desde 5% a 14%. El IEAM es deducible de la base imponible para el impuesto a la renta que pagan todas las empresas. Las empresas mineras con ventas anuales entre 12.000 y 50.000 toneladas métricas de cobre fino o equivalentes son gravadas con una tasa menor mientras que las empresas con ventas anuales inferiores a 12.000 toneladas no son afectadas por el IEAM.

¿Cuánto gastan Chile y la minería en I+D?

Es un hecho conocido que Chile gasta menos en I+D que el promedio de los países de la OCDE y referentes en minería. La Tabla 1.1 muestra las amplias diferencias con Australia. Si bien Australia duplica el ingreso *per cápita* de Chile, las diferencias en innovación exceden significativamente dicha brecha: un gasto en I+D cinco veces mayor como % del PIB, y 18 veces mayor en número de investigadores. La composición del gasto también difiere, pues en Chile la mayor parte la realiza el Estado, y la participación del sector privado es la mitad que en Australia. El gasto privado en I+D por trabajador australiano es aproximadamente 26 veces el chileno.

Tabla 1.1. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Australia y Chile (2010*).

Indicador	Australia	Chile
Gasto en I+D (% PIB)	2,2%	0,3%
Gasto Privado en I+D (% I+D total)	61,1%	29,6%
Gasto Universidades en I+D (% I+D total)	24,2%	38,5%
Gasto Público en I+D (% I+D total)	12,1%	3,7%
Gasto Privado sin fines de lucro en I+D (% del I+D total)	2,6%	28,2%
Gasto Privado en I+D por trabajador (US\$ PPP)	1.039	39
Número de Investigadores (total)	92.649	5.440
Investigadores en Sector Privado (n°)	36.309	1.298
Investigadores en Sector Público (n°)	8.283	292
Investigadores en Educación Superior (n°)	53.588	3.274

Fuente: Elaboración propia con base en OCDE.

Nota: Número de investigadores refiere a equivalente en jornadas completas.

* Años son 2010 o último disponible.

Pese a las diferencias absolutas y relativas respecto de países referentes, en Chile la minería cumple un rol relevante en el gasto en I+D. Por ejemplo, CODELCO gastó US\$60 millones aproximadamente durante 2015, pero superó los US\$100 millones en años de súper ciclo. Por otro lado, la presencia de empresas mineras transnacionales sugiere que el país debiera beneficiarse de la I+D que estas realizan en sus países de origen. Adicionalmente, existen iniciativas público-privadas relevantes como los Centros de

Excelencia Internacional (CEI) financiados por CORFO. Estos representan una inversión de aproximadamente US\$4 millones anuales, de los cuales un máximo de US\$2 millones son financiamiento público basal. De los 13 CEI existentes, tres se enfocan principalmente en minería: CSIRO-Chile, Emerson, Sustainable Mining Institute; y al menos otros dos han participado en proyectos mineros (Fraunhofer y Telefónica). Con todo, el esfuerzo público y privado en I+D en la minería no alcanza el 1/2% de las ventas del sector.

A pesar que Chile posee un nivel de gasto en I+D menor al de otros países referentes, ha avanzado en generar un diagnóstico consensuado de los desafíos tecnológicos a abordar, materializado en la Hoja de Ruta Tecnológica del Programa Nacional de Minería Alta Ley.

1.3.3. Institucionalidad Minera en Chile

La institucionalidad adecuada para un sector de recursos naturales requiere de una serie de organismos y normativas, entre otras: i) un marco legal de derechos de propiedad que dé gobernanza a la exploración y explotación, ii) un marco administrativo para la extracción, iii) políticas productivas que regulen la actividad minera (industrial y artesanal), iv) un sistema de impuestos generales y específicos, v) políticas vinculadas a la salud y seguridad de los trabajadores y al impacto sobre el medio ambiente, y vi) una base de información geológica relevante que catastre las reservas.

El sistema de propiedad minera vigente se basa en el otorgamiento de concesiones de exploración y explotación por parte del Poder Judicial. En materia jurídica, el Código de Minería se ha mantenido estable desde su creación en 1981, y la Ley Orgánica Constitucional de Concesiones Mineras es la única de ese tipo (LOC) que permanece invariable desde el retorno a la democracia.

El Ministerio de Minería fue creado en 1953 y su misión es liderar el desarrollo de políticas públicas en torno a la minería, con el fin último de aumentar la contribución de dicha actividad al desarrollo nacional.

La Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO), creada en 1976, es un organismo descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio. Su misión es asesorar al Gobierno en la elaboración, implementación y fiscalización de políticas, estrategias y acciones que contribuyan al desarrollo sustentable del sector minero de cobre. Adicionalmente, debe resguardar los intereses del Estado en sus empresas mineras, fiscalizando y evaluando su gestión e inversiones. COCHILCO apoya al Ministerio de Minería en la formulación de políticas públicas, y el ministro es parte de su directorio.

El Servicio Nacional de Minería y Geología (SERNAGEOMIN) es un organismo descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio. Su misión es asesorar al Ministerio de

Minería y contribuir con los programas de gobierno en el desarrollo de políticas mineras y geológicas. En SERNAGEOMIN recaen funciones de seguridad en minería, recopilación de información geológica y cierres de faenas, entre otras.

La Corporación Chilena del Cobre (CODELCO), creada tras la nacionalización del cobre en 1971, es una empresa autónoma, propiedad del Estado chileno, cuyo principal negocio es la exploración, desarrollo y explotación de recursos mineros de cobre y subproductos, y su comercialización. CODELCO produce un 10% del cobre mundial y posee las mayores reservas con 8% del total. Su producción supera la de países como China y Perú, el segundo y tercer productor mundial, respectivamente, y sus reservas a las de países como México y Estados Unidos.

La Empresa Nacional de Minería (ENAMI), creada en 1960, es una empresa de fomento a la pequeña y mediana minería. ENAMI tiene por objetivo promover el desarrollo de dichos segmentos y permitirles acceder a los mercados internacionales. La empresa provee asistencia técnica y financiera, y también compra, procesa y comercializa minerales.

A la institucionalidad pública se suma la Sociedad Nacional de Minería (SONAMI) y el Consejo Minero, asociaciones gremiales de productores mineros. SONAMI agrupa a todas las empresas mineras, mientras que el Consejo Minero a los 16 mayores productores. Los proveedores al sector se agrupan en la Asociación de Proveedores Mineros Industriales (APRIMIN), la Asociación de Industriales de Antofagasta (AIA), y Minería Innovadora y Exportadora (MINNOVEX). Los trabajadores se agrupan principalmente en la Federación de Trabajadores del Cobre (FTC), la Federación de Supervisores de CODELCO (FESUC), la Federación Minera de Chile (FMC), la Federación de Supervisores de la Minería (FESUMIN), entre otras.

Esta institucionalidad es bastante completa en términos de organismos y funciones, y compleja en su interacción. CODELCO explora y produce. COCHILCO y SERNAGEOMIN realizan catastros de la actividad minera, definen políticas y supervisan. ENAMI potencia la pequeña y mediana minería. Además existen asociaciones gremiales y laborales capaces de articular las visiones e intereses de los actores privados del sector, tanto de empresas mineras como de proveedores; y agrupaciones que resguardan los intereses de los trabajadores mineros.

Hallazgo 1.1. La minería y sus proveedores constituyen el sector más importante de la economía chilena en una serie de indicadores relevantes para el desarrollo económico y social. Chile presenta una clara ventaja comparativa en el sector minero en general, y en minería de cobre en particular. El país no alcanzará los niveles de desarrollo económico y social deseados si no expande la actividad del sector, y ello no ocurrirá sin el esfuerzo de actores públicos y privados.

Hallazgo 1.2. El ecosistema en torno a la minería es completo en términos de organismos y funciones, y muy complejo en su interacción. Ningún otro se le compara a nivel nacional: i) empresas grandes, medianas y pequeñas, ii) de propiedad del Estado, de empresas transnacionales y de capitales locales, iii) un importante sector de proveedores, nacionales y extranjeros, iv) grupos organizados de trabajadores, v) asociaciones que representan a empresas, proveedores y trabajadores, y vi) agencias especializadas del Estado y el Gobierno. Por su complejidad, el sector está en una posición privilegiada para lograr acuerdos e implementar políticas de largo plazo en una estrategia nacional de desarrollo minero.

Institucionalidad y nuevos proyectos

Chile es una potencia minera. Como hemos relevado en este capítulo, el sector es fundamental para el desarrollo económico y social del país, a nivel de aporte al PIB, exportaciones, ingreso fiscal, destino de inversiones extranjeras, y otros. Considerando el nivel de inversión acumulado, tanto en capital físico como humano, y las condiciones naturales del país, es evidente que en el futuro la minería seguirá siendo un sector muy relevante en la economía. Con cerca de un tercio de las reservas mundiales de cobre, Chile posee condiciones geológicas privilegiadas para atraer inversiones, pero debe contar con los mecanismos institucionales para evaluarlas adecuadamente.

El sector depende del desarrollo de grandes proyectos de inversión, sean expansiones de operaciones existentes o nuevas operaciones, los que a su vez se desarrollan dentro de un marco institucional. Con elevados estándares ambientales, sociales y económicos en conjunto con procesos eficientes y coordinados, reglas claras y baja incertidumbre, la industria minera puede ser un gran actor en el desarrollo del país. Ello requiere de mayor eficiencia en la gestión pública de varias agencias del Estado, y de mayor coordinación público-pública, para ganar eficiencia y disminuir los tiempos de aprobación o rechazo de grandes proyectos. El “repertorio de permisos y obligaciones normativas para un proyecto minero” lista unos 2.067 artículos normativos de aplicación sobre proyectos mineros, los que a su vez dan origen a 220 permisos sectoriales necesarios para un proyecto.⁹

Los procesos de evaluación de grandes proyectos de inversión, incluidos los de minería, en Chile toman cuatro y más años. Dichos procesos no necesariamente tienen plazos

⁹ <http://sisnor.minmineria.cl>

definidos para cada una de sus etapas o se desarrollaron en un periodo de duración predecible; también adolecen de superposición de facultades, redundancia y repetición en las solicitudes, y exigen la participación de varios servicios públicos. Por último, existe incertidumbre respecto a sus resultados.

Otros países con importante participación del sector minero en su economía, como Canadá o Australia, han establecido mecanismos que aseguren, tanto a la sociedad como a las empresas, maximizar el número de proyectos, y acelerar su implementación, asegurándose el estricto cumplimiento a las normas ambientales, de seguridad y de respeto a las comunidades originarias y locales. Estos objetivos se cumplen por la vía de: i) la definición clara de obligaciones responsables y criterios a considerar, ii) definición de criterios (claros, transparentes y públicos) y plazos para recibir, procesar, evaluar la información de las empresas, y comunicar el resultado (públicamente y detallando las razones para la aprobación o el rechazo), iii) la existencia de mecanismos de solución de objetivos contrapuestos, iv) la minimización de información duplicada, agencias con mandatos superpuestos, y procesos discrecionales, y v) la certidumbre jurídica respecto de la decisión, incluyendo mecanismos de apelación.

Un aporte a la institucionalidad existente en Chile sería la creación de una Oficina de Grandes Proyectos (OGP) que siguiera los principios de las mejores prácticas internacionales. La OGP estaría a cargo de apoyar y coordinar a los diferentes servicios públicos que intervienen en la evaluación de proyectos, y en la obtención de permisos de los grandes proyectos de inversión. Esto beneficiaría no solo al sector minero, pues energía, infraestructura y otros sectores con proyectos de envergadura también requieren ser apoyados. La OGP tendría tres objetivos fundamentales: i) apoyar al ejecutor del proyecto en su relación con la autoridad, y en cumplir los requisitos exigidos que darían viabilidad al proyecto, ii) apoyar a las agencias del Estado en su coordinación entre sí, y en la relación con el ejecutor, y iii) entregar en el menor plazo posible la decisión sobre el rechazo o aprobación del proyecto. Ejemplos de estas oficinas existen en varios países considerados de mejores prácticas, como Australia y Canadá, y se materializan tanto a nivel federal como regional.

Ciertamente una OGP buscaría racionalizar los procesos asegurándose del cumplimiento del mandato del regulador, y realizarlos de la manera más eficiente y efectiva, encargándose de que ocurran todos aquellos procesos de seguimiento y fiscalización necesarios de manera de asegurar que se realicen oportunamente y acorde a las mejores prácticas. Es fundamental resaltar que el propósito de la OGP es reducir los tiempos de aprobación de proyectos a través de una mayor eficiencia por la vía de la coordinación y seguimiento de las instituciones responsables y la racionalización de trámites y permisos. El objetivo no es, ni debe ser, facilitar la aprobación de proyectos bajando los estándares y exigencias ambientales, de seguridad o de respeto a las comunidades originarias y locales. Por otro

lado, la OGP no es la encargada de hacer la evaluación o de tomar las decisiones técnicas, cada acción evaluadora recae en los organismos competentes, mientras la OGP tiene un rol coordinador. No es una oficina destinada a facilitar al ejecutor su evasión de la regulación, sino destinada a facilitar el cumplimiento de la regulación, pero en un plazo razonable.

El primer modelo de un organismo como este es la Oficina de Gestión de Grandes Proyectos (Major Projects Management Office o MPMO), creada en Canadá en 2007.¹⁰ La MPMO logró mejorar el proceso de evaluación de proyectos a través de un mecanismo regulatorio más predecible y oportuno, con evaluaciones de impacto de alta calidad, y una consulta ciudadana (e indígena en algunos territorios) más consistente, coordinada y significativa. Con esto logró reducir los tiempos de tramitación de los grandes proyectos de 4 a 2 años. British Columbia en Canadá y South Australia en Australia aplican un modelo similar a nivel federal.

Según las mejores prácticas, una OGP debe tener al menos los siguientes componentes:

- Ser ventanilla única (en la iniciación y coordinación del trámite).
- Tener definido el mapa de trámites, permisos y licencias a obtener, así como las entidades responsables.
- Acompañar, apoyar y coordinar a los servicios públicos y las empresas involucrados en el proceso.
- Definir junto a las entidades responsables los plazos razonables, según la magnitud del proyecto y los trámites requeridos para la entrega de una decisión.
- Monitorear y transparentar (en línea) los trámites y sus plazos comprometidos por cada una de las organizaciones públicas involucradas.
- Ser un mecanismo centralizado de transparencia en el proceso, y la decisión final.

En Australia la Comisión de Productividad local definió un plan de acción de cinco criterios para mejorar su sistema utilizando el modelo canadiense como una mejor práctica. La propuesta considera: i) definir claramente los criterios regulatorios (y las prioridades en caso de objetivos en conflicto), ii) reducir la duplicación de permisos, iii) mejorar la

¹⁰ La MPMO se creó con el mandato de: i) asegurar la evaluación oportuna y efectiva de los proyectos a partir de una gestión global de estos (evaluación ambiental, permisos regulatorios y consulta indígena), ii) proveer una ventanilla única de ingreso de proyectos al sistema federal, iii) asignar responsabilidades a lo largo de todo el proceso, y iv) implementar prácticas transversales para mejorar el sistema. Ver <https://mpmo.gc.ca/home>

certeza, transparencia y responsabilidad en el sistema, iv) mejorar plazos y coordinación, y v) proveer una definición clara de los mecanismos de mitigación y condiciones de aprobación.¹¹

Un aspecto importante de las OGP es la transparencia de su gestión. En algunos casos, actores sociales cuestionan la existencia de un ente de apoyo, y ponen en duda su rol de facilitador, asimilándolo a un mecanismo para evitar el cumplimiento de la regulación. Para evitar críticas como esta es fundamental que la OGP sea creada por el Gobierno, con un mandato y responsabilidades claros, y que conduzca sus acciones de manera pública y transparente.

En Chile se ha intentado cumplir la función de una OGP por diversas formas, y tanto el actual como el anterior Gobierno han destinado equipos a coordinar y apoyar la gestión de evaluación de grandes proyectos. Actualmente el Comité Pro Inversión, al alero del Ministerio de Economía, es la entidad que busca cumplir la función de coordinación, aunque aún lejos del nivel de recursos e institucionalización que la haría más efectiva.

Hallazgo 1.3. El proceso institucional chileno de aprobación o rechazo de grandes proyectos es innecesariamente largo y engorroso, poco a tono con las mejores prácticas internacionales.

Recomendación 1.1. Establecer una Oficina de Grandes Proyectos con la función de reducir los plazos de aprobación o rechazo de proyectos mediante una mayor eficiencia y coordinación entre las diversas agencias públicas, nacionales y regionales, que participan en el proceso. La OGP debe ser institucionalizada y dotada de mecanismos de acción similares a los de mejores prácticas internacionales, incluyendo criterios de transparencia.

1.4. Conclusiones

1.4.1. Resumen de Hallazgos

Hallazgo 1.1. Minería y sus proveedores constituyen el sector más importante de la economía chilena en una serie de indicadores relevantes para el desarrollo económico y social. Chile presenta una clara ventaja comparativa en el sector minero en general, y en minería

¹¹ <http://www.pc.gov.au/inquiries/completed/major projects>

de cobre en particular. El país no alcanzará los niveles de desarrollo económico y social deseados si no expande la actividad del sector, y ello no ocurrirá sin el esfuerzo de actores públicos y privados.

Hallazgo 1.2. El ecosistema en torno a la minería es completo en términos de organismos y funciones, y muy complejo en su interacción. Ningún otro se le compara a nivel nacional: i) empresas grandes, medianas y pequeñas, ii) de propiedad del Estado, de empresas transnacionales y de capitales locales, iii) un importante sector de proveedores, nacionales y extranjeros, iv) grupos organizados de trabajadores, v) asociaciones que representan a empresas, proveedores y trabajadores, y vi) agencias especializadas del Estado y el Gobierno. Por su complejidad, el sector está en una posición privilegiada para lograr acuerdos e implementar políticas de largo plazo en una estrategia minera, que serían determinantes en el desarrollo del país.

Hallazgo 1.3. El proceso institucional chileno de aprobación o rechazo de grandes proyectos es innecesariamente largo y engorroso, poco a tono con las mejores prácticas internacionales.

1.4.2. Resumen de Recomendaciones

Recomendación 1.1. Establecer una Oficina de Grandes Proyectos con la función de reducir los plazos de aprobación o rechazo de proyectos, mediante una mayor eficiencia y coordinación entre las diversas agencias públicas, nacionales y regionales, que participan en el proceso. La OGP debe ser institucionalizada, y dotada de mecanismos de acción similares a los de mejores prácticas internacionales, incluyendo criterios de transparencia.



Capítulo 2

Productividad en la Minería del Cobre en Chile



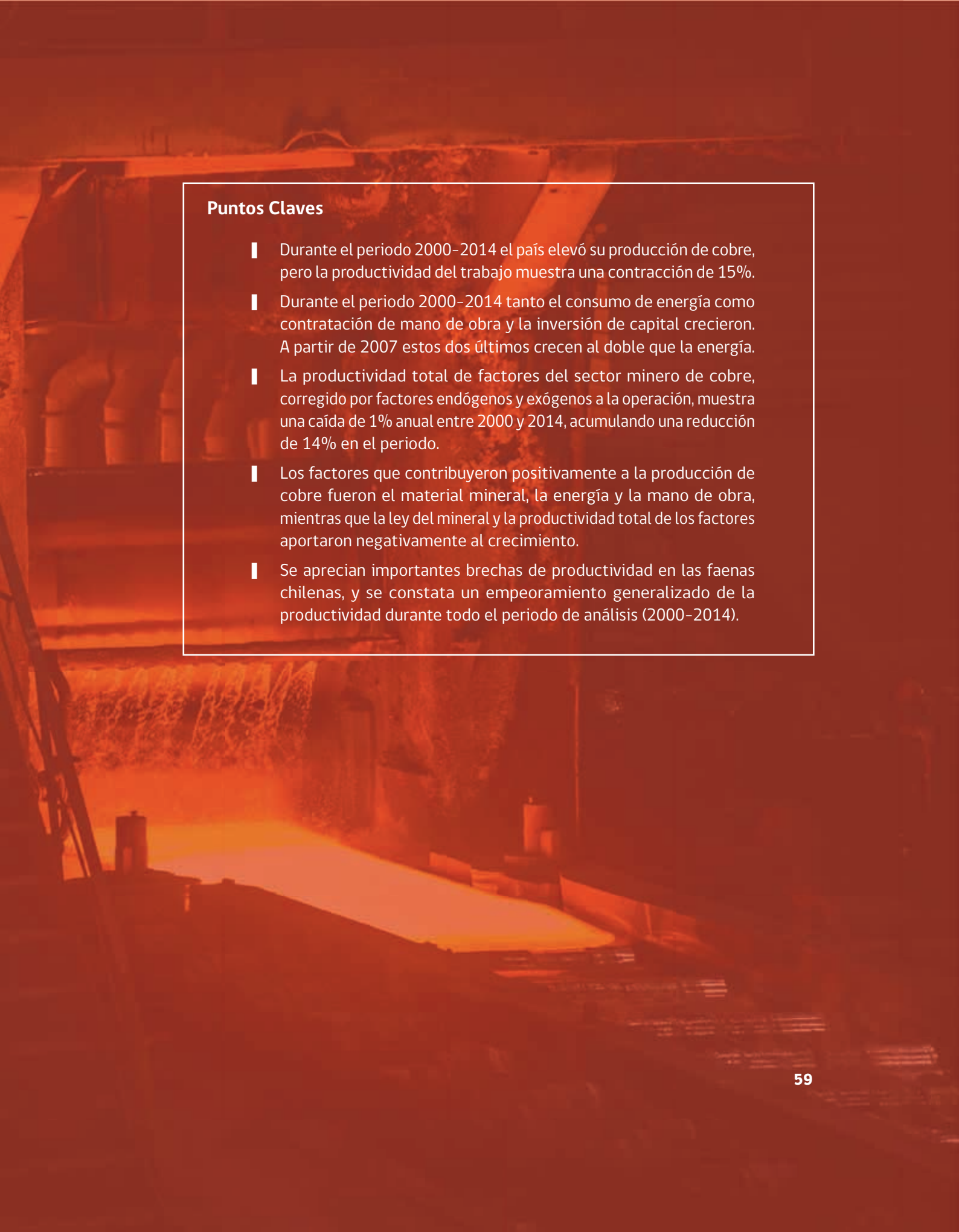
Síntesis

Las estimaciones de productividad minera realizadas en este estudio muestran caídas del orden del 1% anual en el periodo 2000–2014. Esta caída se mantiene usando indicadores de productividad parcial del trabajo (producto por trabajador) y productividad total de factores (PTF). Consideramos que la mejor medida de productividad parcial del trabajo es toneladas de material movido por trabajador –y no valor agregado o toneladas de cobre fino por trabajador– pues esta medida incorpora los efectos asociados a factores exógenos a la gestión de la faena, como la ley del mineral y la razón estéril mineral. Medida de esta forma, la productividad parcial del trabajo muestra una caída acumulada de 15% para el periodo. Usando información a nivel de faenas, se estima la PTF, medida que incluye, además del factor trabajo, el factor capital y otros componentes exógenos asociados al recurso natural.¹² El resultado fue similar a la medida de productividad parcial, con una caída de 14% para el periodo 2000–2014. Estos resultados corroboran el deterioro en la productividad minera indicado por la literatura empírica en Chile, pero muestran una caída menor a la de los estudios previos, principalmente porque estos no corrigen sus medidas por los factores exógenos propios del sector.

Abstract

Our best estimate indicates that mining productivity fell at a rate of 1% per year since the year 2000. This holds using both types of measurements of productivity commonly in use – output per worker (or the partial productivity of labor) and total factor productivity (TFP). We consider that the best measure of output per worker is tons of material moved per worker and not value added or tons of copper per worker, for tons of material moved (correctly) excludes from the measurements of productivity factors, which are exogenous to the mining operation, such as the grade of the ore. Using this measure, we found that the partial productivity of labor fell 15% in the period 2000–2014. We also estimated the total factor productivity at a firm level, a measure that includes not just labor but capital, where capital was adjusted to take into account the long gestation period of mining investment, and where, once again, we corrected for the decline in the grade of the ore. The results were similar. TFP falls 14% between 2000 and 2014. These results corroborate the drop in productivity found in the empirical literature in Chile, but indicate a deterioration substantially less than the majority of such studies, for these do not adjust for the aforementioned exogenous factors, which our measures take into account.

¹² Ley del mineral, Material Mineral y Razón Estéril Mineral.



Puntos Claves

- Durante el periodo 2000-2014 el país elevó su producción de cobre, pero la productividad del trabajo muestra una contracción de 15%.
- Durante el periodo 2000-2014 tanto el consumo de energía como contratación de mano de obra y la inversión de capital crecieron. A partir de 2007 estos dos últimos crecen al doble que la energía.
- La productividad total de factores del sector minero de cobre, corregido por factores endógenos y exógenos a la operación, muestra una caída de 1% anual entre 2000 y 2014, acumulando una reducción de 14% en el periodo.
- Los factores que contribuyeron positivamente a la producción de cobre fueron el material mineral, la energía y la mano de obra, mientras que la ley del mineral y la productividad total de los factores aportaron negativamente al crecimiento.
- Se aprecian importantes brechas de productividad en las faenas chilenas, y se constata un empeoramiento generalizado de la productividad durante todo el periodo de análisis (2000-2014).

2.1. Introducción

Durante los últimos 15 años los países productores de materias primas han registrado un declive en la capacidad productiva de los sectores económicos asociados a los recursos naturales, generando también un impacto negativo en la productividad agregada de la economía.¹ En Chile esta situación se confirma con una desaceleración de la productividad a nivel agregado, y con una caída importante en productividad por parte del sector minero.² El Informe Anual de la CNP 2016 encontró que la tasa de crecimiento de la productividad total de factores (PTF) de la economía se desaceleró desde un 2,3% al año en los noventa a apenas un 0,1% al año en los años 2000. La causa fundamental de ello fue la caída en la productividad minera, del orden de -9% al año desde el año 2000, lo cual dista significativamente de su crecimiento, sobre 2% al año, en la década de los años 1990.

Sin embargo estas medidas se basan en estimaciones tradicionales de la productividad, lo que significa que, para el caso de los sectores de recursos naturales, la información utilizada en la estimación no logra corregir por factores intrínsecos al recurso natural. Este capítulo pretende mejorar la medición incorporando factores específicos a la minería, normalmente ignorados, y aprovechando la información disponible a nivel de operaciones.

La literatura económica utiliza diferentes indicadores para analizar la evolución productiva de un sector. Un indicador usado con frecuencia en minería es la productividad parcial del trabajo,³ medido como toneladas de cobre fino producido por trabajadores. Aunque esta métrica es simple de calcular, presenta sesgos importantes que afectan el análisis; los más significativos: i) que no considera factores exógenos que determinan la capacidad productiva, tales como ley del mineral, o la razón estéril mineral (REM),⁴ y ii) que no incorpora otros factores involucrados en el proceso, como la cantidad o tipo de equipamiento (capital), y el plazo en que el capital entra en operación. Al ignorar estos efectos se imputan erróneamente a la medida de productividad los efectos provenientes de otras fuentes.

¹ Por ejemplo, según la OCDE, el valor agregado por hora trabajada en el sector minería y servicios básicos en Noruega cayó en promedio un 4% al año durante el periodo 2000-2015. En Australia el mismo indicador cayó en promedio un 5% al año (2000-2011), mientras que en Canadá mostró una caída promedio de 1% al año (2007-2013).

² Comisión Nacional de Productividad, Informe Anual 2016.

³ Según el manual OCDE (2001, Anexo I), la relación entre el producto y uno de los factores productivos en particular (trabajo, p.e.) se puede definir como productividad del factor o productividad parcial del factor.

⁴ Del 100% del material que se mueve en una mina, una proporción es estéril y termina en botaderos, y otra es material mineral que continúa su proceso para la obtención de cobre. La "ley del mineral" se refiere a la proporción de cobre que hay en el material mineral. Una faena con mayor relación estéril material pierde competitividad pues debe focalizar esfuerzos en mover más material estéril.

Dado que las mediciones tradicionales de productividad ignoran las variaciones en la ley del mineral, un deterioro en esta (como se dio en los últimos años) es capturado como menor productividad.⁵ En palabras simples, se debe cargar, transportar, y procesar mayor material para extraer la misma cantidad de cobre fino,⁶ pero no porque los insumos sean menos efectivos, sino porque la calidad del recurso empeoró entregando menos cobre por la misma cantidad de recurso natural. Así, los estudios que usan como métrica de productividad el cobre fino producido (o el valor agregado) por trabajador, muestran para el periodo 2000-2015 caídas acumuladas del orden del 50% (o más). Esto se traduce en una sobrestimación del deterioro en la capacidad productiva conjunta de los insumos, al ignorar la reducción de la ley del mineral. Este estudio corrige dicha sobrestimación ocupando como métrica de productividad parcial las toneladas de material movido⁷ por unidad de trabajo, en lugar de la de cobre producido. Esta forma de medir productividad se hace cargo de los factores geológicos mencionados en el punto i) anterior, pues el material movido⁸ incorpora tanto la ley del mineral como la razón estéril mineral.

No obstante, la medida es parcial y puede seguir sesgada al no incorporar el impacto de otros factores productivos que inciden en la capacidad productiva, aquellos del punto ii) anterior. Por ejemplo, un equipo con mayor capacidad de carga eleva el volumen de material movido por trabajador, pero esta mejora no se debe a una mayor productividad sino a una mejora de capital. Para remediar esta deficiencia se emplea la productividad total de factores (PTF), una medida que considera el conjunto de factores o insumos en uso. Aunque la PTF del sector es un mejor indicador, tradicionalmente se ignoran los factores exógenos antes mencionados. Esto implica que faenas con mayor ley lucen más productivas de lo que realmente son, e inversamente, con un deterioro en la ley del mineral, figura como caída en productividad algo ajeno a la gestión de la operación. Por lo tanto, una mejor estimación de PTF debe considerar incorporar dichos factores asociados al recurso natural, además de capital y mano de obra. En el caso particular

⁵ En el caso de la PTF se observa una caída en su índice, mientras que en el caso de la productividad parcial se observa como una menor cantidad de cobre fino producido habiendo realizado una labor similar.

⁶ Lo que repercute en los índices de productividad, ya sea PTF, parcial, marginal, y otros.

⁷ El material movido consiste en: i) una proporción de rocas sin valor mineral, llamado lastre, que van a parar a botaderos; y ii) la otra proporción que resulta ser el material mineral del cual se obtiene cobre.

⁸ Considera tanto el material mineral como el lastre. La cifra se obtiene basada en datos de COCHILCO a partir de la ley promedio por faena más la tasa de recuperación que entrega un estimativo del mineral extraído, mientras que haciendo uso de la razón lastre mineral se obtiene el material movido por faena.

del modelo utilizado en este capítulo, se incorporan tres factores: i) ley del mineral, ii) material mineral, y iii) razón estéril mineral.⁹

Por último, un detalle importante del proceso de estimación es reconocer que los tiempos de maduración en las inversiones también afectan la medida de PTF, dado que la inversión realizada en minería no comienza a dar frutos en el año en que se contabiliza, sino en periodos posteriores. Es decir, el capital instalado no se utiliza en toda su capacidad desde el primer momento, lo que hace que la PTF caiga cuando la inversión se incrementa en forma importante en periodos cortos, como ocurrió durante la segunda mitad de la década del año 2000. Las estimaciones que utilizan esta metodología, sin considerar la maduración de los proyectos, muestran caídas de la PTF en torno a 60-75% para el mismo periodo de análisis.

La estimación correcta en la productividad de un sector basado en recursos naturales debería considerar todos los factores antes mencionados. Con ello en mente, este estudio realizó una estimación de productividad a nivel de faenas chilenas, considerando: i) el uso del capital,¹⁰ ii) el nivel de empleo, iii) la ley del mineral; iv) la razón estéril mineral, y v) el material mineral. Nuestra estimación confirma que la productividad de los factores ha caído durante los últimos 15 años, aunque a niveles inferiores a los usualmente reportados en la literatura empírica para Chile.

El capítulo se estructura de la siguiente manera. En la sección 2.2 se examina la productividad en la Gran Minería del Cobre. La sección 2.3 se realiza un análisis de la Productividad Total de Factores en esta industria. En la sección 2.4 se discute la evolución de la productividad parcial del trabajo, y la sección 2.5 presenta los resultados y conclusiones del capítulo.

2.2. Productividad en la Gran Minería del Cobre en Chile

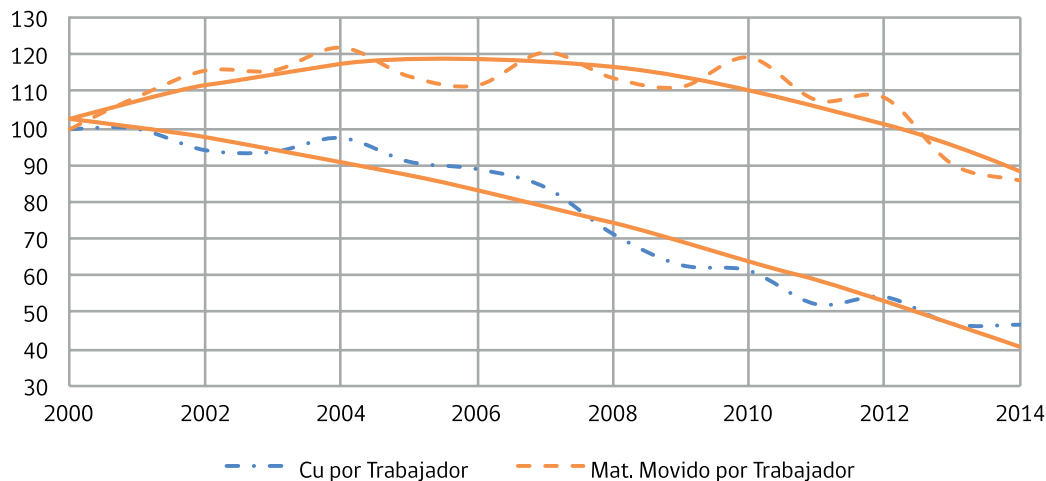
La Figura 2.1. presenta la evolución de la productividad parcial del trabajo en Chile considerando cobre fino (línea azul) y material movido (línea roja) por trabajador. Las líneas discontinuas muestran la evolución efectiva de las series, mientras que las líneas continuas muestran la tendencia (no lineal) de las series. Utilizando como medida el

⁹ Del material movido, dada una cierta razón estéril mineral (REM), se obtiene una cantidad de material mineral que termina siendo procesado en las plantas, y condicional en la ley del mineral que presenta este material mineral, se termina obteniendo cobre. Es decir, el REM, el material mineral y la ley del mineral ayudan a explicar el impacto del recurso natural en la producción de cobre.

¹⁰ Incluyendo energía como proxy, o ajustando la intensidad de uso del capital por dicha variable. Para los casos donde se utilizó el capital o capital ajustado por intensidad, la variable capital se rezaga un periodo para considerar el efecto de la maduración del proyecto. En el caso de la variable energía, esta captura la intensidad de uso del capital en cada momento del tiempo.

cobre producido por trabajador, se observa una caída en productividad de 54%. Según esto, y al no considerar el efecto de los factores asociados al recurso natural, se interpreta (sobre una misma unidad de trabajo) que en el año 2014 se producía la mitad de cobre fino que en 2000. Como se explicó, el indicador atribuye erróneamente los deterioros geológicos a la capacidad productiva del trabajador, pues, aunque este mantenga su capacidad productiva (mueve la misma cantidad de material), un incremento en el REM o un deterioro en la ley significará necesariamente una caída en la producción de cobre. Utilizando material movido por trabajador (línea roja en la Figura 2.1) se corrige por tales efectos, lo que significa una caída mucho menor en productividad, en torno al 15%.

Figura 2.1. Productividad Minería del Cobre en Chile (Base 2000 =100).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de COCHILCO.

De hecho, se observa que el índice aumenta (2000–2004), se estabiliza (2004–2006), y luego cae sostenidamente (2007–2014). Esta evolución es compatible con una hipótesis comúnmente aceptada, que describe la industria minera chilena mejorando su productividad tras la masiva entrada de capital, tecnología y prácticas organizacionales de los grandes productores mundiales que ingresaron a Chile en los noventa, estabilizándose al alcanzar cierta madurez previa al súper ciclo, para luego deteriorar sus niveles de productividad en la segunda mitad del 2000. En definitiva, la caída en la productividad minera chilena (medida como material movido por trabajador) se presenta como un fenómeno que se ha acentuado los últimos años, con un crecimiento promedio de 5% entre 2000 y 2004, de 0% entre 2004–2007, y de -5% entre 2007 y 2014.

Esta evolución de la productividad minera no es un fenómeno exclusivo a Chile. De hecho, se observan deterioros similares en países mineros como Australia, Estados Unidos y Perú (solo Canadá muestra mejora, pero desde niveles muy bajos).¹¹ Como veremos, es probable que este deterioro general se asocie a la reacción de las empresas mineras frente al súper ciclo de los precios.

2.2.1. Revisión de la Literatura

Como mostraremos, la productividad total de factores (PTF) en el sector minero revela una dinámica semejante a la productividad parcial de trabajo. Distintos estudios han estimado que la PTF minera ha caído durante la última década,¹² un resultado robusto a varias metodologías.

Aplicando la metodología de contabilidad del crecimiento, sin corrección por factores geológicos o periodos de gestación de las inversiones, el Informe Anual de Productividad (2016) de la CNP estimó una tasa anual promedio de crecimiento para la PTF minera de 2,1% para el periodo 1990-2000 y una caída de 8.9% anual promedio para el periodo 2000-2015. Utilizando la misma metodología, UAI-CORFO (2014) estima una tasa de crecimiento promedio anual de la PTF minera que varía de 3.3% para el periodo 1993-1998 a -8.3% entre 2000-2014. Con la misma metodología, Corbo y González (2014) estiman que el aporte de la PTF minera al crecimiento del sector para el periodo 1998-2003 fue -1.5% anual, mientras que en los periodos 2004-2008 y 2009-2011 fue de -8.3% y -15.9%, respectivamente. Ninguna de estas medidas considera el deterioro en la ley mineral en los yacimientos u otros factores geológicos que inciden negativamente en la productividad, lo que redundaría en una exageración en el deterioro de la capacidad productiva del sector.¹³

Estudios de COCHILCO exhiben resultados más consistentes.¹⁴ COCHILCO (2013) incorpora el factor geológico en sus estimaciones de PTF mediante el uso de la ley del mineral y

¹¹ Ver reportes de COCHILCO con análisis sobre la base de material movido por trabajador recogidos por la consultora Wood MacKenzie.

¹² Ver por ejemplo Jara *et al.* (2010), COCHILCO (2014), Corbo y González (2014), De Solminihac *et al.* (2014), y UAI-CORFO (2014).

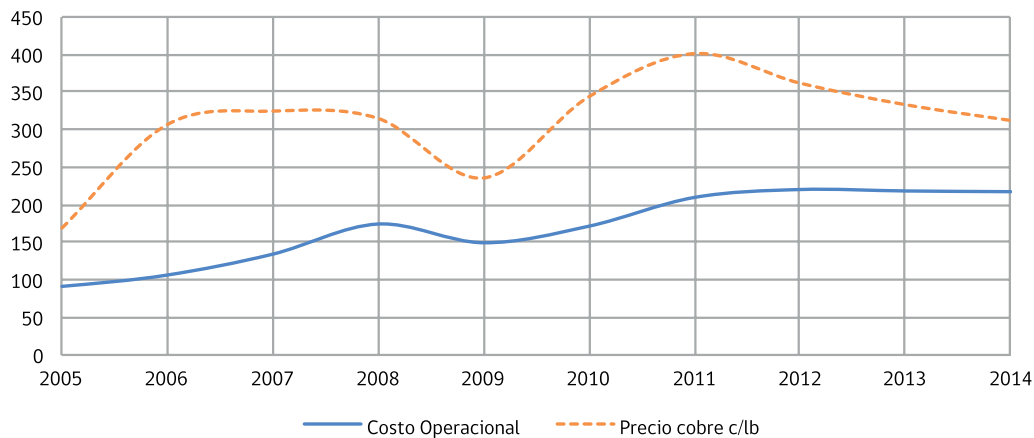
¹³ Más aun, Corbo y González (2014) estiman utilizando valor agregado (no cobre fino), y hacen referencia (entre otros) al incremento en el costo de insumos como uno de los factores que redujeron el valor agregado del sector a la economía. Este indicador además es sensible a variaciones en los costos de insumos, los que aumentaron considerablemente en el periodo.

¹⁴ Ver las publicaciones de COCHILCO *Productividad en la Industria Minera en Chile* (2014), y *Una mirada a la productividad del sector minero en Chile* (2013).

el consumo de energía (como aproximación del deterioro en la calidad del mineral), y estima que la PTF cayó a un promedio anual de 6.2% entre 2003 y 2011 (versus -9.3% sin corregir por la ley). Considerando el consumo energético, la caída promedio anual es de 4.8%. COCHILCO (2014) incorpora otros factores y estima en -1.6% la caída promedio anual de la PTF entre 2000 y 2013. Estos estudios mantienen la tendencia negativa en la PTF, pero la velocidad de la caída es mucho menor y la estimación más precisa.

La hipótesis comúnmente aceptada para explicar la caída en la PTF minera desde el año 2000 atribuye este deterioro a la reacción de las empresas ante la súbita alza de precios en el periodo del súper ciclo (ver Figura 2.2). El alza de precio del cobre, y del margen operacional durante dicho periodo, hizo rentable priorizar la producción por sobre otros criterios, incluidos la eficiencia en el proceso y los costos. Resultó rentable operar vetas menos ricas en mineral, bajar la ley mineral de corte¹⁵ (lo que se traduce en un cambio en la proporción entre material mineral y lastre), contratar mano de obra menos calificada, adquirir camiones menos eficientes, mantener capital y mano de obra redundante,¹⁶ o acelerar proyectos, con tal de aprovechar los extraordinarios -pero transitorios- precios. Por tanto, la hipótesis sostiene que en el periodo de análisis aumentó la rentabilidad, pero se obtuvo menor productividad.

Figura 2.2. Evolución Precio y Costo Operacional¹⁷ para Minería del Cobre en Chile (centavos de dólar).



Fuente: COCHILCO (2015).

¹⁵ Hace referencia a la ley de mineral mínima que se trabajará en planta.

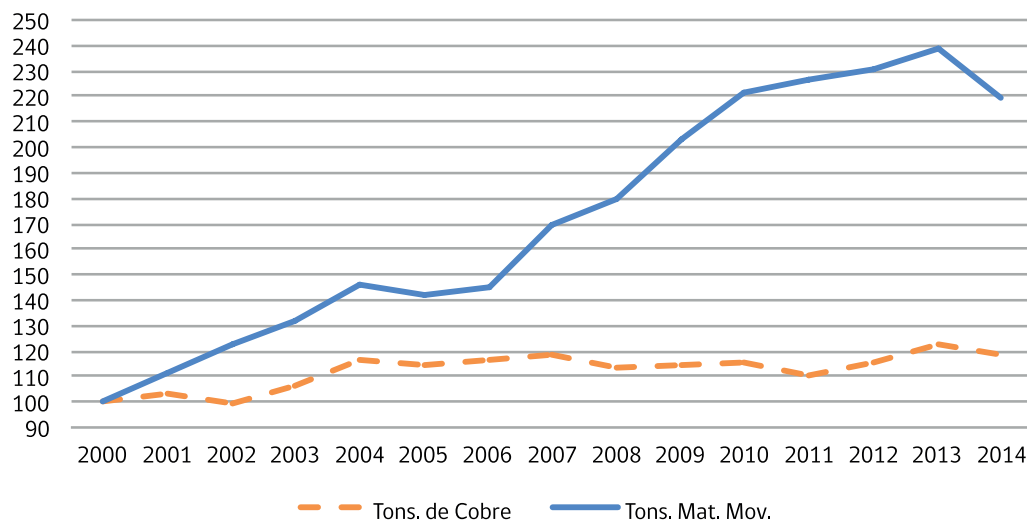
¹⁶ En el periodo se practicó la contratación de cuadrillas de trabajadores adicionales (subcontratados) como reemplazo en fallas o ausencias. Estos contratos recibieron el nombre de "contratos de carne".

¹⁷ Considera costos de extracción, tratamiento, flete, refinación y gastos.

2.2.2. Factores geológicos

Entre los años 2000 y 2014 la producción de cobre en Chile aumentó 19% (ver Figura 2.3).¹⁸ El incremento fue más importante durante la primera parte del ciclo, con un alza de 17% en el periodo 2000–2004 (cuando la productividad parcial del trabajo crecía), y un aumento de 2% entre 2004–2014. Sin embargo este 19% de alza en la producción demandó un incremento de 119% en el material movido (ver Figura 2.4). Esta enorme –y creciente– brecha se explica por los factores propios de la minería anteriormente mencionados, como: i) la ley del mineral (un criterio que es a su vez endógeno según la ley de “corte”, que define qué es estéril y qué es material mineral), ii) la razón estéril mineral, y iii) la tasa de recuperación (capacidad de extraer cobre del material mineral). Los primeros dos están determinados por factores geológicos exógenos a las faenas, mientras que el tercero está asociado a factores internos (endógenos) a la faena.

Figura 2.3. Índice producción de cobre refinado y material movido en la minería del cobre (Base 2000=100).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de COCHILCO.

¹⁸

Se utiliza una muestra de 26 faenas de la minería cuprífera, en torno al 90% de la producción nacional, incluyendo: Andacollo, Andina, Candelaria, Cerro Colorado, Chuquicamata, Collahuasi, El Abra, El Soldado, El Teniente, El Tesoro, Escondida, Esperanza, Gabriela Mistral, Lomas Bayas, Los Bronces, Los Pelambres, Manto Verde, Mantos Blancos, Michilla, Ministro Hales, Pucobre, Quebrada Blanca, Radomiro Tomic, Salvador, Spence, y Zaldivar.

Esta brecha entre cobre producido (que crece al 1.4% anual) y material movido (que crece al 5.1% anual) es reflejo de la depreciación del capital natural de los yacimientos, que se mide en la ley del mineral. A partir de información de COCHILCO, la ley del mineral presenta un declive permanente a partir del año 2000, con la ley promedio en depósitos de sulfuros cayendo de 1.3% a 0.8%, y en depósitos de óxidos de 1% a 0.6% (ver Figura 2.4). En el año 2000 la ley mineral asociada a yacimientos de sulfuros era casi un 28% mayor que la ley asociada a los yacimientos de óxidos; en 2014 dicha brecha aumentó a 33% luego de una pronunciada caída en ambos. Esto resulta relevante considerando que en Chile la producción basada en óxidos era el 16% del total en 1990-1999, pero un tercio en 2000-2014.

Figura 2.4. Ley promedio por yacimientos (Gran Minería del Cobre, %).

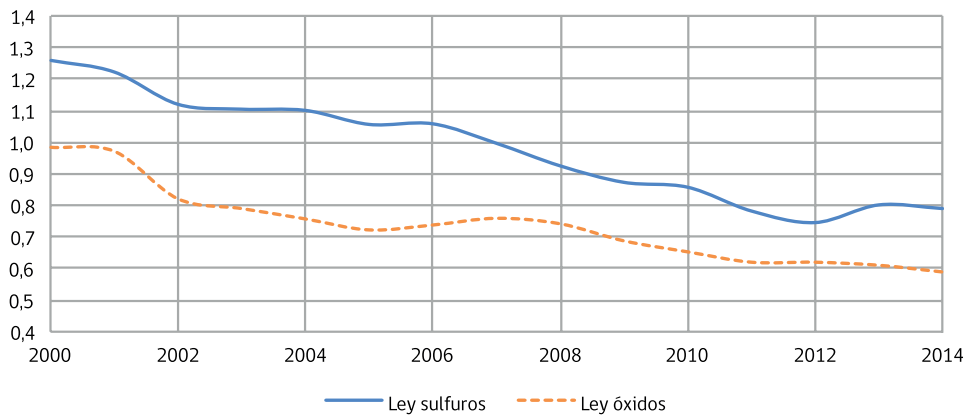
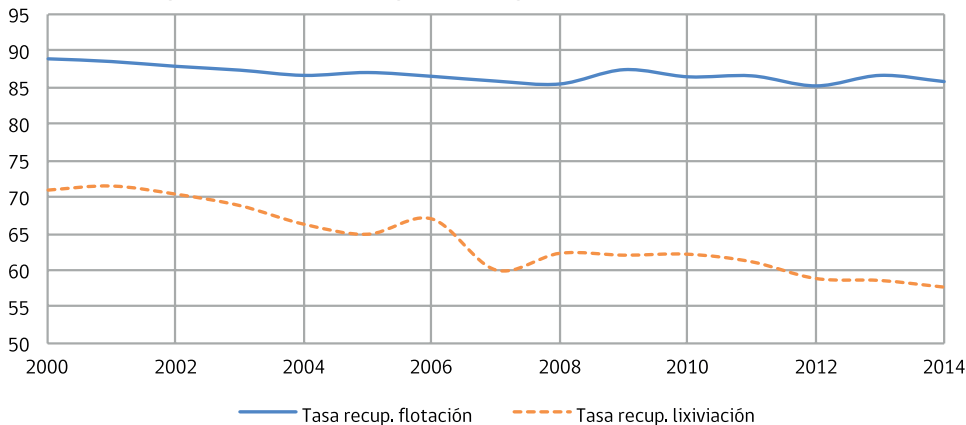


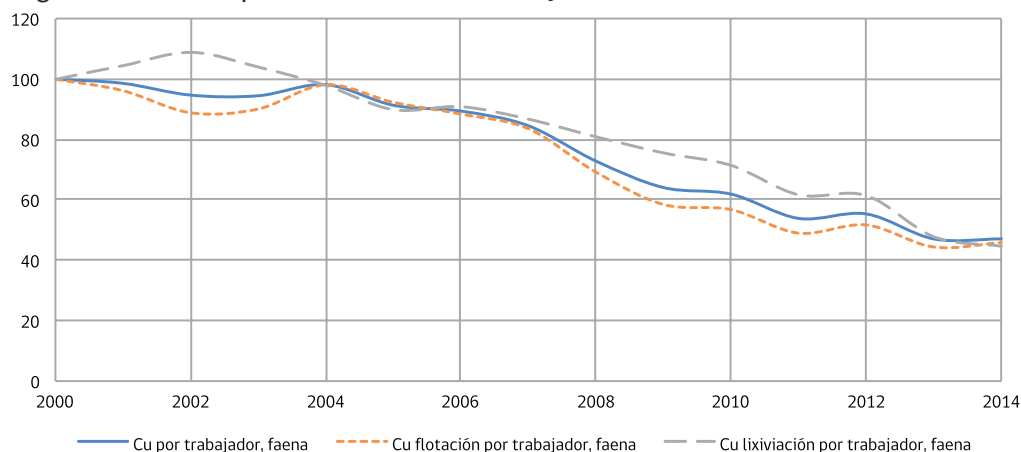
Figura 2.5. Tasa promedio de recuperación por faena (Gran Minería del Cobre, %).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de COCHILCO.

Durante el periodo la tasa promedio de recuperación¹⁹ asociada al proceso de flotación (en yacimientos de sulfuros) presenta una caída total en torno a un 3%, mientras que la asociada al proceso de lixiviación (yacimientos de óxidos) es del 18% (ver Figura 2.5). Dado que los óxidos procesados por lixiviación tienen una menor ley, dicha tasa de recuperación ha caído proporcionalmente más. Así, parte del deterioro en la productividad minera agregada se debe a la proporción de cobre producido en yacimientos de óxidos, los que presentan deterioro en la ley del mineral más acentuado y peores tasas de recuperación. En resumen, el cobre producido por trabajador, tanto en yacimientos de sulfuros (producción de concentrados), como en yacimientos de óxidos (producción por lixiviación), vistos por separado o en promedio, muestran deterioros de productividad superior al 50% (ver Figura 2.6).

Figura 2.6. Índice productividad del trabajo a nivel de faena (Base 2000=100).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de COCHILCO.

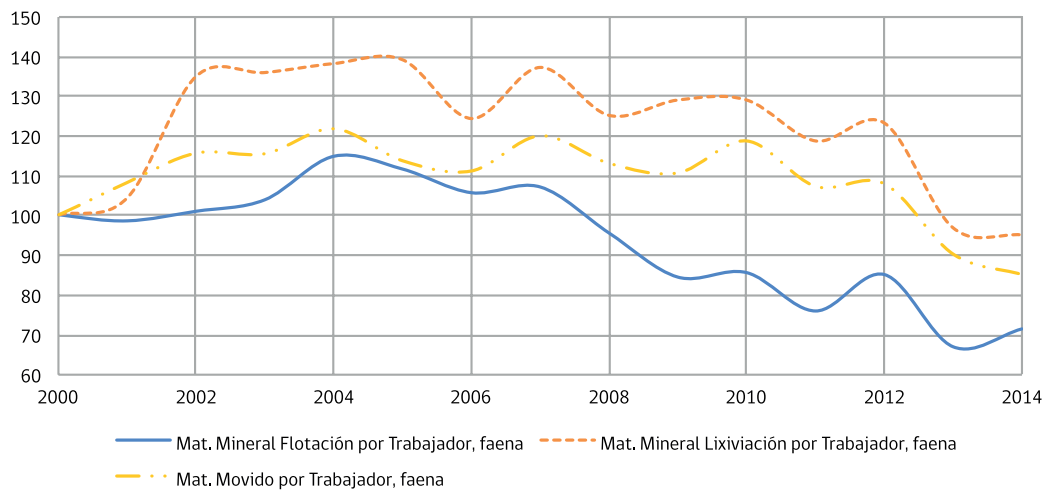
Como explicamos, cualquier métrica que utilice la producción de cobre, sesga la medida de productividad de los factores, pues le imputa al factor medido el deterioro geológico en los yacimientos (la ley del mineral) con caídas del orden de 40% en los últimos 15 años. En nuestra medición de productividad parcial del trabajo utilizamos material movido por trabajador, que, según se observa en la Figura 2.7, presenta una evolución diferente.²⁰

¹⁹ La tasa de recuperación es el porcentaje efectivo de cobre que se obtiene una vez procesado el material mineral en planta. En el caso donde la planta trabaja de manera eficiente la tasa de recuperación es 100% y por tanto se obtiene la proporción de cobre que dice la ley del mineral del material procesado.

²⁰ El material movido considera material mineral, es decir, las rocas que van de la mina a la planta para ser procesada, y material estéril, es decir, las rocas que salen de la mina al botadero.

El indicador muestra que la productividad por trabajador aumentó 22% entre 2000-2004, se mantuvo estable hasta 2006, y cayó en la década siguiente, acumulando una caída total de 15% (ver Figura 2.7). Al separar por procesos, el índice de material mineral procesado por lixiviación por trabajador (yacimientos de óxido) muestra una caída de 5% en todo el periodo; mientras que en procesados de flotación (yacimientos de sulfuros) cae 29%. Es notorio el quiebre en ambas medidas en torno al año 2007, en el auge del súper ciclo de precios.

Figura 2.7. Índice de material movido por trabajador a nivel de faena (Base 2000=100).



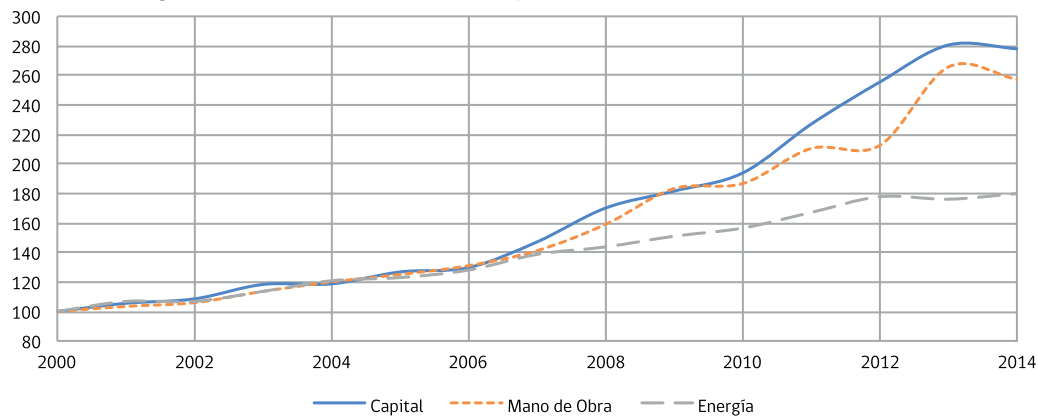
Fuente: Elaboración propia con base en datos de COCHILCO.

2.2.3. Factores Productivos: Capital, Trabajo y Energía

Con gran éxito, y siguiendo la evolución de los precios, la producción de cobre entre los años 2000 y 2014 se elevó 19% (aumentó 17% entre 2000 y 2004, y 2% entre 2004 y 2014). Dicho aumento requirió de importantes inversiones de capital, de incrementos en la contratación de mano de obra, y de mayor consumo de energía (ver Figura 2.8). Hasta 2007, la industria reaccionó a los mayores precios aumentando balanceadamente el uso de todos los insumos (a tasas anuales de +5%), pero a partir de 2007 se registran aumentos considerables en inversión de capital y contratación de mano de obra. Esto explica el quiebre registrado en 2007, y la acentuación en la tendencia negativa de los indicadores de productividad (ver Figuras 2.1 y 2.7).

La evolución detallada de estos números resulta impresionante. Entre 2000 y 2007, el empleo directo (de trabajadores propios y contratistas) aumentó 41%, para crecer el doble (82%) entre 2007 y 2014. Es decir, en el periodo de análisis las faenas de la Gran Minería de Cobre más que duplicaron (157%) su dotación de personal. La expansión en inversión de capital fue aún mayor: el *stock* de capital aumentó 47% entre 2000 y 2007 y se duplicó (90%) entre 2007 y 2014. Es decir, en el periodo de análisis las faenas de la Gran Minería de Cobre casi triplicaron su nivel de capital (178%) (ver Figura 2.8). El consumo de energía (eléctrica y combustible) muestra un patrón más estable, con un incremento de 79% en el periodo. En resumen, entre 2000 y 2007 los factores crecieron de manera parsimoniosa, pero posterior a 2007 el consumo energético se incrementaba a una tasa promedio anual de 4%, mientras el capital y el empleo lo hacían en torno al 7-8% al año.

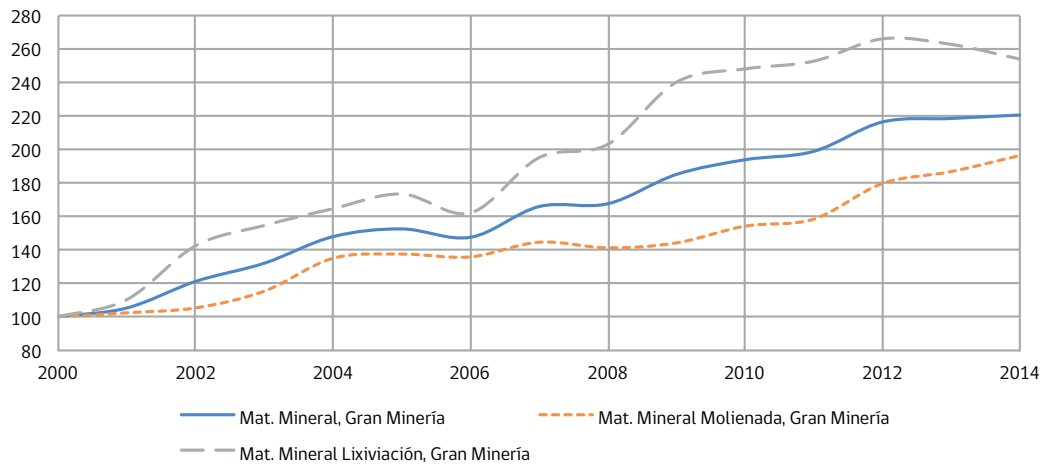
Figura 2.8. Índice de factores productivos (Base 2000 = 100).



Fuente: Elaboración propia con datos de COCHILCO.

Así, el alza en 19% de la producción de cobre entre 2000 y 2014 requirió mover más del doble de material en minas (119%), y necesitó un 79% adicional de energía, más del doble del empleo (157%) y aún más capital (178%). El aumento en material mineral procesado es más acentuado en yacimientos de óxidos (procesos de lixiviación), de menor ley y de menor tasa de recuperación (ver Figura 2.9).

Figura 2.9. Índice de material utilizado (Base 2000=100).



Fuente: Elaboración propia.

En síntesis, las dinámicas productivas de la minería del cobre en los últimos 15 años dan cuenta de lo siguiente:

Hallazgo 2.1. Durante el periodo 2000-2014, el país elevó su producción de cobre fino equivalente un 19%; un 17% se dio entre 2000 y 2004, el 2% restante entre 2007 y 2014. En este periodo la productividad parcial del trabajo muestra una caída de 54% si se considera cobre fino por trabajador, pero de 15% si se considera material movido por trabajador. Otros países muestran dinámicas similares.

Hallazgo 2.2. Durante el periodo 2000-2014 el consumo de energía creció 79%, la contratación de mano de obra 157%, y la inversión de capital 178%. Entre 2000 y 2007 el crecimiento de la demanda por capital, mano de obra y energía fue balanceado en torno a 5-6% anual. Entre 2007 y 2014 el uso de energía creció 4% al año, mientras que la inversión de capital y la contratación de mano de obra crecieron en torno al 7-8% anual.

2.3. Productividad Total de Factores (PTF)

Las medidas parciales de productividad laboral de la subsección anterior son fáciles de interpretar, pero solo establecen una relación entre dos índices (producción y empleo), y por consiguiente presentan sesgos al momento de comparar sistemas complejos que no

solo ocupan mano de obra sino también otros factores productivos. De ahí la importancia de realizar una estimación de productividad que considere la incidencia conjunta de los factores, como es la Productividad Total de Factores (PTF), al mismo tiempo que se corrige por los aspectos específicos a la minería ya explicados.²¹

2.3.1. Metodología

Con la teoría de la firma como base para el marco teórico, se utilizó una función del tipo Cobb Douglas para describir el proceso productivo. El estudio considera cada yacimiento como unidad de análisis e incorpora de manera tradicional el nivel de capital y el empleo. Adicionalmente, en nuestra estimación consideramos que la producción de cobre depende del insumo mineral, lo que a su vez está influenciado por factores geológicos, por lo que incluye en la función de producción las siguientes variables: i) la calidad del recurso natural (ley), ii) la razón estéril y mineral (REM); y iii) la cantidad de material mineral a procesar. El primer y segundo criterio ya han sido ampliamente descritos, y busca sacar de la medida de productividad el impacto de la pérdida de calidad del insumo mineral (un factor no gestionable por la empresa). El tercero considera el material mineral como un insumo necesario para la producción de cobre.

Por consiguiente, la función a estimar incluye los factores: i) capital ($K_{i,t}$), ii) empleo ($H_{i,t}$), iii) ley del mineral ($L_{i,t}$), iv) material mineral ($M_{i,t}$), y v) la razón estéril y mineral ($R_{i,t}$). La función viene descrita por la siguiente expresión:

$$Y_{i,t} = A_{i,t} (K_{i,t})^\alpha (H_{i,t})^\beta (L_{i,t})^\gamma (M_{i,t})^\delta (R_{i,t})^\eta \exp(\xi_{i,t})$$

$A_{i,t}$ captura el nivel de productividad de la faena i en el periodo t , mientras que los parámetros²² α , β , γ , δ , y η resumen las elasticidades insumo-producto asociadas al capital físico, la mano de obra, la ley del mineral, la cantidad disponible de recurso mineral y la razón estéril mineral, respectivamente.²³ El término ε (un residuo) captura el resto de los posibles efectos capaces de influenciar la producción, para cada faena i en el periodo t (como *shocks* productivos, de precios, ineficiencias, errores de medición, etc.). Como

²¹ Esta subsección se basa parcialmente en el documento de trabajo de CNP y COCHILCO (2016).

²² No se impuso restricción alguna sobre la suma de los parámetros. Al realizar el test F sobre la hipótesis nula que la suma de los parámetros asociado a las variables que controla la faena (capital/energía, mano de obra y material mineral) era 1 (p value de 0.19).

²³ El concepto de elasticidad está asociado al grado de sensibilidad que tiene un insumo sobre el nivel de producción. A modo de ejemplo, un incremento de 1% en el nivel de empleo debería incrementar en $\beta\%$ el nivel de producción, asumiendo que el resto de los insumos se mantiene constante.

se señaló, para el análisis resulta necesario considerar la existencia de rezagos entre la inversión en capital y su impacto en la producción, pues el periodo donde se contabiliza la inversión no necesariamente coincide con su uso. Esto significa que, en la función de producción descrita, en lugar de utilizar el nivel de capital del periodo en cuestión ($K_{i,t}$) se utiliza el capital rezagado un año (es decir, $K_{i,t-1}$).

A diferencia de trabajos previos, nuestras estimaciones utilizan simultáneamente la ley del mineral y el consumo energético a nivel operacional. Además, se trabaja con nivel de producción y no de valor agregado.²⁴ El consumo energético (electricidad y combustible) es utilizado para corregir la intensidad de uso del capital y también como *proxy* del nivel efectivo de capital utilizado. En el primer caso, y considerando el rezago de un periodo en el capital, el *stock* de capital utilizado en la función de producción es,

$$\tilde{K}_{i,t} = \exp(\ln E_{i,t} - \ln E_{i,t}^T) \times K_{i,t-1}$$

donde la primera expresión del lado derecho de la ecuación son los desvíos del logaritmo del consumo energético ($E_{i,t}$) respecto al logaritmo de su tendencia ($E_{i,t}^T$).²⁵ Esta expresión busca capturar los factores cíclicos, y así corregir la medida de productividad ante variaciones de demanda y oferta. Una estimación alternativa, siguiendo a Costello (1993), sustituye el nivel de capital ($K_{i,t}$) por el consumo energético ($E_{i,t}$) en la función.

Entonces, para la estimación de la PTF a nivel de la industria del cobre se estimó en una primera instancia la productividad total de factores de las faenas utilizando para ello el método de Máxima Verosimilitud.²⁶ Específicamente, en cada una de las estimaciones se utilizó efecto fijo para las faenas, como también se incluyó una tendencia (lineal o no lineal) por cada una de las faenas (y también en algunos casos única para la muestra). Una vez obtenida la estimación de la PTF a nivel de faenas, y siguiendo la teoría de números índice, se agregan los indicadores a nivel de faena utilizando para ello el índice de Törnqvist Theil. Ello permite también descomponer la PTF agregada en un componente de tendencia (de largo plazo) y otro asociado a las perturbaciones (*shocks*) productivos (de corto plazo).

²⁴ Nuestra medida es la producción real en toneladas de cobre fino equivalente, mientras el valor agregado descuenta el costo de factores intermedios. Así, es posible tener caídas en valor agregado con incrementos en producción, resultado del alza en el costo de un insumo.

²⁵ Se utiliza un filtro Hodrick Prescott considerando el periodo 2000-2014, para obtener el componente de tendencia. El parámetro utilizado para este caso tomó un valor de 100.

²⁶ Se utiliza Máxima Verosimilitud ya que los valores estimados mediante esta metodología son consistentes, es decir, que los valores estimados de los parámetros converjan (sean iguales) al valor verdadero, a medida que el número de observaciones utilizadas para el cálculo crece.

Cabe mencionar que también se incorporaron otras extensiones como: i) un modelo adicional (proveniente de la literatura de frontera estocástica) que incorpora un nuevo término de error que captura ineficiencias, como la distancia respecto a la frontera de posibilidades de producción, y ii) un modelo con *shocks* persistentes, en consistencia con un sector intensivo en capital fijo y dependiente en un factor exógeno como la calidad del recurso natural. Esto último permite que un *shock* (situación no considerada previamente en la estrategia de extracción) pueda afectar la capacidad productiva de manera contemporánea y persistir en el tiempo. Como también se señaló, se estimaron especificaciones que consideraron tendencias propias a cada faena, para capturar sus aspectos propios (como la tecnología o las características del yacimiento).

2.3.2. Resultados

La información para las estimaciones proviene de COCHILCO, con datos a nivel de faena que incluye 26 yacimientos de la mediana y gran minería del cobre entre los años 2000 y 2014,²⁷ que en su conjunto representan sobre el 90% de la producción de cobre a nivel nacional. Las variables utilizadas en el análisis son: i) toneladas métricas de cobre fino equivalente (Y_{it}), ii) capital físico en millones de dólares de 2013 (K_{it}), iii) nivel de empleo de trabajadores propios y terceros (H_{it}), iv) consumo de energía en GWh, incluyendo consumo eléctrico y de combustible (E_{it}), v) ley promedio anual de material mineral (L_{it}), vi) toneladas de material mineral a procesar (M_{it}), y vii) la razón entre material estéril y mineral (R_{it}). Se estima con un panel desbalanceado, considerando que algunas faenas en la muestra entraron en operación después del 2000, y que varias observaciones no cuentan con información para todo el periodo. En todas las regresiones se incluye una variable dicotómica por faena.

Entre los modelos considerados, aquellos que incorporaron una tendencia en la función de producción²⁸ mostraron un mejor desempeño,²⁹ y se observa asociado al coeficiente de la tendencia un resultado significativo y negativo en cada estimación que incorporó dicha variable. Es decir, se confirma en nuestra estimación que la productividad multifactorial (PTF) de una faena representativa de la muestra tendió a deteriorarse en el tiempo. Este deterioro en la capacidad productiva de los factores en su conjunto persiste a pesar del ajuste por los factores endógenos a la firma (capital, trabajo y material mineral), y

²⁷ Andacollo, Andina, Candelaria, Cerro Colorado, Chuquicamata, Collahuasi, El Abra, El Soldado, El Teniente, El Tesoro, Escondida, Esperanza, Gabriela Mistral, Lomas Bayas, Los Bronces, Los Pelambres, Manto Verde, Mantos Blancos, Michilla, Ministro Hales, Pucobre, Quebrada Blanca, Radomiro Tomic, Salvador, Spence, Zaldívar.

²⁸ Y por tanto, se consideran parte del componente asociado a la PTF.

²⁹ Akaike (AIC), Bayesiano (BIC), Akaike con corrección en muestras finitas (AICc), y Hannan Quinn (HQC).

factores exógenos (ley del recurso mineral y razón estéril mineral), confirmando que son otros factores los que explican el deterioro productivo.³⁰

Se utilizaron distintos criterios de información³¹ (test estadísticos) con el objetivo de seleccionar la estimación con el mejor ajuste. Los test de AIC, AICC y HQC sugieren que el modelo que considera tendencias lineales (al logaritmo de la PTF) para cada faena presenta el mejor ajuste. Específicamente:

$$Y_{i,t} = a_i + b_i t + \alpha e_{i,t} + \beta h_{i,t} + \gamma l_{i,t} + \delta m_{i,t} + \eta r_{i,t} + \xi_{i,t}$$

donde las variables en minúsculas se refieren al logaritmo de la variable en niveles.³² La función de producción que mejor especifica el proceso³³ es aquella que considera como factores exógenos la ley del mineral y la razón estéril-mineral, y como insumo la mano de obra, el material mineral a procesar, y la energía (como *proxy* del capital utilizado). Esto último en concordancia con los argumentos esgrimidos por Topp *et al.* (2008) acerca del uso efectivo del capital físico, y la propuesta de Costello (1993) asociado a la utilización del consumo de energía como aproximación del nivel de utilización del capital. A esta especificación por simplicidad la denominaremos *Modelo A*.

Una primera conclusión es que la PTF agregada cae de manera constante durante todo el periodo de análisis. Ello sucede porque la tendencia estimada por el modelo es capaz de cancelar el efecto de los *shocks* productivos en todo momento. Las estimaciones muestran que (en promedio) la tendencia de la PTF decreció a una tasa de 1.0% anual, para una contracción acumulada de 14 puntos porcentuales entre 2000 y 2014 (ver Figura 2.10). Esto significa que, de haberse mantenido la misma combinación de insumos productivos y factores geológicos, la producción en 2014 habría sido 14 puntos porcentuales menores a la del 2000 debido a la caída en productividad conjunta de los factores.

La Figura 2.11 muestra la contribución de cada factor al crecimiento de la producción de cobre entre 2000 y 2014. Contribuyeron en forma positiva el material mineral, la energía (*proxy* de servicios de capital), y la mano de obra. Contribuyeron en forma negativa la ley del mineral y la PTF.³⁴ De las cifras se puede concluir que: i) el crecimiento anual promedio de la producción de cobre fue de 2,1% entre 2000 y 2007 y de 0,3% entre 2008 y 2014,

³⁰ La ley y la razón estéril-mineral son factores determinados por la naturaleza, y en tal sentido son exógenos.

³¹ Akaike (AIC), Bayesiano (BIC), Akaike con corrección en muestras finitas (AICC), y Hannan Quinn (HQC).

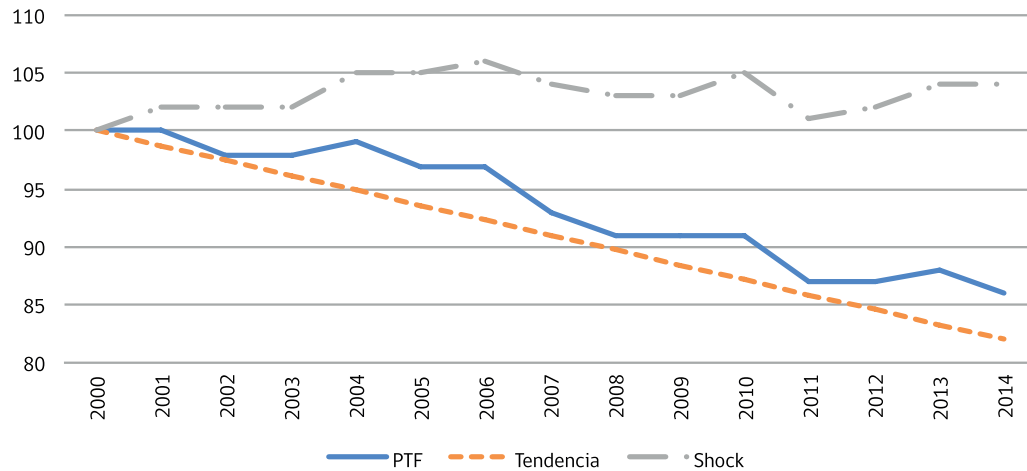
³² Acá el componente de largo plazo de la PTF viene dado por $\exp(a_i + b_i \cdot t)$, mientras que el componente transitorio viene dado por (ξ_t) .

³³ Según los criterios de información antes mencionados.

³⁴ En el caso de la razón estéril mineral (REM), el aporte fue nulo.

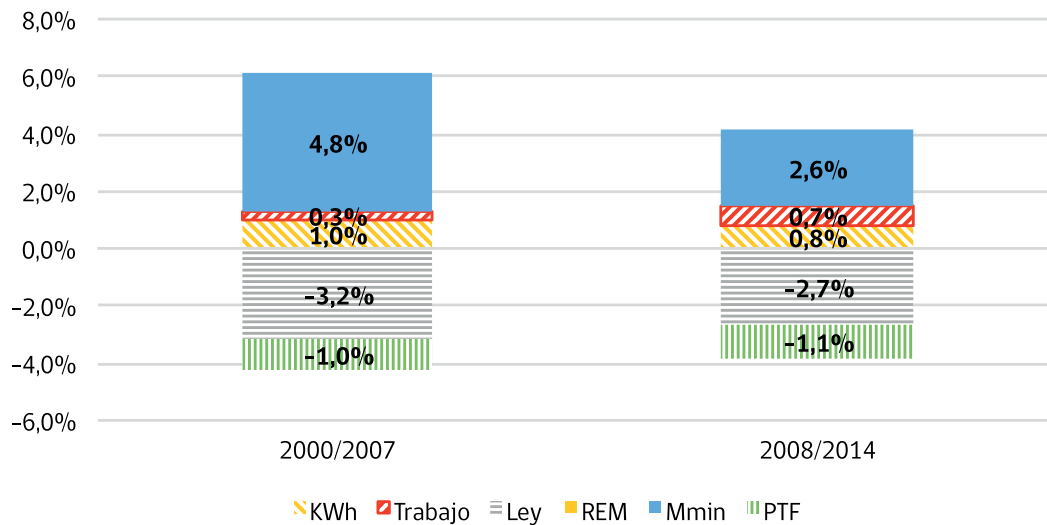
ii) el material mineral es el recurso que más aporta al crecimiento, y iii) la PTF muestra un aporte negativo en torno a 1% de manera consistente en ambos periodos.

Figura 2.10. Descomposición de la PTF según Modelo A, índice (Base 2000=100).



Fuente: Elaboración propia con datos de COCHILCO.

Figura 2.11. Contribución de factores a la producción de cobre, índice (Base 2000=100).



Fuente: Elaboración propia con datos de COCHILCO.

Hallazgo 2.3. La productividad total de factores del sector minero de cobre, corregido por factores endógenos y exógenos a la operación, muestra una caída de 1% anual entre 2000 y 2014, acumulando una reducción de 14% en el periodo.

Hallazgo 2.4. Los factores que contribuyeron positivamente a la producción fueron el material mineral (3.6% al año), la energía (0.9% al año) y la mano de obra (0.5% al año). Mientras que la ley del mineral (-3%) y la productividad de los factores (-1%) aportaron negativamente.

2.3.3. La Hipótesis del Súper Ciclo de los precios del cobre

Como se mencionó, una hipótesis comúnmente aceptada en el sector sugiere que la caída en la PTF minera se debe a la reacción de las compañías al ciclo de precios, y propone que el salto en el precio del cobre entre 2003 y 2011 hizo rentable priorizar la producción por sobre otros criterios, como costos y eficiencia.³⁵ En este contexto de precios elevados pero pasajeros, y considerando lo intensivo en capital del sector, y lo extenso que resultan ser los periodos de marcha blanca, las estrategias operacionales se focalizaron en ajustes de corto/mediano plazo que no necesariamente son los óptimos en un horizonte mayor de tiempo.³⁶

Una forma de validar esta hipótesis es analizando la tasa de recuperación y su relación con la productividad. La tasa de recuperación mide, para un nivel de ley del mineral dado, cuánto cobre efectivamente se extrae del material mineral. Este es un factor gestionado por la operación, pues se puede elevar la recuperación con mayor tiempo de procesamiento,

³⁵ La implementación de mejoras trae beneficios bajo el riesgo de reducir producción. Dicho de otra forma, el costo de oportunidad de mejoras de eficiencia era muy alto durante ese periodo.

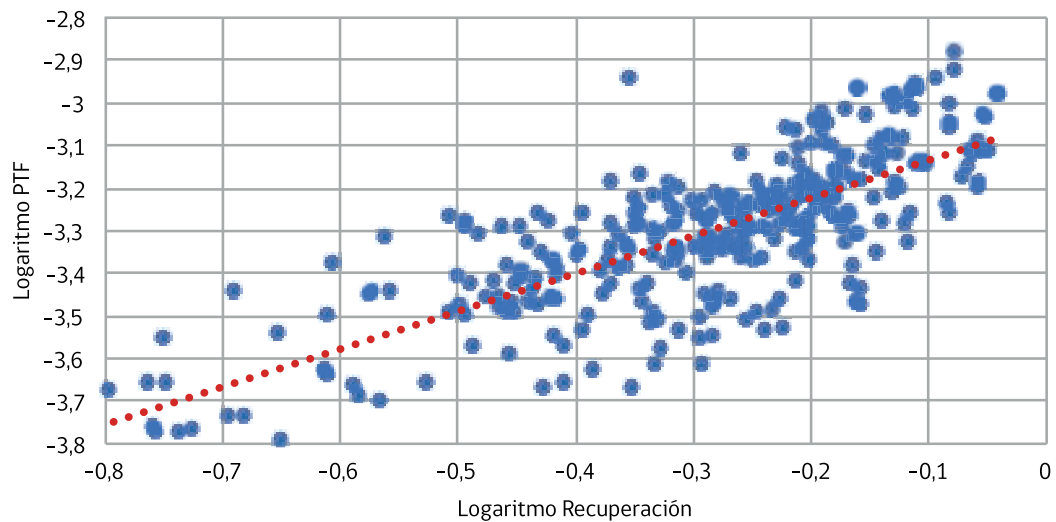
³⁶ Sea $\Pi_t = p_t A_t F(X_t) - w_t X_t$ la utilidad en t de una firma cualquiera y sea $g_y^t = (\delta y_t / \delta t) \cdot (1/y_t)$, la tasa de crecimiento en t de la variable. Por tanto, considerando incrementos en la utilidad (caso del ciclo), al diferenciar completamente la expresión de la utilidad con respecto al tiempo y re ordenando los términos, se llega a la siguiente expresión:

$$g_{\Pi}^t = (g_p^t + g_A^t + g_X^t \cdot \xi_X^t) + (g_p^t + g_A^t + g_X^t \cdot \xi_X^t - g_w^t - g_X^t) S_X^t > 0$$

donde $\xi_X^t > 0$ y $S_X^t > 0$ son la elasticidad producto del factor X_t y su costo en proporción a la utilidad en t , respectivamente. Entonces, al decir que en gran medida los costos económicos ($g_w^t + g_X^t \cdot S_X^t > 0$) y de eficiencia ($g_A^t < 0$) fueron absorbidos por la holgura financiera asociada al ciclo de precios, estamos diciendo que, como condición suficiente se puede dar que $g_p^t > -g_A^t + g_w^t + g_X^t > 0$. Aunque otras condiciones menos restrictivas aún permiten tener crecimiento en las utilidades ($g_{\Pi}^t > 0$) con caídas en la PTF ($g_A^t < 0$).

mayor grado de trituración del mineral, más energía en tronadura o molienda, mayor uso de reactivos, etc., aunque normalmente con rendimientos marginales decrecientes. Por lo tanto, puede convenir reducir la tasa de recuperación en periodos de precios altos (y, por tanto, costos de oportunidad de tiempo más elevados para procesar), pues el beneficio de procesar más rápido más que compensa los beneficios (decrecientes) de una mayor tasa de recuperación. Si mayores precios provocan tal reducción en la tasa de recuperación, y una menor tasa de recuperación induce una menor PTF, uno esperaría una relación positiva entre el crecimiento de la PTF y la tasa de recuperación, relación que es confirmada por la Figura 2.12.

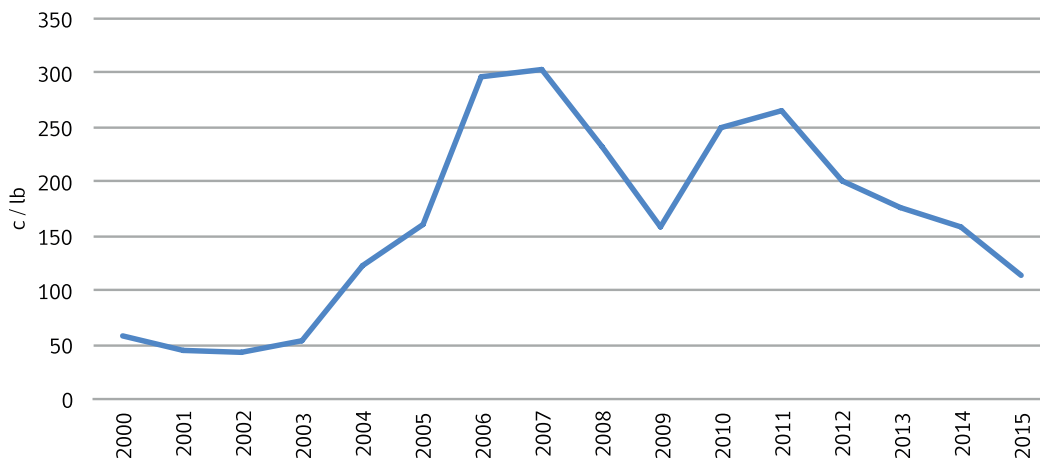
Figura 2.12. Relación entre productividad y tasa de recuperación (valores logarítmicos).



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 2.13 presenta evidencia adicional para sustentar la hipótesis del impacto negativo del súper ciclo sobre en la productividad. La figura presenta la evolución del margen operacional estimado para el periodo a partir de datos de COCHILCO, y muestra la cuadruplicación del margen operacional en el periodo, lo que permitió contrarrestar el efecto negativo de la ley del mineral y el envejecimiento de faenas con mayor inversión en capital y más dotación de trabajadores. En definitiva, con estos márgenes, las faenas priorizaron extracción por sobre eficiencia (productividad), y gracias a los altos precios la decisión resultó rentable.

Figura 2.13. Margen operacional (Precio Cu-Cl).



Fuente: Elaboración propia a partir de información de COCHILCO.

En la medida que se han normalizado los precios se observa (desde 2015) que las empresas han vuelto a poner su foco en aumentar la productividad y reducir sus costos. Parte del efecto agregado de esta mejora será dada por el alza en las leyes de corte de extracción (al caer el precio no todos los yacimientos siguen siendo rentables), y parte por una mayor productividad.

2.4. Evolución de Productividad Parcial de Trabajo

Un aspecto relevante de analizar con la información disponible es la evolución que han tenido las medidas de productividad a nivel de faenas. El análisis entrega como principal conclusión que, independiente de la medida utilizada, existe una importante heterogeneidad en los niveles de productividad entre las faenas mineras chilenas. Y que la productividad de todas se ha deteriorado en los últimos 15 años.

2.4.1. Productividad Parcial del Trabajo en faenas cupríferas chilenas

Como se explicó, la productividad parcial del trabajo mide la relación entre el material movido y las horas-hombre utilizadas en la operación. Así, si dos operaciones idénticas mueven la misma cantidad de material pero tienen dotaciones distintas, digamos que una utiliza el doble de horas-hombre, entonces la brecha de productividad entre ambas

es el doble.³⁷ Si bien esta medida es parcial, e ignora otros factores que explican parte de la brecha (por ejemplo, diferentes intensidades de uso de equipos y capital), sabemos al menos que esta medida se hace cargo de los factores exógenos de las faenas (ley del mineral y razón estéril-mineral).

La Figura 2.14 muestra el nivel de productividad parcial del trabajo y su evolución para todas las faenas con una producción anual sobre 50 mil toneladas de cobre fino equivalente. Se optó por agruparlas en tres grupos: las faenas de productividad mediana (percentil 50 de la muestra de estudio), las de alta productividad (requieren *menos* horas-hombre por kilo tonelada de material movido, son las faenas más eficientes en cada periodo), y las de baja productividad (son las faenas menos eficientes en cada periodo). Las líneas sólidas muestran la dinámica efectiva de las categorías mencionadas, mientras las punteadas muestran su tendencia. Se concluye que: i) cayó la productividad para todos los grupos, pues se requirió más horas-hombre por material movido (en 2014 la mediana de la muestra requirió 83 horas-hombre para mover la misma cantidad de material que en 2000 que en ese entonces requería de 47 horas-hombre); ii) existe una brecha de 7 veces en el nivel de productividad entre la empresa más y la menos productiva (en 2000 el grupo de menor productividad requería 137 horas-hombre por kilo tonelada de material movido, mientras que en 2014 requirió 157 horas-hombre³⁸), mientras que las de mejor desempeño usaron 19 horas-hombre en 2000 y 22 horas-hombre en 2014); y iii) la brecha se incrementó marginalmente en el tiempo,³⁹ producto del deterioro en el desempeño de las peores faenas.⁴⁰

La Figura 2.15 presenta medidas similares, pero en este caso son de un subconjunto de 12 faenas de la gran minería que producen sobre 100.000 toneladas de cobre fino equivalente al año. Cabe mencionar que esta muestra es la utilizada en el Capítulo 3 (Análisis de Brechas). En este caso se puede mencionar que la información revela que todos los grupos empeoran su desempeño, y también se observa una importante heterogeneidad entre faenas al comparar la ratio de los índices de productividad parcial del trabajo existentes entre las categorías antes mencionadas.⁴¹ Nótese que la categoría de peor desempeño se

³⁷ Por disponibilidad de la información no es posible estimar las horas efectivamente trabajadas, y por tanto se utiliza una medida anualizada de 2.190 horas-hombre por empleo por año, el equivalente de considerar jornadas de 12 horas en turnos de 7x7.

³⁸ La faena de mejor y peor desempeño puede cambiar año a año, por lo que el peor o mejor desempeño de 2014 no necesariamente coincide con el de otros años.

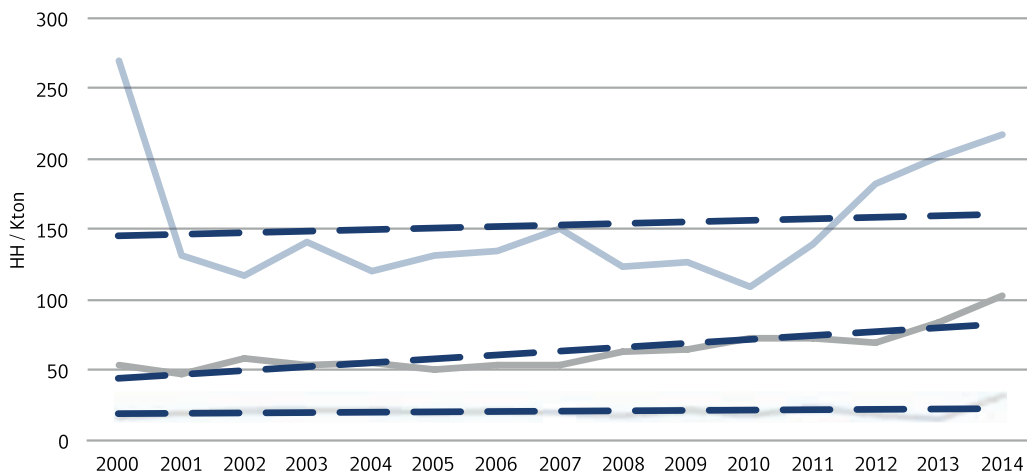
³⁹ La brecha a 2000 era de 7.1 veces y se ha incrementado a 7.3.

⁴⁰ La ineficiencia de la de peor desempeño crece a 0.96% al año, mientras que la ineficiencia de la de mejor desempeño lo hace a 0.82%.

⁴¹ La razón entre la productividad parcial del trabajo de las faenas más eficientes sobre las menos eficientes va desde 4.2 veces (en el año 2000) a 7.4 veces (en el año 2014). Esto se interpreta como: en el año 2000 las faenas menos eficientes realizaban una labor similar a las faenas más eficientes,

encuentra muy alejada del resto; al año 2000 el grupo de peor desempeño requería unas 82 horas-hombre por kilo tonelada movida, en 2014 el índice aumenta a 162. El grupo asociado a la mediana de la muestra empeora de 26 (2000) a 63 (2014) horas-hombre requerida por kilo tonelada movida. Las de mejor desempeño pasan de 19 (2000) a 22 (2014). Más aún, las brechas se han ido reduciendo entre el grupo medio y el de menor eficiencia debido a que la productividad del grupo medio empeoró a un ritmo superior (-6,6% promedio al año) del que empeoró la menos eficiente (-4,9% promedio al año). El grupo de mejor desempeño también bajó su productividad, pero a un ritmo promedio de -0,8% al año, por lo que se distanció del resto.

Figura 2.14. Evolución de la productividad parcial del trabajo (Mín, p50, Máx), muestra gran minería⁴² (horas-hombre por kilo tonelada movida).



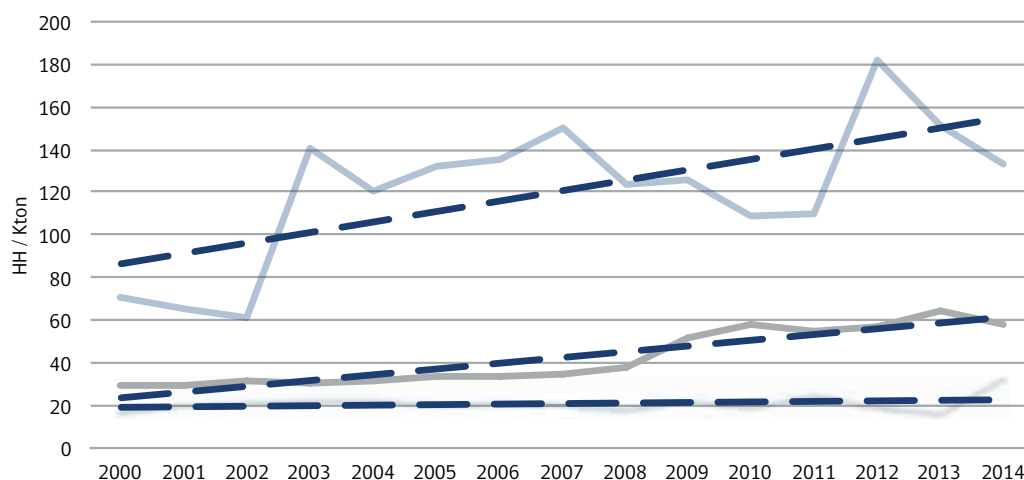
Fuente: Elaboración propia con datos de COCHILCO.

Explicar la razón que generan las brechas encontradas, significativas incluso en la muestra de empresas productoras de más de 100.000 toneladas anuales, todas de clase mundial y operadas por transnacionales del sector, no es fácil. Los siguientes capítulos profundizarán en los factores tras esas brechas, así como con las existentes entre las faenas nacionales y las de mejor práctica internacional.

pero con 4.2 veces más horas-hombre, mientras que para el año 2014 las menos eficientes hacían la misma labor con 7.4 veces más horas-hombre que las faenas más eficientes. Realizando un ejercicio análogo, pero entre la mediana de la muestra y las más eficientes, las proporciones muestran que la mayoría de las faenas (mediana) requerían al menos 1.3 veces más horas-hombre que las más eficientes en 2000, y para 2014 requerían 2.9 veces más horas-hombre que las más eficientes. Operaciones con producción anual sobre 50 mil toneladas de cobre fino equivalente.

⁴²

Figura 2.15. Evolución de la productividad parcial del trabajo (Mín, p50, Máx), muestra estudio de *benchmark* (horas-hombre por kilo tonelada movida).



Fuente: Elaboración propia con datos de COCHILCO.

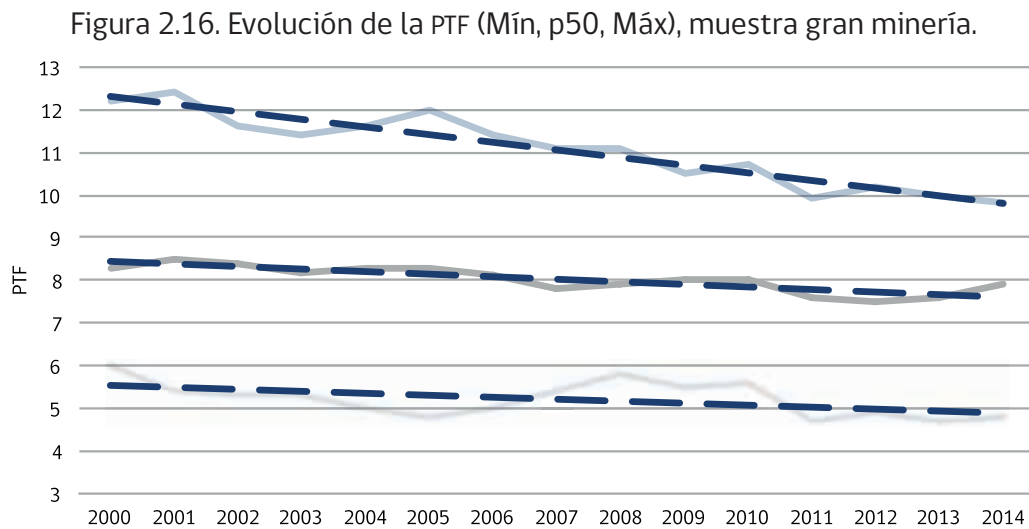
Hallazgo 2.5. Utilizando un indicador de productividad laboral que considera las horas-hombre requeridas para mover mil toneladas de material, se aprecian importantes brechas en las faenas chilenas, y se constata un empeoramiento generalizado de la productividad durante todo el periodo de análisis (2000-2014). Cuando las brechas aumentan es porque el grupo menos eficiente (en términos relativos) incrementa su ineficiencia a una tasa mayor respecto al otro grupo. Por el contrario, cuando las brechas disminuyen es porque el grupo más eficiente (en términos relativos) empeora más rápido su productividad.

Hallazgo 2.6. La evolución de las brechas, así como la tendencia a que la productividad caiga en el periodo de análisis estudiado, es un resultado robusto, independiente de la muestra asociada a la gran minería, confirmado incluso en las faenas que producen sobre 100.000 toneladas anuales, en su mayoría explotadas por grandes empresas de clase mundial.

2.4.2. Productividad total de factores en faenas cupríferas chilenas

El análisis anterior basado en la productividad parcial del trabajo se hace cargo de los factores exógenos (ley y razón estéril-mineral), pero deja fuera otros factores relevantes para la productividad a nivel de operación, como el uso de capital. Con esto en mente, se hace un análisis de la productividad total de factores (PTF) usando la estimación de la subsección previa.⁴³ La Figura 2.16 presenta los resultados para las categorías de mejor mediano y peor desempeño. En este análisis, a mayor índice mayor productividad.

Se destacan tres resultados: i) se mantiene la heterogeneidad, y las brechas en el desempeño entre faenas (aunque los niveles no son comparables a los de productividad parcial), ii) las brechas son persistentes en el periodo, y iii) se observa una caída permanente de la productividad en el periodo de análisis en los tres grupos.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de COCHILCO.

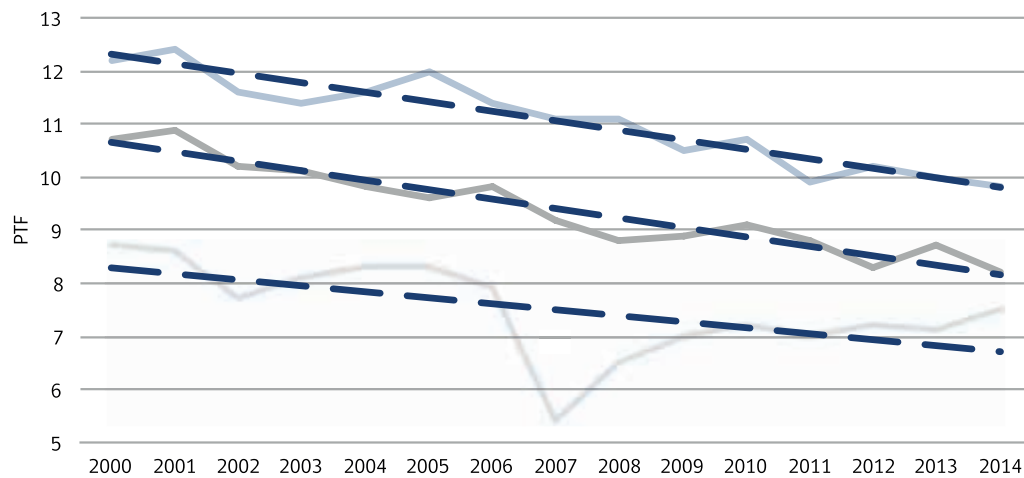
Análogo a la productividad parcial del trabajo, se analiza la evolución de la PTF para la submuestra de 12 faenas que producen sobre las 100.000 toneladas asociada al estudio de *benchmark* del Capítulo 3. Las estimaciones de esta muestra se presentan en la Figura

⁴³

Si bien es difícil interpretar económicamente el nivel que se obtiene de PTF, una manera de hacerlo es como la cantidad de producción que se obtiene si se tuviera una unidad de cada insumo que afecta la producción. En todo caso, en esta parte del estudio nos focalizamos en la tendencia y la distancia relativa entre las categorías; por tanto, la interpretación del valor de la PTF no restringe o distorsiona el análisis.

2.17, con resultados similares a los anteriores: i) persisten brechas importantes (aunque menores en magnitud), ii) el deterioro de la productividad es general, y iii) el deterioro es persistente en el tiempo. La brecha registrada entre los grupos más y menos productivo va desde un 57% (2000) a 42% (2014). Se observa una reducción de la brecha debido a que la caída en productividad en el grupo de mejor desempeño es de -1,7% anual, mientras que para el caso de las de peor desempeño es de -1% anual. El grupo medio muestra el mayor deterioro, con una caída anual promedio de su PTF de 1.9%.

Figura 2.17. Evolución de la PTF (Mín, p50, Máx), muestra estudio de *benchmark* nacional.



Fuente: Elaboración propia.

Hallazgo 2.7. Las estimaciones de productividad total de factores (PTF) muestran de manera consistente brechas importantes entre faenas chilenas, y una caída permanente durante el periodo de análisis similar al entregado por la productividad parcial de trabajo, lo que confirma los resultados encontrados en el análisis anterior.

Hallazgo 2.8. La caída en la PTF oscila en una tasa anual promedio de 1% y 1.9% según el nivel inicial de productividad de las faenas.

2.5. Conclusiones

En síntesis, al analizar la evolución en la productividad de la minería del cobre en Chile (2000-2014) se concluye que ha mostrado una tendencia negativa en los últimos 15 años, periodo que coincide con el súper ciclo de precios de las materias primas. En eso

Chile coincide con otros países intensivos en recursos naturales. Sin embargo, nuestra estimación (-14%) es inferior a la usualmente reportada (-54%), dado que este estudio realizó una estimación de productividad a nivel de faenas chilenas, considerando: i) el uso del capital (incluyendo energía como *proxy* o ajustando la intensidad de uso del capital, y un periodo de rezago entre contabilización del capital y puesta en operación), ii) el nivel de trabajo, iii) la ley del mineral y la razón estéril mineral, y iv) el material mineral. Las principales fuentes que explican estas diferencias de estimación son: i) la utilización de energía como *proxy* del servicio del capital (no utilizado por otros estudios como variable explicativa); ii) la incorporación de la ley del mineral (solo el estudio de COCHILCO lo hace dando cifras similares); la incorporación del material mineral y REM⁴⁴ (ambos con efectos significativos en la producción); el uso de información a nivel de faenas (los trabajos de COCHILCO son los únicos que se asemejan en este sentido, el resto ocupa datos sectoriales del Banco Central de Chile); la utilización de producción efectiva y no valor agregado.⁴⁵

2.5.1. Resumen de Hallazgos

Hallazgo 2.1. Durante el periodo 2000-2014 el país elevó su producción de cobre fino equivalente en un 19%; un 17% se dio entre 2000 y 2004, el 2% restante entre 2007 y 2014. En este periodo la productividad parcial del trabajo muestra una caída de 54% si se considera cobre fino por trabajador, pero de 15% si se considera material movido por trabajador. Otros países muestran dinámicas similares.

Hallazgo 2.2. Durante el periodo 2000-2014 el consumo de energía creció 79%, la contratación de mano de obra 157%, y la inversión de capital 178%. Entre 2000 y 2007 el crecimiento de la demanda por capital, mano de obra y energía fue balanceado en torno a 5 6% anual. Entre 2007 y 2014 el uso de energía creció 4% al año, mientras que la inversión de capital y la contratación de mano de obra crecieron en torno al 7-8% anual.

⁴⁴

No conocemos estudio que consideren ambos factores a la vez.

⁴⁵

En jerga de la OCDE se puede decir que se utilizó "Gross Output" en vez de "Value Added". El utilizar valor agregado, como lo mencionan Corbo y González (2014) es que se ve muy afectado por el incremento significativo en los costos de los insumos, pero ello no necesariamente guarda relación con la capacidad productiva, sino que guarda relación con la capacidad de generar valor agregado.

Hallazgo 2.3. La productividad total de factores del sector minero de cobre, corregido por factores endógenos y exógenos a la operación, muestra una caída de 1% anual entre 2000 y 2014, acumulando una reducción de 14% en el periodo.

Hallazgo 2.4. Los factores que contribuyeron positivamente a la producción fueron el material mineral (3,6% al año), la energía (0,9% al año) y la mano de obra (0,5% al año), mientras que la ley del mineral (-3%) y la productividad de los factores (-1%) aportaron negativamente.

Hallazgo 2.5. Utilizando un indicador de productividad laboral que considera las horas-hombre requeridas para mover mil toneladas de material, se aprecian importantes brechas⁴⁶ en las faenas chilenas, y se constata un empeoramiento generalizado de la productividad durante todo el periodo de análisis (2000-2014). En nuestra muestra, cuando las brechas aumentan es porque el grupo menos eficiente (en términos relativos) incrementa su ineficiencia a una tasa mayor respecto al otro grupo. Por el contrario, cuando las brechas disminuyen es porque el grupo más eficiente (en términos relativos) empeora más rápido su productividad.

Hallazgo 2.6. La evolución de las brechas durante el periodo de análisis, así como la tendencia a que la productividad caiga, es un resultado robusto, independiente de la muestra asociada a la gran minería, confirmado incluso en las faenas que producen sobre 100.000 toneladas anuales, en su mayoría explotadas por grandes empresas de clase mundial.

Hallazgo 2.7. Las estimaciones de productividad total de factores (PTF) muestran de manera consistente brechas importantes entre faenas chilenas, y una caída permanente durante el periodo de análisis similar al entregado por la productividad parcial de trabajo, lo que confirma los resultados encontrados en el análisis anterior.

Hallazgo 2.8. La caída en la PTF oscila en una tasa anual promedio de 1,0% y 1,9% según el nivel inicial de productividad de las faenas.

⁴⁶

Medido como la razón entre el nivel de productividad de un grupo y otro.

Referencias

- COCHILCO (2013). Una mirada a la productividad del sector minero en Chile.
- COCHILCO (2014). Productividad en la Industria Minera en Chile.
- COCHILCO (2015). Caracterización de los costos de la gran minería del cobre.
- COMISIÓN NACIONAL DE PRODUCTIVIDAD Y COMISIÓN CHILENA DEL COBRE (2016). Productividad en la Gran Minería del Cobre 2000-2014. Documento de Trabajo N° 2.
- CORBO V., & GONZÁLEZ R. (2014). Productivity and Economic Growth in Chile. In V. Corbo (Ed.), Growth Opportunities for Chile (pp.57-152). Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
- COSTELLO, D. M. (1993). A Cross-Country, Cross-Industry Comparison of Productivity Growth. *Journal of Political Economy*, 101: 207-221.
- DE SOLMINIHAC H., CERDA R., & GONZÁLES L. E. (2014) Desarrollo y análisis de Indicadores para el Mejoramiento de la Productividad en la Minería en Chile. CLAPES-UC, Documento de Trabajo N° 11.
- FEENSTRA R. C., INKLAAR R., & TIMMER M. (2015). The next generation of the Penn World Table. *American Economic Review*, 105(10), 3150-82.
- JARA J. J., PÉREZ P., & VILLALOBOS P. (2010). Good deposits are not enough: Mining labor productivity analysis in the copper industry in Chile and Peru 1992-2009. *Resources Policy*, 35(4), 247-256.
- MINISTERIO DE HACIENDA (2015). Acta Comité Consultivo del PIB Tendencial. Dirección de Presupuestos. Agosto 2015.
- SYED A., GRAFTON Q., & KALIRAJAN K. (2013). Productivity in the Australian mining sector. Bureau of Resources and Energy Economics (BREE). (Ed.), BREE Discussion Paper Series. Bureau of Resources and Energy Economics, Canberra.
- TOPP V., SOAMES L., PARHAM D. & BLOCH H. (2008). Productivity in the mining industry: measurement and interpretation. Productivity Commission Staff Working Paper, December 2008.
- UAI-CORFO (2014). Evolución de la Productividad Total de Factores (PTF) en Chile, Boletín N° 8. Universidad Adolfo Ibáñez/ Corporación de Fomento de la Producción. Santiago, Chile.



Capítulo 3

Análisis de brechas



Síntesis

Este capítulo presenta una caracterización productiva de 12 operaciones de la gran minería del cobre de Chile (producción anual sobre 100.000 toneladas), las que en su conjunto producen alrededor del 75% de la producción de cobre en Chile. Estas se analizaron utilizando indicadores de productividad parcial del trabajo y uso efectivo del capital. Se compara el desempeño dentro de la muestra a nivel nacional, y respecto a siete operaciones de Australia, Canadá, Estados Unidos y Perú. En conjunto, la muestra representa un 35% de la producción total mundial de cobre, y el 50% de la producción mundial de cobre de minas que producen sobre las 100.000 toneladas. Los hallazgos muestran una gran heterogeneidad en el desempeño productivo de las operaciones chilenas evaluadas, e importantes brechas en los niveles de productividad respecto a la muestra internacional.

Abstract

This chapter presents a productive characterization of twelve Chilean mining operations with annual production over 100,000 tons each. This sample accounts for approximately 75% of Chile's copper. These were analyzed using labor's partial productivity and effective use-time of capital. We compare the performance of the sample at the national level, and against a group of international operations considered best practice: Australia, Canada, the United States, and Peru. Overall, the sample accounts for 35% of the world's total copper production and 50% of global copper production of mines that produce over 100,000 tons. The findings display a considerable heterogeneity in the productive performance of the evaluated Chilean operations, and substantial productivity gaps with respect to the international sample.

Puntos Claves

- Existe gran dispersión en el desempeño productivo en las operaciones, tanto a nivel local como respecto a los referentes internacionales.
- La brecha de productividad entre la mejor nacional y la mejor internacional es de 136% (horas-hombre más), y respecto al promedio internacional es un 44%.
- Las brechas entre operaciones locales resultan importantes: la operación menos eficiente utiliza 168% más de horas-hombre que la faena local más productiva.
- Tanto las brechas como la propia heterogeneidad se vuelven a apreciar cuando se analizan procesos unitarios dentro de la operación.

3.1. Introducción¹

Este capítulo entrega una caracterización de la capacidad productiva de 12 faenas de la gran minería chilena del cobre (producción anual sobre 100.000 toneladas), las que en su conjunto producen alrededor del 75% de la producción de cobre en Chile. Además, se trabaja con información levantada mediante entrevistas en 10 operaciones internacionales de Australia, Canadá, Estados Unidos, Suecia y Perú (ver Tabla 3.1).² En conjunto, la muestra representa un 35% de la producción mundial de cobre, y el 50% de la producción mundial de cobre de faenas sobre las cien mil toneladas. Con esta muestra estamos seguros de la representatividad y del valor del análisis. A nuestro saber, no existe otro ejercicio de esta envergadura a nivel mundial.

Con excepción de Chile y Perú, la muestra de las operaciones internacionales se caracteriza por estar ubicada en países desarrollados, con altos estándares en materia social y ambiental, de seguridad laboral, y de relaciones con comunidades, las que además presentan ingresos *per cápita* superiores al de Chile. Este sesgo es deliberado. El objeto de nuestro análisis no es comparar el desempeño de faenas chilenas con el resto del mundo, sino con las de mejores prácticas internacionales, provenientes de países con buenos indicadores sociales, laborales y ambientales.³ En ese sentido, el estudio nos permite ver el potencial de mejora del país sujeto implícitamente a las restricciones antes mencionadas. Es decir, el ejercicio de comparación no solo considera las capacidades productivas entre faenas chilenas y de otros países, sino que las estudia en un marco institucional adecuado, donde la búsqueda por mejorar la capacidad productiva del sector no sea a costo de reducciones en las normas de seguridad o medioambientales. Esto descansa en nuestra certeza de que además de ser el país con mayores niveles de producción y reservas de cobre, Chile podría ser además la frontera mundial en minería

¹ El grueso de la información y el análisis presentado en este capítulo se levantó en el marco del Programa de Productividad Minera entre la Comisión Nacional de Productividad y la Fundación Chile, con el apoyo fundamental de MatrixConsulting. Los indicadores de productividad del capital fueron calculados por la empresa CGS usando la plataforma RMES. CNP agradece a las empresas y faenas aquí mencionadas por su apoyo y disposición en la entrega de la información. El Consejo Minero de Chile, así como varias instituciones privadas en Australia, Canadá, Estados Unidos, Suecia y Perú fueron un valioso apoyo en el desarrollo de este capítulo. En el ámbito público, varias autoridades de estos países fueron entrevistadas para enriquecer nuestro análisis. La Australian Government Trade Commission for Australian (AusTrade) en la Embajada de Australia en Chile, y Business Sweden en la Embajada de Suecia en Chile resultaron determinantes en el apoyo prestado al equipo de CNP que visitó dichos países.

² Solo siete de ellas aceptaron aportar datos operacionales.

³ En el caso de Perú, resulta interesante considerarlo dentro de la muestra por ser el competidor más cercano (en producción e inversión extranjera en minería) que presenta características similares a las de Chile.

en dimensiones asociadas a la productividad, la seguridad y la sostenibilidad, aunque para lograrlo deba superar importantes barreras.

El capítulo se estructura de la siguiente manera. En la sección 3.2 se presenta la metodología a utilizar para el análisis de brechas. Las secciones 3.3 y 3.4 examinan la capacidad productiva de las faenas, específicamente la Productividad Parcial del Trabajo y la Productividad Parcial del Capital, respectivamente, y la sección 3.5 presenta los resultados y conclusiones del capítulo.

3.2. Metodología

Cada una de las operaciones nacionales seleccionadas fue visitada con el objetivo de levantar la información necesaria para el análisis que se describe en este capítulo. Se accedió a la información primaria (en bruto) de 2015 en cada operación, con la apertura máxima a nivel de siete procesos unitarios. Acceder a la información bruta permitió estandarizar las métricas agregadas para hacerlas comparables entre las faenas, atendiendo que no todas tienen los mismos procesos unitarios y que la información es codificada de manera distinta en cada operación. Además de la información cuantitativa de producción, se levantó información de la dotación, de maquinarias, y de características físicas y geográficas de las operaciones. En las visitas también se realizaron entrevistas con representantes de la gerencia, la supervisión y equipos operativos. En las operaciones nacionales las visitas tomaron entre tres y cinco días.

Un ejercicio similar se realizó con las faenas internacionales, aunque por motivos de confidencialidad el nivel de acceso a la información fue menor.⁴ De la muestra internacional se visitó dos faenas en cada país, aunque se recibió información comparable solo siete de las diez faenas internacionales.⁵ En cada país se realizaron entrevistas, tanto en las faenas listadas como con representantes de agencias gubernamentales, universidades, asociaciones y empresas mineras. En las operaciones internacionales las visitas se realizaron en un día.

⁴ A diferencia de las faenas nacionales, la información de las faenas internacionales fue entregada directamente por cada una, pero los índices de productividad se construyeron sobre la misma metodología y son comparables.

⁵ Aunque se visitaron dos faenas en Suecia, por su nivel de producción no fueron incluidas en las métricas.

Tabla 3.1. Muestra nacional e internacional del estudio (2015).

Faenas Nacionales (producción 2015)	Faenas Internacionales (producción 2015)
Escondida (1.153 Kton.)	Highland Valley (CAN, 133 Kton.)
El Teniente (471 Kton.)	Gibraltar (CAN, 73 Kton.)
Collahuasi (455 Kton.)	Morenci (USA, 203 Kton.)
Los Bronces (438 Kton.)	Bagdad (USA, 80 Kton.)
Los Pelambres (376 Kton.)	Safford (USA, 91 Kton.)
Chuquicamata (309 Kton.)	Antamina (PER, 345 Kton.)
Radomiro Tomic (316 Kton.)	Cerro Verde (PER, 277 Kton.)
Andina (224 Kton.)	Olympic Dam HQ (AUS, 114 Kton.)
Centinela (221 Kton.)	Prominent Hill (AUS, 126 Kton.)
Spence (176 Kton.)	Iron Ore (AUS, 233 Kton.)
Candelaria (150 Kton.)	
Gabriela Mistral (125 Kton.)	

Fuente: COCHILCO y MatrixConsulting.

Se consideraron tres niveles agregados de análisis: mina rajo, planta concentradora y planta hidrometalúrgica, y siete procesos unitarios: carguío y transporte (mina rajo); chancado y molienda (concentradora); y chancado, área seca y área húmeda (hidrometalurgia). Para el análisis se utilizó material movido en la mina rajo, material procesado en las plantas de concentración, y material apilado en planta hidrometalúrgica.⁶ Como se explicó en el capítulo anterior, no se utiliza cobre fino como insumo en la medida de productividad dado que dicha métrica sesga el análisis a favor de yacimientos con mejor ley mineral y menor razón de material estéril mineral, y al hacerlo desvirtúa el análisis y le hace perder comparabilidad.

Un desafío importante para el estudio es la diversidad entre las faenas a comparar. La muestra incluye faenas diseñadas y construidas en épocas disímiles, con niveles de producción distintos, yacimientos diferentes en ley de mineral y geometría, y operaciones con niveles de capital, dotación y cultura organizacional propias. Con el fin de hacerlas más comparables se normalizó siguiendo criterios que estandarizan las operaciones. Por ejemplo, en mina, esta estandarización se hizo aplicando tres factores correctivos. El primero se aplica según la capacidad de tolva de los camiones (y bajo el supuesto de que las palas han sido elegidas según el camión utilizado), pues tolvas de mayor capacidad transportan más material y esto aparecería como mejor productividad cuando en realidad es distinta disponibilidad de capital. Para corregir este efecto se pondera por

⁶ En la métrica asociada a la mina rajo se excluye de la muestra nacional la operación de El Teniente por ser subterránea, y por lo tanto poco comparable con el resto de las observaciones. No obstante, para algunos de los otros procesos (cuando aplica) se cuenta con dicha observación.

la capacidad de tolva de la operación, respecto del promedio de capacidad de tolva del resto de las operaciones en la muestra. El segundo se aplica según la geometría del rajo de la operación, pues rajos más pequeños o de menor pendiente permiten mover mayor cantidad de material en menos tiempo. Para corregir este efecto se estima un factor que caracteriza la operación en términos del ciclo de mina (tiempo promedio que demora un camión desde que carga hasta que descarga en chancado, botadero o apiladero), la pendiente del rajo, y la distancia de la mina a la planta y al botadero.⁷ Como tercer factor se consideró la corrección por días de detención debido a factores climáticos, considerando que faenas de la muestra nacional tienen operaciones de invierno.⁸

Otro desafío mayor radicó en estandarizar los criterios de categorización de la información. Se definió de manera homogénea qué etapas de cada proceso se incluyen, y el tratamiento de las distintas detenciones que pueden haber (planificadas o no), las mantenencias (correctivas o no), etc. De los yacimientos nacionales la información se recibió directamente desde el centro de despacho de las faenas, y se organizó y clasificó con un criterio único. De las faenas internacionales se solicitó la entrega de información con agregados y clasificadores predefinidos, a modo de hacerlos comparables. Este criterio de entrega y procesamiento de información aplica a todos los indicadores, incluyendo la asignación adecuada de la dotación según las áreas de análisis.

Por motivos de confidencialidad no se entrega información específica de yacimientos o empresas, aunque parte del estudio resultó en un informe confidencial donde cada yacimiento que entregó datos recibió información de su posición relativa respecto de las otras faenas, estas últimas sin identificar.

3.3. Productividad Parcial del Trabajo

Esta sección describe la capacidad productiva de las faenas según un indicador de productividad parcial del trabajo. Este indicador mide la proporción de horas-hombre requeridas para mover mil toneladas de material (en el caso de la operación como un todo y en el caso específico de mina rajo), como también las horas-hombre proporcional al material procesado en el caso de la planta de concentradora, y las horas-hombre proporcional al material apilado en el caso de las plantas hidrometalúrgicas.

⁷ Metodología desarrollada por MatrixConsulting en el marco del estudio de *benchmark*.

⁸ Específicamente, se obtiene una media geométrica con estos tres factores. El valor obtenido de dicha media se multiplica a la medida de productividad laboral.

3.3.1. Indicador

Según la métrica seleccionada, una operación debe ser considerada más productiva cuando tiene asociada una carga menor de horas-hombre dedicadas a mover (mina), procesar (planta) o apilar (hidrometalurgia) mil toneladas de material durante 2015. Para construir el indicador se utilizan los volúmenes de cada proceso, la dotación de las faenas (incluyendo trabajadores propios y subcontratados⁹), y las horas anuales promedio por trabajador.¹⁰

Este indicador de productividad parcial de trabajo sirve para focalizar la atención en una medida de esfuerzo de la operación (horas-hombre). Una faena con alta “productividad parcial de trabajo” requiere una proporción menor de horas-hombre por unidad de material movido, procesado o apilado. Sin embargo, como se explicó en el capítulo anterior, esto no implica que el desempeño es responsabilidad exclusiva del trabajador, puesto que otros factores afectan el resultado. Por ejemplo, la cantidad y calidad de capital disponible, el diseño organizacional, el nivel de especialización y capital humano, etc., también afectan la métrica. En resumen, la medida aquí utilizada no refleja solo la capacidad productiva del trabajador, sino la influencia conjunta de los distintos factores productivos.¹¹

3.3.2. Resultados sobre productividad parcial del trabajo

Con la información proveniente de operaciones en la muestra nacional e internacional, y luego de aplicar la estandarización y corrección mencionadas, se estimó el indicador de productividad para las faenas nacionales y para el promedio nacional, y se comparó con la mejor faena internacional y con el promedio de la muestra internacional.¹² Los resultados se muestran en la Figura 3.1, donde las barras evidencian el número de horas-hombre asociadas a mil toneladas de material (movido) para cada una de las 11 operaciones nacionales.¹³

⁹ La información no permite hacer distinción entre estas dos subcategorías.

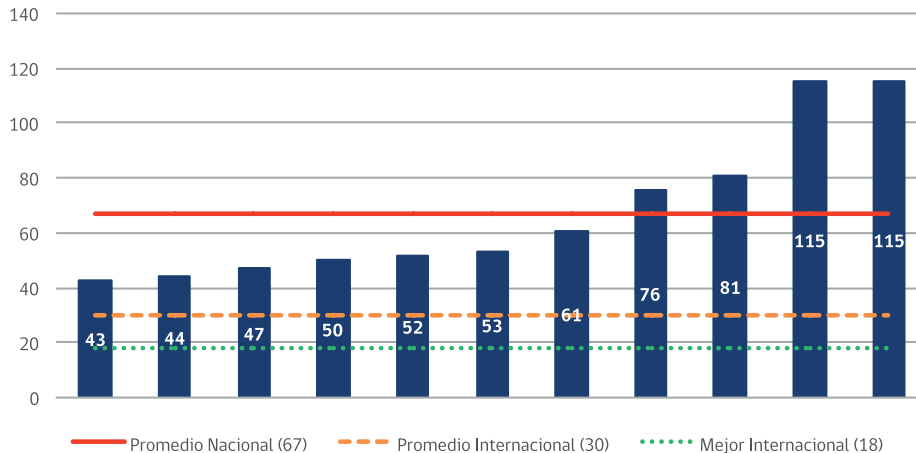
¹⁰ La denominada *Jornada Equivalente* o FTE, su sigla en inglés) utilizada en este estudio es de 2.190 horas por trabajador al año en el caso de la muestra nacional mientras que es de 2.000 horas por trabajador al año para la internacional. Esta última cifra es un promedio de los últimos 15 años obtenido mediante información que COCHILCO tiene basada en Wood Mackenzie.

¹¹ Ver manual de productividad OCDE (2001).

¹² En este caso la *Jornada Equivalente* o FTE (sigla en inglés) considera un promedio de 2.190 horas anuales por trabajador para el caso de Chile, mientras que para hacer el cálculo internacional se estima en 2.000. Solo se consideran operaciones a rajo abierto y mixto.

¹³ Se excluye El Teniente por ser subterránea.

Figura 3.1. Productividad parcial del trabajo, año 2015
(horas-hombre por kilo tonelada de material movido en la operación).



Fuente: Comisión Nacional de Productividad a partir del estudio de MatrixConsulting.

La figura da cuenta de una marcada heterogeneidad entre las faenas locales, algo que ya se observó en el análisis del Capítulo 2. Según el indicador, durante 2015 la operación más eficiente en la muestra nacional requirió en promedio 43 horas-hombre para mover mil toneladas de material, mientras que la menos eficiente requirió 115 horas-hombre para la misma labor. El promedio de la muestra nacional fue de 67 horas-hombre por mil toneladas de material.¹⁴

Más allá del análisis estadístico, estas brechas –mayores en un 100% entre la faena menos y la más productiva– resultan difíciles de explicar por factores externos, como la normativa o regulación aplicada. Además, la muestra ya ha sido corregida por factores geográficos, de capacidad de carga de los camiones, y exógenos al yacimiento como la ley del mineral. Con esto en mente, el grueso de estas diferencias debe ser atribuible a razones propias de las faenas, en especial la gestión de personal y activos, y también al plan minero.

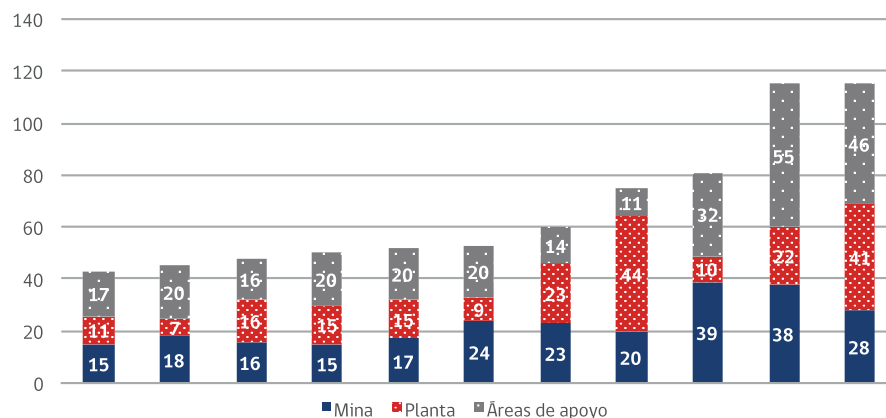
El análisis muestra también una importante brecha entre el indicador nacional y el internacional, y sugiere que existe amplio espacio de mejora en productividad considerando el desempeño observado de las faenas más eficientes (y de buenas prácticas) a nivel mundial. El promedio de la muestra internacional (30) es levemente inferior a la mitad del promedio nacional (67). Es decir, en 2015 las faenas de la muestra nacional requirieron más del doble de horas-hombre por mil toneladas de material movido respecto al promedio internacional. Nótese también que la operación local de mejor desempeño

¹⁴ Es importante hacer notar que los yacimientos menos productivos presentan una importante desviación respecto de la mediana de la muestra (53), y por ende distorsionan el promedio nacional (67).

muestra un 44% más de horas-hombre que el promedio de la muestra internacional, y un 139% más que la mejor operación internacional. Esta brecha en productividad puede estar capturando diferencias asociadas a aspectos institucionales, normativos, o brechas generalizadas en el nivel de competencias laborales.

La Figura 3.2 es equivalente a la anterior, pero muestra la composición de las horas-hombre de las faenas nacionales según áreas de mina, planta y apoyo.¹⁵ Si bien no existe un patrón definido para vincular la composición de las horas con el desempeño de la operación, la figura sugiere que a una mayor proporción entre las áreas de mina y las de planta o apoyo, es más probable asociarla a un peor desempeño. Por ejemplo, la operación menos eficiente presenta la mayor proporción de horas-hombre de áreas de apoyo sobre horas-hombre de mina de toda la muestra (1 a 1,6), la segunda menos eficiente está muy cerca (1 a 1,5), mientras que la cuarta (menos eficiente) muestra la mayor proporción entre horas planta y mina de (1 a 2,2).

Figura 3.2. Composición de la productividad parcial del trabajo, año 2015 (horas-hombre por kilo tonelada de material movido en la operación).



Fuente: Comisión Nacional de Productividad a partir del estudio de MatrixConsulting.

A partir de la información proveniente de mina rajo (ver Figura 3.3) se estima que la capacidad productiva promedio de las faenas internacionales supera al promedio nacional.¹⁶ Específicamente, la muestra internacional presenta una productividad promedio en mina de 13 horas-hombre por kilo tonelada de material movido, mientras que la media nacional resulta

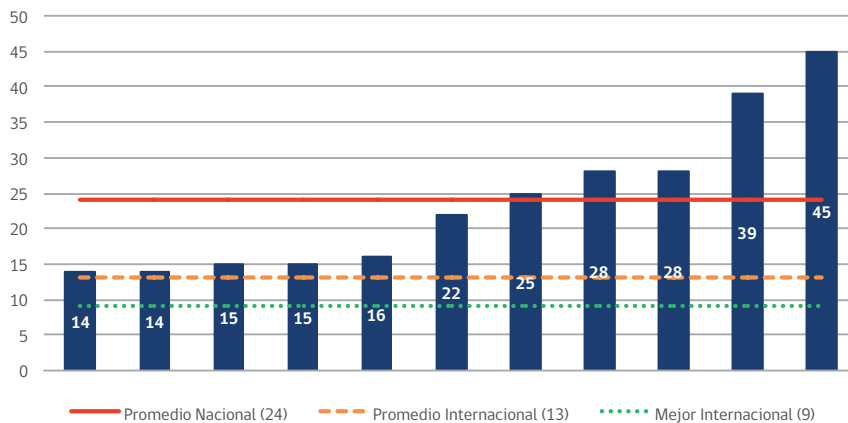
¹⁵ Las áreas que se consideran de apoyo son: servicios de apoyo a la operación, servicio a las personas, suministro eléctrico, administración y finanzas, recursos humanos, seguridad, salud ocupacional, medio ambiente y comunidades, proyectos OPEX, entre otros.

¹⁶ En este caso no se muestra la figura para no parecer tan redundante, considerando que las Figura 3.2 y 3.3 están asociadas a la productividad de la operación en su conjunto.

ser de 24 horas-hombre por kilo tonelada de material.¹⁷ Además, la operación internacional que presenta el mejor desempeño muestra una productividad en mina de 9 horas-hombre por kilo tonelada de material movido. En este sentido la brecha observada en la Figura 3.2 entre el promedio nacional y los valores internacionales resulta ser levemente superior a la brecha que se encuentra en el área mina, lo que sugiere la incidencia que las otras áreas (planta y apoyo) tienen sobre el indicador nacional. Así, siendo el promedio internacional de 30 horas-hombre, y de esas, 13 horas-hombre provienen del área mina, entonces las otras 17 horas-hombre deben provenir del área de planta y apoyo. Esto implica que en la muestra internacional por una hora-hombre utilizada en mina, 1,3 horas-hombre son utilizadas en otras áreas. Análogamente, en la muestra nacional, el promedio es de 67 horas-hombre, de las cuales 24 horas corresponden al área mina y 43 horas a otras áreas. Esto implica que por una hora-hombre utilizada en mina 1,8 horas-hombre son utilizadas en otras áreas.

Como se mencionó, esta distribución (y proporción) de horas-hombre entre áreas puede ser una de las posibles causas de las brechas observadas. Otra causa para esta brecha puede no deberse a la cantidad de horas-hombre, sino que a fallas que afectan la continuidad operacional, reduciendo el flujo de material movido en las operaciones nacionales, por tanto, a misma cantidad de horas-hombre disponible se terminó procesando o moviendo menos material.

Figura 3.3. Productividad parcial del trabajo en mina rajo, año 2015 (horas-hombre en mina por kilo tonelada de material movido en la operación).



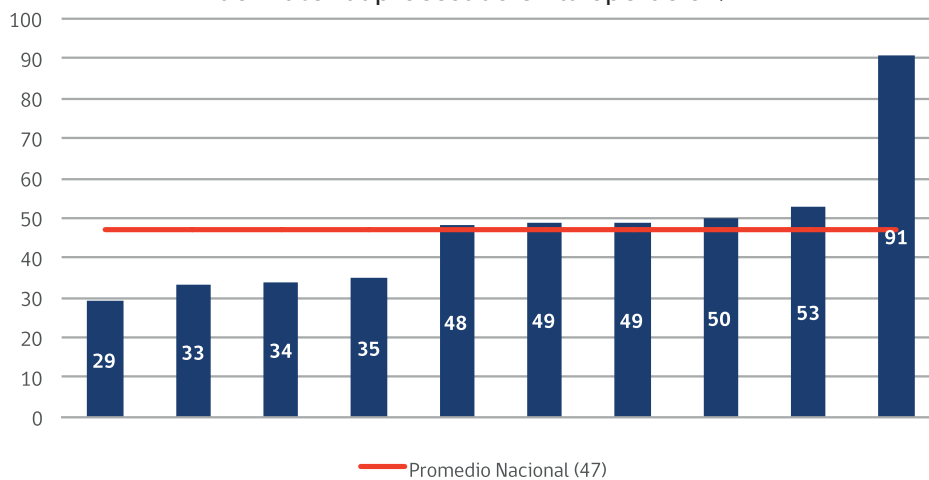
Fuente: Comisión Nacional de Productividad a partir del estudio de MatrixConsulting.

¹⁷

La brecha a nivel nacional es 212% entre la menos eficiente y la más eficiente. Eso es equivalente a decir que la menos eficiente a nivel nacional utiliza 30 horas-hombre más que la operación nacional más eficiente.

Enfocándonos en el proceso asociado a la *Planta Concentradora* (PC), la Figura 3.4 presenta los resultados de productividad de este proceso a nivel local, que en este caso consideran miles de toneladas de material procesado y las horas-hombre de la dotación de planta.¹⁸ Igual que los casos anteriores, se observa una gran heterogeneidad entre las faenas locales, explicado principalmente por los valores extremos que toman las operaciones menos eficientes. De la Figura 3.4 se observa que la PC más eficiente utiliza 29 horas-hombre para procesar mil toneladas de material mineral, mientras que la menos eficiente utiliza 91 horas. La figura sugiere que la planta menos eficiente presenta un valor anómalo, aunque la observación fue validada por la empresa respectiva.

Figura 3.4. Productividad parcial del trabajo en plantas concentradoras, año 2015 (horas-hombre planta concentradora por kilo tonelada de material procesado en la operación).



Fuente: Comisión Nacional de Productividad a partir del estudio de MatrixConsulting.

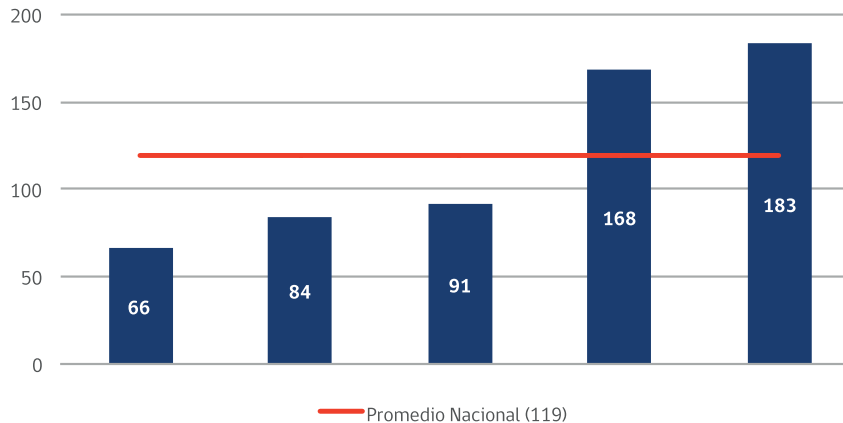
La Figura 3.5 presenta los resultados de productividad para la Planta Hidrometalúrgica (PHm) en la muestra nacional. De manera análoga a los casos anteriores, se observa que las operaciones locales presentan importantes brechas: entre la operación más eficiente y la menos eficiente existe un 177% más de horas-hombre por kilo tonelada apilada. Este resultado se puede deber a una mayor cantidad efectiva de horas-hombre utilizadas,

¹⁸

Si bien existen datos a nivel internacional, las asignaciones de dotación clasificadas como "planta" son específicas a cada operación, entregando resultados poco representativos. En el caso de la planta hidrometalúrgica no existen los datos a nivel internacional para poder realizar un análisis de comparabilidad.

o a fallas en el proceso productivo que implican menor cantidad de material apilado durante el mismo periodo.

Figura 3.5. Productividad parcial del trabajo en plantas hidrometalúrgicas,¹⁹ año 2015 (horas-hombre en planta hidrometalúrgicas por kilo tonelada de material apilado en la operación).



Fuente: Comisión Nacional de Productividad a partir del estudio de MatrixConsulting.

Hallazgo 3.1. Existe gran dispersión en el desempeño productivo de las operaciones chilenas evaluadas. La operación más eficiente utiliza 43 horas-hombre por mil toneladas de material movido, mientras que la menos eficiente utiliza 115 horas. En promedio se requirió 67 horas-hombre en una faena para mover mil toneladas de material durante 2015, aunque la mayoría (mediana) utiliza 53 horas-hombre.

Hallazgo 3.2. Al comparar con las operaciones internacionales se aprecian importantes brechas en los niveles de productividad. En promedio, las operaciones de la muestra internacional realizan la misma labor ocupando 37 horas-hombre menos que el promedio nacional (67), y 23 horas menos que la mayoría de las operaciones nacionales.

Hallazgo 3.3. Los resultados sugieren que las operaciones menos productivas presentan una composición más heterogénea de horas-hombre entre áreas. Las operaciones menos productivas tienden a tener, o una mayor proporción de horas-hombre de planta respecto a

¹⁹ Solo algunas operaciones procesan óxidos, por lo que existen menos observaciones de plantas.

mina; o una mayor proporción de servicios de apoyo respecto a mina. En promedio, una faena nacional tiene 1.8 horas-hombre en planta y apoyo por una hora-hombre en mina; en el caso internacional dicho indicador toma el valor 1,3.

Hallazgo 3.4. La brecha de productividad entre la mejor nacional (43) y la mejor internacional (18) es de 25 horas-hombre por kilo tonelada movida. Es decir, la mejor faena nacional resulta ser un 139% más ineficiente respecto a la mejor de la muestra internacional. Si se compara entre la operación nacional de mejor desempeño con el promedio internacional, dicha diferencia se reduce a 13 horas-hombre. Es decir, la faena nacional más eficiente es un 44% más ineficiente respecto al promedio de la muestra internacional.

Hallazgo 3.5. La productividad en Mina muestra que, en promedio, las operaciones nacionales utilizan 24 horas-hombre por mil toneladas de material movido. Las brechas entre operaciones locales resultan importantes (221% más ineficiente respecto a la de mejor desempeño). Respecto a la muestra internacional, en promedio, estas últimas operaciones realizan la misma labor utilizando 11 horas-hombre menos, nuevamente una brecha superior al 100%.

Hallazgo 3.6. La productividad en Planta Concentradora muestra que, en promedio, las operaciones nacionales utilizan 47 horas-hombre para procesar mil toneladas de material. La diferencia entre la faena más y la menos productiva es de 62 horas-hombre, es decir la menos productiva es un 214% más ineficiente respecto a la mejor.

Hallazgo 3.7. La productividad en Planta Hidrometalúrgica muestra que, en promedio, las operaciones nacionales utilizan 119 horas-hombre para apilar mil toneladas de material. La diferencia entre la faena más y la menos productiva es de 116 horas-hombre, es decir, la menos productiva es un 177% más ineficiente respecto de la mejor.

3.4. Productividad Parcial del Capital

Para describir la capacidad productiva de las operaciones se utiliza también la eficiencia en el uso del capital (equipos y maquinaria). Específicamente, para el análisis se consideró el tiempo de uso del capital en los siete procesos unitarios ya descritos, en la mina, la Planta Concentradora y la Planta Hidrometalúrgica.

3.4.1. Indicadores

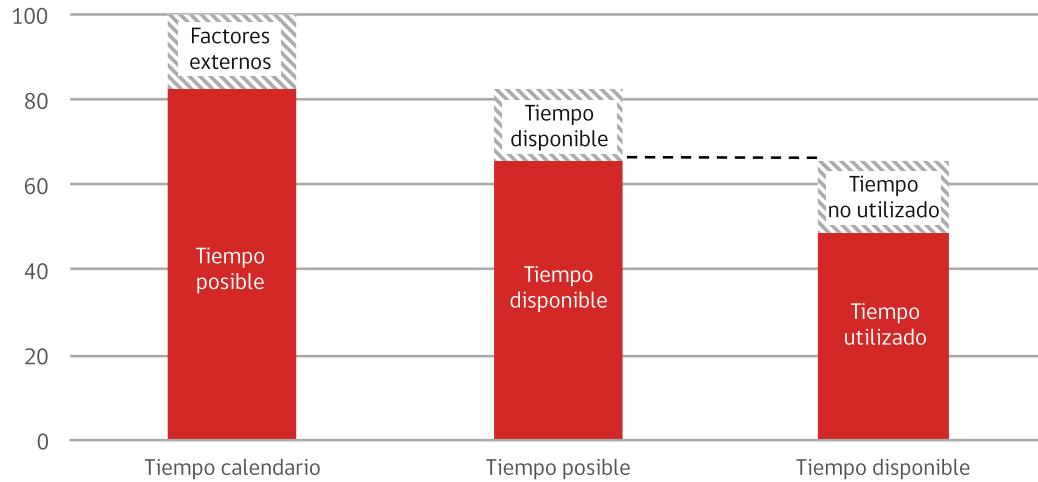
En este caso, el desempeño productivo del capital se asocia a la proporción del tiempo en que dicho activo es efectivamente operado, algo que denominamos *eficiencia de activos*. Específicamente, este indicador estima la proporción del tiempo de uso sobre un tiempo base para cada uno de los procesos unitarios bajo análisis. Para construir esta métrica es necesario entender la distribución del tiempo asociado a un año de operación, partiendo desde el *tiempo calendario* (el año 2015), al que se descuentan factores exógenos comunes a cada uno de los procesos unitarios.²⁰ Es decir, a los 365 días se restan días no operativos producto de eventos que reducen el tiempo posible de utilizar el capital debido a situaciones no gestionables por los procesos. Por ejemplo, para mina rajo el tiempo en tronadura es un factor exógeno que obliga a detener el proceso de carguío y transporte, y por ende genera horas de no utilización de los activos. O bien en el caso de varias operaciones chilenas que deben detener transitoriamente su operación en mina en época de invierno, lo que genera horas de no utilización de los activos.

Una vez descontados los factores exógenos al *tiempo calendario* (365 días) nos queda el *tiempo posible*, que es el tiempo que podría ser utilizado el activo. A este debe descontarse el tiempo asociado a la mantención del activo (ya sea planificada o correctiva), cuando el activo no estaría disponible. Al descontar del *tiempo posible* las horas en mantención obtenemos el *tiempo posible*. A este debe descontarse el tiempo asociado a detenciones (programadas o no), pues, aunque el equipo esté disponible no siempre está en uso. Ejemplos de detenciones programadas serían las charlas de seguridad, los traslados, el almuerzo, las esperas por relevo, etc. Ejemplos de detenciones no programadas serían las que derivan de descoordinaciones en el proceso mismo. Una vez descontado del *tiempo disponible* de estos factores, obtenemos el *tiempo utilizado*. Por tanto, cuando se habla de eficiencia en el uso del activo se está haciendo alusión a la proporción del tiempo que equivale al *tiempo utilizado*.²¹ La Figura 3.6 resume el análisis.

²⁰ Por ejemplo, clima y corte de energía pueden ser casos transversales. En cambio, detenciones aguas arriba o aguas abajo del proceso son detenciones exógenas que afectan específicamente al proceso en cuestión.

²¹ Cabe señalar que al día de hoy no se tiene la información necesaria para hacer una comparación de rendimiento efectivo. Ello implica suponer que, a *grosso modo*, la capacidad productiva del activo es similar entre plantas y la diferencia solo radica en las horas de uso.

Figura 3.6. Distribución de pérdidas para cálculo de productividad parcial del capital (%).



Fuente: MatrixConsulting.

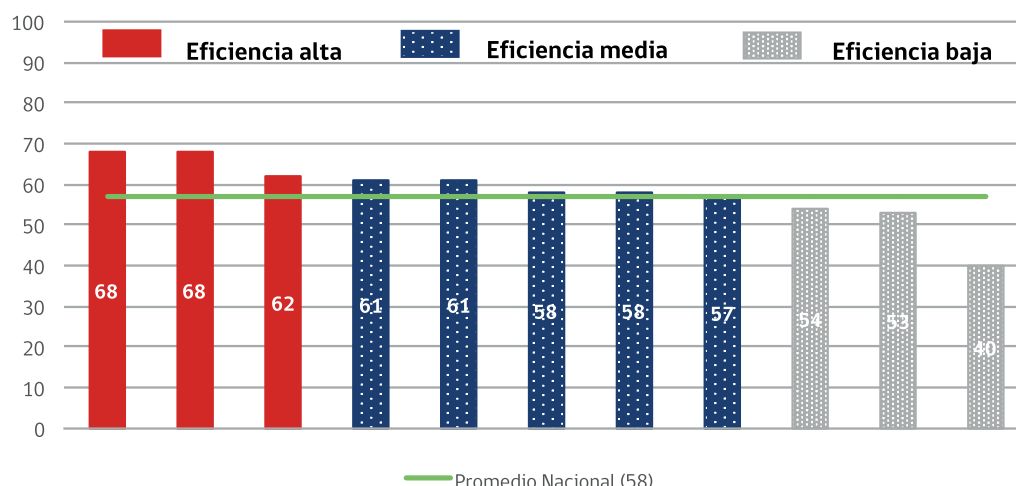
3.4.2. Carguío

El proceso de carguío está dentro del área de mina rajo y corresponde a la gestión de las palas (eléctricas e hidráulicas) que cargan los camiones transportadores del material estéril al botadero o el material mineral a la planta.

Como se observa en la Figura 3.7, la eficiencia promedio en el uso de los activos para el proceso de carguío en Chile alcanza a 58% del *tiempo posible*, mientras que la mejor operación nacional alcanza un 68% de dicho tiempo, y la peor solo llega a un 40% (brecha de 28 puntos porcentuales). También la información recolectada muestra que, en promedio, la proporción del *tiempo posible* asociado a la no utilización del activo (ver Figuras 3.7 y 3.8) se divide en un 21% en mantenciones (correctivas o preventivas) y otro 21% en detenciones (programadas y no programadas).²²

²² La proporción promedio de disponibilidad resulta ser 79% del tiempo posible, por tanto, un 21% está asociado a mantenciones. Luego, la diferencia entre el 79% y el 57% da el tiempo promedio asociado a detenciones.

Figura 3.7. Eficiencia del activo carguío en 2015 (% respecto al tiempo posible).



Fuente: Comisión Nacional de Productividad a partir del estudio de MatrixConsulting.

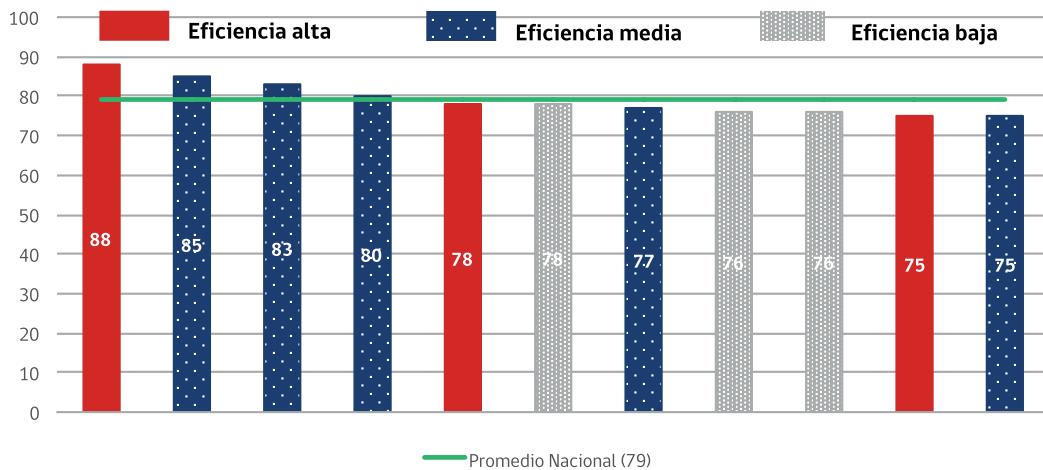
La Figura 3.7 distingue arbitrariamente tres niveles de eficiencia: eficiencia alta (en rojo), eficiencia media (en azul), y eficiencia baja (en gris). De las Figuras 3.7 y 3.8 se puede deducir que (en promedio) la principal diferencia en el uso eficiente del activo está en las detenciones. Esta conclusión se obtiene al estimar la brecha entre la operación con mejor disponibilidad (88% del *tiempo posible*) y el de más baja disponibilidad (75% del *tiempo posible*), que es de 13 puntos porcentuales, mientras que la diferencia asociada al uso eficiente del activo es de 28 puntos porcentuales. En este sentido se refuerza la idea que, en el caso de carguío, las mantenciones (planificadas como correctivas) generan menos brechas que las asociadas a las detenciones.

Respecto a la comparación con la muestra internacional, la Figura 3.9 muestra el valor promedio y máximo de disponibilidad y eficiencia en el uso del carguío para ambas muestras. En este caso el análisis se realiza como porcentaje del *tiempo calendario*, y no del *tiempo posible*.²³ Bajo este criterio, la brecha del promedio nacional (77%) respecto al promedio internacional (90%) es de 13 puntos porcentuales. Mientras que, la mejor operación nacional (85%) se ubica cinco puntos porcentuales bajo el promedio internacional (90%), y ocho puntos bajo la mejor internacional (93%). La faena nacional con menor disponibilidad del activo alcanzó un 72%.

²³

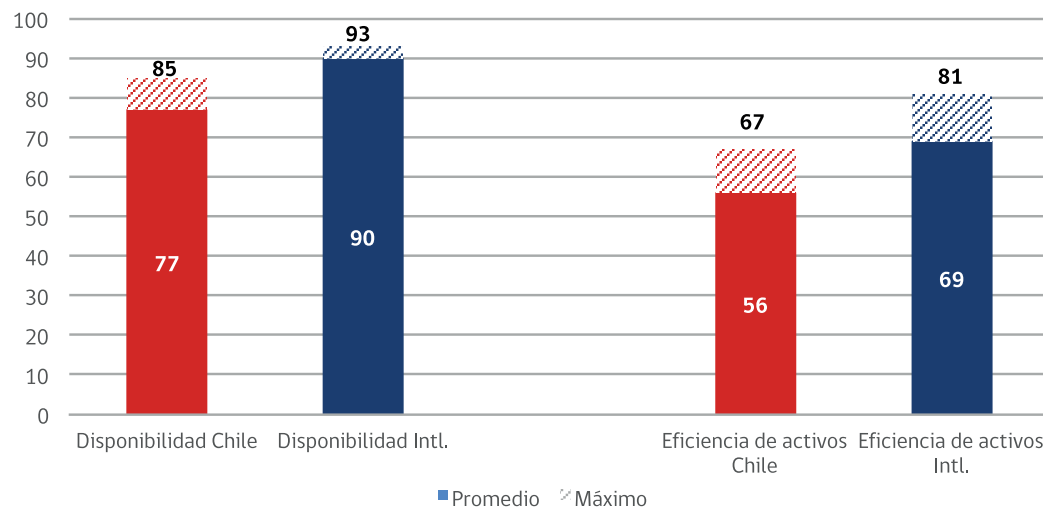
Esto se debe a que no se tuvo acceso directo a la información de las operaciones internacionales y por tanto no se pudo asociar detenciones a factores exógenos.

Figura 3.8. Disponibilidad del activo carguío en 2015
(% respecto al tiempo posible).



Fuente: Comisión Nacional de Productividad a partir del estudio de MatrixConsulting.

Figura 3.9. Brecha de la disponibilidad y eficiencia en el uso del carguío en 2015 (% respecto al tiempo calendario).



Fuente: Comisión Nacional de Productividad a partir del estudio de MatrixConsulting.

Analizando el nivel de eficiencia de activos en términos de brecha con la muestra internacional, el promedio de las operaciones nacionales está 13 puntos porcentuales respecto al promedio de la muestra internacional. La mejor operación nacional está 14 puntos porcentuales por debajo de la mejor operación internacional. Si llevamos

este análisis al equivalente de 24 horas como el *tiempo calendario* tendríamos que, en promedio, en Chile el carguío está disponible 18.5 horas versus 21.6 horas de la muestra internacional. En el caso de Chile, de esas 18.5 horas el equipo se utiliza 13.4 horas. Para la muestra internacional, de las 21.6 horas disponibles, el equipo está siendo utilizado 16.6 horas, es decir un 24% más que en Chile. Si la continuidad operacional implicase utilizar el activo 24 horas al día los 365 días del año, esto equivaldría a que el carguío de la muestra internacional (en promedio) utiliza 49 días más el activo que el promedio nacional. Por último, cabe mencionar que en la muestra nacional la faena que presenta la menor proporción de uso efectivo del activo alcanza el 38% del tiempo calendario.

Hallazgo 3.8. La productividad asociada a carguío presenta brechas importantes a nivel nacional: en uso eficiente del activo la brecha es de 28 puntos porcentuales. Las detenciones explican la mayor diferencia de esta brecha, seguido por mantención.

Hallazgo 3.9. En promedio, la muestra internacional utiliza un 24% más el activo respecto al promedio nacional. Ello equivaldría a utilizar 49 días adicionales al año el activo por parte de la muestra internacional, si el uso del activo fuese de 24 horas los 365 días del año.

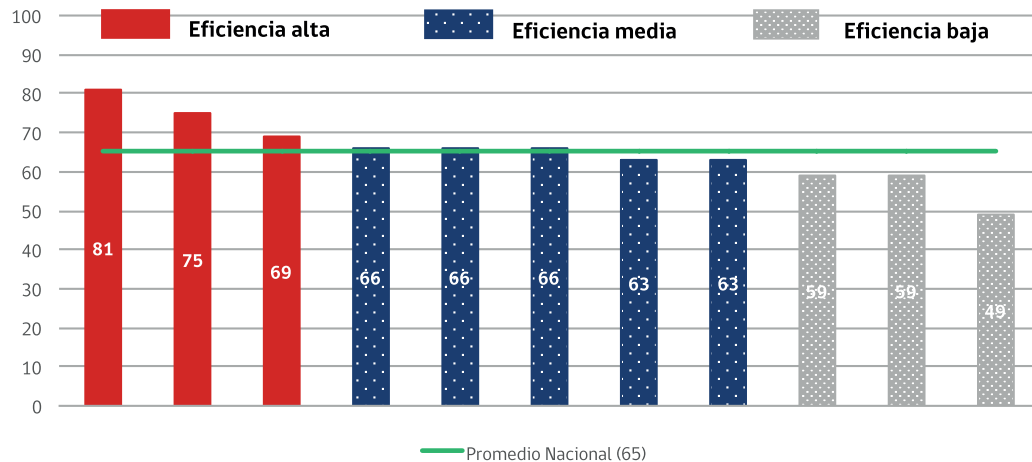
3.4.3. Transporte

El proceso de Transporte está dentro del área de mina rajo. Este corresponde al transporte de material estéril al botadero y del mineral a la planta. De los datos levantados se observa una brecha de 32 puntos porcentuales entre la operación más eficiente y la de menor eficiencia (ver Figura 3.10). El promedio de uso eficiente de camiones en la muestra es de 65% del *tiempo posible*. Ello implica que un 35% del *tiempo posible* está asociado a mantenciones y detenciones.

Al analizar en conjunto la Figura 3.10 y la Figura 3.11 se puede concluir que, al igual que el caso de carguío, la heterogeneidad en el uso eficiente del activo está dada por el tiempo vinculado a las detenciones más que al tiempo asociado a las mantenciones.²⁴ Corroborando lo anterior, la Figura 3.11 muestra que existen operaciones de baja eficiencia en el uso del activo con alta disponibilidad del mismo. También hay operaciones que son parte del grupo de eficiencia alta que logran corregir la baja disponibilidad (relativa) con menores detenciones.

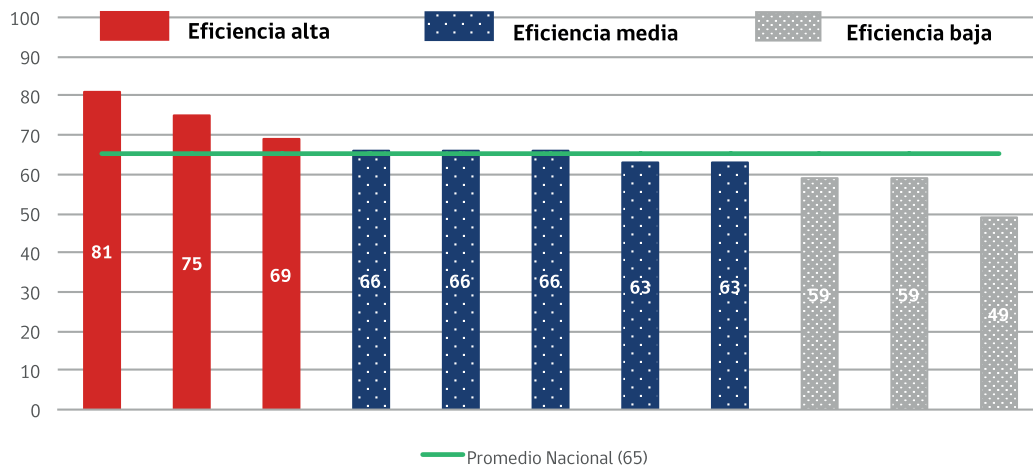
²⁴ La brecha en disponibilidad es de 20 puntos porcentuales, con un promedio de 17% del *tiempo posible* destinado a mantenciones, mientras que la brecha en uso eficiente es de 32 puntos con un promedio de 18% del *tiempo posible* destinado a detenciones.

Figura 3.10. Eficiencia del uso de transporte en 2015
(% respecto al tiempo posible).



Fuente: Comisión Nacional de Productividad a partir del estudio de MatrixConsulting.

Figura 3.11. Disponibilidad del transporte en 2015
(% respecto al tiempo posible).

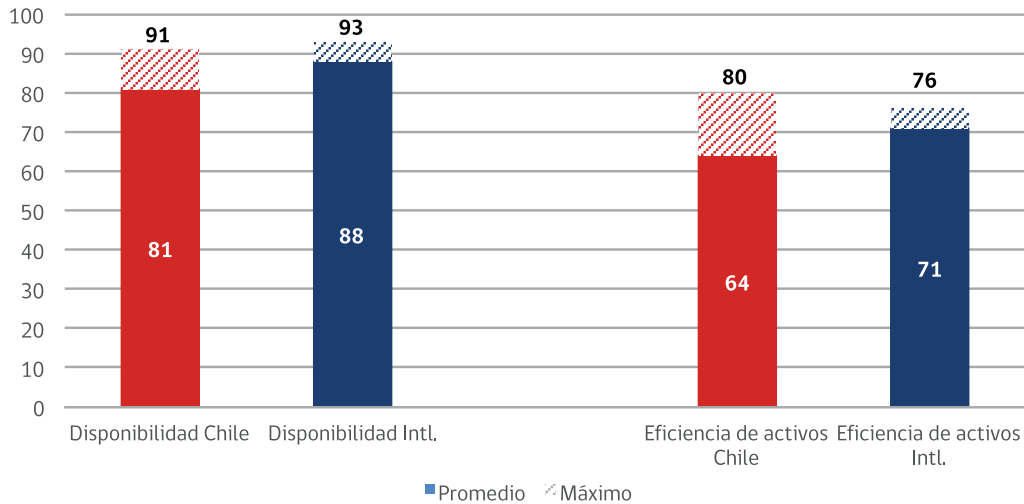


Fuente: Comisión Nacional de Productividad a partir del estudio de MatrixConsulting.

La Figura 3.12 muestra la brecha de disponibilidad y de eficiencia en el uso del transporte entre las operaciones de la muestra nacional e internacional (basado en el *tiempo calendario*). La brecha entre el promedio de la muestra nacional (81%) e internacional (88%) es de 7 puntos porcentuales. Nótese que la operación nacional con mejor disponibilidad (91%) logra superar al promedio de la muestra internacional. Más aún, a nivel de eficiencia

de activos, la mejor operación nacional supera la mejor operación internacional. Para el caso de la eficiencia promedio de la muestra observamos que la muestra nacional está por debajo de la internacional por 7 puntos porcentuales. De la muestra nacional se observa que las faenas con menor disponibilidad y menor eficiencia en el uso del activo presentan una proporción de 72% y 47% del tiempo calendario, respectivamente.

Figura 3.12. Brecha de la disponibilidad y eficiencia en el uso del transporte 2015 (% respecto al tiempo calendario).



Fuente: Comisión Nacional de Productividad a partir del estudio de MatrixConsulting.

Si llevamos el análisis al equivalente de 24 horas como el *tiempo calendario* tendríamos que, en promedio, en Chile los camiones están disponibles 19,4 horas versus 21,1 horas de la muestra internacional. En Chile, de esas 19,4 horas el activo termina siendo utilizado efectivamente 15,4 horas, mientras que la muestra internacional, en promedio lo utiliza 16,9 horas (de las 21,1 horas disponibles). Es decir, la muestra internacional utiliza un 10% adicional el camión por día que las faenas nacionales. Si la continuidad operacional implicase utilizar el activo 24 horas al día los 365 días del año, esto equivaldría a que el transporte de la muestra internacional (en promedio) utiliza 23 días más el activo que el promedio nacional.

Hallazgo 3.10. La productividad asociada a transporte presenta brechas importantes a nivel nacional: en uso eficiente del activo la brecha es de 32 puntos porcentuales. La mayor diferencia de esta brecha la explican las detenciones seguido de mantenciones.

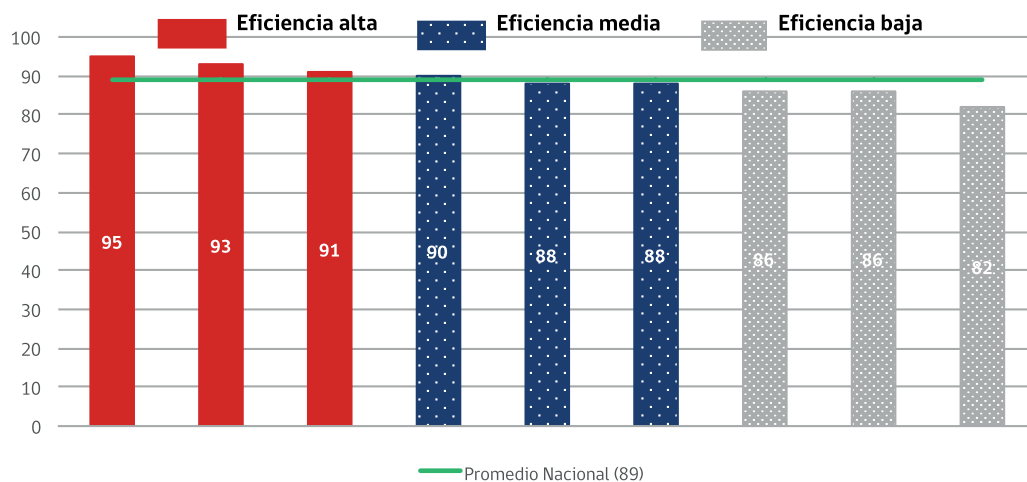
Hallazgo 3.11. En promedio, la muestra internacional utiliza un 10% más el activo respecto al promedio nacional. Ello equivaldría, si el uso del activo fuese de 24 horas los 365 días del año, a utilizar 23 días adicionales al año el activo por parte de la muestra internacional.

3.4.4. Planta Concentradora

En esta sección se analiza el uso de la *Planta Concentradora* (PC), que procesa el material mineral para obtener concentrado de cobre. Para este análisis se consideran los procesos unitarios de *Chancado Primario* (ChP) y *Molienda* (ML) los cuales (a grandes rasgos) consisten en reducir la roca mineral a niveles de granularidad óptimos para la obtención de concentrado de cobre mediante el proceso de flotación.

La Figura 3.13 muestra la brecha nacional respecto al uso eficiente de la planta concentradora.²⁵ Se puede observar el alto grado de eficiencia en el uso, si consideramos la misma estadística de procesos ya discutidos. La brecha entre el uso más y menos eficiente es de 13 puntos porcentuales, y el promedio de la muestra es de 89%.

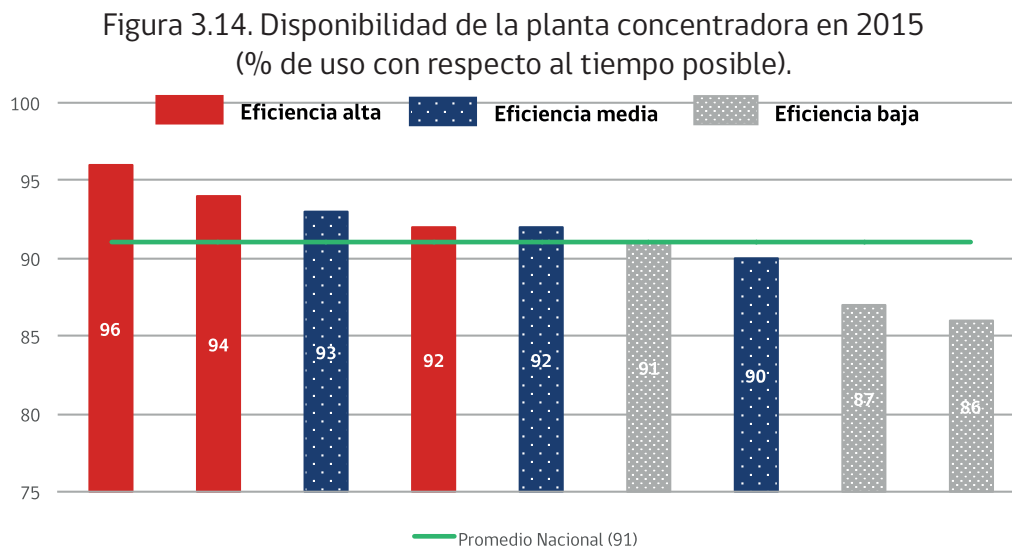
Figura 3.13. Eficiencia en el uso de la planta concentradora en 2015
(% respecto al tiempo posible).



Fuente: Comisión Nacional de Productividad a partir del estudio de MatrixConsulting.

²⁵ En este caso la obtención de dicha medida es a partir de la agregación del tiempo del *Chancado Primario* y *Molienda*.

Según la Figura 3.14, en promedio, un 9% del *tiempo posible* se está realizando mantenimiento (sea correctivo o planificado), mientras que un 2% del *tiempo posible* corresponde a detenciones (programadas o no). Es decir, a diferencia de los casos anteriores, las mantenciones (en promedio) son las que explican en gran medida las brechas nacionales. Sin embargo, existe (marginamente) una mayor brecha en el caso de la eficiencia (13 puntos porcentuales) que en disponibilidad (10 puntos porcentuales).

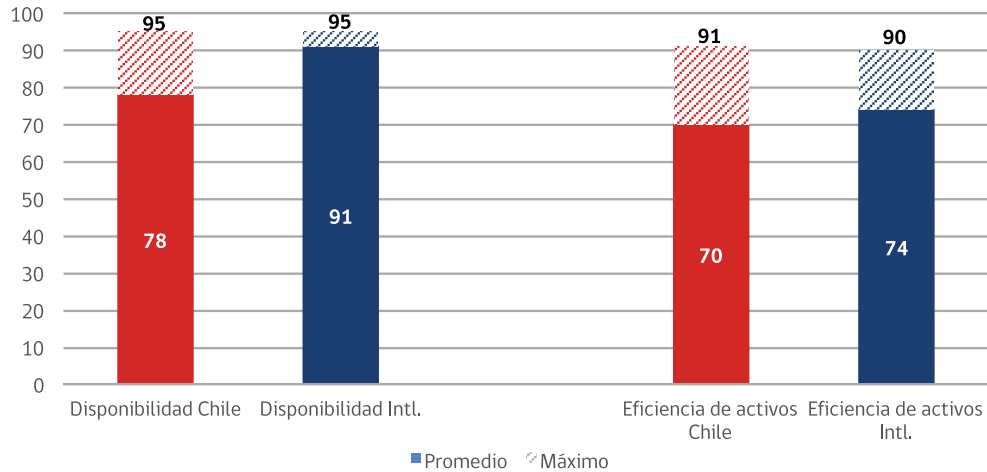


Fuente: Comisión Nacional de Productividad a partir del estudio de MatrixConsulting.

La Figura 3.15 presenta el promedio y el valor máximo de la disponibilidad y eficiencia asociado al *ChP* de las operaciones nacionales y de la muestra internacional.²⁶ La diferencia (promedio) entre la muestra nacional e internacional es de 13 puntos porcentuales en disponibilidad (78% vs 91%), y 4 puntos porcentuales en uso eficiente (70% vs 74%). Se observa también que las faenas nacionales con mayor disponibilidad y uso más eficiente de los activos lo hacen tan bien o mejor que las operaciones internacionales. Similar a los activos antes analizados, la muestra nacional presenta faenas con baja disponibilidad (57% del tiempo calendario) y eficiencia (42%).

²⁶ Por comparabilidad, la disponibilidad y eficiencia tienen como base el tiempo calendario.

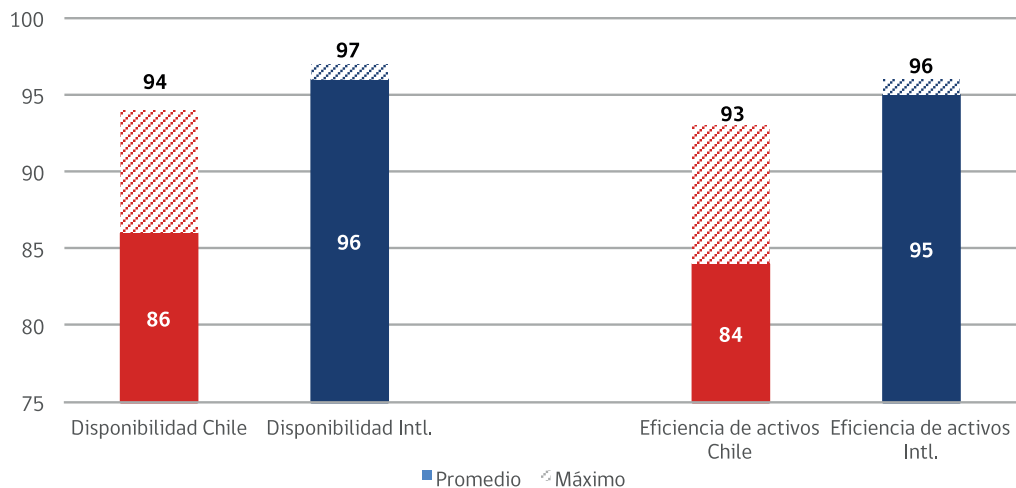
Figura 3.15. Análisis de brechas para Chancado Primario 2015
(% respecto al tiempo calendario)



Fuente: Comisión Nacional de Productividad a partir del estudio de MatrixConsulting.

En el caso de ML, las brechas son mayores en términos relativos comparado con el *ChP* (ver Figura 3.16). El promedio nacional está a una distancia de 10 puntos porcentuales del promedio internacional, mientras que en el uso de activos está a 11 puntos porcentuales respecto del promedio internacional. Al igual que el caso anterior, en la muestra nacional asociada a *ML* hay observaciones con baja disponibilidad (75%) y eficiencia de activos (73%).

Figura 3.16. Análisis de brechas para Molienda 2015
(% respecto al tiempo calendario).



Fuente: Comisión Nacional de Productividad a partir del estudio de MatrixConsulting.

Hallazgo 3.12. La brecha nacional en el uso eficiente de la Planta Concentradora es de 13 puntos porcentuales. Se destaca la proporción del tiempo posible utilizado: promedio de 89%.

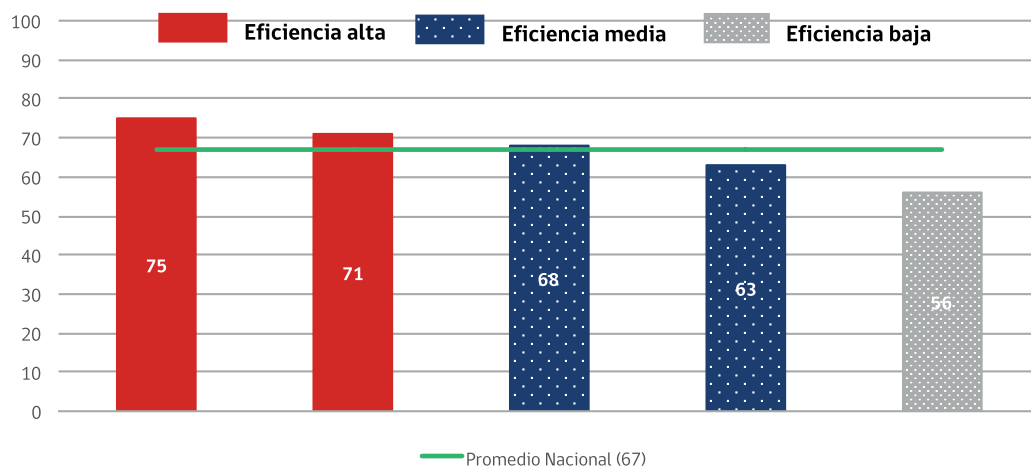
Hallazgo 3.13. La mayor fuente de heterogeneidad en el uso eficiente de la Planta Concentradora de la muestra nacional proviene de las mantenciones.

Hallazgo 3.14. En promedio, la muestra internacional utiliza un 13% más los equipos en Molienda y un 6% más en el Chancado Primario, respecto al promedio nacional.

3.4.5. Planta Hidrometalúrgica

La Planta Hidrometalúrgica (PHm) procesa el material mineral mediante la reducción de la roca mineral (chancado) y la aplicación de un solvente (área seca), para posteriormente concluir con el proceso de electroobtención (área húmeda). Para este proceso unitario no se tiene información de la muestra internacional. La información recolectada (ver Figuras 3.17 y 3.18) muestra brechas de 17 puntos porcentuales en la disponibilidad de la planta, mientras que en uso eficiente del activo resulta ser de 19 puntos porcentuales (ambas con base en tiempo posible).

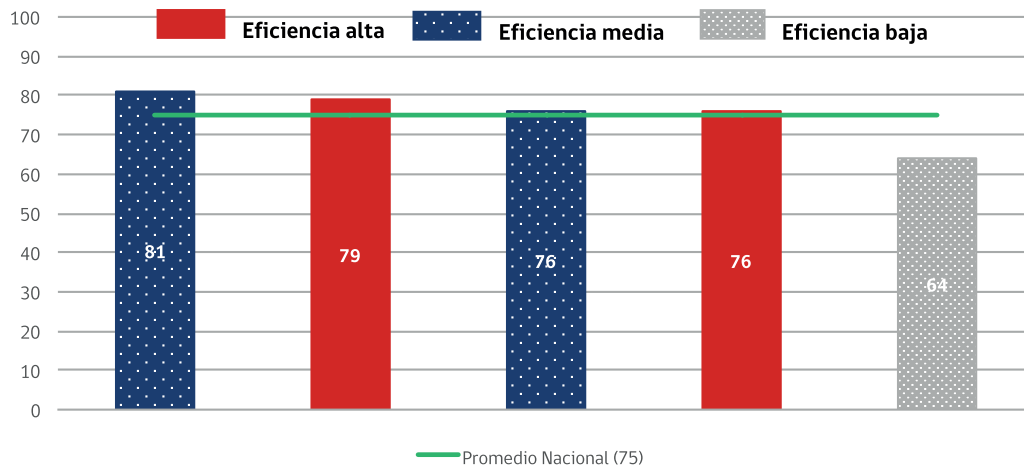
Figura 3.17. Eficiencia en el uso de la planta hidrometalúrgica en 2015 (% respecto al tiempo posible).



Fuente: Comisión Nacional de Productividad a partir del estudio de MatrixConsulting.

En la PHm se observa que, en promedio, un 25% del *tiempo posible* está asociado a mantenimientos, y un 9% está destinado a detenciones (programadas y no). Por tanto, la mayor fuente de heterogeneidad asociada al uso eficiente del activo proviene de las mantenciones.

Figura 3.18. Disponibilidad de la planta hidrometalúrgica en 2015
(% respecto al tiempo posible)



Fuente: Comisión Nacional de Productividad a partir del estudio de MatrixConsulting.

Hallazgo 3.15. La brecha nacional en el uso eficiente de la Planta Hidrometalúrgica es de 19 puntos porcentuales. La mayor fuente de heterogeneidad en el uso eficiente de la Planta Hidrometalúrgica proviene de las mantenciones.

3.5. Conclusiones

Se presentaron los resultados asociados a las brechas productivas a nivel de operaciones, con datos de 12 faenas nacionales y 7 faenas internacionales consideradas de buenas prácticas. Con esta información se construyeron índices de productividad parcial (comparables) del trabajo y del capital. En el primer caso dicho índice mide el esfuerzo de la operación (medido como horas-hombre) por mover, procesar o apilar material de la mina. En el segundo se mide como proporción del tiempo que está siendo efectivamente utilizado el capital.

Los resultados asociados a productividad parcial del trabajo muestran importantes brechas entre las faenas nacionales e internacionales. La mejor faena nacional requiere 43 horas-hombre por cada mil toneladas de material movido, mientras que la faena internacional más eficiente requiere 18 horas-hombre. Si consideramos el promedio de ambas muestras, por cada mil toneladas, en el caso de Chile, se requieren 67 horas-hombre, mientras que en la muestra internacional, 30.

Los resultados asociados a productividad parcial del capital también presentan brechas entre las operaciones nacionales e internacionales. Estas brechas (a favor de la muestra internacional) no superan los 14 puntos porcentuales del tiempo calendario, siendo lo más común observar brechas en torno a 7 puntos porcentuales. Si el tiempo calendario es llevado a un equivalente de 24 horas, el capital de las operaciones internacionales (en promedio) es utilizado 1,7 horas más que en Chile por día. Esto puede parecer marginal, pero, considerando que dicha diferencia ocurre a diario en una faena, implica operar unos 26 días adicionales al año.

Los resultados obtenidos muestran que la brecha a nivel nacional es importante. En el caso de la productividad parcial del trabajo se observa que la operación más productiva presenta una proporción de 43 horas-hombre por mil toneladas de material movido, versus la menos eficiente con 115. Para mina, planta concentradora y planta hidrometalúrgica, las brechas muestran similares proporciones.

En el caso de la productividad del capital (medido como uso eficiente), al medirse basada en el tiempo posible, la brecha entre faenas nacionales tiende estar en torno a 23 puntos porcentuales. No obstante, dicha base de tiempo no considera factores exógenos al proceso unitario, pero endógenos a la operación, como lo son las detenciones en la línea de producción aguas arriba o aguas abajo del proceso. Cabe señalar que estas detenciones representan -por faena- alrededor de un 60% de dichos factores exógenos, con importante dispersión.²⁷ Aquí radica la mayor causa de descuento en tiempos de uso, susceptible de ser gestionada por la operación. Si consideramos esto último, las brechas en los distintos procesos unitarios comienzan a incrementarse significativamente.

La Tabla 3.2 resume las brechas en disponibilidad y uso eficiente del capital antes descritas. Las cifras principales son el promedio antes mencionado, y las cifras entre paréntesis el rango de la muestra nacional. Como se puede apreciar, la varianza existente es importante.

²⁷ A excepción de transporte, que tiende a oscilar en torno a 20%.

Tabla 3.2. Disponibilidad y Eficiencia de activos en 2015.

	Disponibilidad (horas de un día)		Eficiencia de activos (horas de un día)	
	Chile	Internacional	Chile	Internacional
Carguío	18,5 (20,4 - 17,3)	21,6	13,4 (16,1 - 9,2)	16,6
Transporte	19,4 (21,7 - 17,2)	21,1	15,4 (19,2 - 11,3)	16,9
Chancado PC	18,7 (22,9 - 13,8)	21,8	16,7 (21,9 - 10,0)	17,7
Molienda	20,5 (22,4 - 18,0)	23,0	20,2 (22,3 - 17,4)	22,8

Fuente: Comisión Nacional de Productividad a partir del estudio de MatrixConsulting.

Por último, pero no menos importante, a la luz de estos resultados, como los presentados en el Capítulo 2, resulta importante continuar los esfuerzos relacionados con la recolección de información sobre productividad a nivel de faena. Ello permitiría, tanto al sector público como también a las mismas operaciones, entender algunos de los factores que están incidiendo en su capacidad productiva. Hay que recordar que una de las ventajas que tiene esta industria respecto a otras es el hecho de no competir en el producto final. Ello implica que las ventajas competitivas están por el lado de la eficiencia y los costos. El poder compartir cierta información y buenas prácticas permite a la industria –como un todo– ser mucho más competitiva en los escenarios actuales.

Recomendación 3.1. A través de la Comisión Chilena del Cobre, u otra agencia que el gobierno estime conveniente, producir indicadores y estudios periódicos de productividad del sector minero similares a los de este capítulo, tal que complementen los estudios periódicos de competitividad que la Comisión Chilena del Cobre ya viene haciendo.

3.5.1. Resumen de Hallazgos

Hallazgo 3.1. Existe gran dispersión en el desempeño productivo de las operaciones chilenas evaluadas. La operación más eficiente utiliza 43 horas-hombre por mil toneladas de material movido, mientras que la menos eficiente utiliza 115 horas. En promedio se requirió 67 horas-hombre en una faena para mover mil toneladas de material durante 2015, aunque la mayoría (mediana) utiliza 53 horas-hombre.

Hallazgo 3.2. Al comparar con las operaciones internacionales se aprecian importantes brechas en los niveles de productividad. En promedio, las operaciones de la muestra internacional realizan la misma labor ocupando 37 horas-hombre menos que el promedio nacional (67), y 23 horas menos que la mayoría de las operaciones nacionales.

Hallazgo 3.3. Los resultados sugieren que las operaciones menos productivas presentan una composición más heterogénea de horas-hombre entre áreas. Las operaciones menos productivas tienden a tener o una mayor proporción de horas-hombre de planta respecto a mina, o una mayor proporción de servicios de apoyo respecto a mina. En promedio, una faena nacional tiene 1,8 horas-hombre en planta y apoyo por una hora-hombre en mina, en el caso internacional dicho indicador toma el valor 1,3.

Hallazgo 3.4. La brecha de productividad entre la mejor nacional (43) y la mejor internacional (18) es de 25 horas-hombre por kilo tonelada movida. Es decir, la mejor faena nacional resulta ser un 139% más ineficiente respecto a la mejor de la muestra internacional. Si se compara entre la operación nacional de mejor desempeño con el promedio internacional, dicha diferencia se reduce a 13 horas-hombre. Es decir, la faena nacional más eficiente es un 44% más ineficiente respecto al promedio de la muestra internacional.

Hallazgo 3.5. La productividad en Mina muestra que, en promedio, las operaciones nacionales utilizan 24 horas-hombre por mil toneladas de material movido. Las brechas entre operaciones locales resultan importantes (221% más ineficiente respecto a la de mejor desempeño). Respecto a la muestra internacional, en promedio, estas últimas operaciones realizan la misma labor utilizando 11 horas-hombre menos, nuevamente una brecha superior al 100%.

Hallazgo 3.6. La productividad en Planta Concentradora muestra que, en promedio, las operaciones nacionales utilizan 47 horas-hombre para procesar mil toneladas de material. La diferencia entre la faena más y la menos productiva es de 62 horas-hombre, es decir, la menos productiva es un 214% más ineficiente respecto a la mejor.

Hallazgo 3.7. La productividad en Planta Hidrometalúrgica muestra que, en promedio, las operaciones nacionales utilizan 119 horas-hombre para apilar mil toneladas de material. La diferencia entre la faena más y la menos productiva es de 116 horas-hombre, es decir, la menos productiva es un 177% más ineficiente respecto de la mejor.

Hallazgo 3.8. La productividad asociada a carguío presenta brechas importantes a nivel nacional: en uso eficiente del activo la brecha

es de 28 puntos porcentuales. Las detenciones explican la mayor diferencia de esta brecha, seguido por mantención.

Hallazgo 3.9. En promedio, la muestra internacional utiliza un 24% más el activo respecto al promedio nacional. Ello equivaldría a utilizar 49 días adicionales al año el activo por parte de la muestra internacional, si el uso del activo fuese de 24 horas los 365 días del año.

Hallazgo 3.10. La productividad asociada a transporte presenta brechas importantes a nivel nacional: en uso eficiente del activo la brecha es de 32 puntos porcentuales. La mayor diferencia de esta brecha la explican las detenciones seguido de mantenciones.

Hallazgo 3.11. En promedio, la muestra internacional utiliza un 10% más el activo respecto al promedio nacional. Ello equivaldría, si el uso del activo fuese de 24 horas los 365 días del año, a utilizar 23 días adicionales al año el activo por parte de la muestra internacional.

Hallazgo 3.12. La brecha nacional en el uso eficiente de la Planta Concentradora es de 13 puntos porcentuales. Se destaca la proporción del tiempo posible utilizado: promedio de 89%.

Hallazgo 3.13. La mayor fuente de heterogeneidad en el uso eficiente de la Planta Concentradora de la muestra nacional proviene de las mantenciones.

Hallazgo 3.14. En promedio, la muestra internacional utiliza un 13% más los equipos en Molienda y un 6% más en el Chancado Primario, respecto al promedio nacional.

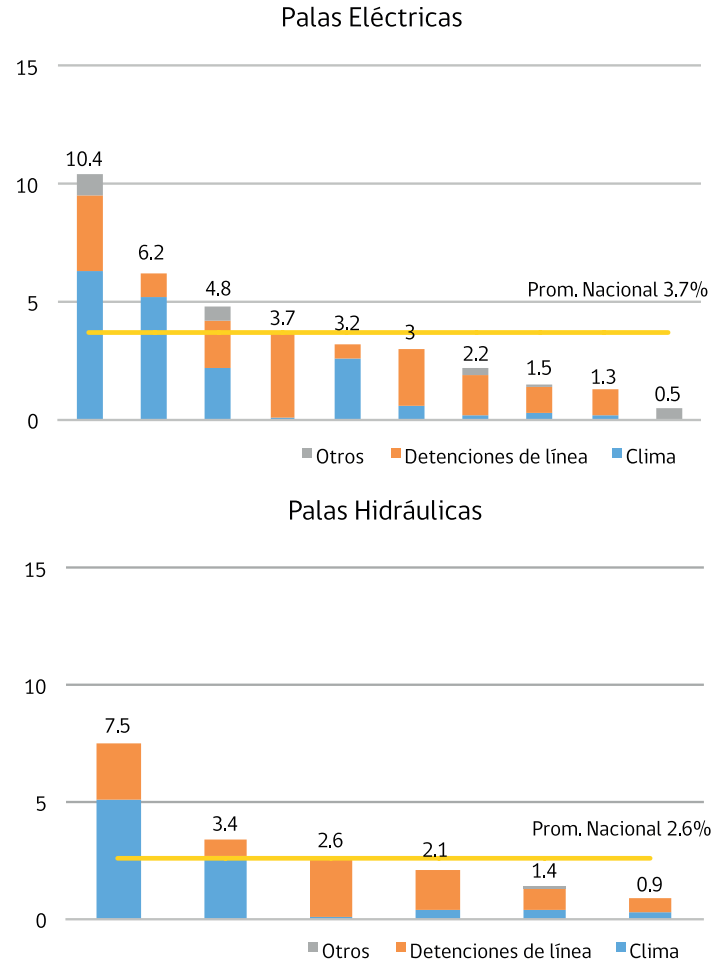
3.5.2. Resumen de Recomendaciones

Recomendación 3.1. A través de la Comisión Chilena del Cobre, u otra agencia que el gobierno estime conveniente, producir indicadores y estudios periódicos de productividad del sector minero similares a los de este capítulo, tal que complementen los estudios periódicos de competitividad que la Comisión Chilena del Cobre ya viene haciendo.

3.5.3. Anexo. Otras Figuras

1. Carguío

Figura A.1. Tiempo perdido por factores externos en carguío, 2015
(% del tiempo calendario).

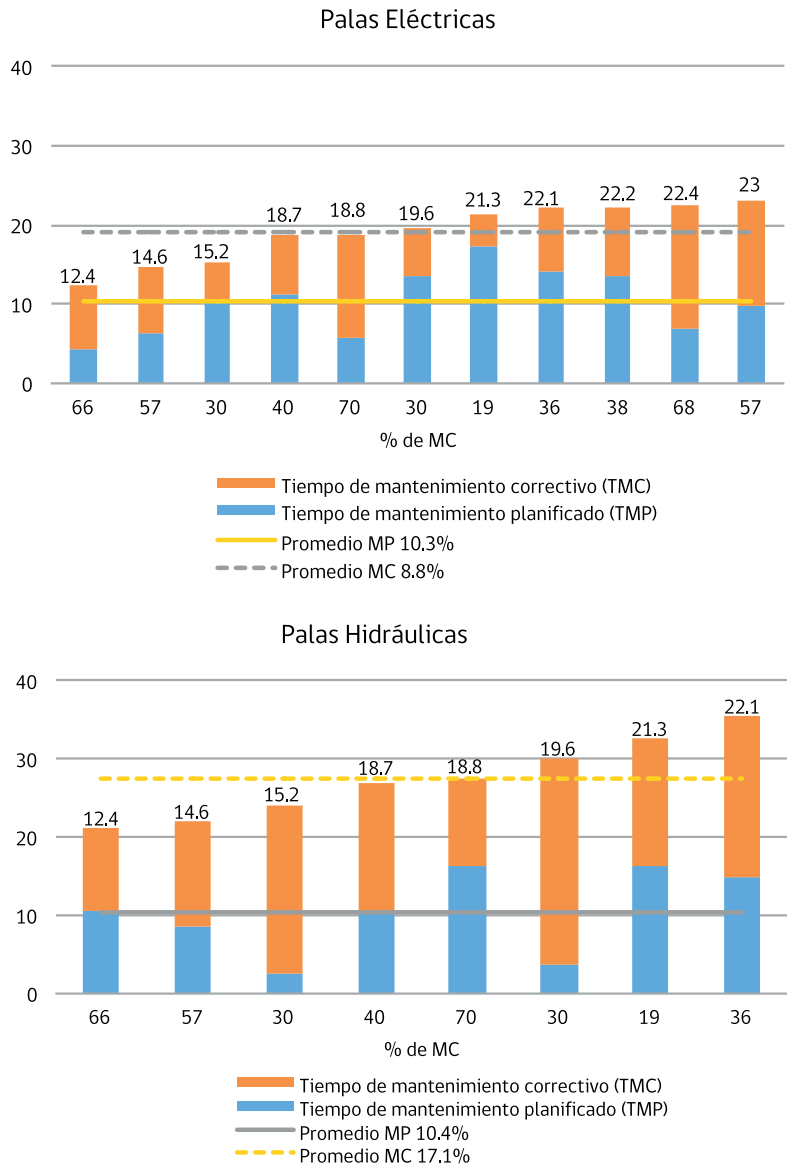


Fuente: MatrixConsulting.

De la Figura A.1 podemos notar que las dos mayores fuentes de detenciones en el área de carguío resultan ser el clima y las detenciones en línea. Estas últimas, si bien son exógenas al proceso, no lo son desde el punto de vista de la operación como un todo. Por tanto, parte de ello puede ser gestionable internamente, mejorando así el plan minero de la operación.

De la Figura A.2 podemos concluir que no existe un patrón claro entre mantenimiento planificado y mantenimiento correctivo que explique un mayor uso del activo. No obstante, la Figura A.3 muestra que las operaciones que tienden a tener mayor tiempo dedicado a mantenimiento planificado tienden a tener un mayor uso del activo.

Figura A.2. Mantenimiento en equipos de carguío, 2015 (% del tiempo posible).



La Figura A.4 muestra que en gran medida donde se explica una mayor eficiencia en el uso del activo es en las detenciones, aunque la proporción entre planificada y no planificada parece no aportar mucha información al respecto. Sin considerar las dos observaciones *outliers* de cada uno de los tipos de pala, la proporción de detenciones no planificadas tiende a ser algo mayor que las planificadas.

Figura A.3. Tiempo promedio de mantenimiento para carguío, 2015 (% del tiempo posible).

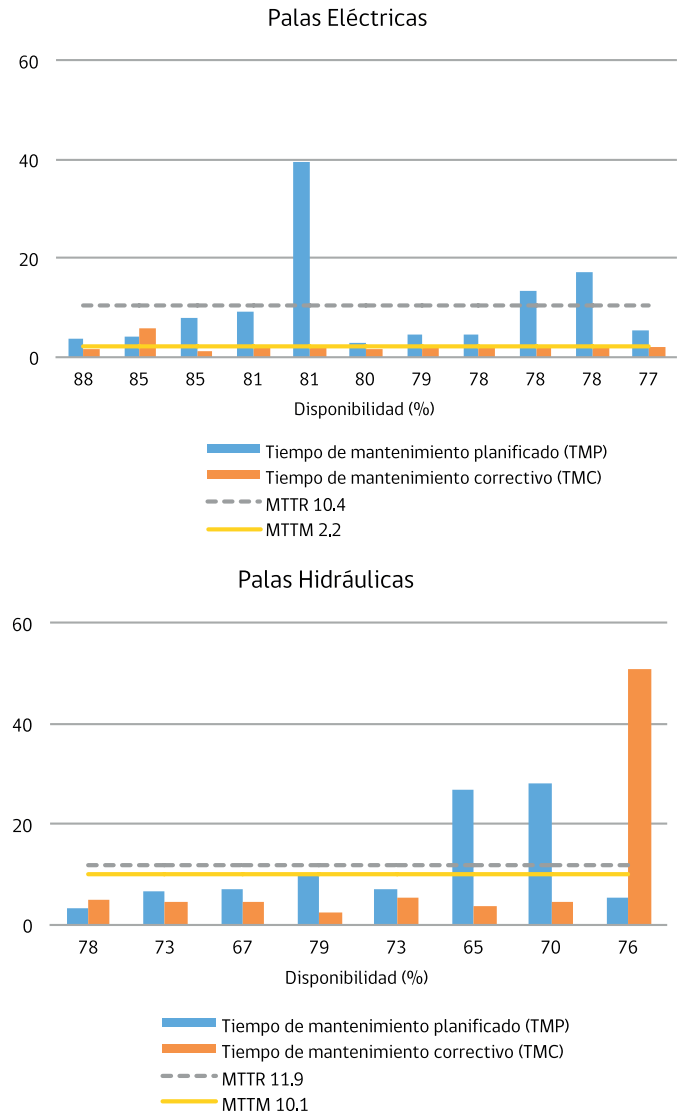
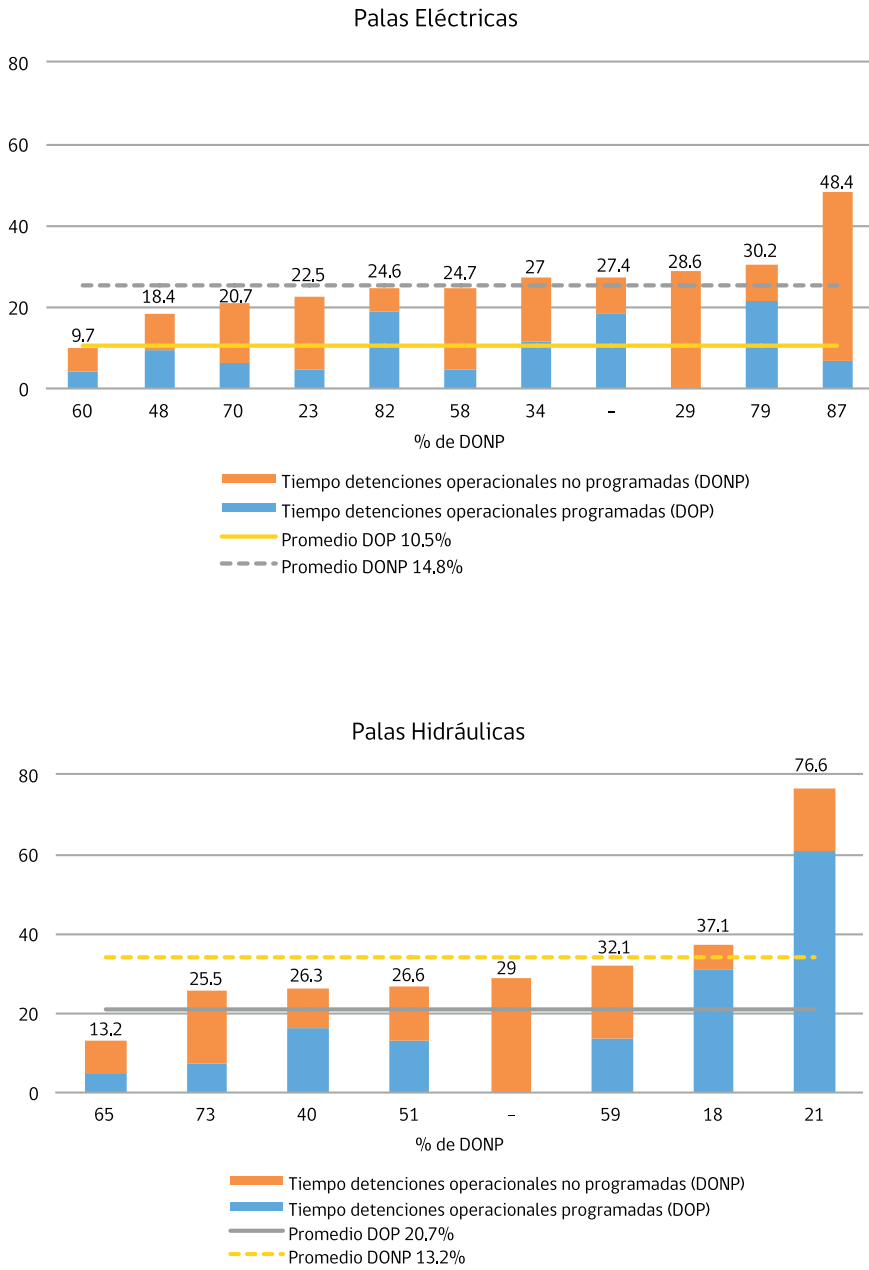


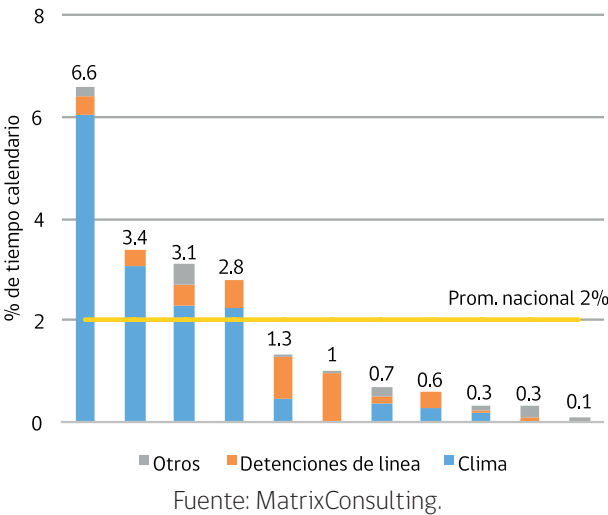
Figura A.4. Detenciones para carguío, 2015 (% del tiempo posible).



Fuente: MatrixConsulting.

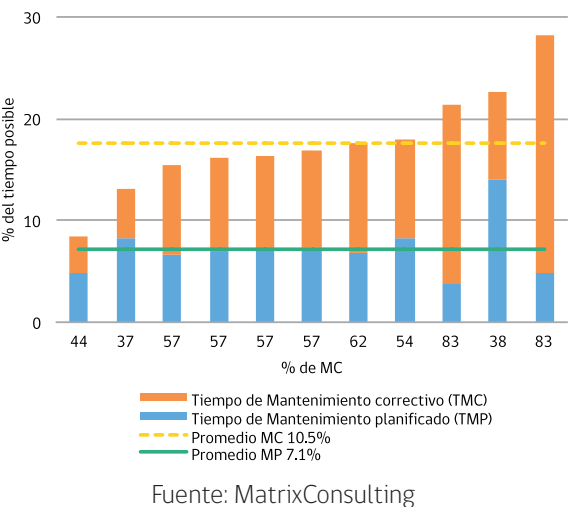
2. Transporte

Figura A.5. Tiempo operativo perdido por factores externos en transporte, 2015 (% tiempo calendario).



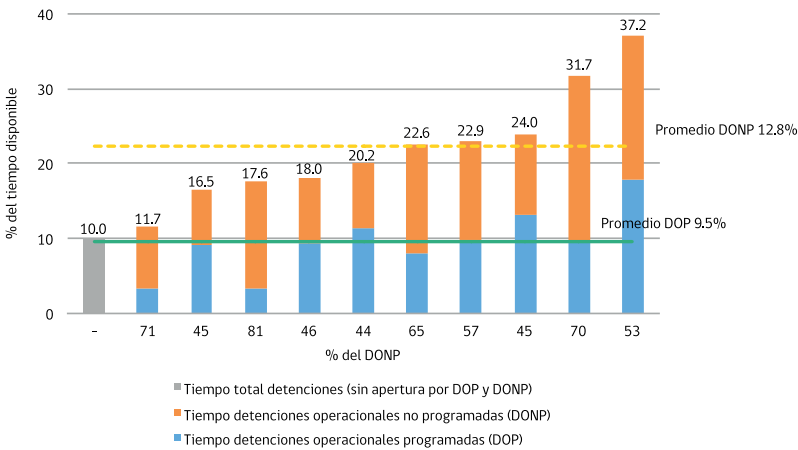
A diferencia del caso de carguío, en transporte la principal fuente de detenciones exógenas resulta ser el factor climático (ver Figura A.5). Sin embargo, al igual que el caso anterior, el tiempo en mantenimiento tiende a explicar menos que el tiempo de detenciones respecto al uso eficiente del activo (ver Figuras A.6 y A.7).

Figura A.6. Mantenimiento de equipos de transporte, 2015 (% tiempo posible).



Al igual que en el caso de carguío, en el transporte la proporción de detenciones no planificadas tiende a ser algo superior a las detenciones planificadas (charlas de seguridad, almuerzos, traslados). Esto habla del espacio posible de mejora para reducir detenciones debido a descoordinación en el proceso mismo (detenciones no planificadas).

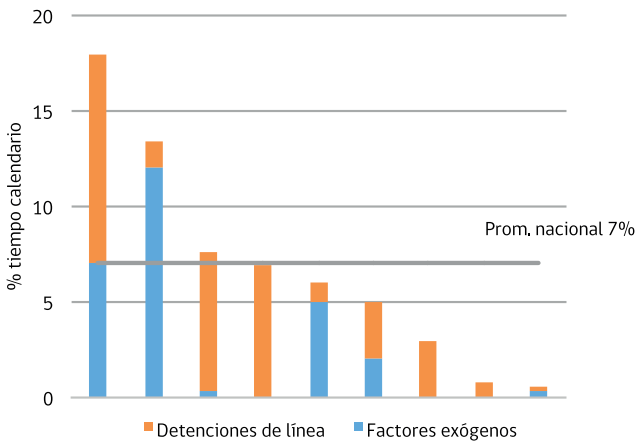
Figura A.7. Tiempo operativo perdido por factores externos en transporte, 2015 (% tiempo calendario).



Fuente: MatrixConsulting.

3. Planta Concentradora (chancado y molienda)

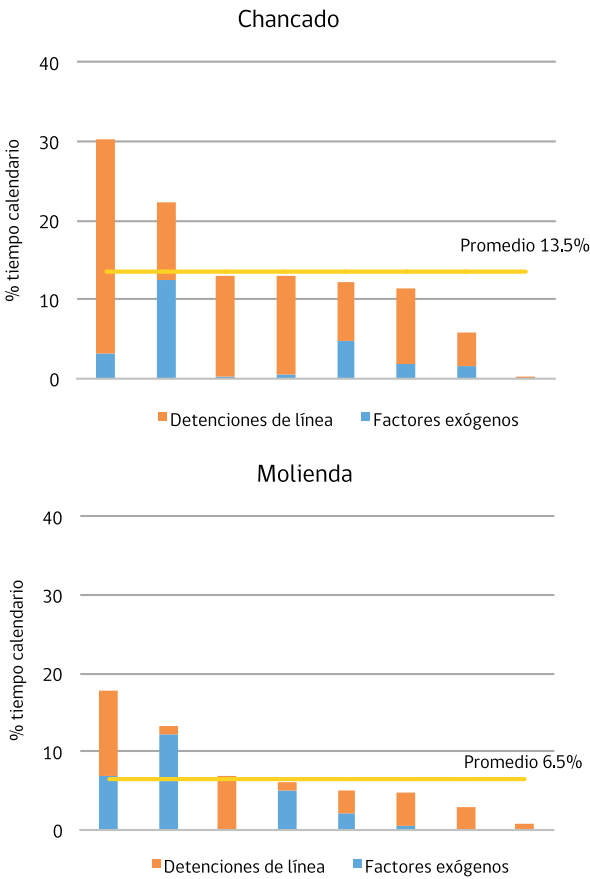
Figura A.8. Tiempo operativo perdido por factores externos en plantas concentradoras, 2015 (% tiempo calendario).



Fuente: MatrixConsulting.

La Figura A.8 presenta la proporción y las fuentes que originan detenciones exógenas al proceso de plantas concentradoras. A diferencia de los dos casos anteriores, acá las detenciones ocurren en gran medida por detenciones en línea, es decir, por factores propios de la operación (gestionables posiblemente) pero fuera del alcance del proceso unitario. Las reducciones de estas detenciones en línea permitirían un mayor uso efectivo del activo. Cuando se abre la unidad planta concentradora en chancado como en molienda se observa una mayor heterogeneidad, que en un caso extremo significó para el caso del chancado una detención en línea de alrededor del 27% del tiempo calendario, es decir, cercano a los 100 días (ver Figura A.9). Así, en gran medida se observa que gran parte de las detenciones en línea generadas en planta la absorbe el chancado y en menor medida molienda. Una mejora en esto puede significar un impacto importante (y positivo) en los planes mineros de las faenas.

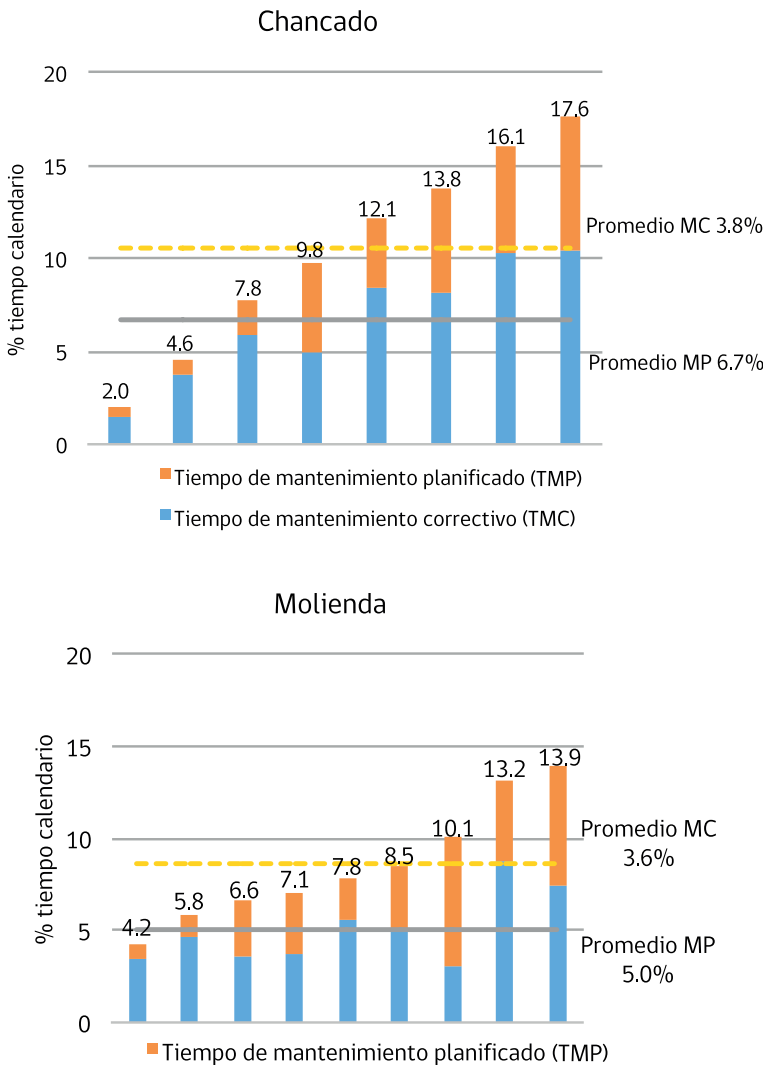
Figura A.9. Tiempo operativo perdido por factores externos en chancado y molienda, 2015 (% tiempo calendario).



Fuente: MatrixConsulting.

De la Figura A.10 se puede volver a concluir que el mantenimiento, si bien reduce el tiempo posible de uso del activo, no resulta ser el mayor determinante del tiempo efectivo de uso, pues algunas de las observaciones que tienen un menor uso efectivo del activo ocupan menos tiempo posible que otras faenas con mejor uso del activo.

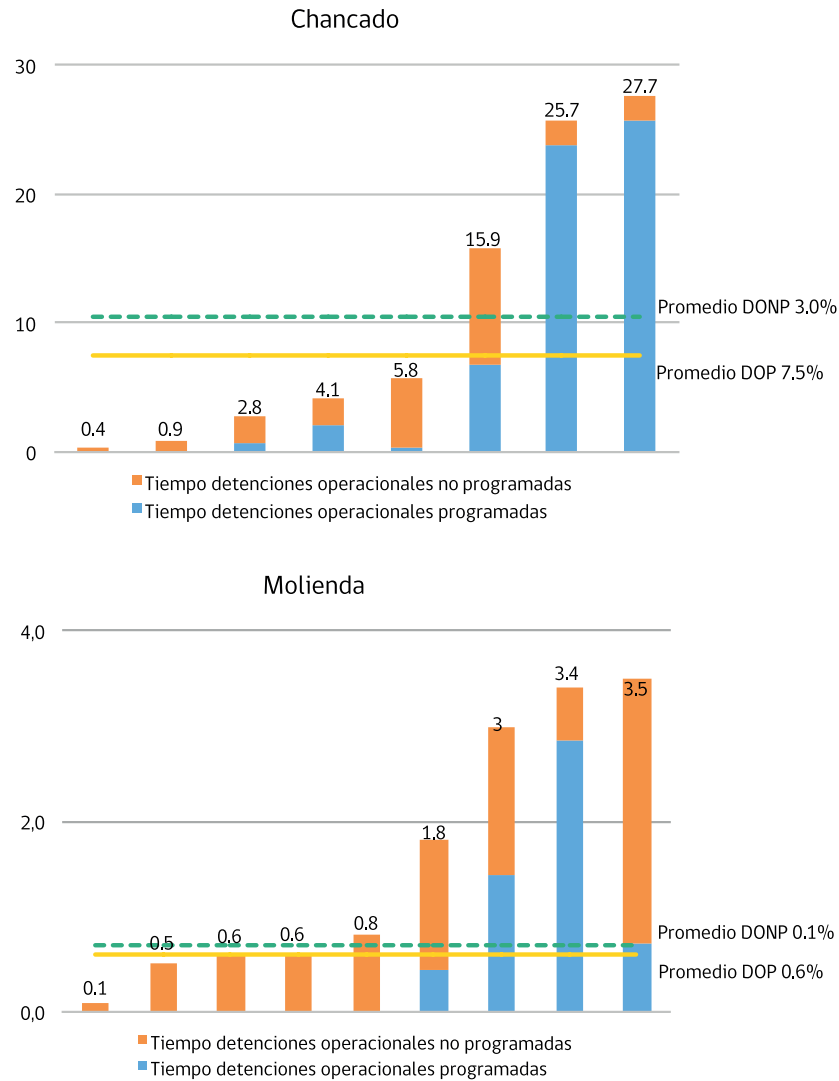
Figura A.10. Mantenimiento chancado y molienda, 2015 (% tiempo posible).



Fuente: MatrixConsulting.

Al comparar las detenciones del chancado y la molienda (ver Figura A.11) se observan diferencias importantes en órdenes de magnitud. En este sentido las detenciones en el chancado son superiores a las de la molienda en varias veces. Resulta, a lo menos anecdótico también, el hecho que existan dos observaciones *outliers* respecto a las detenciones programadas en el chancado. En el caso de estas observaciones, a no ser que exista una razón específica, se puede considerar la oportunidad de poder mejorar los procesos asociados a las detenciones.

Figura A.11. Detenciones chancado y molienda, 2015 (% tiempo disponible).



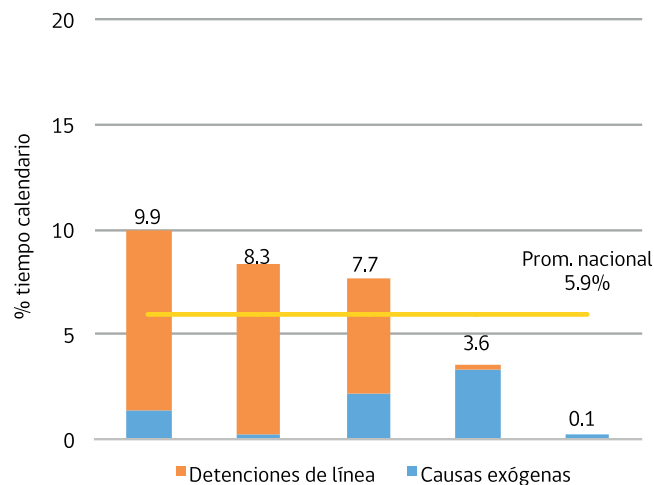
Fuente: MatrixConsulting.

No obstante, como se menciona en el texto de este capítulo, al considerar como base el tiempo posible se observa que, a diferencia de carguío y transporte, son las mantenciones las que tienden a consumir más tiempo, el que potencialmente podría ser ocupado por parte del activo. Sin embargo, pareciera ser que el tema fundamental radica en las detenciones en línea.

4. Planta Hidrometalúrgica (chancado primario, área seca y área húmeda)

Al igual que en el caso de la planta concentradora, se puede observar de la Figura A.12 que la mayor fuente de detenciones en línea que reducen el tiempo posible de uso del activo proviene de las detenciones en línea, donde su causa se origina en la gestión interna de la operación. Al abrir las detenciones por los procesos unitarios, chancado primera, área seca y húmeda se puede observar una significativa heterogeneidad en las magnitudes asociadas a las detenciones, siendo en chancado primera que se ve más afectado por los tiempos perdidos por factores exógenos al proceso (ver Figura A.13).

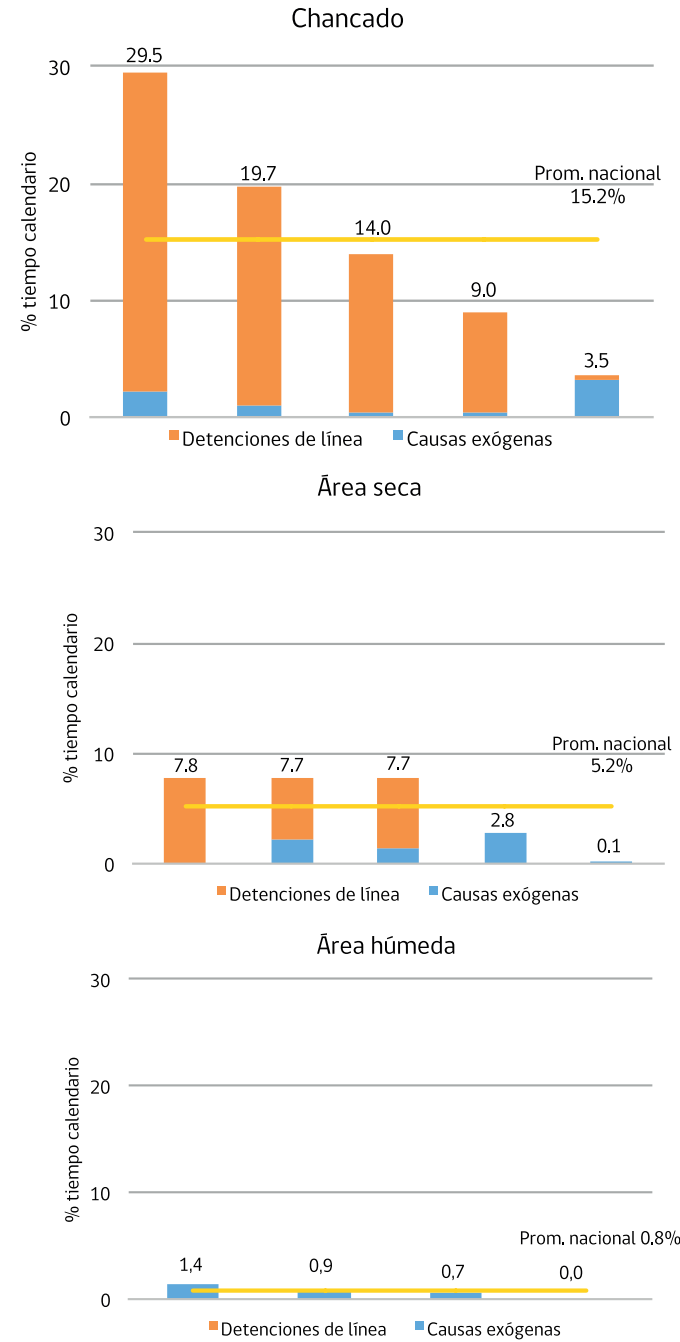
Figura A.12. Tiempo operativo perdido por factores exógenos en plantas hidrometalúrgicas, 2015 (% tiempo calendario).



Fuente: MatrixConsulting.

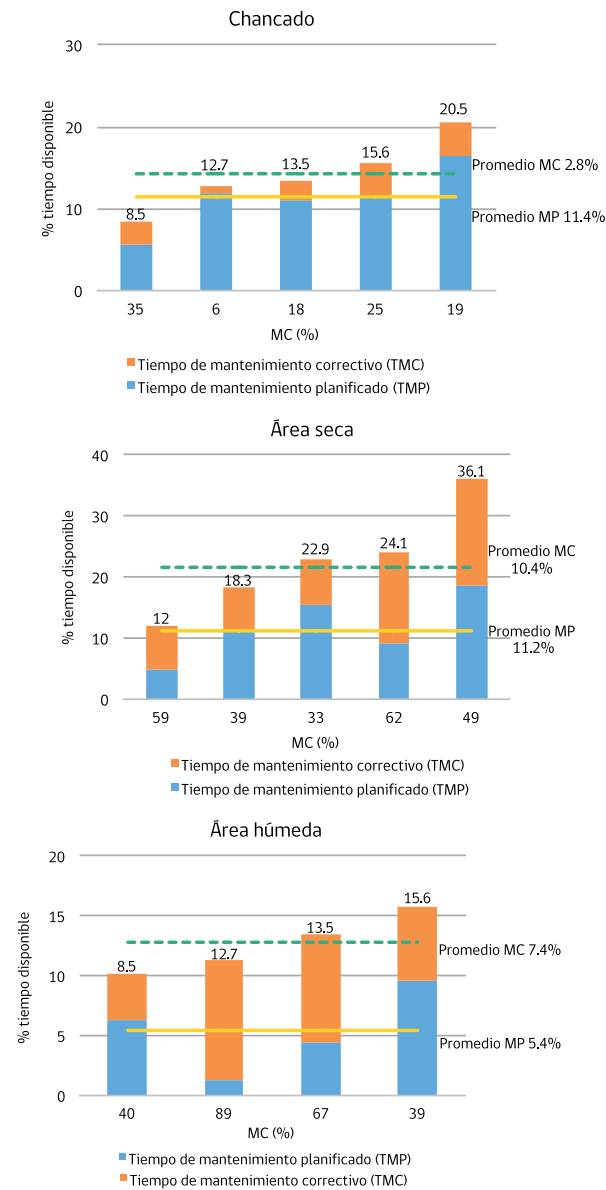
De la Figura A.13 también se puede observar que la mayor fuente de detenciones exógenas a los procesos unitarios, especialmente en chancado y área seca, resultan ser las detenciones en línea. Ello habla nuevamente de una oportunidad para las operaciones de mejorar la organización de los recursos para que así parte de dicho tiempo perdido pueda ser utilizado en actividades que aporten valor productivo, teniendo un impacto positivo en los planes mineros de las operaciones.

Figura A.13. Tiempo operativo perdido por factores exógenos en procesos unitarios, 2015 (% tiempo calendario).



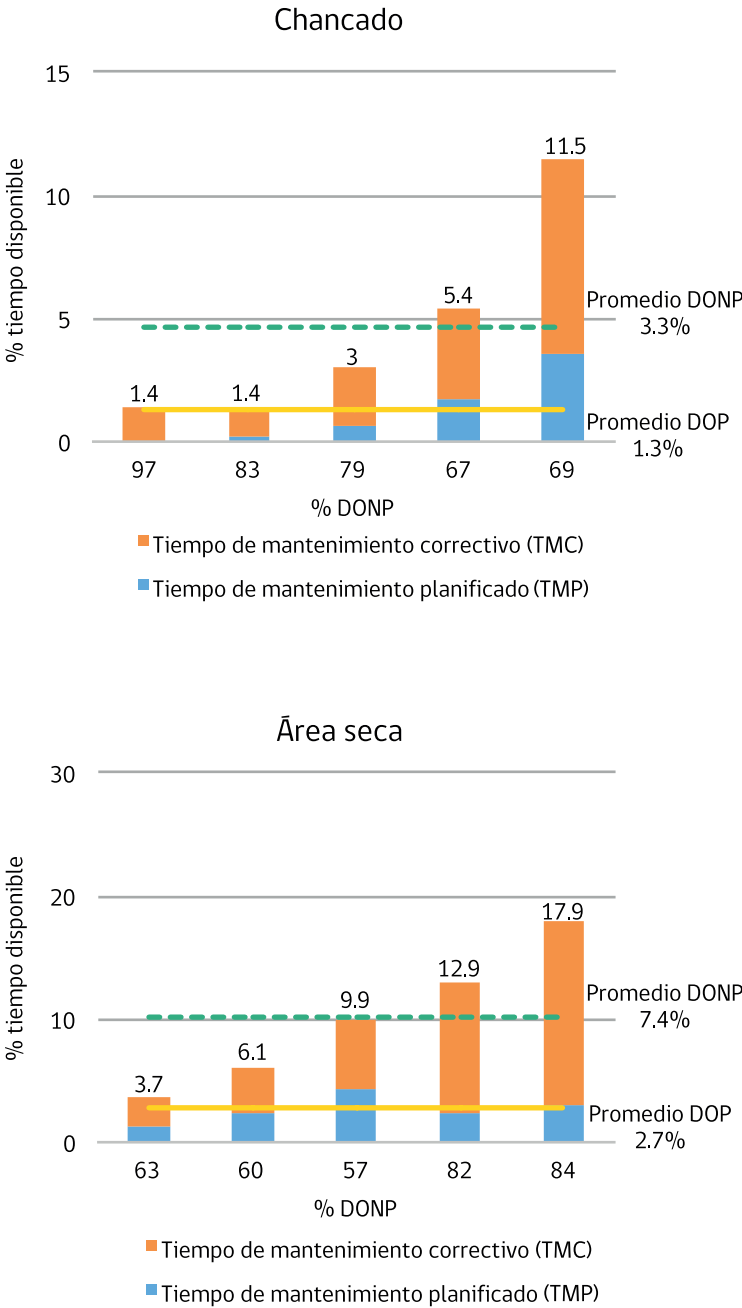
Respecto al proceso de mantenimiento, la Figura A.14 muestra por proceso unitario la proporción como también la descomposición del tiempo utilizado en mantenimiento. De esta figura se puede concluir que no hay una relación directa entre el tiempo de mantenimiento y el uso eficiente de los activos asociados a la planta hidrometalúrgica.

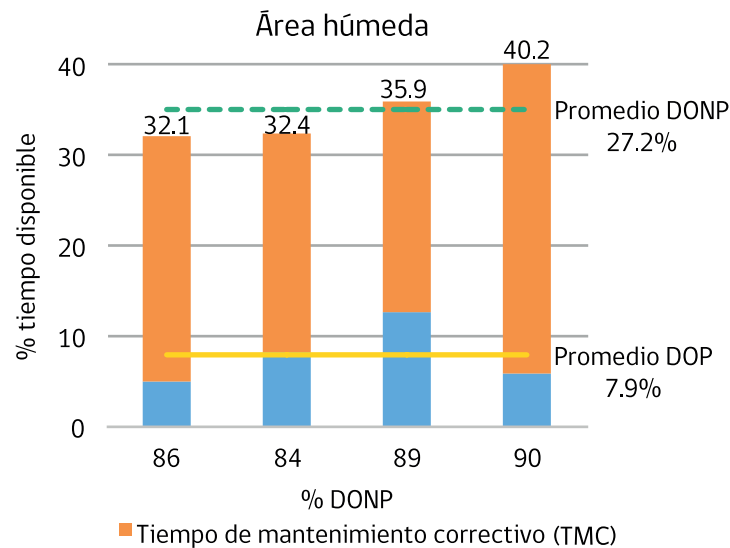
Figura A.14. Mantenimiento de procesos unitarios en planta hidrometalúrgica, 2015 (% tiempo disponible).



Fuente: MatrixConsulting.

Figura A.15. Mantenimiento de procesos unitarios en planta hidrometalúrgica, 2015 (% tiempo disponible).





Fuente: MatrixConsulting.

Donde sí parece haber diferencias que ayudan a explicar el uso eficiente de los activos es en las detenciones. Al analizar la Figura A.15 se puede observar que las operaciones con las menores proporciones en detenciones son aquellas que presentan un mayor uso de los activos (como proporción del tiempo base). En este sentido, pareciera ser que tanto el área seca, pero por sobre todo la húmeda, son los cuellos de botella existentes en esta parte del proceso. También no deja de ser menor la proporción de detenciones no programadas, al menos en el caso del área húmeda.

5. Reducir las capas de jerarquía

De la información recolectada se puede mencionar que existen (en promedio) dos niveles jerárquicos adicionales en comparación con los países de referencia (Estados Unidos, Australia, Suecia y Canadá) a tomar como *benchmark* (ver Figura A.16).

Adicionalmente, de la muestra utilizada para este estudio se observa que hay más niveles en gerencia (2.8 para Chile versus 2 para las faenas internacionales) y de supervisión (3 para Chile versus 2.4 para las faenas internacionales). En cuanto a las diferencias en el grado de dispersión, si bien en supervisión hay dispersiones similares (entre 2 y 4 para Chile versus entre 1 y 3 para las faenas internacionales), en gerencia los niveles para Chile oscilan entre 2 y 4, mientras que para las faenas internacionales no hay oscilación en torno al promedio que es igual a 2 (ver Figura A.17).

Figura A.16. Número de niveles promedio en la estructura organizacional, 2015.

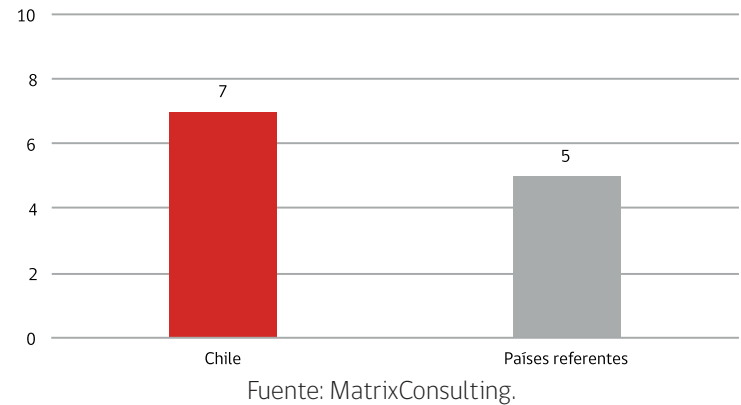
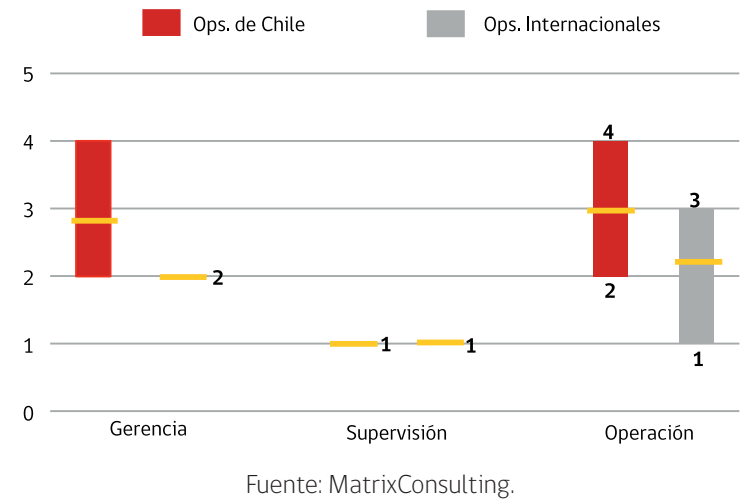


Figura A.17. Cantidad de niveles en las operaciones de Chile e internacionales, 2015.

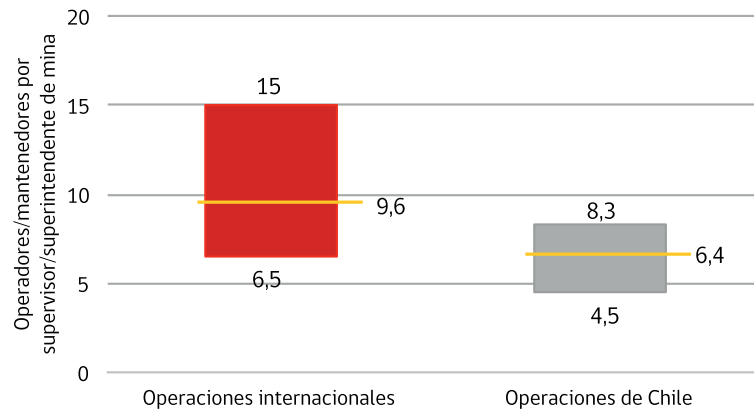


6. Control de gestión

La información, como las mismas entrevistas respecto a este tema, apuntan a que la “cultura” por el control ha llevado a reducir nuevas iniciativas, como también induce a diluir responsabilidades (sustentado en la burocracia de llenar formularios), lo que redundaría en mayores costos. En resumen, la cultura “controlista” en Chile se traduce en una cantidad excesiva de supervisión, de tal manera que la cantidad de operadores y mantenedores por supervisor o superintendente de mina es significativamente inferior a las operaciones internacionales (ver Figura A.18). Como se sabe, a menor *span de control* se establece una organización poco flexible, en el sentido que para la mayoría de las

acciones se requiere de un proceso de validación por parte de un superior, reduciendo así la capacidad de reacción y toma de decisión por parte del trabajador que enfrenta la situación, y alargando así los periodos de espera para proceder, por ejemplo.

Figura A.18. Span de control en mina, 2015 (promedio).

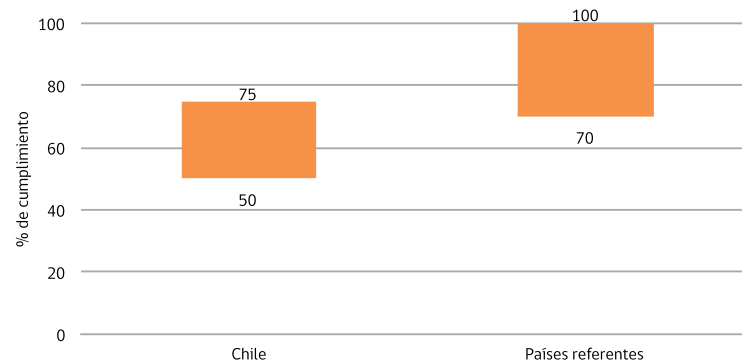


Fuente: MatrixConsulting.

7. Mejorar la adhesión y cumplimiento de planes.

El rango de adhesión a los planes de mantenimiento de operaciones de Chile está muy por debajo respecto al de los países referentes (ver Figura A.19). La faena que más cumple en Chile supera en apenas 5 puntos porcentuales a la faena de los países de referencia que menos cumplen (75% versus 70%). Ninguna faena local tiene cumplimiento perfecto, situación que sí se cumple en los países de referencia.

Figura A.19. Nivel de adhesión a planes de mantenimiento de operaciones, 2015 (% de cumplimiento).



Fuente: MatrixConsulting.

En la Figura A.20 se puede observar que, en promedio, las faenas pierden un 22.8% de su tiempo por mala planificación, llegando en algunas faenas a superar el 30%. Acorde con los trabajadores, el déficit en el apego a la planificación y los déficits en dirección, conjuntamente, son la principal causa de los tiempos improductivos de las empresas, con un 43% de las menciones, seguido por la responsabilidad de los supervisores directos con un lejano 20% de las menciones. En tercer lugar, la planificación de los turnos ocupa el 15% de las menciones como causa de los tiempos improductivos en las faenas mineras locales (ver Figura A.21).

Figura A.20. Tiempos no productivos (Detenciones Operacionales No Programadas), 2015 (% tiempo disponible).

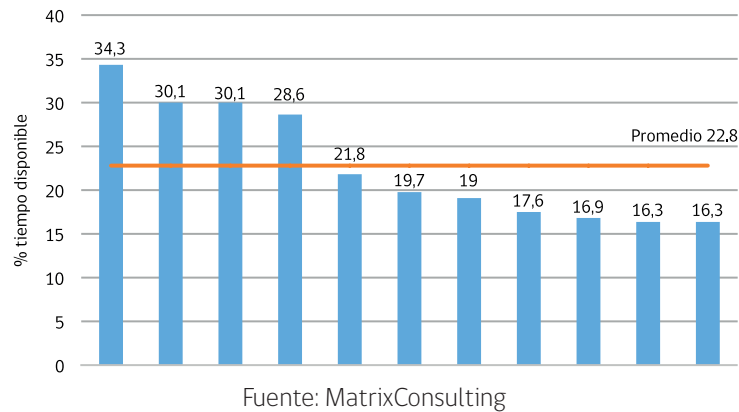
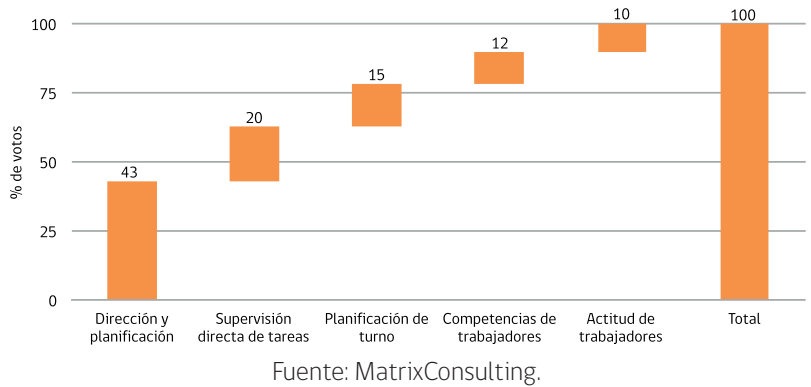


Figura A.21. Causas de los tiempos improductivos.

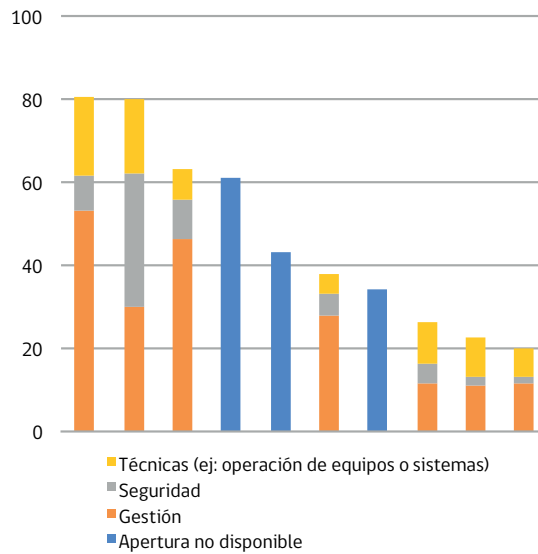


8. Capacitación

Las cifras nacionales como las internacionales muestran que en este ámbito las operaciones nacionales tienen mucho espacio por mejorar. Por ejemplo, actualmente los planes

de capacitación en las faenas nacionales difieren tanto en duración como en contenido, mostrando falta de criterios estandarizados para formar trabajadores (ver Figura A.22).

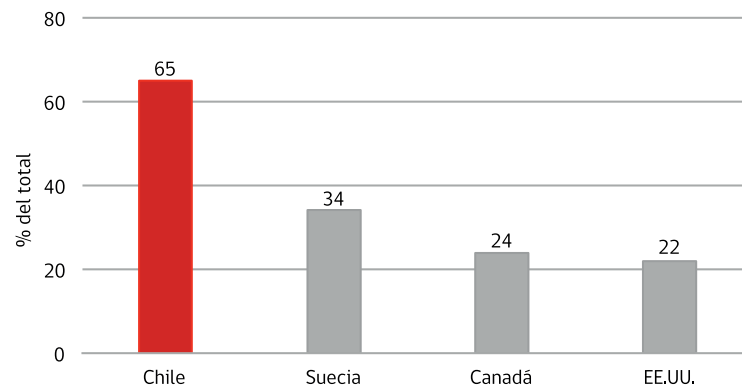
Figura A.22. Distribución de horas de capacitación por trabajador, 2015 (horas por FTE=2190 horas-hombre al año).



Fuente: MatrixConsulting.

Además, al comparar con otros países referentes en minería, la percepción que se tiene al respecto sitúa a Chile entre los países que menor importancia les daría a los programas de capacitación en las empresas. Ello también incide en el hecho que es frecuente que los trabajadores reconozcan la falta de entrenamiento en el trabajo (ver Figura A.23).

Figura A.23. Personas que reconocen necesitar más entrenamiento en el trabajo.



Fuente: MatrixConsulting.



Capítulo 4

Proveedores: Caracterización y Productividad



Síntesis

El desarrollo de una agenda de acciones en favor a la productividad minera debe considerar al sector de proveedores como un pilar importante e inseparable de la productividad de la industria. Se realizó una caracterización del sector y se identificó una importante desaceleración desde 2013 a 2014 en las ventas a mineras por parte de empresas proveedoras. Entre los factores que inciden en esta desaceleración se encuentra que existe una dispersión considerable en los tiempos de acreditación en operaciones de la gran minería del cobre en Chile. La más eficiente demora 15 días mientras que la más ineficiente toma 75 días. Además, se identificó que existe espacio de mejora de entre el 10% a 20% en la disponibilidad de tiempo de trabajo efectivo en Chile. Potenciar el sector de proveedores tendría un impacto positivo en la industria minera, y, además, el propio sector de proveedores podría constituirse en una fuente de exportaciones.

Abstract

The development of a mining productivity agenda should consider the supplier's sector as an essential and inseparable pillar of the productivity of the industry. The mining supplier industry is characterized, and a significant deceleration from 2013 to 2014 in the sales to mining companies is found. Amongst the factors that account for this deceleration is a considerable heterogeneity in the accreditation times in Chilean copper mines. The most efficient mine takes 15 days whilst the most inefficient 75. In addition, findings suggest there is ample room for improvement in the availability of effective working time in Chile between 10% and 20%. Strengthening the supplier sector would have a positive impact on the mining industry, and in addition, be, in itself, a source of future exports.

Puntos Claves

- El volumen de compras de las empresas mineras a empresas proveedoras es relevante alcanzando cifras cercanas a US\$20.000 millones.
- Existe una importante desaceleración desde 2013 a 2014 en las ventas a mineras por parte de empresas proveedoras, en especial las ventas asociadas a proyectos.
- Existe una alta concentración en los proveedores mineros. En promedio, los dos principales proveedores concentran en torno a la mitad de las ventas en las siete categorías analizadas.
- Los proveedores de la minería chilena concentran sus casas matrices en la Región Metropolitana. Aquellos más intensivos en ventas a la minería sí consideran.
- Los proveedores de la minería aumentaron su productividad laboral en el periodo 2013-2014.
- Los proveedores más grandes presentan mayores niveles de productividad laboral que los proveedores pequeños y medianos.
- Diversas mediciones sugieren que existe un espacio de mejora de 10 a 20% en el tiempo efectivo de trabajo en faena a largo plazo.
- Los tiempos de acreditación en operaciones de la gran minería del cobre en Chile son muy heterogéneos. La empresa más eficiente demora 15 días, mientras que la menos eficiente demora 75 días.

4.1. Introducción

La caída en la productividad minera mostrada en el Capítulo 2 y las brechas de productividad laboral y de uso del capital del Capítulo 3 no involucran únicamente a las empresas mineras, sino que también a un conjunto de actores relacionados con el sector que determinan su nivel de productividad agregado. En el caso chileno la importancia de los subcontratistas y proveedores es fundamental, pues las empresas mineras han externalizado gran cantidad de funciones a sus proveedores, concentrando sus esfuerzos en el núcleo del negocio, es decir: la propiedad, operación y gestión de los yacimientos.¹ Cerca de un 65% del empleo en la minería es subcontratado. Por tanto, parte importante del éxito pasado y futuro de la industria minera nacional depende directamente de la productividad y competitividad del sector de proveedores (Fundación Chile, 2012). Sin duda esto releva la complejidad del sector.

Los proveedores de la minería han concentrado crecientemente la atención del gobierno, al considerar su desarrollo como una oportunidad para aumentar las exportaciones, diversificar y sofisticar la economía, y avanzar hacia el desarrollo de una economía del conocimiento. A partir de la minería se pueden desarrollar actividades relacionadas que podrían abastecer a empresas -nacionales e internacionales- mediante el desarrollo de nuevas soluciones intensivas en conocimiento y tecnología, escalables y exportables a otras industrias y países. Korinek (2013) conceptualiza la oportunidad como “el efecto multiplicador de la minería”.

El desarrollo en torno a los recursos naturales fue central en la evolución económica e industrial de países como Australia, Canadá, Finlandia, Nueva Zelandia o Suecia. Esta evolución se describe en parte como un proceso continuo y creciente de densificación sobre el recurso natural, que produce aglomeración en torno al recurso y complejiza la industria. Son los usualmente llamados *clusters*, y han estado presente en el debate en torno a los recursos naturales, y en especial al cobre, durante ya casi 10 años en nuestro país.²

Un caso que ilustra la idea es el desarrollo de proveedores de la minería en Australia, considerado un ejemplo para el caso chileno (Meller y Gana, 2015). En torno a sus riquezas minerales, Australia ha logrado desarrollar un potente sector de proveedores de servicios, equipamientos y tecnologías para la minería (METS por sus siglas en inglés), alcanzando liderazgo internacional en varios segmentos, con ventas estimadas en US\$92.800 millones y exportaciones estimadas en US\$15.463 millones, en el año 2012 (Austmine, 2013).

¹ Recordar que en los análisis de los capítulos precedentes se utiliza el nivel de empleados propios y de “terceros”, es decir subcontratados.

² Ver Consejo Nacional de Innovación y Competitividad (2007).

La importancia del sector ha sido reconocida desde los años 1990. En 2012 se publicó el primer “Estudio de Caracterización de Proveedores de la Minería Chilena” (Fundación Chile, 2012), documento que fue actualizado en 2014 (Fundación Chile, 2014).³ Fundación Chile y ProChile publicaron el primer Reporte de Exportaciones de los Proveedores de la Minería chilena en 2015, que describe la magnitud y composición de las exportaciones de bienes y servicios vinculados a la industria minera. Este capítulo complementa y actualiza dichos esfuerzos realizados en años anteriores, esta vez en el marco del mandato presidencial de Productividad Minera liderado por la Comisión Nacional de Productividad (CNP), y su elaboración se ha estructurado en un esfuerzo conjunto de la CNP, Fundación Chile, Achilles y COCHILCO.⁴ Los estudios de caracterización de proveedores anteriores (Fundación Chile, 2012 y 2014) utilizaron una encuesta de carácter probabilístico para obtener la información del sector. Este estudio trabaja con base en información más amplia, lo que permite mayor profundidad y precisión en el análisis. La sección 4.2, “Gasto y Proveedores de Bienes y Servicios”, tiene por objetivo dimensionar el tamaño del mercado de proveedores y sus niveles de concentración por tipo de bienes. Los datos fueron levantados por COCHILCO a través de una encuesta aplicada a 18 operaciones mineras productoras de cobre, una fundición de cobre y una operación de oro, las que en su conjunto representaron el 85% de la producción nacional de cobre y el 17% de la producción de oro durante 2014. Para efectos del análisis se consideró la totalidad de las operaciones encuestadas sin distinguir por tipo de mineral o proceso. Las secciones 4.3 y 4.4 fueron elaboradas basadas en el registro Regic, de la empresa Achilles, que contiene información sobre 4.438 empresas proveedoras de la minería en Chile. De este total, y para efectos de análisis, se seleccionó a 3.184 empresas con información actualizada para los años 2013 o 2014 (al menos uno). En el análisis se distinguió según intensidad de venta al sector minero (sobre el 50%).

Chile cuenta con un sector importante de empresas proveedoras a la minería, y con un mercado local muy relevante de más de US\$20.000 millones anuales. Actualmente, un 60% de los insumos nacionales es producido por la industria nacional (Fundación Chile, 2014), y el número de proveedores aumentó 50% (de 4.000 a 6.000) entre 2009 y 2012 (Fundación Chile, 2012; 2014). A 2015, y usando la información del registro Regic, el país cuenta con unos 4.500 proveedores.

El capítulo se estructura de la siguiente manera. En la sección 4.2 se examinan el gasto y proveedores de bienes y servicios. La sección 4.3 caracteriza a los proveedores de la

³ Para un estudio previo, enfocado en las capacidades de innovación de las empresas proveedoras, ver DICTUC (2007) “Caracterización de las empresas proveedoras de la minería y sus capacidades de innovación”.

⁴ Ver Comisión Nacional de Productividad y Fundación Chile (2016). El apoyo de COCHILCO y la empresa Achilles fueron fundamentales en la elaboración de dicho trabajo.

minería chilena. La sección 4.4 analiza la productividad en el sector de proveedores, y la sección 4.5 presenta los resultados y conclusiones del capítulo.

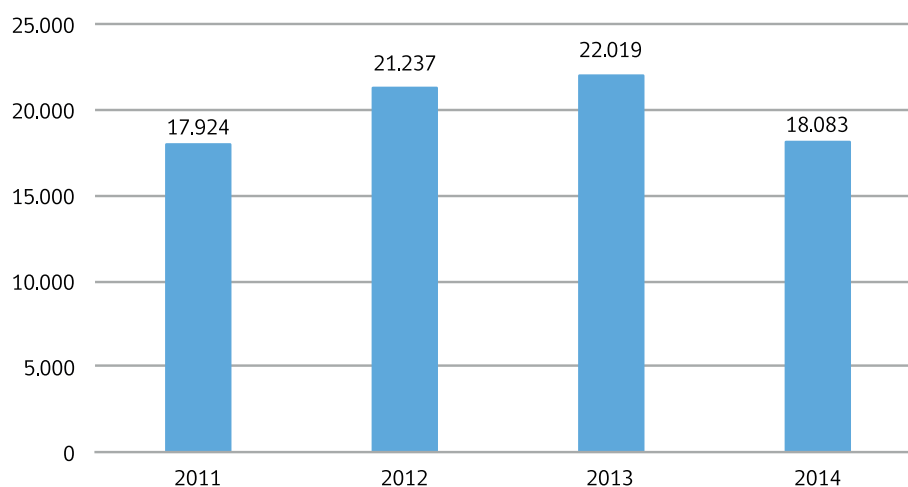
4.2. Gasto y Proveedores de Bienes y Servicios⁵

Según la muestra disponible, el mercado de proveedores de la minería estaría en torno a los US\$20.000 millones anuales. Se ha observado una disminución importante en el gasto en bienes y servicios desde 2013. Adicionalmente, al cuantificar a los proveedores, se observa que estos se hallan concentrados, existiendo proveedores dominantes en diferentes áreas.

4.2.1. Gasto en Bienes y Servicios

Durante 2014, el gasto en bienes y servicios de la muestra disminuyó del máximo reportado cercano a los US\$22.000 millones de 2013, cayendo unos US\$ 4.000 millones (una caída de 18%) (ver Figura 4.1). Esta disminución se observa por separado en la mayoría de las operaciones.

Figura 4.1. Evolución compra de bienes y servicios de operaciones encuestadas 2011-2014 (US\$ millones).



Fuente: Elaboración propia.

⁵ Esta sección se basa en el documento "Encuesta de participación de empresas proveedoras de la minería - 2014" elaborado por COCHILCO (2015).

La contracción se observa en compras para la operación, pero particularmente en compras asociadas a proyectos (ver Tabla 4.1). En efecto, el gasto destinado a compra de bienes y servicios para la operación disminuyó en 8% entre 2013 y 2014 (desde US\$16.279 millones en 2013 a US\$15.018 millones en 2014), mientras que las compras asociadas a proyectos cayeron un 47% (desde US\$5.740 millones en 2013 a US\$3.066 millones en 2014). Esto se explica por la finalización de proyectos en curso, y por la menor iniciación de nuevos proyectos. Si en 2013 las compras para proyectos representaban un 26% del gasto total, en 2014 representaron solo el 17%.

Tabla 4.2. Gasto en Bienes y Servicios en Operación y proyectos 2011-2014 (US\$ millones)

Categoría	2011	2012	2013	2014
Operación	12.951	14.854	16.279	15.018
Proyectos	4.973	6.383	5.740	3.066
Total	17.924	21.237	22.019	18.083

Fuente: Elaboración propia.

Hallazgo 4.1. Existe una importante desaceleración desde 2013 a 2014 en las ventas a mineras por parte de empresas proveedoras, en especial las ventas asociadas a proyectos.

Dado que la distribución del gasto en bienes y servicios es sensible a las clasificaciones utilizadas por cada empresa minera para sus compras, se agruparon (por cada operación) los gastos en bienes y servicios en siete categorías predeterminadas (ver Tabla 4.2).

Tabla 4.3. Categorización de Gastos en Bienes y Servicios.

Categoría	Descripción
Compras, contratos y arriendos	Compra de equipos, maquinaria, plantas, insumos, repuestos, materiales; arriendo equipos, maquinaria, inmuebles, bienes muebles y vehículos.
Servicios de mantención y reparación	Servicio de M&R: industrial, bienes muebles, equipos, maquinaria y otros.
Servicios de transporte y comunicacionales	Servicio de transporte de: personal, productos mineros, cargas varias y otros tipos.
Servicios varios	Servicio de apoyo a la gestión RR.HH., producción, laboratorio, inspección y control, perforación y sondajes, administrativos, computacionales, salud, alimentación, mantención, arquitectura, topografía, capacitación, hotelería, telecomunicaciones, geología, medición, y otros.

(Continuación Tabla 4.3.)

Categoría	Descripción
Estudios y evaluaciones	Ingenierías conceptuales, básicas, detalles, industrial, estudios de factibilidad y evaluaciones industriales.
Construcción y montajes	Construcción de obras de infraestructura, mineras y menores; construcción de instalaciones menores, montajes e instalaciones especiales, movimiento de tierra.
Asesorías	Asesorías: legales, auditorías, planificación, comunicacionales, geología y minería, informática, RR.HH, control de riesgos, montaje/operación/mantenimiento de equipos, técnica para certificaciones, inspecciones o auditorías, gestión de proyectos, abastecimiento, de plantas, en mantenimiento de infraestructuras, y otras.
Energía y combustibles	Compra de energía y combustibles.

Fuente: Elaboración propia.

Los montos asociados a cada categoría se presentan en la Tabla 4.3, tanto para Operaciones como para Proyectos. En Operaciones el ítem “Compras, contratos y arriendos” es el que tiene una mayor incidencia en los gastos con 31%, seguido de “Servicios varios”, “Energía y combustibles”, y “Servicios de mantención y reparación” con 26%, 21% y 15% respectivamente. En Proyectos, un 30% se destina a “Construcción y montajes”.

Tabla 4.3. Distribución de gastos en Bienes y Servicios de Operación y Proyectos 2014 (US\$ millones y %).

Categoría	Operación		Proyectos	
	US\$ MM	%	US\$ MM	%
Compras, contratos y arriendos	4.654	31,0%	711	23,2%
Servicios varios	3.828	25,5%	1.014	33,1%
Servicios de mantención y reparación	2.277	15,2%	146	4,8%
Servicios de transportes y comunicacionales	687	4,6%	30	1,0%
Construcción y montajes	254	1,7%	929	30,3%
Asesorías	156	1,0%	35	1,1%
Estudios y evaluaciones	81	0,5%	194	6,2%
Energía y combustibles	3.082	20,5%	7	0,2%
TOTAL	15.018	100%	3.066	100%

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Cuantificación de Proveedores

En operaciones, los proveedores se concentran en “Compras, contratos y arriendos”, el que considera insumos y repuestos, seguido de “Servicios varios”. En ambas existe relación entre el gasto y el número de proveedores (ver Tabla 4.4). “Servicios de transporte y comunicacionales”, y especialmente “Energía y combustibles” aparecen concentrados los gastos en un menor número de proveedores. En todas las categorías es posible identificar la existencia de proveedores dominantes, que capturan un porcentaje del gasto superior al 30%. Ello puede deberse a la necesidad de economías de escala y especificidad del conocimiento.

Tabla 4.4. Concentración de proveedores por categoría 2014.			
Categoría	% promedio de compras a:		Nº Proveedores promedio
	2 principales proveedores	Resto de los proveedores	
Compras, contratos y arriendos	24%	76%	740
Servicios de mantención y reparación	29%	71%	116
Servicios de transporte y comunicaciones	55%	45%	35
Servicios varios	29%	71%	306
Estudios y evaluaciones	47%	53%	22
Construcción y montajes	48%	52%	56
Asesorías	34%	66%	51
Energía y combustibles	82%	18%	8

Fuente: Elaboración propia.

Hallazgo 4.2. Los proveedores de la minería chilena se encuentran concentrados. En promedio, los dos principales proveedores concentran en torno a la mitad de las ventas en las siete categorías analizadas. Esto sugiere la existencia de economías de escala.

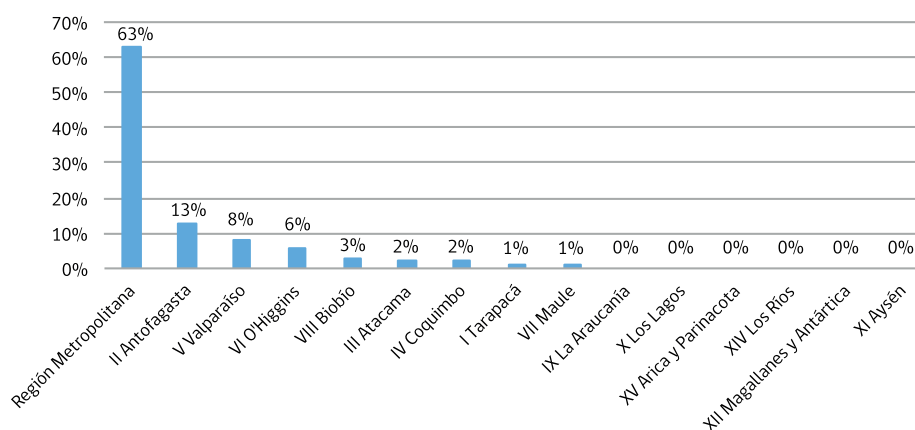
4.3. Caracterización de los Proveedores de la Minería Chilena

En esta sección se caracteriza a los proveedores de la minería chilena según su ubicación geográfica, tamaño, la composición y variación del empleo, composición y variación de las ventas y exportaciones.

4.3.1. Localización

De 3.184 empresas analizadas, el 97% posee su casa matriz o una filial en Chile. Del 3% restante, 17 son de América del Norte, 16 de América del Sur (excluido Chile), 6 de Asia, 25 de Europa y 3 de Oceanía.⁶ De las compañías nacionales o con filial en Chile, el 63% posee su casa matriz en la Región Metropolitana (ver Figura 4.2); le siguen la Región de Antofagasta (13%), la Región de Valparaíso (8%) y la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins (6%). Dado que no se observan diferencias significativas respecto de los datos reportados en estudios anteriores (Fundación Chile, 2012 y 2014), se podría concluir que la composición regional del sector no ha variado durante los últimos cinco años.

Figura 4.2. % Empresas Proveedoras según Región.



Fuente: Elaboración propia.

Considerando solo las empresas cuyas ventas a la minería representan más de la mitad de sus ventas totales, no se observan mayores cambios respecto de la muestra total (ver Figura 4.2), salvo Antofagasta, donde la proporción aumenta a 19% y la Región Metropolitana, donde disminuye a 54%. En cualquier caso, sorprende la concentración de empresas en la Región Metropolitana, indicador del bajo nivel de descentralización existente en el país, y de otros factores como la cercanía a redes de servicio y cadenas de suministro, escasez de mano de obra calificada en regiones mineras, y elevado costo del suelo en la zona norte (Fundación Chile, 2014). Cabe señalar que no se dispone de información sobre las filiales regionales, lo que podría subestimar el nivel de descentralización de las actividades económicas de los proveedores de la minería.

⁶ No se cuenta con información del país para 29 empresas.

Hallazgo 4.3. Los proveedores de la minería chilena concentran sus casas matrices en la Región Metropolitana. Sin embargo, aquellos con mayor intensidad de ventas a la minería poseen mayor presencia de sus casas matrices en regiones mineras.

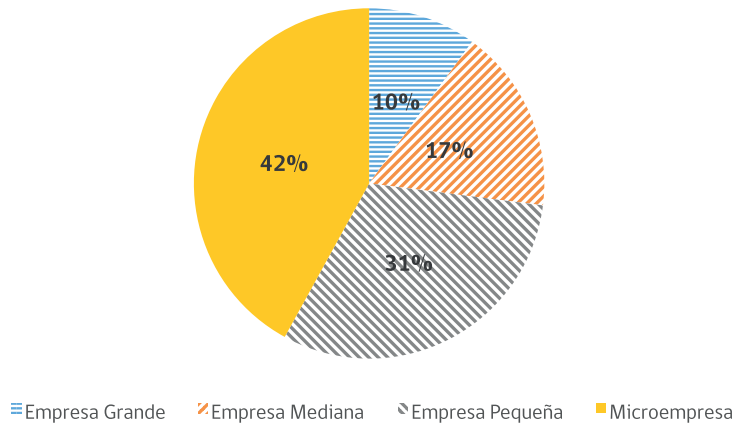
4.3.2. Tamaño de las Empresas Proveedoras

Los proveedores pueden ser clasificados según su dotación de trabajadores fijos⁷ o según sus ventas anuales.⁸

Al clasificar a los proveedores por tamaño según su dotación, se obtiene que un 42% son microempresas (menos de 10 trabajadores), un 31% empresas pequeñas (entre 10 y 50 trabajadores), un 17% empresas medianas (entre 50 y 199 trabajadores) y solo un 10% empresas grandes (más de 200 trabajadores) (ver Figura 4.3). En definitiva, por nivel de empleo, un 90% del sector quedaría clasificado como MIPYME.

Al clasificar a los proveedores según sus ventas, se obtiene que un 34% son grandes empresas (ventas sobre las 100.000 UF anuales), 26% son medianas, y 40% pequeñas o micro empresas.

Figura 4.3. Tamaño de empresa según dotación de trabajadores fijos.



Fuente: Elaboración propia.

⁷ Microempresas: menos de 10 trabajadores, empresas pequeñas: entre 10 y 49 trabajadores, empresas medianas: entre 50 y 199 trabajadores, empresas grandes: 200 o más trabajadores.

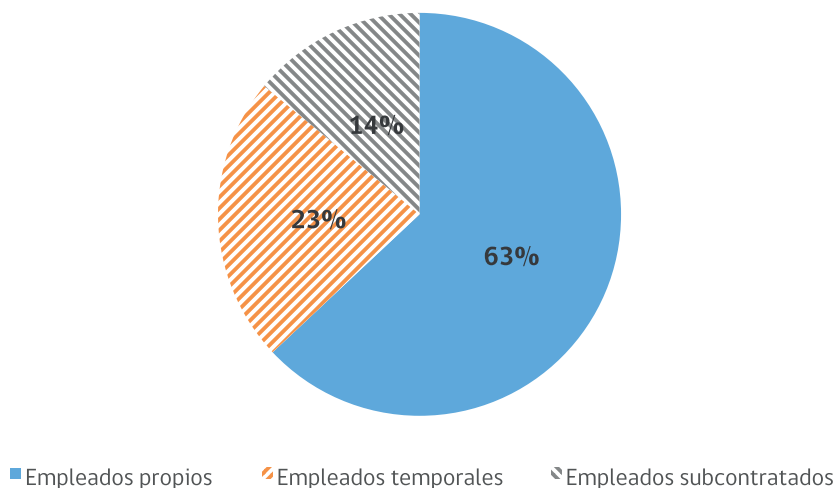
⁸ Microempresas: menos de 2.400 UF, empresas pequeñas: entre 2.400,01 UF y 25.000 UF, empresas medianas: entre 25.000,01 UF y 100.000 UF, empresas grandes: Más de 100.000 UF.

Hallazgo 4.4. Un tercio de los proveedores de la minería chilena son grandes empresas bajo la clasificación por ventas. Pero en nivel de empleo, un 90% son medianas y pequeñas.

4.3.3. Composición y variación del Empleo

Tomando las empresas con información actualizada en el registro Regic (2013 y 2014), se obtiene que las empresas proveedoras emplean un total de 730.368 trabajadores: 63% de ellos corresponde a trabajadores fijos, 23% a trabajadores temporales, y 14% a subcontratados (ver Figura 4.4).⁹ Esto contrasta con los niveles de subcontratación de las empresas mineras (sus clientes), con cerca de un 65% de trabajadores subcontratados (Pérez y Villalobos, 2010).

Figura 4.4. % de empleados fijos, temporales y subcontratados.

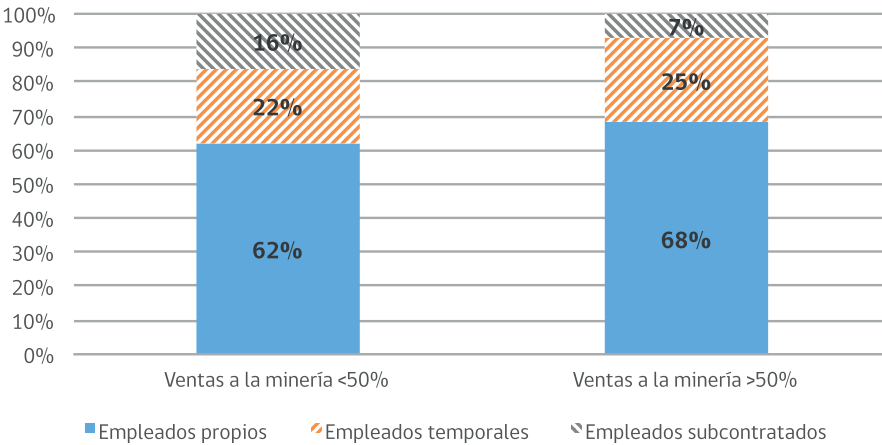


Fuente: Elaboración propia.

Los proveedores que destinan menos de 50% de sus ventas totales a minería tienen mayor proporción de empleados subcontratados y, consiguientemente, menor proporción de empleados fijos y temporales (ver Figura 4.5).

⁹ No es posible identificar cuántos de estos trabajadores se emplean para el sector minero.

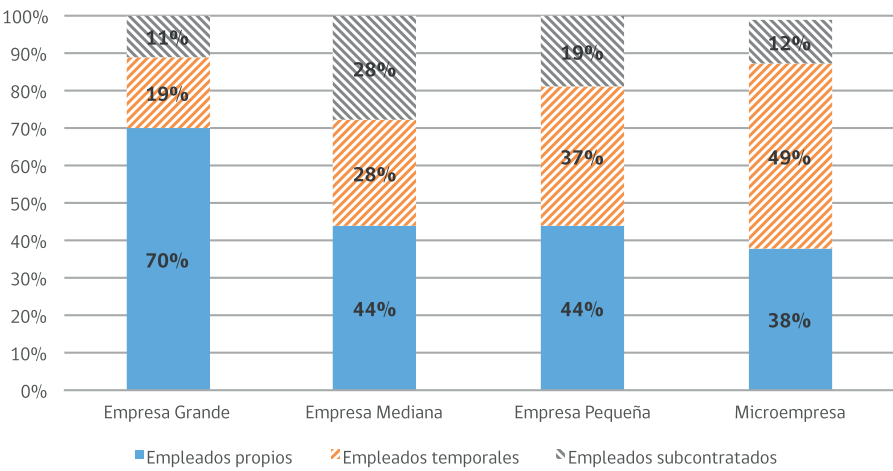
Figura 4.5. % de empleados fijos, temporales y subcontratados, según intensidad en ventas a la minería.



Fuente: Elaboración propia.

Al analizar la composición del empleo de acuerdo con el tamaño (según dotación) (ver Figura 4.6), se observa que las empresas grandes emplean mayor proporción de trabajadores fijos, con 70%. Esta proporción disminuye al 40% para las medianas, pequeñas y microempresas. La mayor proporción relativa de trabajadores subcontratados, el 28% del total, se observa en las empresas medianas. Mientras, los trabajadores temporales son más importantes en las empresas pequeñas y microempresas, con 37% y 49% respectivamente.

Figura 4.6. % de empleados fijos, temporales y subcontratados, según tamaño de empresa por dotación.



Fuente: Elaboración propia.

En definitiva, por cada empleo fijo en el sector las empresas proveedoras subcontratan 0,2 trabajadores. La subcontratación es menor en aquellas empresas más intensivas en ventas a la minería: 0,1 en las empresas que destinan más de un 50% de sus ventas a la minería, y 0,3 en aquellas que destinan menos de 50%.

Al desagregar la subcontratación por tamaño de empresa (según dotación), destacan las empresas medianas, con 0,6 trabajadores subcontratados por cada empleado propio, mayor a las tasas observadas en el resto de los segmentos (ver Tabla 4.5). Una posible explicación sería el carácter cíclico de la minería permitiendo a las empresas medianas ajustar su dotación para hacer frente a proyectos de mayor envergadura.

Tabla 4.5. Tasa de subcontratación según tamaño de empresa por dotación.

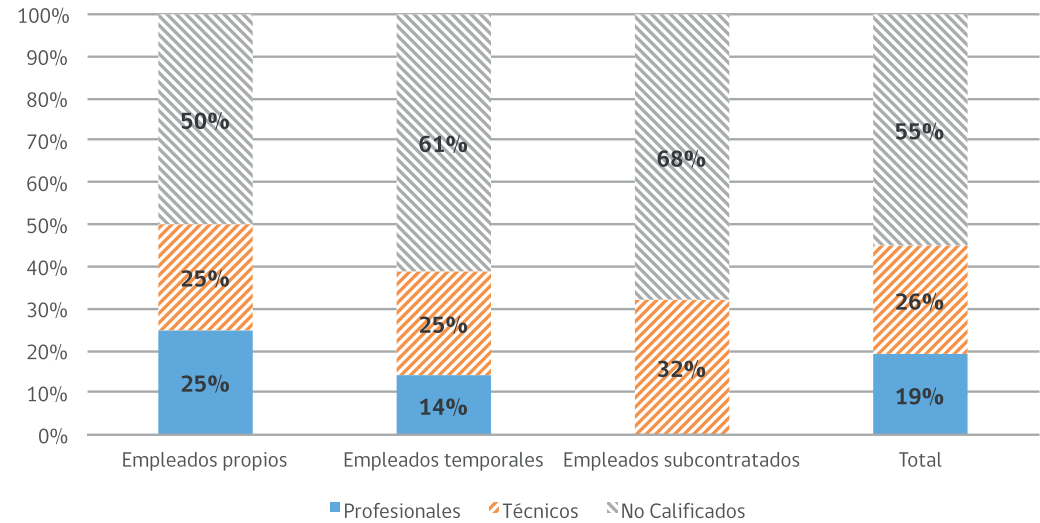
Tamaño Empresa Según Dotación	Tasa Subcontratación
Empresa Grande	0,2
Empresa Mediana	0,6
Empresa Pequeña	0,4
Microempresa	0,3

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 4.7 muestra el porcentaje de trabajadores profesionales, técnicos y no calificados según tipo de empleo. Respecto del empleo total generado por el sector (empleados fijos, temporales y subcontratados), los trabajadores profesionales representan el 19%, los técnicos el 26%, y los trabajadores no calificados el 55%. Del empleo fijo, la mitad es no calificado, un cuarto profesionales y otro cuarto son técnicos. Por su parte, en empleados temporales un 14% son profesionales, y un 61% son no calificados.

No se cuenta con información sobre el número de profesionales subcontratados. Con la información disponible, la configuración del segmento de trabajadores subcontratados según nivel de calificación, se distribuye de la siguiente manera: 32% de empleados técnicos y 68% de empleados no calificados. Ello representa una razón de 2,13 empleados no calificados por cada técnico, lo cual es similar a los segmentos de trabajadores fijos y de trabajadores temporales con 2,00 y 2,44 respectivamente.

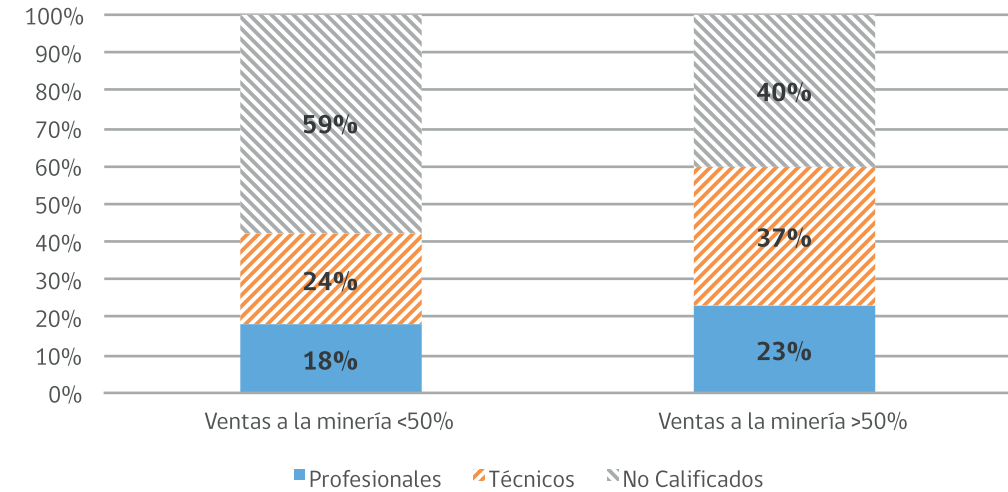
Figura 4.7. % de empleados según nivel de calificación y tipo de empleo.



Fuente: Elaboración propia.

Las empresas más intensivas en ventas a la minería (sobre 50%) poseen capital humano más calificado que las menos intensivas: 23% de profesionales y 37% de técnicos, cifras superiores al 18% y 24%, respectivamente, observado en las empresas que destinan menos de 50% de sus ventas a la minería (ver Figura 4.8).

Figura 4.8. % de empleados según nivel de calificación e intensidad en ventas a la minería.



Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 4.6 muestra las variaciones en el empleo del sector de proveedores de la minería para el periodo 2013-2014, ubicado hacia el final del último superciclo del cobre. El empleo total asociado al sector aumentó 5% en el periodo, el número de empleados fijos aumentó en 11%, el número de trabajadores temporales en 7%, y los trabajadores subcontratados disminuyeron en 18%.

Tabla 4.6. Variación en el empleo 2013-2014, según tipo de empleo.

	2013	2014	Var %
Empleados fijos	417.839	462.128	11%
Empleados Temporales	154.064	164.532	7%
Empleados Subcontratados	126.875	103.708	-18%
Total Empleo	698.778	730.368	5%

Fuente: Elaboración propia.

Como muestra la Tabla 4.7, las empresas intensivas en ventas a la minería sufrieron mayores caídas en el empleo: -10% de variación del total de empleados, contra un aumento de 8% en las empresas que destinan menos del 50% de sus ventas a la minería. El segmento de empleados subcontratados registró la mayor disminución, la que, en empresas intensivas en ventas a la minería, implicó una reducción del 48%.

Tabla 4.7. Variación en el empleo 2013-2014, según tipo de empleo e intensidad en ventas a la minería.

	Ventas a la minería <50%	Ventas a la minería >50%
Empleados Fijos	13%	2%
Empleados Temporales	16%	-18%
Empleados Subcontratados	-13%	-48%
TOTAL	8%	-10%

Fuente: Elaboración propia.

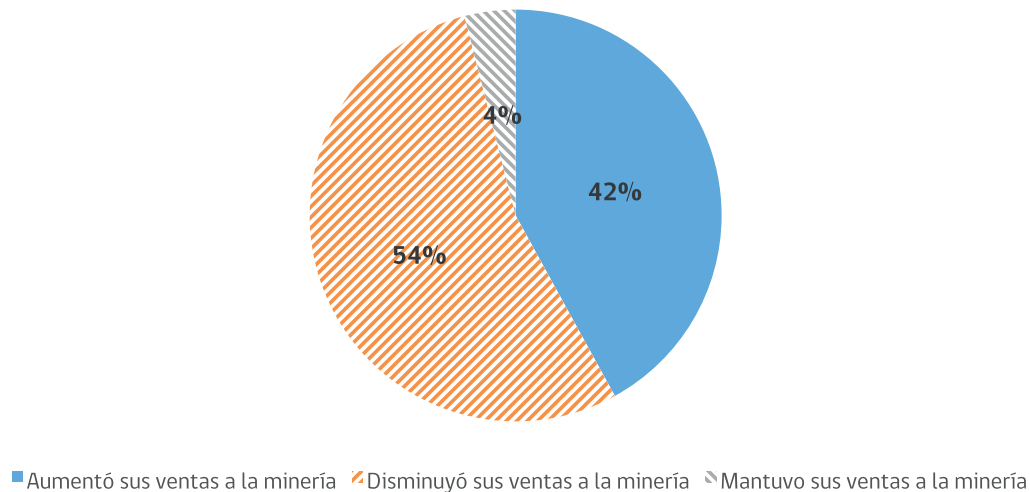
4.3.4. Variación y composición de las ventas de las Empresas Proveedoras

Como se especificó en la Sección 4.2, el gasto en bienes y servicios reportado por las compañías mineras disminuyó un 18% entre 2013 y 2014. Considerando las empresas de nuestra muestra, las ventas de proveedores a la industria minera disminuyeron en 28%.

Las empresas menos intensivas en minería (menos del 50% de ventas) presentan una mayor caída, con una disminución de 39% en sus ventas a la minería. En cambio, las empresas más intensivas en minería (más del 50% de sus ventas) registraron una disminución del 22% en sus ventas a la minería. De lo anterior se desprende que la diversificación tiene un efecto positivo para las variaciones en empleo (ver Tabla 4.7) debido a que empresas más diversificadas pueden ir a vender a otros sectores si es que la demanda de las mineras cae.

A nivel de empresas, un 42% aumentó sus ventas a la minería en el periodo 2013-2014, un 54% disminuyó sus ventas a esta industria y un 4% las mantuvo (ver Figura 4.9).

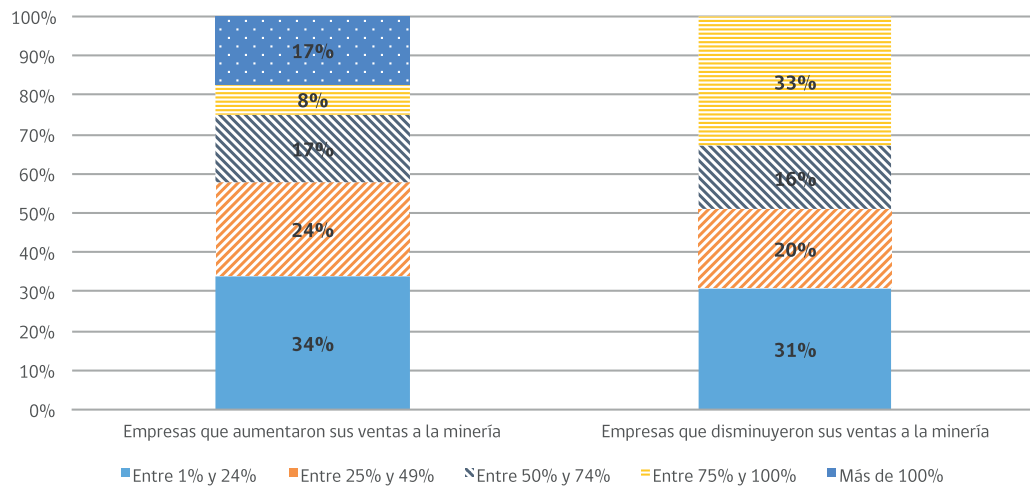
Figura 4.9. % de empresas proveedoras según variación en ventas a la minería.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 4.10 muestra la proporción de empresas que aumentaron y disminuyeron sus ventas a la minería, según rango de cambio en ventas. De los proveedores que aumentaron sus ventas a la minería, un 34% lo hizo entre 1% y 24%, un 24% entre 25% y 49%, y un 25% entre 80% y 100%. Entre las empresas que disminuyeron sus ventas, un 33% reporta caídas entre 75% y 100%.

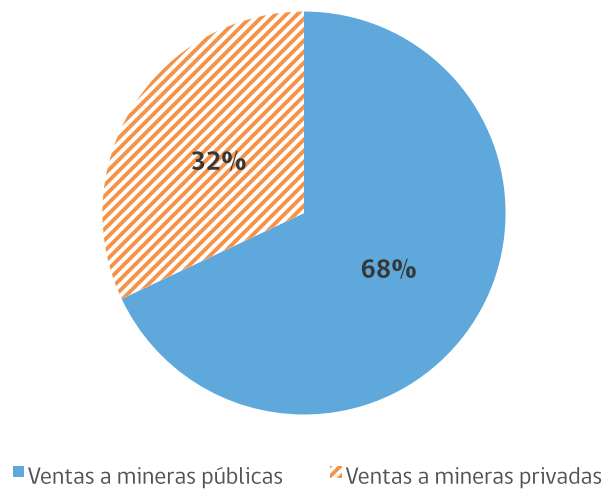
Figura 4.10. % de empresas proveedoras según rango de variación de ventas a la minería.



Fuente: Elaboración propia.

El 68% de las ventas del sector tiene como destino a empresas mineras privadas, mientras que un 32% va a empresas públicas (ver Figura 4.11). Estos porcentajes son consistentes con la participación en la producción que poseen empresas públicas y privadas en la minería.

Figura 4.11. % de ventas a la minería, según mineras públicas y privadas.



Fuente: Elaboración propia.

Las ventas a empresas mineras públicas anotaron una disminución de 25%, mientras que las ventas a empresas mineras privadas disminuyeron en 30% (ver Tabla 4.8). Las ventas totales disminuyeron un 28% en la muestra de proveedores disponible.

Tabla 4.8. Variación en ventas a la minería 2013-2014.

	% Var 2013-2014
Ventas a Mineras Privadas	-30%
Ventas a Mineras Públicas	-25%
Ventas a Mineras Total	-28%

Fuente: Elaboración propia.

4.3.5. Exportaciones de los proveedores de la minera

Una meta del sector es que las exportaciones de los proveedores de la minería alcancen los US\$4.000 millones al año 2035 con, al menos, 250 empresas proveedoras de “clase mundial” (Fundación Chile, 2016). Aunque los esfuerzos por internacionalizar proveedores locales se remontan a 1993 con el programa Chile Exporta Minería, recién durante la última década se ha podido contar con información sistematizada del desempeño exportador del sector. La información sugiere un auge en la década de los años 2000, cuando las exportaciones de un grupo de proveedores pasaron de US\$16 millones a US\$505 millones entre 2002 y 2011 (Korinek, 2013). Es destacable la iniciativa “Promoción Internacional de los proveedores de bienes y servicios para la minería” de ProChile con financiamiento por US\$4,6 millones del Fondo de Inversión Estratégica al alero del Ministerio de Economía, pero, como otros proyectos, deberá ser evaluada y revisada en el mediano plazo.

Fundación Chile y ProChile (2015) realizaron el primer estudio sobre la dinámica de los proveedores entre 2010 y 2014, con los siguientes hallazgos: i) las empresas proveedoras exportaron cerca de US\$500 millones promedio al año, ii) más de 300 empresas exportaron durante el año 2014, iii) el 83% del monto corresponde a bienes y 17% a servicios, iv) existe fuerte concentración: 5% de las empresas exportó más de US\$1 millón, y el 2% de las empresas explica el 61% del volumen, v) los principales bienes exportados son insumos para la fabricación de explosivos, y bolas y artículos para molienda (53% del volumen en 2014), vi) los principales servicios exportados son diseño y asesoría de ingeniería para instalaciones de minería extractiva (90% del volumen en 2014), y vii) 75% de las exportaciones se destinan a América Latina.

Al analizar estas cifras se deduce que existe un amplio espacio de mejora en comparación con países referentes –como Australia– donde las exportaciones de proveedores representan un mayor porcentaje de las exportaciones (Meller y Gana, 2015). Asimismo, la mitad de los proveedores australianos exporta, mientras que en Chile dicho porcentaje es menos

de la mitad. Por ejemplo, el número de empresas que se mantuvo exportando de manera sostenida montos anuales por más de US\$1 millón entre 2012 y 2014 corresponde a 65 (Fundación Chile, 2016), aún lejos de la meta de 250 empresas.

La coexistencia de un modelo mixto en Chile, con empresas públicas y privadas, favorece mayor escala y amplifica las posibilidades de tener un sector de proveedores vigoroso. Queda por resolver cómo favorecer su mayor internacionalización, considerando que, en el caso de Australia, se le atribuye un rol fundamental a la salida de empresas mineras domésticas (Meller y Gana, 2015), rol que las empresas chilenas no han jugado debido a la abundancia de reservas de cobre en Chile. Esto podría cambiar durante la próxima década debido a algunos proyectos internacionales de CODELCO y Antofagasta Minerals.

4.4. Productividad en el sector de Proveedores

El objetivo de esta sección es explorar la evolución de la productividad de los proveedores de la minería chilena. Para este fin se utilizan datos a nivel de empresas del registro Regic de Achilles Chile. A nuestro conocimiento, este ejercicio corresponde a una de las primeras aproximaciones a las dinámicas de productividad del sector de proveedores de la minería a nivel de empresas. Se mide la productividad utilizando el total de insumos de empleo y el total de producción lograda, es decir, una medida de productividad parcial. No se realizan mediciones de productividad dentro de la operación.¹⁰

4.4.1. Productividad laboral

El indicador de productividad considerado es el de productividad laboral (A_p), definido como el cociente entre ventas (Y) y el número de trabajadores (L). Como en otros casos, este indicador presenta problemas. Primero, un aumento en precios mostraría un (falso) aumento de productividad, dado todo lo demás constante. Segundo, supone que el aumento en el valor agregado por trabajador (el dato deseado) varía según el aumento en el valor bruto de producción del trabajador (el dato disponible). Tercero, no considera los efectos de la acumulación de capital o el uso efectivo del mismo. Sin embargo, teniendo en cuenta que solo se dispone de datos de ventas a precios corrientes y que es una medida de productividad fácil de entender, resulta la más simple forma de describir la productividad a nivel de proveedores, y se debe interpretar como el nivel de ingresos generados por

¹⁰ En esta subsección se observa el resultado anual de la empresa proveedora pero no su desempeño en faena, por lo que no se tiene detalles de eventuales “cuellos de botella” en productividad dentro del proceso productivo de la mina.

cada trabajador durante un año. (A igual número de trabajadores, si una empresa vende más que otra, es considerada más productiva al obtener mayor valor con los mismos insumos.)¹¹ Adicionalmente, analizamos el cambio en la productividad laboral promedio de las empresas proveedoras, obtenemos el cambio en la productividad de la empresa como:

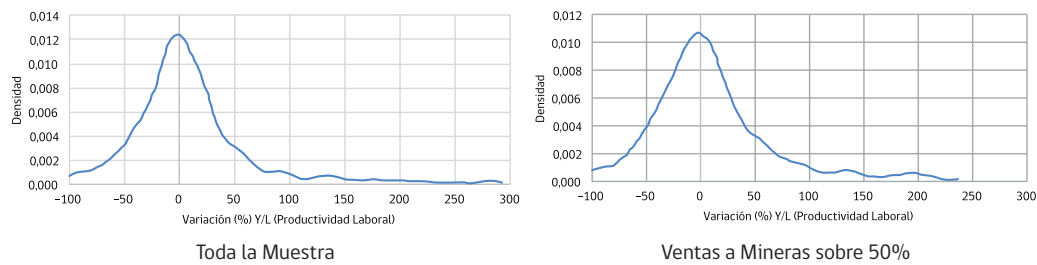
$$\Delta\%A_{it} = \frac{\Delta A_{i,t+1}}{A_{i,t}}$$

Durante el periodo 2013-2014, y con la muestra completa, la productividad laboral de los proveedores aumenta un 9,6%. Si consideramos las empresas con ventas mayores al 50% a empresas mineras, la productividad laboral aumenta en 11,4%. Así, la productividad laboral aumenta entre 9% y 12% aproximadamente (ver Tabla 4.9).

Tabla 4.9. Variación promedio en Productividad Laboral 2013-2014.		
	Total de Empresas	Empresas con Ventas a Mineras sobre 50%
Cambio Y/L	9,6%	11,4%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.12. Histograma cambio productividad laboral 2013-2014.



Fuente: Elaboración propia.

Al considerar la distribución de la productividad laboral (ver Figura 4.12), se observa que esta se centra en torno a cero. Es decir, la empresa representativa no tuvo cambios en términos de productividad laboral en el periodo 2013-2014. Sin embargo, existe una dispersión importante dentro de la muestra total, así como también en el subconjunto

¹¹ Debido a su carácter parcial, no debe considerarse que es productividad exclusiva de los trabajadores. Una empresa puede tener mayor productividad laboral que otra con el mismo número de trabajadores, pero ello puede deberse a que una trabaja con más (y mejores) maquinarias y equipos. Sin embargo, la productividad laboral posee la ventaja de ser fácilmente comparable y, en general, moverse en la misma dirección que la productividad total.

que vende más de 50% a empresas mineras. Debido a que, en promedio, la productividad de los proveedores de la minería aumentó en torno a un 10%, es necesario revisar cómo varía dicha productividad al condicionarla respecto de una serie de variables relevantes.

La Tabla 4.10 muestra la elasticidad de la productividad laboral respecto de un aumento en ventas a mineras distinguiendo entre mineras públicas y privadas. Para la muestra completa, un aumento en ventas en 1% a mineras privadas se asocia a un aumento en productividad laboral de 0,77% en cuanto a mineras públicas dicha magnitud es de 0,54%. Los resultados son mayores para aquellas empresas intensivas en ventas a minería que respecto del total de la muestra de proveedores por 4 puntos porcentuales de diferencia.

Tabla 4.10. Elasticidad Productividad Laboral Ventas a Mineras 2013–2014.

	Total de Empresas	Empresas con Ventas a Mineras sobre 50%
Mineras Privadas	7,7	11,9
Mineras Públicas	5,4	9,6

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Resultados de regresiones de cambio porcentual en productividad (Y/L) versus el cambio porcentual en ventas a mineras privadas. Por lo tanto, los números representan el aumento porcentual en productividad, si las ventas a mineras privadas o públicas aumentan en 1%. Resultados son significativamente diferentes a cero a, al menos, 90% de confianza.

Un aspecto fundamental a la hora de analizar productividad corresponde al tamaño de la empresa, debido a la presencia de economías de escala. Se consideran dos criterios para clasificar el tamaño de una empresa: por empleo y por ventas.

Las Tablas 4.11 y 4.12 muestran los resultados de niveles de productividad laboral y la variación en el periodo 2013–2014 para la clasificación de tamaño por empleo. Considerando empresas más grandes, se observa mayor productividad al analizar el total de las empresas. Sin embargo, si se toma aquellas empresas intensivas en ventas a minería se observan niveles de productividad similares entre empresas pequeñas, medianas y grandes, siendo estas superadas por la microempresa. Ello puede reflejar un elevado nivel de especialización de dichos proveedores, lo que con pocos trabajadores genera mucho valor. En términos de variación, los resultados reflejan que a mayor tamaño hay un menor aumento de productividad. Esto podría ser consistente con mala asignación de recursos, concordante con la evidencia encontrada por Syverson (2015) para Chile, en relación con la productividad general de la empresa y el nivel de empleo.

Tabla 4.11. Productividad Laboral por Tamaño de Empresa según Dotación 2013-2014 (millones de pesos chilenos).

	Total de Empresas	Empresas con Ventas a Mineras sobre 50%
Microempresa	84,4	95,5
Pequeña	70,0	63,9
Mediana	73,5	68,2
Grande	110	62

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Empleo y ventas corresponden al promedio de ambos periodos.

Tabla 4.12. Variación en Productividad Laboral por Tamaño de Empresa según Dotación 2013-2014 (%).

	Total de Empresas	Empresas con Ventas a Mineras sobre 50%
Microempresa	16,4	19,0
Pequeña	10,0	11,2
Mediana	5,3	3,4
Grande	7,5	8,9

Fuente: Elaboración propia.

Usando la clasificación de tamaño por ventas se obtiene que: a mayor tamaño de la empresa, mayor es la productividad por trabajador (ver Tablas 4.13 y 4.14). En términos de variación, las empresas más pequeñas muestran mayores fluctuaciones, atribuibles a la caída en ventas que sufrió el sector durante el periodo (ver Tabla 4.15).

Tabla 4.13. Productividad Laboral por Tamaño de Empresa según Ventas 2013-2014 (millones de pesos chilenos).

	Total de Empresas	Empresas con Ventas a Mineras sobre 50%
Pequeña	4,1	3,9
Mediana	11,8	11,2
Grande	81,8	75,7

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Empleo y ventas corresponden al promedio de ambos periodos.

Tabla 4.14. Variación en Productividad Laboral por Tamaño de Empresa según Ventas 2013-2014 (%).

	Total de Empresas	Empresas con Ventas a Mineras sobre 50%
Pequeña	35,5	-30,0
Mediana	16,7	-8,8
Grande	10,2	12,5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.15. Variación en ventas a la minería 2013-2014

	% Var 2013 2014
Ventas a Mineras Privadas	-30%
Ventas a Mineras Públicas	-25%
Ventas a Mineras Total	-28%

Fuente: Elaboración propia.

Los hallazgos del análisis son: i) la productividad laboral aumenta en todos los segmentos durante el periodo 2013-2014, ii) las empresas con mayor diversificación (menos de 50% destinado a la minería) mejoran su productividad en menor magnitud que las de menor diversificación (más del 50% de ventas a minería), iii) a mayor tamaño de la empresa (en ventas), mayores los niveles de productividad, iv) se observa mayor caída de productividad laboral en las empresas de menor tamaño (más del 50% de ventas a minería) mientras que aumenta en las empresas grandes (por empleo), v) existe una relación positiva entre ventas a mineras y productividad laboral, mayor para las empresas intensivas en ventas a minería.

Hallazgo 4.5. Los proveedores de la minería aumentaron su productividad laboral en el periodo 2013-2014 con mayores variaciones en los proveedores de menor tamaño. Esto se debe a una mayor variación en ventas de dicho segmento.

Hallazgo 4.6. En general, los proveedores más grandes presentan mayores niveles de productividad laboral que proveedores pequeños y medianos.

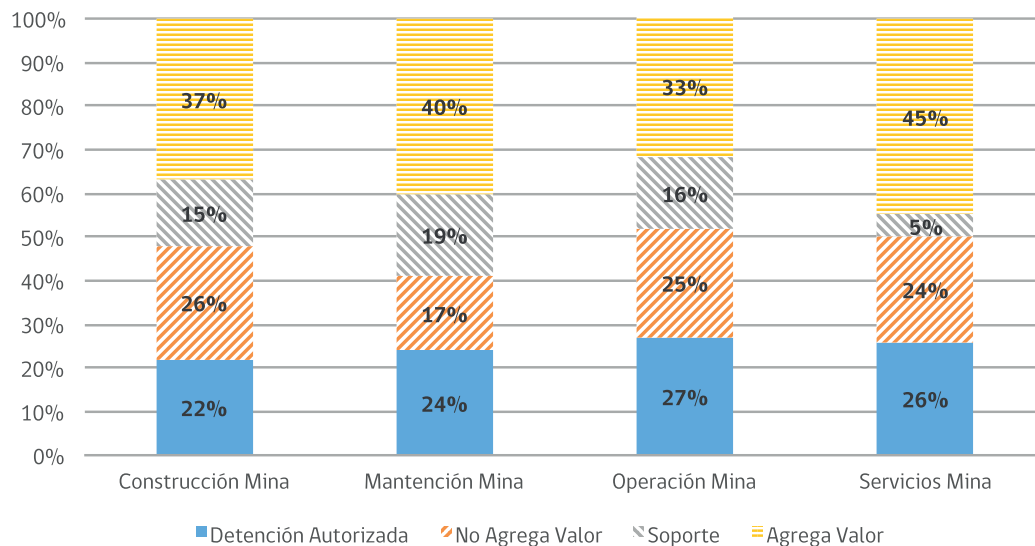
4.4.2. Productividad dentro de la operación

Tiempo disponible de trabajo en la operación/proyecto

Una medida muy utilizada para la productividad laboral en faena corresponde al tiempo disponible de trabajo: el tiempo efectivo donde el trabajador está realizando actividades que agregan valor y/o apoyan otras actividades que agregan valor.

La Corporación de Desarrollo Tecnológico, dependiente de la Cámara Chilena de la Construcción, ha realizado una serie de mediciones en los últimos años sobre los niveles de actividad minera (ver Figura 4.13). Según sus estimaciones: cerca del 50% del tiempo se destina a actividades que agregan valor, directa o indirectamente (soporte); entre 22% y 27% de la jornada se gasta en detenciones autorizadas (que no agregan valor pero que son requeridas para poder satisfacer normas del mandante y/o contratistas y descansos conforme a la ley), y entre 17% y 26% de la jornada se dedica a actividades que no agregan valor ni son requeridos por ley o por necesidades operacionales. Es decir, el trabajo que agrega valor está en torno a la mitad del tiempo disponible. Dicho estudio estima que de elevar el tiempo efectivo de trabajo de 50% a 60% (a 2020) se ahorrarían 10.000 horas-hombre y US\$300 millones.

Figura 4.13. Distribución de actividades por tiempo de trabajo 2010-2016.



Fuente: Corporación de Desarrollo Tecnológico.

Nota: El proceso de Construcción Mina posee la mayor cantidad de mediciones realizadas con 25 aproximadamente, mientras que el resto posee al menos 5 mediciones durante el periodo.

En línea con esta estimación de ahorros, la Cámara Chilena de la Construcción presentó, en audiencia pública de la CNP, los resultados de un proyecto piloto en Construcción Minera. La intervención buscó mejorar la coordinación, y entregó como resultado un aumento de tiempo disponible de 46% a 54% en mano de obra y de 44% a 53% en maquinaria y equipos. Esto releva la importancia de las buenas prácticas de gestión y diálogo entre contratistas (proveedores) y mandantes (empresas mineras), y ratifica que parte importante de las brechas en productividad laboral y del capital reportada en el Capítulo 3 de este informe pueden ser resueltas por las propias empresas.

En síntesis, existe un espacio importante de mejora en términos de disponibilidad de tiempo del trabajo en Chile. En la operación minera, una reducción a la mitad de las actividades que no agregan valor puede liberar entre un 9% y un 13% del tiempo total para actividades productivas. Para la construcción de la mina se puede aumentar el tiempo disponible, liberando entre 8% y 9% del tiempo actualmente usado. De hacerse esto, se estarían cerrando parcialmente las brechas identificadas en el Capítulo 3.

Hallazgo 4.7: Existe un espacio de mejora en la disponibilidad de tiempo de trabajo efectivo en Chile entre 10% a 20% en el largo plazo. Parte de estas ganancias pueden producirse al interior de las empresas, sin acción pública.

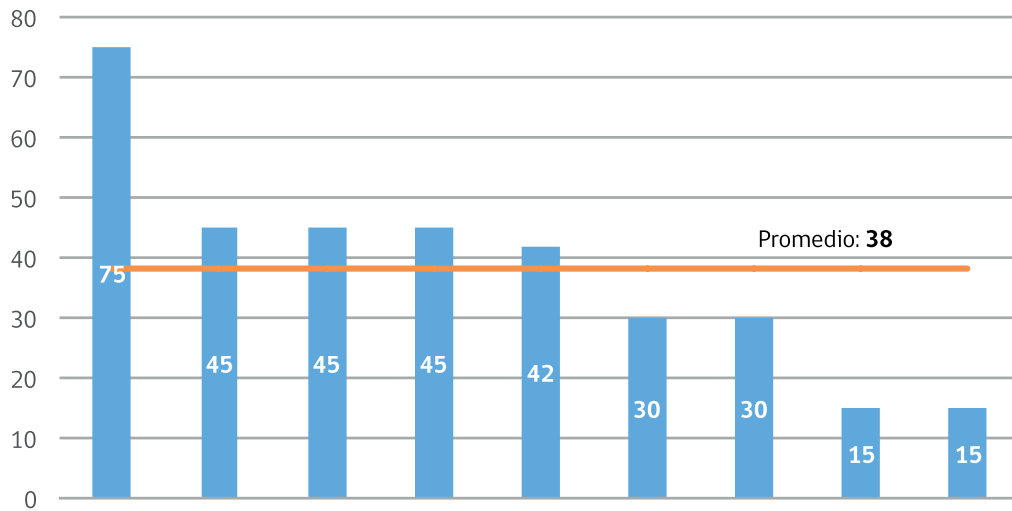
Tiempos de Acreditación

Parte importante del espacio de mejora en el vínculo proveedor-empresa minera se encuentra en los tiempos de acreditación, y la variedad de requisitos que deben cumplir los proveedores entre faenas. Existe gran diferencia de requisitos y proceso de acreditación para el ingreso a cada faena minera (incluso aquellas del mismo dueño) lo que genera ineficiencia en términos de los esfuerzos y recursos que deben dedicarse a satisfacerlos. Lo anterior se amplifica considerando que el sector posee un nivel de subcontratación en torno al 60%.

La Figura 4.14 muestra la variación en los días de acreditación requeridos para las 12 faenas mineras del estudio de *benchmarking* del Capítulo 3 (reportados por las empresas). La faena más eficiente demora 15 días en acreditar sus contratistas, mientras que la menos eficiente requiere de 75 días, es decir, cinco veces más. El promedio es de 38 días. Estas enormes brechas hablan de prácticas diferentes al interior de las empresas, que,

de converger a la mejor práctica nacional, podrían ahorrar hasta dos meses de trámites internos a las empresas. Medidas específicas en este ámbito se abordan en el Capítulo 10. Estas cifras son importantes. A modo de ejemplo, una empresa minera de gran tamaño estimó en medio millón de dólares el ahorro potencial anual que generaría una reducción en un día de acreditación. Reducir los plazos internos de acreditación en un mes podría ahorrarle a una operación cerca de US\$10 millones anuales.

Figura 4.14. Días para acreditar personal de empresas contratistas (2015).



Fuente: Elaboración propia con base en Estudio MatrixConsulting.

Hallazgo 4.8. Existe una dispersión considerable en los tiempos de acreditación en operaciones de la gran minería del cobre en Chile. La empresa más eficiente demora 15 días, mientras que la menos eficiente demora 75 días.

4.5. Conclusiones

El sector de proveedores de la minería chilena es un pilar de la industria, y su desempeño afecta el rendimiento general de las empresas mineras. Adicionalmente, el propio sector de proveedores podría constituirse en una fuente de exportaciones. Por lo tanto, caracterizarlo e identificar las áreas de fortaleza y debilidad es fundamental para poder potenciar a futuro esta industria, y por ende la industria minera de Chile en general.

4.5.1. Resumen de Hallazgos

Hallazgo 4.1. Existe una importante desaceleración desde 2013 a 2014 en las ventas a mineras por parte de empresas proveedoras, en especial las ventas asociadas a proyectos.

Hallazgo 4.2. Los proveedores de la minería chilena se encuentran concentrados. En promedio, los dos principales proveedores concentran en torno a la mitad de las ventas en las siete categorías analizadas. Esto sugiere la existencia de economías de escala.

Hallazgo 4.3. Los proveedores de la minería chilena concentran sus casas matrices en la Región Metropolitana. Sin embargo, aquellos con mayor intensidad de ventas a la minería poseen mayor presencia de sus casas matrices en regiones mineras.

Hallazgo 4.4. Un tercio de los proveedores de la minería chilena son grandes empresas bajo la clasificación por ventas. Pero en nivel de empleo, un 90% son medianas y pequeñas.

Hallazgo 4.5. Los proveedores de la minería aumentaron su productividad laboral en el periodo 2013-2014 con mayores variaciones en los proveedores de menor tamaño. Esto se debe a una mayor variación en ventas de dicho segmento.

Hallazgo 4.6. En general, los proveedores más grandes, presentan mayores niveles de productividad laboral que proveedores pequeños y medianos.

Hallazgo 4.7. Existe un espacio de mejora en la disponibilidad de tiempo de trabajo efectivo en Chile entre 10% a 20% en el largo plazo. Parte de estas ganancias pueden producirse al interior de las empresas, sin acción pública.

Hallazgo 4.8. Existe una dispersión considerable en los tiempos de acreditación en operaciones de la gran minería del cobre en Chile. La empresa más eficiente demora 15 días, mientras que la menos eficiente demora 75 días.

Referencias

- AUSTMINE (2013). Australia's New Driver for Growth. Mining Equipment, Technology and Services.
- COCHILCO (2015). Encuesta de participación de empresas proveedoras de la minería - 2014.
- COMISIÓN NACIONAL DE PRODUCTIVIDAD Y FUNDACIÓN CHILE (2016). Caracterización de Proveedores de la Minería Chilena 2016.
- CONSEJO NACIONAL DE INNOVACIÓN Y COMPETITIVIDAD (2007). Estudios de Competitividad en Clusters de la Economía Chilena, Documento de referencia Minería. Elaborado por The Boston Consulting Group para el CNIC. Agosto 2007.
- CORPORACIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO (2015). Buenas Prácticas en la Construcción Minera. Mesa de Trabajo de Productividad. Consejo Minero - Cámara Chilena de la Construcción, junio 2015.
- CORPORACIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO (2016). Buenas Prácticas en la Construcción Minera. Mesa de Trabajo de Productividad. Incluye Análisis Piloto. Consejo Minero - Cámara Chilena de la Construcción, Segunda Edición, octubre 2016.
- DICTUC (2007). "Caracterización de las empresas proveedoras de la minería y sus capacidades de innovación". Elaborado para CORFO Innova Chile.
- FUNDACIÓN CHILE (2012). Proveedores de la Minería Chilena. Estudio de Caracterización 2012.
- FUNDACIÓN CHILE (2014). Proveedores de la Minería Chilena. Estudio de Caracterización 2014.
- FUNDACIÓN CHILE Y PROCHILE (2015). Proveedores de la Minería Chile. Reporte de Exportaciones 2010 2014. Disponible en: [http://www.fch.cl/wp-content/uploads/2015/10/Reporte de Exportaciones VD 25.08.2015.pdf](http://www.fch.cl/wp-content/uploads/2015/10/Reporte-de-Exportaciones-VD-25.08.2015.pdf)
- FUNDACIÓN CHILE (2016). Desde el cobre a la innovación: Roadmap Tecnológico 2015 2035.
- MELLER P. y GANA J. (2015). El Desarrollo de Proveedores Mineros en Australia: Implicancias para Chile. CIEPLAN, Santiago.
- KORINEK J. (2013). "Mineral Resource Trade in Chile: Contribution to Development and Policy Implications", OCDE Trade Policy Papers, No. 145, OCDE Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/5k4bw6twpf24-en>
- PÉREZ P. y VILLALOBOS P. (2010). ¿Por qué subcontratan las empresas mineras en Chile? Estudios Públicos 119. Invierno 2010.
- SYVERSON C. (2015). An Analysis of Recent Productivity Trends in Chile. Inter American Development Bank.

Segunda Parte

Análisis de la Productividad en la Gran Minería del Cobre



Capítulo 5

Recursos Energéticos e Hídricos en Minería



Síntesis

Los recursos energéticos e hídricos son estratégicos para el sector minero. Durante la última década alrededor del 30% del consumo eléctrico del país estuvo destinado al sector minero, lo que representó aproximadamente un 10% del consumo total de energía. Considerando proyectos nuevos y de expansión, además de factores estructurales como la caída en la ley y el envejecimiento de los yacimientos, se proyecta que, durante la próxima década, el sector incrementará su consumo de energía eléctrica en un 34%. Sin agua no es posible realizar el proceso de concentración ni el de electro-obtención, y, por lo tanto, no es posible obtener cobre. Cualquier evento que reduzca la provisión de agua o amenace el consumo hídrico óptimo para el proceso de una operación atenta contra el desempeño productivo, y, en el largo plazo, contra la viabilidad del proyecto.

Abstract

Energy and water resources are strategic for the mining sector. During the last decade, about 30% of the country's electricity consumption was destined to the mining sector, which represented approximately 10% of total energy consumption. Over the next decade, the industry will increase its consumption of electric energy by 34%, due both to the fall in mineral ore and the aging of the deposits, as to the emergence of new projects and further expansions. Any event that may threaten water provision or optimal water consumption for the operation processes jeopardizes the productive performance and, in the long term, the viability of the project.

Puntos Claves

- La gran minería del cobre en Chile utiliza de manera relativamente eficiente la energía, tanto eléctrica como de combustible, respecto de sus competidores internacionales.
- Existe un uso especulativo de concesiones mineras de terceros alrededor del área de emplazamiento de proyectos eléctricos de generación o transmisión que elevan los costos en general.
- La minería del cobre utiliza de manera eficiente el recurso hídrico.
- La minería extrae sustancialmente menos agua que otros sectores (agricultura e industria) a nivel nacional.
- Existen importantes costos de inversión y operación en habilitar el uso de agua de mar, debido a la altura de los yacimientos y la distancia desde las áreas de extracción.
- Se puede aprovechar las economías de escala entre empresas mineras de faenas cercanas para la construcción de desalinizadoras, generación eléctrica y tuberías.
- El sector requiere de una política clara sobre desalinización e instalación de plantas por parte del Gobierno, y de un marco normativo transparente y expedito.
- Existe un vacío regulatorio respecto de la expulsión de salmuera en las plantas desalinizadoras.

5.1. Introducción

Los recursos energéticos e hídricos son estratégicos para el sector minero. Sin ellos no existe minería viable en Chile. El foco de este capítulo está puesto en medidas que favorezcan el uso eficiente de agua y energía dentro de la gran minería de cobre, y que aseguren la adecuada disponibilidad de ambos en el largo plazo.

Durante la última década el gasto en energía del sector representó entre 15 y 20% del costo directo. La disponibilidad del insumo y su incidencia en los costos son factores críticos debido a la necesidad creciente de energía, incluso para mantener los actuales niveles de producción. Bajo la restricción tecnológica actual, y la incidencia de factores como la ley del mineral y el envejecimiento de las faenas, mantener la producción implica necesariamente un aumento en el consumo de energía por tonelada de cobre.¹ Aumentar la producción implica aun mayor necesidad de energía, por factores no controlables por las empresas.

Según la Comisión Nacional de Energía (CNE) y la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO), el sector minero representó durante la última década alrededor del 30% del consumo eléctrico del país, y en torno a un 10% del consumo total de energía.² Las proyecciones de COCHILCO (2016a), considerando proyectos nuevos y de expansión, además de factores estructurales como la caída en la ley y el envejecimiento de los yacimientos, sugieren que durante la próxima década el sector incrementará su consumo de energía eléctrica en un 34%. Aunque para el uso de combustible no existe proyección, la razón de consumo eléctrico y combustible de los últimos 15 años sugiere esperar un incremento entre 25 y 30%.³ El aumento en consumo recaerá en mayor medida (54%) sobre el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING), y en menor medida (46%) sobre el Sistema Interconectado Central (SIC).⁴

Similar a la energía, los recursos hídricos son otro insumo estratégico en minería. Sin agua no es posible realizar el proceso de concentración ni el de electroobtención, y, simplemente, no es posible obtener cobre. Cualquier evento que reduzca la provisión de agua o amenace el consumo hídrico óptimo para el proceso de una operación atenta contra el desempeño productivo, y, en el largo plazo, contra la viabilidad del proyecto.

¹ Faenas de mayor longevidad contienen mineral de mayor dureza y distancias más largas de acarreo.

² Ver COCHILCO (2016c) Informe de actualización del consumo energético de la minería del cobre al año 2015 y Balance Energético, CNE.

³ Por cada unidad consumida de energía eléctrica se consumió 0,85 unidades de combustible para el periodo 2000/2014 y 0,92 para el periodo 2010/2014.

⁴ Las proyecciones de COCHILCO no incluyen la eventual interconexión SING SIC ni dimensiones de eficiencia energética, por lo que pueden ser considerados una cota superior de la demanda energética de la minería.

Además del consumo progresivo, la disponibilidad de recursos hídricos puede verse afectada por condiciones climáticas, restringiendo las actuales fuentes utilizadas por el sector—en especial las aguas continentales. Por ende, para mantener los niveles de producción actuales es imperativo buscar alternativas que permitan el uso eficiente del recurso, así como ampliarlas para cumplir la meta de elevar la producción. En este sentido, el uso de agua de mar, el consumo eficiente del recurso y la reutilización de las aguas, son las opciones más viables para superar las crecientes restricciones. COCHILCO (2016b) confirma que el sector va en esa dirección al presentar incrementos significativos en el uso de agua de mar,⁵ mejores tasas de eficiencia,⁶ y mayor reutilización del recurso. En 2015 el uso de agua en minería provino en un 72% de recirculación,⁷ 24% de aguas continentales frescas,⁸ y 4% del mar (COCHILCO, 2016b). Este consumo de agua de mar implica un aumento en once veces respecto de 2009, y se espera aumente a razón de 14% anual en la década futura. En tanto, COCHILCO (2015) estima que el consumo de agua fresca para estas labores se reducirá a razón de 1,9% anual para el mismo periodo, una tendencia que sugiere la convergencia en 2026 en el uso de agua continental y agua de mar (en torno a 11m³/seg).

El creciente uso de agua de mar implica un nuevo gran desafío desde el punto de vista técnico, dado que llevar flujos significativos de agua de mar (tratadas o no) a distancias y alturas importantes tiene implicancias significativas. Es necesario evaluar los desafíos que surgen con respecto al consumo energético requerido en procesos de desalinización y transporte, a su regulación normativa, y en aspectos de orden público.

El capítulo se estructura de la siguiente manera. En la sección 5.2 se analiza el uso de la energía en la industria minera. La sección 5.3 examina el recurso hídrico y la sección 5.4 presenta los resultados y conclusiones del capítulo.

⁵ Entre 2014 y 2015 el incremento en la utilización de agua de mar en el proceso productivo fue de 33%.

⁶ Entre 2009 y 2014 la cantidad de agua utilizada por tonelada procesada disminuyó 21%, a 0,53 m³ por tonelada.

⁷ Este promedio esconde una alta dispersión considerando que algunas faenas presentan tasas de recirculación de 30%, mientras que otras superiores a 80%. Esto último se debe en gran medida a las distancias entre concentradora y relaves.

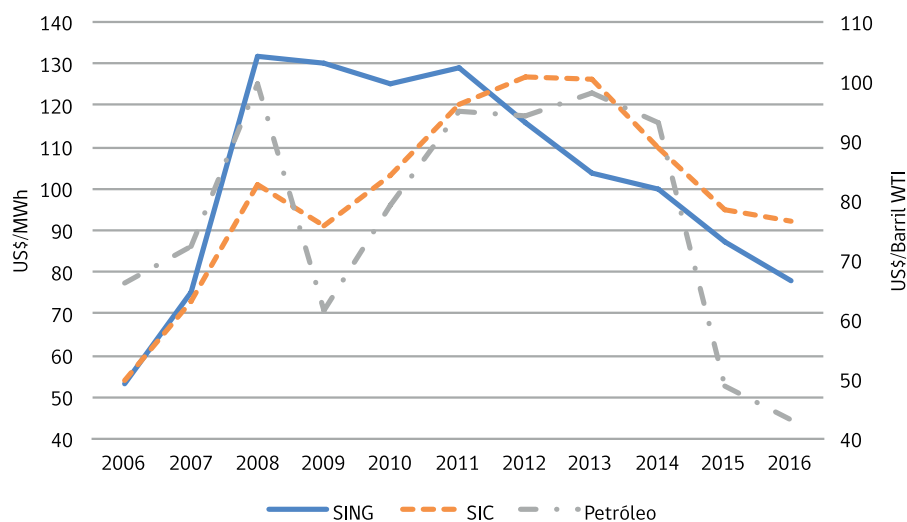
⁸ Refiere a todas las aguas permanentes que se encuentran en el interior. Entre dichas fuentes tenemos ríos, lagos, llanuras de inundación, reservas, humedales y sistemas salinos de interior.

5.2. Energía

La minería es un proceso industrial intensivo en requerimiento energético, tanto de electricidad como de combustible. Su incidencia en el gasto es relevante, pues el consumo en energía eléctrica y combustible representó entre 15 y 20% del costo directo (*Cash Cost 1*) de producción.⁹ Generalmente, el problema energético en minería es de costos (competitividad) más que de productividad, por lo que las preocupaciones de la industria se centraron en el alto precio de la energía durante los últimos años (ver Figura 5.1). La entrada de nuevos proyectos energéticos (ERNC principalmente), la caída del precio del diésel, y mejoras en eficiencia de procesos existentes, han permitido disminuir el precio de la energía eléctrica, aliviando este problema en el último bienio, pero no superándolo.

Si bien excede el alcance de este capítulo analizar los problemas del mercado eléctrico no vinculados a aspectos mineros, debe destacarse que todas las iniciativas que se impulsen desde los sectores público y privado hacia un suministro de electricidad seguro y a precios competitivos favorecerán la concreción de futuros proyectos mineros. En ese sentido, la interconexión SIC SING, y la Ley 20.936 que establece un nuevo Sistema de Transmisión Eléctrica y crea un organismo coordinador independiente del sistema eléctrico nacional (Ley de Transmisión) aparecen como un avance.

Figura 5.1. Precios de la Energía Eléctrica y Combustibles 2006–2016.



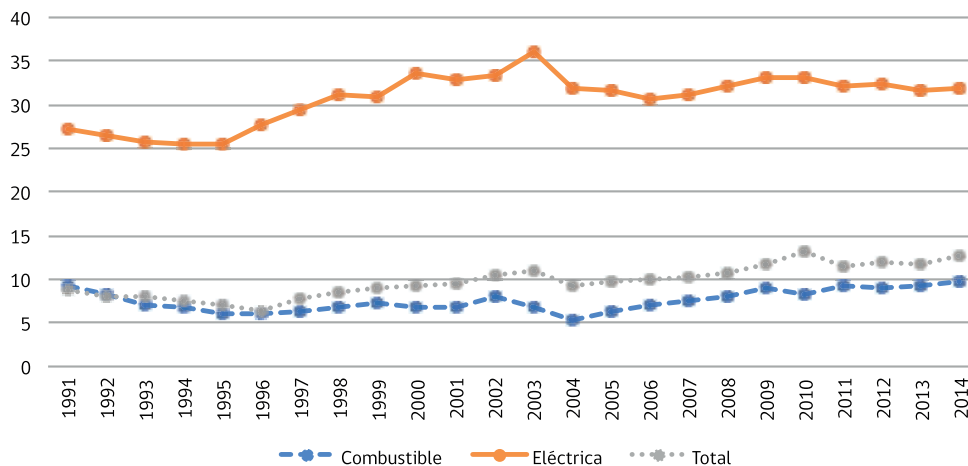
Fuente: Comisión Nacional de Productividad con base en CNE y Banco Central.

⁹ Considera los principales elementos de costo: electricidad, combustible, remuneraciones, servicios, etc.

La minería del cobre ha ganado participación dentro del consumo energético nacional. Según la CNE, desde finales de 1990 el sector pasó de absorber un 25% del consumo eléctrico nacional a más del 30% actual. También representa en torno al 8% del consumo de combustibles derivados del petróleo. Considerando ambas fuentes, la minería del cobre pasó de consumir el 8% de la energía total del país (1991-2003) a más del 10% (2004-2014), lo que constituye un aumento del 20% (ver Figura 5.2).

Entre 2002 y 2015 el consumo eléctrico en el proceso productivo representó alrededor del 50% de la energía total consumida por la minería del cobre, y los procesos de concentración y lixiviación corresponden a dos tercios de dicho consumo. Como se mencionó, el envejecimiento natural de los yacimientos hace que los procesos de concentración expliquen el grueso de la expansión del consumo esperado: en 2016 representó un 55% del consumo y se proyecta que en diez años llegará a 68% (COCHILCO, 2016a). El proceso de lixiviación (LX SW EW), siendo el segundo en consumo, muestra una contracción debido al término de la vida útil de varias operaciones. En el consumo de combustible, más del 60% corresponde al proceso de transporte en la mina a rajo abierto, que aumentó de 56% (2001) a 77% (2015) debido a la profundización de los rajos (mayor distancia y pendiente).

Figura 5.2. Participación de la minería del cobre en consumo final de energía (%).



Fuente: Comisión Nacional de Productividad con base en CNE (2015).

Los desafíos estructurales en minería son principalmente mundiales y no exclusivos de la minería chilena. A futuro, las diferencias de competitividad y hasta la propia viabilidad de las operaciones tendrán que ver con enfrentar dichos desafíos con mayor eficiencia.

Parte central radica en el uso eficiente de energía, pero no solo la capacidad de sacar mayor producción por unidad de energía consumida, sino también en la fuente original de dicha energía. Este último punto es crítico, considerando que el incremento significativo de energía puede llevar al incremento en el consumo de fuentes energéticas nocivas para el medio ambiente y/o mal valoradas por la sociedad. Por ejemplo, la generación a carbón representa cerca del 40% de la generación eléctrica del SING.

La minería chilena se compara con otros países productores de cobre con resultados mixtos (COCHILCO, 2014). Por un lado, el consumo efectivo (y proyectado) de diésel por tonelada de material movido (en mina rajo) en el periodo 2000–2014 en Chile es levemente más eficiente (0,53 litros) que en el resto del mundo (0,56 litros). Las proyecciones a partir de 2015 muestran un estancamiento en Chile, mientras que el resto del mundo reduciría su consumo a 0,51 litros de diésel por tonelada, lo que demuestra una leve pérdida relativa de eficiencia en nuestro país.

El análisis análogo para el consumo eléctrico en plantas concentradoras proyecta que la eficiencia de la industria chilena respecto al resto del mundo empeorará. Para el periodo 2000–2014 la minería del cobre en Chile consumió en torno a 21 kWh por tonelada de material procesado, contra un 23 kWh del resto del mundo. Se estima que la eficiencia de la industria chilena empeorará llegando a 25 kWh por tonelada de material procesado para el año 2030, mientras que el resto del mundo se mantendrá en 23 kWh. Estados Unidos, México y Perú serán los más competitivos con 20 kWh por tonelada de material procesado, mientras que Australia y Canadá serán los menos competitivos con 25 a 30 kWh.

Los esfuerzos, en términos de Eficiencia Energética (EE) que ha realizado la industria en los últimos años, son positivos. En 2015 el Consejo Minero y el Ministerio de Energía firmaron un convenio de colaboración de EE, siendo el sector minero el primero en comprometerse en un avance sistemático en este ámbito.¹⁰ Las Auditorías Energéticas a las cuales se sometieron las grandes empresas mineras entregaron 226 oportunidades de mejora, que, según el Ministerio de Energía, alcanzarían un ahorro potencial de 5% (COCHILCO, 2016a).¹¹ Cambios legislativos eventuales en esta dirección, como la Ley de Eficiencia Energética, pueden apoyar el desafío energético del sector.¹²

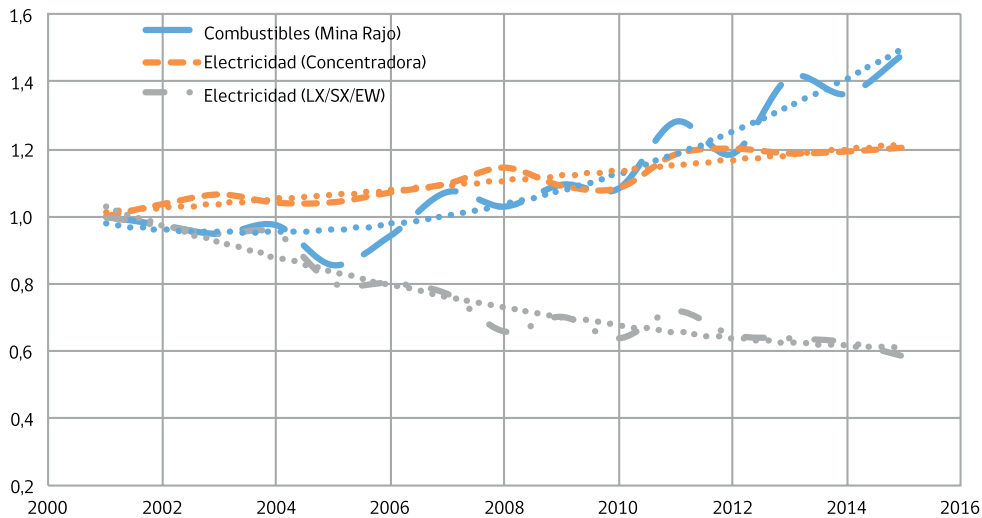
¹⁰ El convenio requirió que en las empresas mineras se realicen auditorías energéticas independientes para identificar oportunidades de EE en distintos niveles. A partir de ello se prepararon planes de EE a corto, mediano y largo plazo.

¹¹ En concordancia con COCHILCO (2016a), fuentes de la industria indican que el potencial de ahorro en una faena promedio fluctúa entre 5 10% en el largo plazo, según características específicas de la faena.

¹² Siendo sus principales componentes los Sistemas de Gestión de Energía y las Auditorías Energéticas.

Desde el año 2000 el consumo de combustible por tonelada asociado a mina rajo se ha incrementado un 50%, mientras que el consumo en electricidad por tonelada procesada en la concentradora se ha incrementado un 20%. El consumo de los activos asociados a lixiviación es el único que cae (cerca de un 40%) por el cierre de algunas líneas (ver Figura 5.3). Esta dinámica tiene que ver con la transición que está llevando a cabo la minería (especialmente la Gran Minería del Cobre) respecto a la reducción del procesamiento de óxidos y el incremento en el procesamiento de sulfuros, que permite anticipar incrementos adicionales en el consumo de combustible (transporte) y el consumo eléctrico (concentradora).

Figura 5.3. Índice de coeficientes unitarios de consumo por tonelada de material.



Fuente: Elaboración propia con base en COCHILCO.¹³

Junto al aumento en consumo energético directo, también es necesario añadir al escenario de mediano plazo el incremento sustancial en el uso de agua de mar, lo que implicará un aumento importante en el consumo eléctrico para su tratamiento y transporte. El incremento esperado es de tal magnitud que las proyecciones de COCHILCO (2016a) lo ubican como el segundo proceso de mayor consumo después de la concentración: para 2027 un 9% del consumo total de energía eléctrica estará asociado al uso de agua de mar en el sector.

¹³ Consumo Energético de la Industria Minera del Cobre por Procesos.

En síntesis, es posible concluir que la gran minería del cobre en Chile utiliza de manera relativamente eficiente la energía, tanto eléctrica como de combustible, respecto de sus competidores internacionales. No obstante, el escenario de mediano plazo implica un incremento sustancial del consumo de energía, el que será necesario abastecer lo más eficientemente posible (incluyendo sustentabilidad) y que impactará la posición competitiva de Chile frente a algunos competidores mineros.

Hallazgo 5.1: La gran minería del cobre en Chile utiliza de manera relativamente eficiente la energía, tanto eléctrica como de combustible, respecto de sus competidores internacionales.

5.2.1. Transmisión Eléctrica

Aunque la generación eléctrica enfrenta sus propios desafíos, el incremento esperado en el consumo de la minería no impone un problema en términos de disponibilidad. El problema energético para la minería ha sido principalmente de costos más que de disponibilidad.

Sin embargo, en términos de disponibilidad, la instalación de líneas de transmisión eléctrica que transporten energía desde las troncales a las operaciones –coloquialmente denominada la guitarra– puede encontrarse con dificultades a futuro, abriendo espacios de mejora en la situación actual. Por una parte, la habilitación para instalar una línea de transmisión eléctrica, tratada como una concesión de conformidad a la Ley General de Servicios Eléctricos,¹⁴ (concesión eléctrica) no tiene el mismo nivel de protección legal que otras concesiones consideradas inmuebles (i.e., mineras o hídricas).¹⁵ De ahí que previamente o durante la implementación de una línea de transmisión eléctrica, el concesionario eléctrico se ve motivado a constituir concesiones mineras con el solo objeto de obtener una protección derivada del régimen legal de dichos bienes inmuebles, buscando aminorar potenciales costos en litigios.¹⁶

¹⁴ Decreto con Fuerza de Ley 4/2007, D.O. 05 02 2007.

¹⁵ En sus respectivas legislaciones, estas concesiones son definidas como bienes inmuebles. El concepto de “bien inmueble” está establecido en los artículos 566 y siguientes del Código Civil chileno en los siguientes términos: “Inmuebles o fincas o bienes raíces son las cosas que no pueden transportarse de un lugar a otro; como las tierras y minas, y las que adhieren permanentemente a ellas, como los edificios, los árboles. Las casas y heredades se llaman predios o fundos.”. En el caso de la minería, es de especial interés que la legislación civil, generalmente aplicable en subsidio a toda norma especial, considere a la mina como un bien inmueble.

¹⁶ Si bien el artículo 34 bis de la Ley General de Servicios Eléctricos (modificada por la Ley 20.701) ha dispuesto un instrumento procesal para que los litigios ocasionados por la acción de denuncia de obra nueva (regulada en los artículos 565 y siguientes Código de Procedimiento Civil) no detengan

La protección especial que otorgan las concesiones de carácter inmueble es importante, pues permite hacer un uso más sencillo de la constitución de servidumbres.¹⁷ Esta limitación al dominio, regulada en los artículos 820 y siguientes del Código Civil y en la legislación específica de acuerdo con el tipo de concesión de que se trate, permite que se pueda atravesar, o usar, parte de un terreno para fines específicos. Sin embargo, uno de los presupuestos principales para estar en presencia de servidumbres es que se trate de una relación de utilidad entre *predios*¹⁸ o bien derechos de naturaleza inmueble determinados así por ley. Esto es fácil (e incluso regulado específicamente) en el caso de concesiones mineras e hídricas, pero no lo es respecto de concesiones eléctricas, quienes se ven a merced de titulares de mejores derechos (i.e., mineros), incidiendo por lo tanto en los costos de implementación, mantención y término de dichos proyectos.

En la práctica, el concesionario eléctrico puede encontrar que el terreno donde planifica su línea de transmisión eléctrica es cortado o rodeado por concesiones mineras. Estas tienen, por Ley Orgánica Constitucional y regulación legal específica, la facultad de solicitar todas las servidumbres que requieran para desarrollar sus trabajos (aunque de hecho no los efectúen). Usadas con fines especulativos, las servidumbres legales mineras son un claro impedimento al desarrollo de un proyecto eléctrico, tanto de generación como de transmisión. De ahí que el concesionario eléctrico (incluso previo a constituirse como tal), al revisar la viabilidad del área donde emplazará la línea eléctrica, deba cerciorarse del estado de las concesiones mineras alrededor de ella. Así, deberá constituir también concesiones mineras para que no se vea afectado por las servidumbres mineras de terceros (ej.: las constituidas entre el concesionario minero y el dueño de un predio superficial sin concesiones) y pueda, por lo tanto, como concesionario minero, imponer judicial o extrajudicialmente sus propias servidumbres (frente al titular del predio superficial y frente a otro concesionario minero) con un mejor derecho que la sola concesión administrativa

la construcción de una línea de transmisión eléctrica, ello no ha sido eficaz. Al ser llevados a litigio los titulares de la línea de transmisión eléctrica por esta acción, necesariamente se produce una paralización de las construcciones que habilitan dicha línea, pues la determinación de la garantía (caución) para levantar esa paralización lleva a otro juicio dentro de un juicio, aumentando así los costos de la implementación del citado proyecto. Por lo tanto, para soslayar este *impasse* procesal, el concesionario eléctrico se vuelve, paralelamente, concesionario minero con el único fin de defender el trazado de su línea de transmisión frente al entramado jurídico que hoy permite que terceros concesionarios mineros (explotadores o no) interfieran con su proyecto.

¹⁷ Siendo las concesiones mineras las más económicas y fáciles de constituir, dicha constitución se vuelve un foco especulativo de uso de la propiedad minera (lo cual es analizado en detalle en el Capítulo 8 - Exploración en Minería). Por ejemplo, un especulador puede solicitar concesiones mineras rodeando completamente una subestación eléctrica con el solo objetivo de obtener una potencial renta vía servidumbres. Lo anterior también aplica para la construcción de tuberías desde plantas desalinizadoras hacia faenas mineras.

¹⁸ Predio sirviente: aquel que sufre el gravamen; predio dominante: aquel que ejecuta el gravamen.

eléctrica. En efecto, la Asociación de Empresas Eléctricas confirma que gran parte de sus socios posee concesiones mineras para uso de defensa del suelo.

En definitiva, quien desea convertirse en concesionario eléctrico puede encontrarse con dos potenciales opositores: el privado titular del terreno superficial,¹⁹ y un concesionario minero o hídrico en el área,²⁰ lo cual vuelve más costosos los procesos de negociación para la operación de las líneas, y lo arriesga a incurrir en litigios.²¹

Aquí es posible encontrar espacios de mejora, algunos de los cuales son observables en la reciente Ley 20.936.²² Del mismo modo, la jurisprudencia reciente ha privilegiado el desarrollo de proyectos de energías renovables no convencionales por sobre derechos pre existentes mineros sobre terrenos fiscales que han sido destinados por el Estado para el desarrollo de estas actividades (mediante actos administrativos y concesionales, ej.: licitación para desarrollos de estos proyectos), primando en esta elección la ejecución de la “función social” del derecho de propiedad sobre el interés del concesionario minero privado.²³

¹⁹ Natural opositor a cualquier clase de implementación de proyectos que crucen o hagan uso de su terreno.

²⁰ Que, por tratarse su concesión de un inmueble, también será opositor a cualquier instalación que afecte el área que su concesión abarca, sea que la esté utilizando efectivamente o no.

²¹ Particularmente, los juicios arbitrales a los que están sometidas las dificultades entre los concesionarios mineros, eléctricos e hídricos de conformidad al artículo 31 bis de la Ley General de Servicios Eléctricos.

²² Si bien esta norma no ofrece, en su estado y diseño actual, alternativas para solucionar el uso especulativo de concesiones mineras que se ve forzado a ejercer el concesionario eléctrico para defender su proyecto, sí propone criterios de valorización del proyecto eléctrico útiles para el tema de la tarificación, y que, estimamos, deberían ser extensibles para supuestos como los litigios generados entre concesionarios mineros y eléctricos en virtud de los artículos 31 bis (litigios comunes entre concesionarios) y 34 bis (acción de denuncia de obra nueva) de la Ley General de Servicios Eléctricos. De momento, como la ley no se pronunció sobre la aplicabilidad extendida de esta valorización, ella solo serviría como antecedente anexo que puede traer el interesado al proceso, pero, como la garantía (caución) para levantar la suspensión ocasionada por la denuncia de obra nueva es a criterio del juez sin un parámetro legal vinculante, su determinación durante un juicio permite los entrapamientos procesales ya detectados.

²³ El fallo citado corresponde a un pronunciamiento inédito de la Corte Suprema, causa rol 8133 15 caratulada “Compañía Minera Arbiodo con Fisco de Chile”. Este fallo, confirmando lo resuelto por la Corte de Apelaciones de Antofagasta en relación a una demanda de servidumbres mineras por parte de Minera Arbiodo, constituye un antecedente en orden a reordenar las prioridades que sobre un terreno fiscal pueden tener el desarrollo de diferentes proyectos (mineros, eólicos). A causa de este fallo, que no dio lugar a la servidumbre minera demandada por encontrarse el área destinada (mediante acto concesional) al desarrollo del proyecto eólico de ENEL Green Power, el concesionario minero afectado ha deducido acción de nulidad de derecho público e indemnización de perjuicios en contra de los actos administrativos que dieron lugar al desarrollo de este proyecto eólico, por tratarse de mecanismos infralegales e inconstitucionales, ocasionándole perjuicios (causa rol C 31539 2016, 12º Juzgado Civil de Santiago). A inicios del 2017, la demanda se encuentra en curso.

En razón de la sinergia entre la operatividad de las faenas mineras y la necesidad de energía eléctrica, es necesario facilitar la habilitación de líneas y la provisión del recurso. Para esto es importante evitar que el concesionario eléctrico se vea forzado a constituirse, además, en concesionario minero bajo el régimen del Código de Minería. Como se dijo, esto ocurre con el fin de contar con servidumbres de rápida constitución en terrenos superficiales para el desarrollo de su proyecto,²⁴ y también para gozar de una protección añadida frente a terceros concesionarios que afecten su derecho.²⁵ Esto es relevante, pues una vez constituido en concesionario minero aumentan sus costos de mantención de la línea de transmisión eléctrica, ya que debe preservar el derecho minero otorgado mediante el pago de patentes anuales en orden a evitar litigios, lo que opera en la práctica como una especie de seguro complementario a su labor.²⁶

La práctica descrita ha demostrado que los concesionarios eléctricos están expuestos a focos de litigación potencial. Dichos focos están previstos por la legislación como una protección para el caso de que efectivamente existan operaciones mineras complejas en el área que requieran de esta protección especial. Mas es de público conocimiento el uso especulativo del suelo en el cual se emplazan las concesiones mineras de explotación y exploración, dado que no es requisito –ni legal ni técnico– el demostrar un plan de explotación minera sustentable ante la autoridad para su constitución, ni menos aún su ejecución.²⁷ Para favorecer el uso eficiente de recursos, reducir costos y volver atractiva la inversión en proyectos de envergadura es necesario diseñar mecanismos que desincentiven el uso especulativo de estas concesiones, y no signifiquen una limitación al desarrollo de otras actividades.

Además de la situación de constitución de servidumbres mineras ya descrita, el mal uso de la acción jurisdiccional de denuncia de obra nueva incentiva a la especulación del uso del suelo que abarca una concesión minera. Tal y como está planteada en la ley,²⁸

²⁴ Los artículos 120 y siguientes del Código de Minería permiten la constitución de servidumbres mineras mediante un procedimiento judicial expedito donde lo único discutible es el monto de la indemnización al predio sirviente. Por tratarse de una servidumbre especialísima, su constitución otorga una protección adicional al predio dominante (la concesión minera que ejercería la servidumbre legal solicitada) al habilitarlo con un derecho de naturaleza inmueble (servidumbre), independiente de que lleve a cabo labores mineras.

²⁵ Ver artículo 34 bis Ley General de Servicios Eléctricos.

²⁶ Lo cual desnaturaliza la institución de la concesión minera, desarrollada para amparar la exploración o explotación de un recurso mineral en un área específica al transformarla en una herramienta de defensa jurídica ante intervenciones de terceros en el área.

²⁷ Para labores superficiales (calicatas, excavación menor, etc.) solo se requiere la habilitación que entrega la concesión de exploración, pero para el especulador –no minero– esto es irrelevante pues lo que le interesa es constituir la concesión. Ver Capítulo 8 – Exploración en Minería.

²⁸ Está planteada de manera de proteger al titular de un inmueble (cualquiera sea este, sea que esté construido o que sea una mera concesión minera de exploración que no exige construcción superficial)

este favorece a un concesionario especulador para negociar compensaciones con los desarrolladores de proyectos.²⁹ Dicha acción es una herramienta judicial³⁰ independiente de la concesión minera como bien inmueble, pues se trata de una denuncia de aplicación general para cualquier clase de construcción³¹ que se emplace sobre un inmueble poseído por una persona. Se presenta ante los Tribunales de Justicia Civiles por el afectado (titular del inmueble), desde que se perciba el inicio de la construcción nueva, con el propósito de que sea ordenada su demolición, o bien frenar su desarrollo hasta que no le sean indemnizados los perjuicios que dicha construcción ocasiona en su predio. Cuando el Tribunal da curso a la acción, esta es notificada a quien esté ejecutando la obra, y desde dicha fecha debe detenerse su implementación hasta que se resuelva judicialmente la indemnización de perjuicios procedente. Esta detención forzosa, por mediar un juicio con el titular afectado, implica un verdadero congelamiento de los proyectos de construcción en general. Este fenómeno de común uso se extiende al ámbito de la minería y de los insumos necesarios para su funcionamiento, como pueden ser los proyectos eléctricos. La Ley General de Servicios Eléctricos en su artículo 34 bis hace mención explícita a esta acción jurisdiccional, e ideó un mecanismo para suspender los efectos de esta paralización –y, así, poder continuar la obra– previa consignación de una suma de dinero suficiente para responder por la demolición de la obra, o la indemnización de los perjuicios que de continuarla pudieran seguir, en el caso de los concesionarios eléctricos. Este mecanismo se extendió a los concesionarios de energías renovables no convencionales mediante el artículo 97 de la Ley 20.936 e intentó, sin éxito, ser generalizado hacia otras concesiones que requieren construcciones para su desarrollo, mediante el Proyecto de Ley contenido en el Boletín 9169-08.

En definitiva, tal como la constitución de servidumbres, la acción jurisdiccional de denuncia por obra nueva trasciende teórica y prácticamente el aspecto netamente minero; pero tiene impactos directos e indirectos en este sector, particularmente en lo relativo a costos de implementación y mantención de proyectos, especialmente en los de mediana minería.

Dado que las concesiones mineras (de explotación o exploración)³² gozan de la calidad de inmuebles, es frecuente su constitución, sin que ello se traduzca en un efectivo uso del

de intervenciones de terceros. En el caso de las concesiones mineras, véanse los artículos 9 de la Ley Orgánica Constitucional de Concesiones Mineras, y 94 del Código de Minería.

²⁹ Lo cual fue indicado también en audiencias públicas por instituciones gremiales como el Consejo Minero.

³⁰ Regulada en los artículos 930 y 931 del Código Civil, y artículos 565 y siguientes del Código de Procedimiento Civil.

³¹ Entiéndase por construcción cualquier obra que se trate de sustentar en el suelo.

³² Reforzada por la Ley Orgánica Constitucional sobre Concesiones Mineras (Ley 18.097, D.O. 21-01-1982).

suelo para los fines determinados en la norma. Estas se constituyen con el solo objeto de aprovechar las instancias litigiosas que ofrece la regulación vigente, presionando con ello a negociaciones entre concesionarios de diversa naturaleza o bien sometiendo la discusión de sus intereses a procedimientos judiciales, cuyos efectos prácticos son el paralizar el correcto uso del recurso eléctrico (o hídrico) y el desarrollo de proyectos en tal sentido. Esta práctica es denominada como “minería oculta” porque si bien no constituye una explotación efectiva del mineral, sí es fuente de ingresos para sus titulares, por cuanto su existencia los habilita para deducir acciones legales (i.e., denuncia de obra nueva, demandar servidumbres legales mineras, entre otras) que, no obstante disposiciones legales,³³ fuerzan negociaciones extrajudiciales y, en definitiva, a la compra de la concesión minera amenazante con el objeto de dar término a un juicio o precaver un litigio eventual.

En síntesis, el uso especulativo de concesiones mineras puede afectar el desarrollo de proyectos de transmisión eléctrica (sean ERNC o no), a través del ejercicio judicial de servidumbres mineras por parte del concesionario minero sobre el área que es de interés del concesionario eléctrico y del mal uso de la herramienta jurisdiccional de denuncia de obra nueva (ideada para cualquier clase de inmuebles). Una alternativa radica en mitigar el uso indebido de dichas herramientas mediante modificaciones legales a los requisitos de procedencia de las mismas cuando se trate de concesiones mineras, aunque ello conlleva dificultades jurídicas importantes;³⁴ mientras que otra se concentra en desincentivar *ex ante* que meros especuladores (sin interés de desarrollar actividad minera) se conviertan en concesionarios mineros con el solo fin de entorpecer el desarrollo de otras actividades mediante su judicialización. Recomendaciones específicas en pos de lo segundo se abordan en el Capítulo 8 de Exploración en Minería, considerando siempre las implicancias de modificaciones de rango legal dadas las características del sector en cuanto a inversiones y horizonte temporal de los proyectos.

³³ Art. 34 bis de la Ley General de Servicios Eléctricos, que se basa en el principio de caucionar los resultados del desarrollo del proyecto eléctrico, pagando una suma provisoria ante el Tribunal para levantar la suspensión de las obras. Antes de que dicho pago se realice, el propio curso del juicio genera un desgaste natural en los titulares parte de este, impulsándolos a negociar extrajudicialmente con el objeto de dar curso a sus proyectos.

³⁴ Ej.: Hacer que, previo a resolver la denuncia de obra nueva, el juez verifique el desarrollo efectivo de la actividad que se ve afectada con la obra nueva cuya construcción es denunciada. Otra alternativa sería que el demandante aporte antecedentes que acrediten su buen derecho o el perjuicio potencial directo que acarrearía la obra nueva que se intenta detener por medio de esta acción.

Hallazgo 5.2: Existen espacios para mejoras en los costos relacionados con el abastecimiento eléctrico, debido al uso especulativo de concesiones mineras de terceros alrededor del área de emplazamiento de proyectos eléctricos de generación o transmisión, dado que aumentan los costos tanto en materia de negociaciones sobre los derechos de los terrenos utilizados, como en materia de juicios a través del amparo de derechos mineros en su calidad de inmuebles (servidumbres legales mineras, denuncia de obra nueva).

5.3. Agua

El agua es indispensable en el proceso que lleva a la obtención de cobre. Su uso es crítico en el procesamiento de sulfuros y óxidos, especialmente en las plantas concentradoras, los mineroductos y en el riego de las pilas de lixiviación, en la mina rajo para mitigar polvo suspendidos, y en servicios anexos. En palabras simples, sin agua no hay minería. Las crecientes restricciones que enfrentan el país y el sector minero sobre el uso de aguas de origen continental³⁵ han llevado al sector a tomar conciencia en el uso eficiente del recurso, y de la necesidad de búsqueda de fuentes alternativas. Prueba de ello es que, en los últimos años, la industria ha avanzado en mejoras productivas que maximicen la recirculación del agua y en el incremento de uso de agua de mar.

Teniendo en mente el objetivo del sector de producir 7,5 millones de toneladas métricas anuales a 2035, resulta un desafío fundamental asegurar la disponibilidad del recurso. Ello significa determinar cuál debe ser la combinación de fuentes óptimas para el consumo eficiente del recurso en los próximos 20 años.

A 2015 el uso de agua recirculada alcanzó 40,4 m³/seg, el agua continental fue 13,1 m³/seg, y la de origen marítimo 2,3 m³/seg (COCHILCO 2016b). Estas cifras agregadas esconden la alta heterogeneidad existente respecto a las fuentes de recurso hídrico, las que dependen de la ubicación de la operación. Según COCHILCO (2016b) solo la II y III Regiones utilizan agua de mar como una de las fuentes dentro de su matriz del recurso. Además, la II Región es la que presenta uno de los mayores índices de agua recirculada con un 75% del total consumido en regiones mineras.³⁶

³⁵ Las aguas permanentes que se encuentran en el interior: ríos, lagos, llanuras de inundación, reservas, humedales y sistemas salinos de interior.

³⁶ Entiéndase regiones XV, I, III, IV, V, VI y XIII.

Otro factor relevante al momento de mejorar la eficiencia en torno a la reutilización de agua se refiere al tratamiento de relaves en los yacimientos de sulfuros. Los esfuerzos de los últimos años van en la dirección de tener relaves espesados que permitan mejor recuperación de agua, entre otros beneficios.³⁷ Dicha tecnología ya ha sido testada en Chile (ej.: Centinela Sulfuro exMinera Esperanza), aunque ha enfrentado dificultades para su escalamiento. Con la tecnología actual la factibilidad económica de tener relaves totalmente secos e inocuos es demasiado costosa para la escala de la gran minería del cobre, pero podría ser considerada en la mediana minería.³⁸

Al analizar el consumo de agua a nivel de etapas del proceso productivo, y enfocados en la fuente continental (la de menor disponibilidad), un 70% es utilizado en la planta concentradora, mientras que un 15% lo es en hidrometalurgia. El 15% restante es destinado a fundición, refinería y otros servicios. Dado que el futuro del sector va en la dirección de procesar sulfuros por sobre óxidos (por el mencionado envejecimiento de los yacimientos), esto implicará un creciente consumo de agua en procesos de concentración y menor consumo en hidrometalurgia. Tomando como métrica de eficiencia los m³ de agua consumida por tonelada de cobre procesado, los datos de COCHILCO muestran un uso más eficiente del recurso hídrico en las etapas más intensivas: concentradora e hidrometalurgia. Desde 2009, el consumo de agua por tonelada mineral procesado se ha reducido un 25% en el caso de la concentradora, y un 33% en el caso de la hidrometalurgia (ver Tabla 5.1). Esto demuestra la atención que el sector pone en garantizar el uso óptimo del recurso.

Tabla 5.1. Consumo unitario de agua fresca (m ³ por tonelada procesada).							
Unidad	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Concentración	0,67	0,69	0,65	0,61	0,57	0,53	0,52
Hidrometalurgia	0,12	0,12	0,12	0,10	0,09	0,08	0,08

Fuente: COCHILCO (2016b).

Visto a nivel regional, la II y III Regiones son las únicas que muestran un patrón descendente en el consumo de agua por tonelada procesada. Vale la pena destacar la reducción de un tercio del consumo de agua en el proceso de concentradora en la III Región, pasando de 0,85m³/tonelada (2012) a 0,48m³/tonelada (2015). En el resto de las regiones, la eficiencia disminuye o se mantiene. La gran minería, en promedio, es un 30% más eficiente en el

³⁷ También aumenta la vida útil del depósito, reduce riesgos de contaminación de napas y cauces naturales, aumenta la estabilidad sísmica y optimiza el uso de suelo.

³⁸ En audiencias públicas se indicó que si bien existen relaves prácticamente secos en México (15–20% de humedad), estos procesan una cantidad de mineral diaria mucho menor a una operación de gran minería en Chile, por lo que el costo económico en nuestro país no es viable todavía a gran escala.

uso de agua que la mediana minería (concentración), lo que releva la importancia de las economías de escala, y la disponibilidad de tecnologías adecuadas.

La recirculación es clave en la gestión de los recursos hídricos en la minería. Dependiendo del diseño de la operación, los excedentes pueden ser reutilizados dentro de un mismo proceso o en otros, según los requerimientos de cantidad y calidad necesarias. Los últimos datos reflejan que la tasa de reutilización (el consumo de agua recirculada sobre el total) en la minería del cobre es alrededor del 73% (2011-2015) (ver Tabla 5.2). Comparativamente, la recirculación de agua en el proceso de concentración se ha incrementado desde 57,3% en 2009 a 73,2% en 2015.

Tabla 5.2. Agua recirculada en la minería del cobre.

	2011	2012	2013	2014	2015
Recirculación	68,7%	74,0%	73,0%	73,9%	72,5%

Fuente: COCHILCO (2016b).

A nivel regional, las regiones IV y Metropolitana son las que presentan una mayor tasa de reutilización (sobre 80%), sin duda debido a mayores restricciones por el grado de competencia con usos alternativos (agricultura y consumo humano). Hay que recordar que a 2015 el sector minero representa alrededor del 3% del uso consuntivo del agua a nivel nacional, mientras la industria un 7%, el consumo humano un 8%, y el sector agrícola un 82%.³⁹ Es decir, el desafío del sector minero respecto al uso eficiente del agua viene por partida doble: primero, la geografía desértica donde se ubica la mayoría de las operaciones y, segundo, para faenas ubicadas en zonas de menor restricción hídrica donde compiten con otros sectores cuya relevancia en el consumo de agua supera significativamente al de la minería.

Hallazgo 5.3. La minería del cobre utiliza de manera eficiente el recurso hídrico. Dicha eficiencia aumentó en el periodo 2009-2015 con una reducción del 25% en el consumo de agua fresca por tonelada mineral procesado en la concentradora, y un 33% en hidrometalurgia; y con el aumento en la recirculación de agua de 68,7% a 72,5%.

Aguas del minero

No obstante, la baja proporción de extracción de agua de la minería (3% del uso consuntivo nacional equivalentes a 14,3 m³/seg en 2015), existe un tema propio del sector respecto

³⁹ Ver Dirección General de Aguas (2016).

de dichas extracciones correspondiente a las denominadas “aguas del minero”. Estas aguas refieren a las aguas halladas durante la labor minera⁴⁰ y solo se pueden utilizar en la medida en que sean necesarias para los trabajos de exploración, explotación y beneficio, de conformidad al tipo y extensión temporal de la concesión minera que las ampara en su hallazgo.⁴¹ Las “aguas del minero” representaron en 2015 un 8% del total de las extracciones de agua de la minería, equivalente a 1,3 m³/seg. Dichas aguas son variables en calidad (con frecuencia altamente mineralizadas) y cantidad, son difícilmente comerciables, y representan más un problema que un activo debido al riesgo en la estabilidad de los taludes en faenas a rajo abierto y de inundaciones en faenas subterráneas. Debido a lo anterior, el afloramiento de las aguas del minero afecta tanto la seguridad de los trabajadores como la productividad de la faena, por lo que deben ser extraídas lo más rápidamente posible en pos de ambos objetivos.

Este recurso hallado en el desarrollo de la minería no ha estado exento de controversia en torno a su regulación, que si bien escasa (tres artículos legales), ha generado una amplia jurisprudencia judicial encargada de especificar sus aristas fundamentales de forma imparcial.⁴² Estas son: debe tratarse de aguas halladas de forma absolutamente fortuita en las labores mineras, no pueden ser utilizadas en fines distintos a los de la concesión a la cual acceden, ni en medida desproporcionada a tales fines y, si bien no está determinado el caudal de uso, se trata siempre de un uso de caudal mínimo. Uso que, en todo evento, debe estar enmarcado geográficamente y funcionalmente dentro del mismo proyecto minero (ej.: construcción de túnel producto del cual afloran las aguas, labores de mitigación medioambiental) y que puede ser limitado en casos de escasez o sequía, constituyendo su extracción fuera de estos límites el delito de usurpación de aguas.

⁴⁰ Véanse artículo 8 de la Ley Orgánica Constitucional sobre Concesiones Mineras (inciso final) y los artículos 110 y 111 del Código de Minería y 56 inciso segundo del Código de Aguas. Estas aguas se definen como “las aguas halladas en las labores de su concesión, en la medida en que tales aguas sean necesarias para los trabajos de exploración, de explotación y de beneficio que pueda realizar, según la especie de concesión de que se trate” y cuyos derechos sobre ellas son accesorios a la respectiva concesión minera.

⁴¹ Cabe señalar que las demás aguas necesarias para explorar, explotar o beneficiar sustancias minerales se sujetarán a las disposiciones del Código de Aguas.

⁴² Al efecto, véanse los fallos: Corte de Apelaciones de Santiago. Minera Melón con Dirección General de Aguas, Rol N° 11115-2015; Corte Suprema, Consejo de Defensa con SCM Cía. Salitre y Yodo Soledad, Rol 5826-2009; Corte Suprema, DGA con Sociedad Legal Minera NX Uno de Peine, Rol N° 4914-2011; Corte Suprema, Minera los Pelambres con DGA. Rol N° 6997-2012; Corte Suprema, Consejo de Defensa del Estado con Sociedad Contractual Minera Compañía de Salitre y Yodo Soledad, Rol N° 5826-2009. Nótese que los fallos no necesariamente son favorables a las empresas mineras; en el caso del Fisco de Chile con Minera Soledad la Corte rechazó la aplicación del estatuto de aguas del minero respecto al concesionario minero.

Estas “aguas del minero” están sometidas actualmente al estatuto general de todos los derechos de aprovechamiento de aguas. A su respecto, la Dirección General de Aguas (DGA) no concede el derecho de aprovechamiento sobre ellas (pues lo concede la ley), sino que simplemente ejerce las facultades de fiscalización por uso incorrecto del recurso, pudiendo imponer sistemas de control⁴³ y declararlas como zona de prohibición para nuevas explotaciones por resolución fundada.⁴⁴

En este punto, y encontrándose en curso una reforma al artículo 56 del Código de Aguas que regula específicamente esta materia (Proyecto de Ley Boletín N° 7543-2012), hay que hacer presente que dicha reforma propone que el hallazgo y extracción de aguas del minero deban ser informados a la DGA, y crea una autorización de uso por parte de la DGA. Se estima que el hecho de informar a la DGA sobre los hallazgos de aguas en faenas mineras es razonable, por cuanto su misión como órgano administrativo radica en la gestión y administración sustentable del recurso hídrico. No obstante, la autorización para el uso del recurso extraído y el plazo para su aprobación (tres años aproximadamente) sí representan un problema, debido a las implicancias de seguridad y productividad expuestas anteriormente.

Como está planteada la reforma a diciembre de 2016, se limita la posibilidad de usar las aguas en beneficio de minerales y agrega exigencias legales para su uso. En contradicción con el artículo 110 del Código de Minería, debe obtenerse una autorización de uso de la DGA cuya forma y requisitos serán determinados por resolución de la DGA con un procedimiento simplificado para minería artesanal y pequeña minería (entendiéndose, como procedimiento general, la solicitud de derecho de aprovechamiento actual). Así, las “aguas del minero” se transforman en otra especie particular de derecho de aprovechamiento de aguas. Ello genera incertidumbre para proyectos que utilizan y utilizarán a futuro las “aguas del minero” y también deja un vacío regulatorio sobre aquellas aguas que, halladas en las labores y debidamente informadas, no se desee utilizarlos por los peligros que ellas revisten.

Recomendación 5.1: Establecer la obligatoriedad de informar a la Dirección General de Aguas un hallazgo de aguas del minero, pero evitar generar un permiso de aprovechamiento en torno a ellas.

Agua de mar

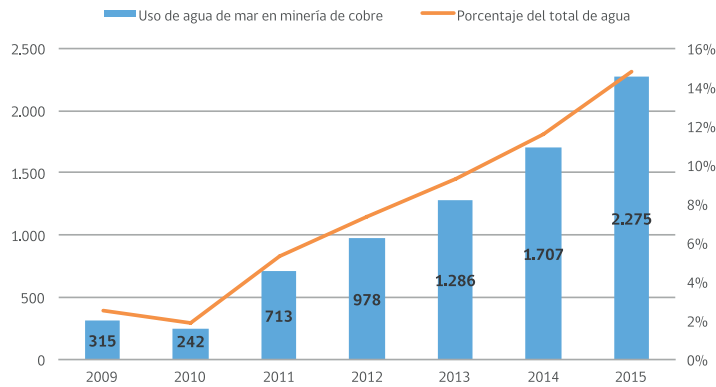
Entre 2009 y 2015 el uso de agua de mar en la minería del cobre aumentó más de 7 veces, y alcanzó un 15% del consumo de agua total (COCHILCO, 2016b) (ver Figura 5.4).

⁴³ Artículo 299 Código de Aguas.

⁴⁴ Artículo 63 Código de Aguas.

La forma de usar agua de mar depende de cada proyecto. En algunos casos el agua salobre es suficiente, mientras en otros es necesario realizar un proceso de desalinización previo al envío de agua a la faena. En general, la distribución del consumo de agua desalinizada y salobre osciló en torno a 50/50 en el periodo 2009-2015 (ver Figura 5.5).

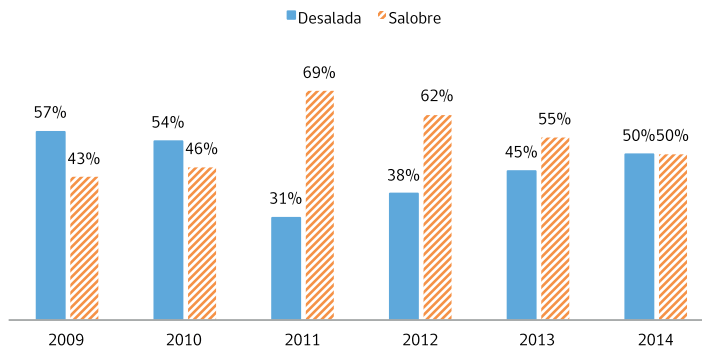
Figura 5.4. Uso de agua de mar en minería (l/seg; % extracción).



Fuente: Elaboración propia con base en COCHILCO (2016b).

Se espera que el uso de agua de mar aumente considerablemente, a razón de 14% adicional por año, lo que permitirá que en 2026 iguale el caudal empleado de fuentes de agua continental (ver Figura 5.6). En la actualidad existen diez plantas desalinizadoras asociadas a proyectos mineros, de las cuales siete son también capaces de enviar agua salobre. Quince plantas adicionales estarían en carpeta (ver Tabla 5.3), aunque a nivel administrativo se ha detectado un número mayor de solicitudes de concesiones marítimas con el objetivo de instalar plantas desalinizadoras, no todas relacionadas con minería.

Figura 5.5. Composición del consumo de agua de mar en Minería (%).



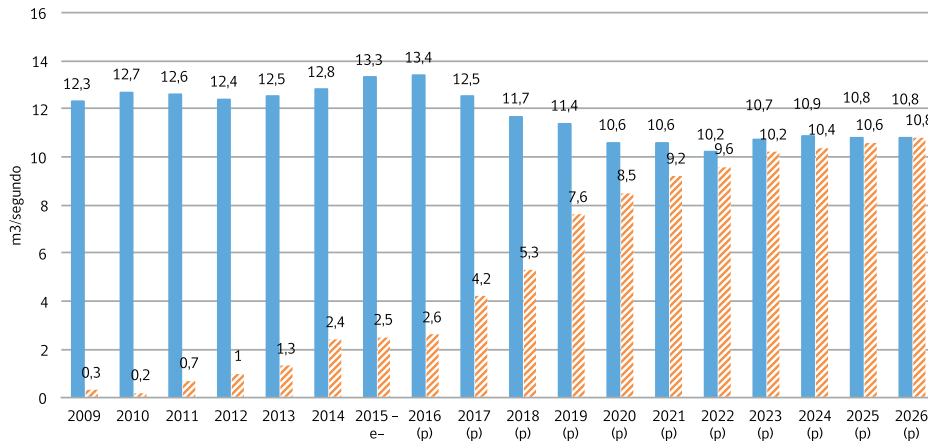
Fuente: COCHILCO.

Tabla 5.3. Capacidad instalada de uso de agua de mar en minería del cobre actual y futura.

Nombre Compañía	Año esperado puesta en marcha	Condición	Región	Capacidad de desalinización (l/s)	Capacidad de Impulsión Directa de agua de mar (l/s)
Michilla - Antofagasta Minerals	-	Base	II	75	23
Mantoverde - AngloAmerican	-	Base	III	120	n.d
Coloso - BHP Billiton	-	Base	II	525	n.d
Mantos de la Luna - Minera Tocopilla	-	Base	II	20	5
Centinela - Antofagasta Minerals	-	Base	II	50 a 150	780 a 1.500
Antucoya - Antofagasta Minerals	-	Base	II	50	280
Las Cenizas - SLM Las Cenizas	-	Base	II	9	55
Sierra Gorda - Quadra Chile	-	Base	II	63	1.315
Pampa Camarones - Pampa Camarones	-	Base	XV	5	2,5
Candelaria - Lundin Mining	-	Base	III	300-500	n.d
Escondida Water Supply - BHP Billiton	2017	Probable	II	3.200	n.d
Los Pelambres - Antofagasta Minerals	2018	Posible	IV	400	n.d
Santo Domingo - Capstone	2019	Probable	III	260 a 290	355
Radomiro Tomic - CODELCO	2019	Posible	II	1630 a 1.950	n.d
Diego de Almagro - Minera Can Can	2019	Posible	III	450	n.d
Spence - BHP Billiton	2019	Posible	II	800 a 1.600	n.d
El Espino - Pucobre	2019	Probable	IV	5	n.d
Quebrada Blanca - Teck	2020	Potencial	I	1.300	n.d
Centinela Ampliación - Antofagasta Minerals	2019-2024	Posible	II	178	n.d

Fuente: Adaptado de COCHILCO (2016b).

Figura 5.6. Proyecciones de extracción de agua en minería del cobre 2015-2026.

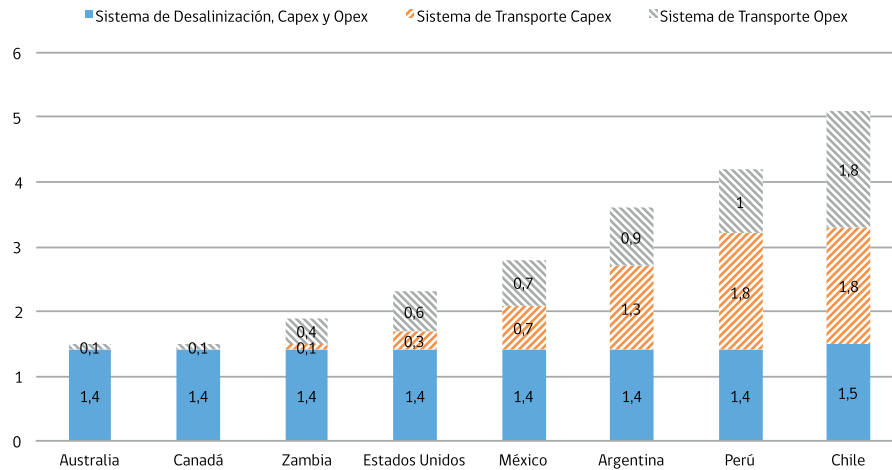


Fuente: COCHILCO (2015).

Una dimensión a considerar ante el incremento del uso de agua de mar radica en los requerimientos energéticos asociados a la desalinización, y más aún al requerimiento para bombeo hacia las faenas. Dado que los yacimientos mineros se ubican en alturas superiores a los 2.000 metros, y a distancias de hasta 400 kilómetros desde la costa, las tuberías (inversión de capital inicial), y la energía requerida para bombear (costos operacionales) imponen un costo importante, muy superior en Chile respecto de inversiones similares en otros países mineros (ver Figura 5.7). Similar al caso de las líneas de transmisión eléctrica, se suman posibles problemas de servidumbre para el transporte del agua desde la planta desalinizadora a la faena minera debido al uso especulativo del subsuelo.

En tal sentido, a menor capacidad de caudal instalada, más alto será el costo unitario del agua de mar, por lo que existe espacio importante para aprovechar economías de escala en el proceso de desalinización. Si bien algunas empresas de la gran minería pueden solucionar el problema mediante inversiones a nivel individual, las economías de escala sugieren compartir inversiones entre varias faenas. A modo de ejemplo, durante 2016 los proyectos de Relincho (Teck) y El Morro (Goldcorp) se fusionaron en uno solo (Nueva Unión) con el objetivo de aprovechar sinergias, entre ellas una planta desalinizadora. Igualmente, las operaciones de Quebrada Blanca (Teck) y Collahuasi (Glencore y AngloAmerican) firmaron un memorándum de entendimiento para uso conjunto de infraestructura en caminos, y una posible planta desalinizadora. Una alternativa adicional es un sistema de interconexión hídrica regional.⁴⁵

⁴⁵ Ver Landerretche (2016).

Figura 5.7. Costo de agua de mar en Minería (US\$/m³).

Fuente: Consejo Minero (2012).

A la fecha existen tres proyectos de ley en materia de agua de mar.⁴⁶ El primero busca permitir al Estado desarrollar actividades de desalinización. El segundo obliga a la minería a incorporar la actividad de desalinización si es que la operación extrae de fuente continental una cantidad de agua mayor a 150 l/s. El tercero busca gravar el uso de agua de mar mediante la figura de una concesión especialísima de extracción de agua marítima para uso particular. Mientras que el primero de estos proyectos puede generar mayor oferta de agua de mar (y a menores precios) al incorporar al Estado como actor relevante en la actividad de desalinización, los otros dos generarían un aumento de costos para la actividad minera. Si el objetivo es fomentar el uso de agua de mar en minería, es de contrasentido ponerle un gravamen, sobre todo cuando no hay escasez de agua de mar.

Más aún; el Gobierno debería establecer una normativa conducente a la masificación en el uso de agua de mar. Un rol público es el de ordenamiento territorial, evaluando el impacto de la instalación de una planta de estas magnitudes. Además es necesario considerar que la ubicación de una planta desalinizadora puede beneficiar a una empresa en desmedro de otra, debido a que incide en los costos de inversión y operación.⁴⁷

⁴⁶ Boletín N° 9862-33: Faculta al Estado para la creación de plantas desalinizadoras, Boletín N° 9185-08: Establece la desalinización del agua de mar para su uso en procesos productivos mineros, refundido con Boletín N° 10038-08: Modifica el Código de Minería en materia de uso de agua en faenas mineras, y Boletín N° 10319-12: Modifica el decreto con fuerza de ley N° 340, sobre Concesiones Marítimas, para regular la extracción de agua de mar.

⁴⁷ Por ejemplo, la cercanía y las corrientes marítimas podrían hacer que la salmuera expulsada al mar por una planta desalinizadora aumente los costos de procesamiento de otra planta aledaña.

Por ejemplo, en España la normativa contempla directrices que apuntan específicamente a la ubicación de plantas desalinizadoras por parte de privados.⁴⁸

Es relevante mencionar que una externalidad positiva del uso de agua de mar por parte de la minería radica en que la infraestructura requerida (desalinizadora) pueda ser destinada al uso de la comunidad y/u otras actividades productivas una vez finalizada la operación, o durante la misma si se dimensiona la capacidad extra. La mayor parte de la actividad minera se ubica en regiones de estrés hídrico y, pese a tener un uso eficiente del recurso relativo a otras actividades (como la agricultura) según los datos disponibles de COCHILCO y la Dirección General de Aguas, ello no necesariamente es percibido por la población. Con esto en mente, el uso de agua de mar puede ser parte importante de la legitimidad social requerida por la minería en la actualidad para operar.

Hallazgo 5.4. Existen importantes costos de inversión y operación en habilitar el uso de agua de mar, debido a la altura de los yacimientos y la distancia desde las áreas de extracción, lo que abre espacio para el aprovechamiento de economías de escala entre empresas mineras de faenas cercanas para la construcción de desalinizadoras, generación eléctrica y tuberías.

Recomendación 5.2. Promover un mayor uso de infraestructura compartida en temas hídricos (desalinizadoras, tuberías, entre otros), sea a través de las empresas mineras coordinándose entre sí, sea a través de un tercero que construya la infraestructura y asuma los costos de coordinación, u otra alternativa factible, como podría ser un sistema de interconexión hídrico.

En países referentes en minería, como Australia y Canadá, existe la tendencia a establecer un marco general de referencia orientado a normas de calidad de aguas, cuya finalidad es la protección del recurso y la prevención de su contaminación (COCHILCO, 2008). La descarga de residuos industriales líquidos, por su volumen y toxicidad, debe ser tratada en forma específica para cada proyecto a través del otorgamiento de permisos, donde la

⁴⁸

Real Decreto 1327/1995, de 28 de Julio, sobre las instalaciones de desalinización de agua marina o salobre. En el ámbito público, la regulación de la instalación de estas plantas viene dada por la Ley 12/1990 de 26 de julio, de Aguas de la Comunidad Autónoma de Canarias, España, es interesante pues en materia de Derecho Administrativo es muy similar a Chile. También es relevante observar el caso de Estados Unidos, donde el Código de Aguas de Florida (*Florida Water Resources Act of 1972*, sec. 373.019) establece directrices para la instalación de estos proyectos. Si bien en Estados Unidos no existe una legislación federal sobre la materia, el principio más cercano para fundar la instalación de plantas desalinizadoras responde a la teoría de los *littorals rights*, que en rigor se refiere al derecho de los propietarios ribereños sobre las aguas adyacentes a sus propiedades.

autoridad competente tiene en consideración todos los factores sitio específicos a través de estudios de impacto ambiental. En nuestro país este análisis se realiza mediante la información que genera el SEIA. De ahí que, para reducir los costos y fomentar nuevos proyectos de desalinización, se vuelve necesario establecer lineamientos generales sobre los residuos de las plantas de tratamientos de aguas, dedicando un capítulo a lo relativo a las plantas desalinizadoras, en cumplimiento con los estándares internacionales.⁴⁹

Hallazgo 5.5. El sector requiere de una política clara sobre desalinización por parte del Gobierno, y de un marco normativo transparente y expedito.

Mejorar el ámbito de los permisos pasa también por la claridad y velocidad con que ellos se procesan, lo cual es un desafío general para la administración del Estado. Diversas fuentes indican que obtener una concesión marítima puede demorar hasta 4 años. En este sentido, es necesario disponer de una hoja de ruta que especifique tanto los permisos requeridos para el desarrollo de la actividad de desalinización como su secuencia, incluyendo aquellos necesarios para la obtención de una concesión marítima, y la puesta en marcha de una planta desalinizadora. Si bien el Sistema Integrado de Administración del Borde Costero es un aporte en la orientación para conseguir la constitución de una concesión marítima (DFL 340/1960), no contempla normas de cumplimiento a las que debe atenerse un concesionario interesado en la instalación de una planta desalinizadora, debiéndose recurrir a organismos como el SEIA, Registro de Emisores y Transferencias de Contaminantes, Superintendencia de Servicios Sanitarios, etc.

Hallazgo 5.6. No existe una hoja de ruta clara sobre permisos y trámites para la instalación de plantas desalinizadoras.

Un aspecto relevante para habilitar el potencial de abastecimiento del agua de mar es el tratamiento de los residuos de las plantas desalinizadoras.⁵⁰ No es claro el impacto de la expulsión de salmuera en el ambiente, más aún cuando el número de proyectos aumenta de manera significativa. Y aunque las plantas desalinizadoras están sujetas a evaluación por el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, donde se analiza el impacto de la salmuera, al no existir una regulación específica sobre dichos residuos se aplica una legislación general de riles industriales.⁵¹ Esto se agrava con la dispersión reglamentaria

⁴⁹ Para un mayor análisis, ver International Desalination Association (<http://idadesal.org/>).

⁵⁰ Si bien existen tecnologías de desalinización donde no es necesario expulsar la salmuera al mar, no es el caso en la mayoría de los proyectos de desalinización en nuestro país.

⁵¹ La única norma que regula la emisión en Chile es el D.S 90/2000 (D.O. 7 de marzo de 2001) que "Establece Norma de Emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales", donde en ninguna de sus tablas de cumplimiento asociadas al medio marino dentro y fuera de la protección litoral se considera

que existe en materia ambiental, colindante con facultades sanitarias y que tiene directa incidencia en la planificación, desarrollo y término de proyectos, lo que atenta contra la claridad en términos de una ruta clara de permisos e hitos a seguir.⁵²

Hallazgo 5.7. Existe un vacío regulatorio respecto de la expulsión de salmuera en las plantas desalinizadoras al medio marino común, que hoy es subsanado mediante el uso de legislación de carácter general.

Recomendación 5.3. Establecer una hoja de ruta clara de los permisos y tiempos requeridos para la aprobación de proyectos de plantas desalinizadoras.

Recomendación 5.4. Establecer un capítulo específico en los reglamentos respecto de los residuos de las plantas de tratamientos de aguas, relativo a las plantas desalinizadoras, en cumplimiento con los estándares internacionales en materia de medio ambiente.

5.4. Conclusiones

Los recursos eléctricos e hídricos son insumos estratégicos para la gran minería del cobre. Por razones propias del sector, y por la expansión esperada en proyectos actuales y nuevos, se esperan aumentos sustanciales en el consumo de ambos recursos durante los próximos años. Para hacer viable esta demanda se requiere mejorar tanto la disponibilidad de agua y energía, como su uso eficiente. Además del impacto directo en el proceso productivo,

el cloruro como sustancia sujeta a un límite máximo de descarga (la cual sí es considerada para la descarga de residuos a cuerpos de aguas fluviales), siendo la evaluación ambiental común basada en el Reglamento del SEIA (D.S. 40/2013) la base para la revisión sectorial y la entrega del Permiso Ambiental Sectorial N°115 correspondiente.

52

Hoy existen seis reglamentos que tratan la materia y que en algunos casos sus disposiciones se superponen, quedando en los operadores jurídicos la aplicación de principios generales (especialidad, derogación orgánica) con el fin de dar una correcta interpretación y aplicación de las disposiciones involucradas. Así, deben ser compatibilizadas las disposiciones de DS 40/2013 (Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental), DS 143/2009 (Normas de calidad primaria para las aguas continentales superficiales aptas para actividades de recreación con contacto directo), DS 209/2006 (Fija valores de toxicidad de las sustancias para efectos del reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos), DS 148/2004 (Aprueba reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos), DS 46/2003 (Establece norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas), DS 90/2001 (Establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales) y DS 144/1961 (Establece normas para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquiera naturaleza), sumado a las normas técnicas indicadas en el Instituto Nacional de Normalización.

el éxito en esta gestión tendrá un efecto significativo sobre la relación de la industria con las comunidades.

En el ámbito de los recursos energéticos, la evidencia indica que la gran minería del cobre utiliza de manera eficiente la energía, incluso al comparar a nivel internacional. Se han desarrollado algunas iniciativas en este ámbito, como el convenio entre el Consejo Minero y el Ministerio de Energía, así como la futura ley de Eficiencia Energética. Si bien existe un margen de mejora en términos de eficiencia energética, es acotado (5%) y resulta difícil que pueda aumentar en el corto plazo. En términos de disponibilidad del suministro, las recientes licitaciones, y la futura unión del SING y el SIC permiten esperar que los precios que enfrentará la minería del cobre serán competitivos internacionalmente (US\$50-100 por MW).

Existen espacios de mejora en términos de costos del funcionamiento, en particular respecto de las líneas de transmisión y uso del suelo. Uno de los principales problemas con los que se ve enfrentado el concesionario eléctrico es la existencia de concesiones mineras de terceros, constituidas algunas para fines especulativos distantes de un proceso de exploración o explotación. Ello aumenta los costos tanto en materia de negociaciones sobre los derechos que inciden en los terrenos utilizados por la línea de transmisión (torres, cableado, paneles) como en materia de juicios que pueden ser iniciados al amparo de los derechos mineros en su calidad de inmuebles (denuncia de obra nueva).

Una forma de desincentivar el uso especulativo del suelo bajo el amparo de una proyección minera es especificar los requisitos dispuestos en el Código de Minería y su Reglamento para la constitución de concesiones mineras tanto de exploración (las más comunes, económicas y fáciles de multiplicarse en un área de interés económico) como de explotación, con el objeto de redirigir el concepto de la concesión minera hacia un efectivo uso del suelo que ella comprende, desincentivando la especulación y generando un compromiso a largo plazo con el concesionario. Recomendaciones específicas en este sentido se abordan en el Capítulo 8.

En el ámbito de los recursos hídricos, la evidencia disponible indica que la gran minería del cobre utiliza de manera eficiente el agua en los distintos procesos. Ello es natural por cuanto la escasez del recurso incentiva fuertemente a recircular y ser eficiente en el uso. A futuro, mayores restricciones al uso de agua continental y competencia con otras actividades (consumo de la población y agrícola) hacen esperar un uso creciente de agua de mar. La gran minería ha reaccionado orientándose en dicha dirección, pero la política pública debe definir los márgenes que permitirían potenciar dicho uso. Existe consenso en el país sobre un déficit del sistema de gestión del recurso hídrico, ya sea por fallas de

coordinación entre entidades públicas y/o por la ausencia de institucionalidad,⁵³ pero proponer dichas directrices excede el alcance de este capítulo.⁵⁴ No obstante, deben resolverse los vacíos legales con el objetivo de fomentar el uso de agua de mar en minería.

5.4.1. Resumen de Hallazgos

Hallazgo 5.1: La gran minería del cobre en Chile utiliza de manera relativamente eficiente la energía, tanto eléctrica como de combustible, respecto de sus competidores internacionales

Hallazgo 5.2: Existen espacios para mejoras en los costos relacionados con el abastecimiento eléctrico, debido al uso especulativo de concesiones mineras de terceros alrededor del área de emplazamiento de proyectos eléctricos de generación o transmisión, dado que aumentan los costos tanto en materia de negociaciones sobre los derechos de los terrenos utilizados como en materia de juicios a través del amparo de derechos mineros en su calidad de inmuebles (servidumbres legales mineras, denuncia de obra nueva).

Hallazgo 5.3: La minería del cobre utiliza de manera eficiente el recurso hídrico. Dicha eficiencia aumentó en el periodo 2009–2015 con una reducción del 25% en el consumo de agua fresca por tonelada mineral procesado en la concentradora, y un 33% en hidrometalurgia; y con el aumento en la recirculación de agua de 68,7% a 72,5%.

Hallazgo 5.4: Existen importantes costos de inversión y operación en habilitar el uso de agua de mar, debido a la altura de los yacimientos y la distancia desde las áreas de extracción, lo que abre espacio para el aprovechamiento de economías de escala entre empresas mineras de faenas cercanas para la construcción de desalinizadoras, generación eléctrica y tuberías.

Hallazgo 5.5: El sector requiere de una política clara sobre desalinización por parte del Gobierno, y de un marco normativo transparente y expedito.

⁵³ Durante los últimos años se ha impulsado la creación de una Subsecretaría de Aguas al alero del Ministerio de Obras Públicas con el objetivo de facilitar el orden y coordinación de entidades públicas.

⁵⁴ Ver, por ejemplo, Banco Mundial (2011, 2013).

Hallazgo 5.6. No existe una hoja de ruta clara sobre permisos y trámites para la instalación de plantas desalinizadoras.

Hallazgo 5.7. Existe un vacío regulatorio respecto de la expulsión de salmuera en las plantas desalinizadoras al medio marino común, que hoy es subsanado mediante el uso de legislación de carácter general.

5.4.2. Resumen de Recomendaciones

Recomendación 5.1. Establecer la obligatoriedad de informar a la Dirección General de Aguas un hallazgo de "aguas del minero", pero evitar generar un permiso de aprovechamiento en torno a ellas.

Recomendación 5.2. Promover un mayor uso de infraestructura compartida en temas hídricos (desalinizadoras, tuberías, entre otros), sea a través de las empresas mineras coordinándose entre sí, sea a través de un tercero que construya la infraestructura y asuma los costos de coordinación, u otra alternativa factible, como podría ser un sistema de interconexión hídrico.

Recomendación 5.3. Establecer una hoja de ruta clara de los permisos y tiempos requeridos para la aprobación de proyectos de plantas desalinizadoras.

Recomendación 5.4. Establecer un capítulo específico en los reglamentos respecto de los residuos de las plantas de tratamientos de aguas, relativo a las plantas desalinizadoras, en cumplimiento con los estándares internacionales en materia de medio ambiente.

Referencias

- BANCO MUNDIAL (2011). Chile – Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos.
- BANCO MUNDIAL (2013). Chile – Estudio para el mejoramiento del marco institucional para la gestión del agua.
- COCHILCO (2016A). Informe Proyección del Consumo de Electricidad de la Minería del Cobre 2016–2027.
- COCHILCO (2016B). Consumo de agua en la minería del cobre al año 2015.

- COCHILCO (2016C). Informe de actualización del consumo energético de la minería del cobre al año 2015.
- COCHILCO (2015). Proyección del consumo de agua en minería del cobre - Proyecciones 2015-2026.
- COCHILCO (2014). Benchmark del consumo de energía en países mineros relevantes, actualización 2014.
- COCHILCO (2008). Análisis Comparativo de Normativas de Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales.
- COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA (2015). Balance Energético 1991-2014.
- CONSEJO MINERO (2012). Diagnóstico de la Competitividad de la Industria Minera en Chile.
- DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (2016). Atlas del Agua de Chile 2016.
- LANDERRETCHÉ, O. (2016). ¿Para qué una Política Minera? Presentación realizada en el Seminario "Una Política Minera en el Siglo XXI", Voces Mineras y Colegio de Ingenieros de Chile. Agosto 2016.

Normativa nacional citada:

- CÓDIGO CIVIL DE CHILE (D.O. 30-05-2000).
- CÓDIGO DE AGUAS (D.O. 29-10-1981).
- CÓDIGO DE MINERÍA DE CHILE (D.O. 14-10-1983).
- CÓDIGO DE PROCEDIMIENTO CIVIL DE CHILE (D.O. 30-08-1902).
- CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DE CHILE (D.O. 11-08-1980).
- DECRETO CON FUERZA DE LEY N° 4 que fija texto refundido, coordinado y sistematizado del Decreto con Fuerza de Ley N° 1, de Minería, de 1982, Ley General de Servicios Eléctricos, en materia de energía eléctrica (D.O. 05-02-2007).
- DECRETO CON FUERZA DE LEY N° 340 sobre Concesiones Marítimas (D.O. 06-04-1960).
- DECRETO SUPREMO N° 90 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que Establece Norma de Emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales (D.O. 07-03-2001).
- DECRETO SUPREMO N° 40 del Ministerio del Medio Ambiente, que Aprueba Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (D.O. 12-08-2013).

DECRETO SUPREMO Nº 143 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que Establece Normas de calidad primaria para las aguas continentales superficiales aptas para actividades de recreación con contacto directo (D.O. 27-03-2009).

DECRETO SUPREMO Nº 209 del Ministerio de Salud, que Fija valores de toxicidad de las sustancias para efectos del reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos (D.O. 15-03-2006).

DECRETO SUPREMO Nº 148 del Ministerio de Salud, que Aprueba reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos (D.O. 16-06-2004).

DECRETO SUPREMO Nº 46 de Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que Establece normas de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas (D.O. 17-01-2003).

DECRETO SUPREMO Nº 144 del Ministerio de Salud, que Establece normas para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquiera naturaleza (D.O. 18-05-1961).

LEY Nº 18.097 Orgánica Constitucional sobre Concesiones Mineras (D.O. 21-01-1982).

LEY Nº 20.701 sobre procedimiento para otorgar concesiones eléctricas (D.O. 14-10-2013).

LEY Nº 20.936 que establece un nuevo sistema de transmisión eléctrica y crea un organismo coordinador independiente del sistema eléctrico nacional (D.O. 20-07-2016).

Normativa internacional citada:

ESPAÑA:

REAL DECRETO Nº 1327 (28-07-1995), sobre las instalaciones de desalación de agua marina o salobre.

LEY Nº 12 (26-07-1990) de Aguas de la Comunidad Autónoma de Canarias.

ESTADOS UNIDOS:

FLORIDA WATER RESOURCES ACT OF 1972 (Chapter 373, Florida Statutes).



Capítulo 6

Minería y Comunidades



Síntesis

Se realiza un análisis de las relaciones entre las empresas mineras y las comunidades en Chile, precisando el rol y la importancia del estado en esta dinámica. Se observa que la información temprana, continua, certera y confiable entre las partes es fundamental para la creación de confianza entre comunidades y empresas mineras. Asimismo, tanto el Estado como los gobiernos locales son actores fundamentales en la relación empresa comunidad. La transparencia y credibilidad de estos, además de su capacidad de gestión, resultan determinantes para viabilizar soluciones de largo plazo y mutuo beneficio.

Abstract

This chapter provides an analysis of the relationship between mining companies and communities in Chile, highlighting the role and importance of the state. Early, continuous, accurate and reliable information are key factors for building trust between parties. Likewise, both the state and local governments are major actors in the company community relationship. The transparency and credibility of these institutions, in addition to their management capacity, are decisive for the feasibility of long term solutions and mutual benefit.

Puntos Claves

- No basta con disponer de todos los permisos ambientales, las empresas mineras hoy deben gestionar su licencia social para operar.
- La claridad regulatoria y la información temprana, continua, certera y confiable entre las partes son fundamentales para la creación de confianza entre comunidades y empresas mineras.
- El Estado y los gobiernos locales son actores fundamentales en la relación empresa comunidad.

6.1. Introducción

Este capítulo presenta información sobre las relaciones entre empresas de la Gran Minería y las comunidades en sus áreas de impacto.¹ Se analiza el rol del Estado, y se revisa parte de la literatura pertinente. También se presentan tres casos nacionales: Minera Los Pelambres, Minera Cerro Colorado, y RockWood Lithium.

Durante la última década, y a nivel mundial, las manifestaciones ciudadanas en torno a la legitimidad de grandes proyectos de inversión han ido en aumento (Ortiz, 2013). Las razones son variadas: desde fallas en el sistema político hasta reclamos por los derechos y el medio ambiente. Chile no ha estado ajeno a esta tendencia, y en particular la minería ha debido enfrentar conflictos, tanto con aquellas comunidades que habitan dentro de su área de influencia como a nivel nacional. Algunos conflictos han alcanzado ribetes internacionales, aumentando en visibilidad y en actores involucrados (Urkidi, 2009).

El futuro de la minería en Chile, y en particular la materialización de los 7,5 millones de toneladas métricas anuales de producción proyectada para 2035, depende de la expansión de faenas existentes y de la materialización de nuevos proyectos. Sin embargo, la viabilidad de ambos depende en gran medida de la llamada “licencia social para operar”.²

La minería en Chile se ha emplazado principalmente en la zona desértica del norte, la que dadas sus características, incluye pocas comunidades.³ Sin embargo, la mitad de las reservas de cobre, y por consiguiente los futuros yacimientos del país, se ubican en la zona central (IV, V, VI y RM), lo que anticipa que el sector minero se expondrá a un incremento en la cantidad y complejidad de conflictos con comunidades de mayor densidad poblacional cercana a sus futuros proyectos. A la par, la futura zona minera competirá con otras actividades económicas por el uso del suelo (por ejemplo, la agricultura), y por recursos estratégicos como la oferta laboral, el agua y la energía. Por ende, las relaciones de las empresas mineras con las comunidades y su entorno pasan a tener una mayor importancia, y un carácter estratégico para el sector y su sostenibilidad como pilar de la economía nacional.

Mejor relación con las comunidades implica mayor legitimación y potencialmente menores conflictos. También menos posibilidad de influencia externa sobre las comunidades. Una relación constructiva también puede generar beneficios para las comunidades.

¹ La “comunidad” se refiere a la población ubicada en las inmediaciones de la faena minera, y su área de influencia. Las inmediaciones de la faena incluyen elementos como tranques de relave, minero-ductos y otros, que pueden ubicarse a distancia considerable del lugar de explotación misma (rajo).

² La Licencia Social para Operar (LSO) se entiende como la aceptación de las compañías mineras y sus proyectos dentro de las comunidades locales.

³ Ver Anexo – Figura A.6.1 Mapa de Principales Operaciones Mineras en Chile a marzo 2016.

En ausencia de una buena relación empresa comunidades, las empresas asumen mayores costos explícitos e implícitos, y acumulan un creciente pasivo social, mientras que las comunidades pierden oportunidades laborales y materiales. Sin embargo, lograr un equilibrio donde ambas partes se benefician es un resultado esquivo en muchas ocasiones.

El capítulo se estructura de la siguiente manera. En la sección 6.2 se examinan distintos conflictos y sus costos. La sección 6.3 lista los principales impactos de la minería que pueden derivar en conflictos. La sección 6.4 analiza la “Licencia Social para Operar” y sus implicancias. La sección 6.5 aborda las actuales iniciativas en Chile en pos de una mejor relación empresa comunidades. La sección 6.6 presenta tres casos de estudio. La sección 6.7 presenta los resultados y conclusiones del capítulo.

6.2. Conflictos y sus Costos

Davis y Franks (2014) analizan varios conflictos con comunidades y sus costos asociados, y los agrupan en cuatro categorías (Tabla 6.1), según el nivel de violencia y las partes involucradas. El incremento en la violencia implica la participación de diversos actores y estrategias, y el paralelo aumento en los costos del conflicto para ambas partes, pero especialmente para la empresa.

Tabla 6.1. Conflictos.	
Basados en Procedimientos (generalmente no violentos)	• Solicitudes: al gobierno (local/regional/nacional) o empresa (subsidiaria o matriz). • Administrativos: reclamo formal a través de mecanismo estatal u otro (e.g. organismos internacionales). • Legales: acciones en la jurisdicción de la faena/la casa matriz, acciones grupales, mandatos judiciales.
Protestas físicas (pueden ser violentas o no)	• Publicitarios: uso de medios de comunicación, campañas, ONGs. • Demostraciones: a nivel local/regional/nacional; con trabajadores mineros (huelga) y/o la comunidad. • Bloqueos: a la faena, rutas de acceso, carreteras, vías férreas, puertos.
Violencia hacia personas	• Heridas: miembros de la comunidad, trabajadores de la empresa, fuerzas de seguridad público y/o privadas. • Muertes: miembros de la comunidad, trabajadores de la empresa, fuerzas de seguridad público y/o privadas.
Violencia a la propiedad	• Propiedad privada: daños o destrucción de equipos/instalaciones/edificios; interferencia con infraestructura privada; escala pequeña/grande. • Propiedad pública: daños o destrucción de equipos/instalaciones/edificios; interferencia con infraestructura pública; escala pequeña/grande.

Fuente: Adaptado de Davis y Franks (2014).

Un conflicto con la comunidad en el área de influencia de una faena minera puede afectar la productividad y los costos operacionales por varios canales (ver Tabla 6.2).

En términos de productividad, se cuenta la pérdida de continuidad operacional, detenciones no planificadas, limitación a cambios en el diseño de plantas, limitación en las posibilidades de expansión del proyecto, la interrupción de las operaciones, la obstrucción de sus caminos, la disminución del material movido o procesado, y la utilización de horas-hombre en solucionarlo, entre otros.⁴ Otros costos explícitos que también afectan la productividad, tanto en el corto como en largo plazo, se dan por la necesidad de utilizar más recursos para producir la misma cantidad de mineral. Ejemplos de esto son modificaciones de proyectos, manejo de riesgo, capital y financiamiento, entre otros.⁵

Tabla 6.2. Tipos de costos a empresas mineras debido a conflictos con comunidades.

Menor Productividad	• Discontinuidad operacional; cierre voluntario/obligado debido a judicializaciones; • Cierre temporal de operaciones; • Oportunidades perdidas de expansiones y/o nuevos proyectos; • Disrupciones a la producción: atrasos temporales o indefinidos, ausentismo, "ruedas cuadradas"; • Retrasos en entregas de insumos; • Mayor escrutinio y carga regulatoria.
Personal y Trabajadores	• Tiempo del personal y equipos dedicado a manejo de riesgo y conflicto; • Costos de remediación: reuniones, negociaciones, mediadores; • Secuestros: pagos y operaciones de rescate, compensaciones; • Arrestos de personal; • Heridas a trabajadores y fatales; • Bajo ánimo y efectos vinculados a estrés; • Mayores costos de retención: salarios, compensaciones, bonos; • Reclutamiento: promoción, selección, entrevistas, inducciones.

Fuente: Adaptado de Davis y Franks (2014).

Según Davis y Franks (2014), una faena minera de clase mundial pierde, como costo directo por paralización unos US\$20 millones por semana. Sin embargo, el costo indirecto de un conflicto puede ser aún mayor, considerando que este afecta la realización de expansiones, nuevos proyectos, e implica un costo extra en términos de recursos humanos y financieros necesarios para llevarlos adelante y recomponer la relación social. Además,

⁴ La pérdida de continuidad operacional implica menor cantidad de material procesado respecto del óptimo. En la expansión puede significar un diseño sub óptimo lo que se traduce en un proceso menos eficiente.

⁵ Ver Anexo Tabla A.6.1 Tipos de costos a empresas mineras debido a conflictos con comunidades (cont.).

para estimar el costo total habría también que agregar el factor de incertidumbre respecto de la viabilidad de proyectos futuros.

En la práctica, es difícil percibir claramente algunos de estos costos, por lo que las empresas tienden a subestimarlos y, con ello, la importancia de una buena relación con las comunidades en su zona de influencia.

6.3. Impactos y desafíos de la Minería en su relación con comunidades

Como actividad extractiva, la explotación minera conlleva impactos en el entorno, aunque estos pueden ser minimizados,⁶ mitigados⁷ y compensados.⁸ Como pudo verificarse en países visitados para este estudio (Suecia, Canadá, Australia y Estados Unidos), la minería puede llegar a ser una industria limpia y sustentable, y relativamente libre de conflictos con las comunidades.

Según el *International Institute for Environment and Development* (2002) los impactos de proyectos extractivos pueden ser:

Ambientales

El impacto de la minería sobre el medio existe, y tiende a ser el principal problema al momento de relacionarse con comunidades. Este impacto es amplio, aunque varía según la etapa de desarrollo y el proceso productivo. En las etapas de exploración, construcción y desarrollo de una faena se generan perturbaciones en el territorio, pero el mayor impacto se concentra en la operación (rajo abierto) debido al levantamiento de material particulado. El proceso de planta (concentración o hidrometalurgia) puede impactar sobre el uso de aguas, al igual que la disposición de los relaves, los residuos industriales líquidos y los rípios. Las fundiciones y refinerías generan emisiones de CO₂, arsénico, y H₂SO₄.

Además del impacto controlado de la operación, el riesgo de accidentes existe, aunque nuevamente puede ser reducido. El caso de la mina Samarco (propiedad de Vale y BHP Billiton) en Minas Gerais, Brasil, es tan extremo como emblemático. En 2015 dos diques de contención cedieron, liberando 62 millones de metros cúbicos de barro tóxico en las comunidades aledañas. El fluido mató 19 personas y recorrió 600 kilómetros hasta

⁶ Por ejemplo, reducir al máximo las emisiones nocivas.

⁷ Por ejemplo, aportar a la reforestación de la fauna silvestre de la zona.

⁸ Por ejemplo, aportes pecuniarios o no pecuniarios a la comunidad.

el océano Atlántico, en lo que representa el peor desastre ambiental de la historia en América Latina. La reparación exigida por el gobierno brasileño a las empresas fue de US\$43.550 millones.

Demográficos

La minería genera cambios demográficos. Durante la construcción de una faena minera se requiere una cantidad de trabajadores que normalmente no es posible suplir por las comunidades del entorno, tanto por la cantidad (en ocasiones varios miles) como por las habilidades requeridas. En este periodo (de a lo menos dos años) se genera una expansión demográfica (migración) temporal de trabajadores provenientes de otras zonas. El impacto positivo viene en torno a nuevas actividades económicas, como servicios de alojamiento, seguridad y alimentación, entre otros. Pero, por otro lado, el impacto negativo aparece con problemas como prostitución, drogas y violencia (Banco Mundial, 2002), y es agravado cuando el Estado y sus estructuras se encuentran ausentes, y cuando la población afectada ve socavada su cultura, o arriesgada su fuente tradicional de ingresos.

Esta condición, si bien menor, se mantiene en la etapa de operación de la faena. La modalidad laboral con trabajadores no residentes (*fly in fly out*) evita parte de estos conflictos, pero deja menos beneficios económicos en la zona.

Manejo y uso de la tierra

Siendo principalmente expansiva, la minería compite por terreno con otras actividades como la agricultura o el turismo. Una faena minera requiere de grandes extensiones de terreno para la construcción de tranques de relaves, o botaderos para el material estéril. El impacto visual se suma al potencial impacto ambiental.

Otras fuentes económicas pueden verse afectadas por varias vías, en particular por la competencia por el terreno o el agua. Sin embargo, también compiten por insumos y mano de obra que impactan el mercado laboral. El beneficio local en estos casos puede venir asociado a mayores salarios y nuevas oportunidades de negocios.

Hallazgo 6.1. La claridad regulatoria, en aspectos como los derechos de agua, tierras, etc., es fundamental para establecer un marco base sobre el que los actores puedan conversar.

Fuga de recursos

Un potencial riesgo de incremento en el conflicto ocurre cuando las comunidades perciben que las externalidades negativas del proyecto son mayoritariamente asumidas por ellos, mientras que los beneficios quedan fuera de la zona de impacto. Así, las comunidades se ven “pagando el costo”, sin disfrutar de los dividendos. Esto va más allá de la compensación por externalidades ambientales o visuales: tiene que ver con la distribución de los beneficios generados a través de salarios, impuestos y royalties.

Comúnmente un porcentaje de los ingresos de la empresa y/o de los impuestos que genera la actividad quedan en la región donde se encuentra el proyecto. Existen varios ejemplos de dichas prácticas, como el *Canon Minero* en Perú (2001) que se transfiere a los gobiernos locales y regionales para ser invertidos en proyectos de infraestructura. Una figura similar está en uso en Indonesia (2009) donde las empresas deben pagar al gobierno central un 4%, y al gobierno regional un 6%, lo que a su vez se distribuye en 1% para el gobierno regional, 2,5% para el distrito o ciudad donde se generan las ganancias, y un 2,5% a los demás distritos. En Inglaterra un 1% de las utilidades irá a parar a las comunidades aledañas a futuros pozos de *fracking*⁹ (Finlayson et al., 2016). Estos modelos buscan asegurar que parte de los impuestos pagados vuelva a la zona de explotación y beneficie directamente a las comunidades residentes en el área de influencia.

El modelo vigente en Chile destina parte de lo recaudado por el *Impuesto Específico a la Actividad Minera* (el “royalty”) al Fondo de Innovación para la Competitividad, del que un 25% se transfiere a los gobiernos regionales para actividades de innovación,¹⁰ y al Fondo de Inversión y Reconversión Regional.¹¹ Para estos efectos, y considerando el diagnóstico realizado por el *Consejo Asesor Presidencial contra los Conflictos de Interés, el Tráfico de Influencias y la Corrupción* respecto a los Gobiernos locales, es necesario fortalecer el marco institucional para que dichos recursos se utilicen de manera transparente a favor de la comunidad.

Recomendación 6.1. Implementar las propuestas del Consejo Asesor Presidencial contra los Conflictos de Interés, el Tráfico de Influencias y la Corrupción respecto a los fondos recibidos por gobiernos locales, para hacer que los gobiernos locales establezcan un mejor marco institucional, con mayor transparencia y eficiencia.

⁹ El **fracking** es una técnica para posibilitar o aumentar la extracción de gas y petróleo del subsuelo.

¹⁰ En vigencia desde 2008. Desde 2013 se ha destinado una mayor proporción a regiones mineras.

¹¹ En el periodo 2011–2016 lidera Antofagasta con un 12% del total, seguido de la Región Metropolitana con 10%, Atacama con 9%, Tarapacá con 9% y Coquimbo con 8%.

Asimetrías de información

En general, las comunidades se encuentran en desventaja al enfrentarse a negociaciones con empresas mineras, pues carecen del conocimiento técnico para comprender los efectos de los proyectos de inversión (Social Economic Environmental, 2006).

Por esto, comunicar oportunamente las etapas y el impacto del proyecto, considerando asesores externos elegidos por la comunidad, aumenta la confianza entre los actores. La comunicación efectiva es crucial, y también lo es sostener reuniones públicas donde se puedan expresar preocupaciones e informar (Hilson & Murck, 2000). Existen especialistas, tanto en Chile como en el extranjero, que ofrecen asesorías y servicios de mediación a la comunidad, aunque con resultados dispares. Además, la brecha educacional entre los especialistas y las comunidades también genera problemas a la hora de liberar nueva información a la población. Si bien los reportes de información y la transparencia han aumentado, pocos son verificables (International Institute for Environment and Development, 2012), lo que implica que los problemas derivados por las asimetrías de información persisten, y son un desafío tanto para la empresa como para la comunidad.

Gobernanza

En lugares donde la presencia del Estado es débil la comunidad opta por recurrir a la empresa para solventar necesidades en términos de infraestructura, educación, salud, y otros gastos considerados sociales, o bienes públicos. Esto exacerba las expectativas en las comunidades y los costos de relacionamiento de las empresas. Aunque desde el punto de vista financiero es posible que la empresa se encargue de dichas prestaciones, existen aprehensiones respecto de la sustentabilidad en el largo plazo. En este sentido, lo más sensato sería contribuir en la provisión de activos que permitan a la comunidad percibir recursos no solo durante el tiempo de la operación, sino también posterior al cierre de esta.

En síntesis, la minería genera impactos en su entorno de influencia tales como externalidades negativas en términos ambientales, competencia por el territorio y sus recursos, cambios demográficos, etc. También enfrenta una serie de desafíos, entre los cuales se encuentran la fuga de recursos, las asimetrías de información con las comunidades, y temas de gobernanza debido a la ausencia del Estado. Todas ellas pueden generar conflictos con las comunidades.

6.4. La Licencia Social

La forma típica de relacionamiento entre las empresas y las comunidades ha sido transaccional o asistencial, mediante la entrega de recursos monetarios, bienes o activos directamente a la comunidad. Sin embargo ello no garantiza que los recursos sean aprovechados de la mejor manera, no facilita el desarrollo de una visión compartida a futuro que aminore la posibilidad de futuros conflictos, ni asegura que otros grupos (incluso dentro de la misma comunidad) desafíen los resultados de dicha relación.

Una buena relación entre empresas y comunidades implica el desarrollo y mantención de la denominada *Licencia Social para Operar* (LSO). La LSO es una licencia tácita –y por ende frágil– que es “expedida” u “otorgada” por los más afectados por la operación: generalmente las comunidades aledañas. Este concepto ha ganado espacio en el sector minero y se caracteriza principalmente por el nivel de legitimidad social que posee una empresa para operar en el largo plazo.

La carencia de dicha legitimidad es identificada como uno de los cinco mayores riesgos de la minería en la actualidad (EY, 2015), y considera incluso el daño reputacional al cerrar una faena. Aunque es claro que el negocio de una empresa minera es extraer y procesar minerales, y no el relacionarse con sus vecinos, esta área ha dejado de ser percibida como “responsabilidad social de la empresa” y comienza a considerarse parte fundamental para asegurar la continuidad de las operaciones, el valor presente de futuras expansiones, y el valor de la “marca” asociada a las empresas (Kemp y Owen, 2013).¹²

Para establecer una LSO se deben considerar distintos factores: i) el contexto, ii) el relacionamiento, iii) la sustentabilidad, iv) los beneficios locales, y v) la adaptabilidad (Prno, 2013). Además de la adecuada mitigación de los impactos, es fundamental mantener un trato justo y un relacionamiento de calidad con las comunidades (Moffat y Zhang, 2013).¹³ La mezcla entre las expectativas y la aversión al riesgo de las partes puede llevar a confundir el espíritu de la LSO y centrar los esfuerzos en reducir –en el corto plazo– la oposición a la empresa, y no a trabajar en desarrollo a largo plazo (Owen, 2012).

El desarrollo de confianza entre la empresa y las comunidades es uno de los principales desafíos para la obtención de la LSO, lo que se acentúa en países como Chile con bajos niveles de confianza interpersonal, y dispares niveles educacionales. En el caso específico de Chile (Moffat *et al.*, 2014; MORI, 2015), la sociedad considera importante a la minería,

¹² No es el giro de una minera, pero es central para habilitar dicho giro.

¹³ Esta relación podría ser más o menos exigente dependiendo del contexto (por ejemplo: comunidad indígena versus no indígena).

pero percibe que hay poca influencia de la ciudadanía en las decisiones importantes del sector, y que el impacto positivo es menor en los habitantes aledaños a las operaciones. En resumen, en el país se reconoce la relevancia del sector, pero se desconfía tanto de las empresas como del gobierno, lo que implica un arduo trabajo para construir las confianzas necesarias, y mayor legitimación de la operación de la empresa minera para obtener su LSO. Esta mayor legitimación puede generar amplios beneficios para las comunidades y empresas permitiendo la continuidad operacional de proyectos activos y habilitando nuevas expansiones.

6.5. ¿Qué se está haciendo en Chile?

Existen diversas formas de abordar la resolución de conflictos y la relación empresa comunidades en general. Las vías para resolución de conflictos pueden clasificarse en: i) administrativas, mediante instituciones públicas con funciones específicas y competencias acordes a dichas funciones, ii) informal, entre comunidades y empresas mediante acuerdos tácitos,¹⁴ y iii) judicial, vía tribunales.

La vía óptima para la resolución dependerá del tipo de conflicto, mientras que la forma de relacionamiento de las empresas con las comunidades dependerá de las características propias de la operación y su ubicación. Existe una tendencia internacional que apunta a reducir el peso de la relación empresa-comunidad (informal) y trasladar parte de ello a nuevas instancias locales, regionales y/o nacionales.¹⁵

Las principales iniciativas recientes en Chile para fortalecer el marco institucional entre comunidades y empresas han sido Valor Minero y la Comisión Asesora Presidencial para el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

Valor Minero es una alianza público privada¹⁶ que está llevando a cabo el proyecto de innovación institucional “Diálogo Permanente para Grandes Proyectos”.¹⁷ Dicho proyecto busca solucionar el déficit de institucionalidad para la resolución de conflictos que traban

¹⁴ Aunque existen acuerdos formales, la LSO es reevaluada constantemente por la comunidad, por lo que resulta muy difícil de formalizar.

¹⁵ El plan nacional debiese sentar una base común entre regiones, independiente de la preferencia del gobierno regional, evitando una superposición de gobiernos.

¹⁶ Sus consejeros incluyen a ministros de diferentes carteras, representantes de instituciones públicas, grandes compañías mineras, organizaciones gremiales, organizaciones sociales, ONGs, dirigentes sindicales, organizaciones de pueblos originarios, centros de estudio y representantes de gobiernos locales.

¹⁷ Un “diálogo permanente” demanda no solo reuniones periódicas sino también la existencia de un contacto para eventos fortuitos o situaciones extraordinarias.

grandes proyectos (no solo en minería). En 2016 el proyecto recibió financiamiento a través del Fondo de Inversión Estratégica (FIE) por US\$2,2 millones por tres años y se iniciaron dos pilotos para testear el modelo.

El proyecto consta de tres partes: i) establecer un sistema de diálogo permanente con comunidades, inserto en el mecanismo de evaluación ambiental, de manera que se pueda cuantificar los efectos del proyecto,¹⁸ ii) implementar un sistema de resolución de controversias y conflictos en el cual los actores puedan solicitar una mediación, arbitraje o conciliación, y iii) establecer una entidad certificadora que habilite y potencie a las organizaciones que participan en el diálogo.

En enero de 2017 se presentó un primer análisis de brechas de la gestión de inversión social minera en Chile (EY, 2017a) junto con un texto complementario sobre la visión de la comunidad con respecto a dicha inversión (EY, 2017b). Ambos estudios presentan el estado actual del relacionamiento entre compañías mineras y la percepción de estos esfuerzos por parte de las comunidades afectadas, enfocándose en la zona de Sierra Gorda (II Región). Los resultados revelan que las comunidades tienen altas expectativas en las inversiones realizadas por las compañías mineras, las que no necesariamente se alinean con la realidad.¹⁹ Adicionalmente, las empresas no siempre comunican de manera efectiva sus inversiones, por lo que, para la comunidad, no es evidente quién realiza los proyectos. Esto, sumado a que existen distintos líderes que no siempre son reconocidos por toda la población,²⁰ ha generado un escenario complejo para el sector minero. La respuesta de las compañías mineras ha sido revisar sus estrategias y fortalecer sus equipos relacionados con sus inversiones sociales, de tal manera de mejorar su priorización de inversiones.

En otro ámbito, el Ministerio de Energía ha efectuado un esfuerzo importante en crear una guía para superar problemas entre comunidades y compañías generadoras²¹. Su metodología se basa en: i) la inclusión de los actores, ii) el diálogo temprano y continuo durante todo el proyecto, iii) la entrega transparente de información, iv) que el diálogo social incida en la toma de decisiones, y v) velar por que el proyecto sea un aporte al desarrollo local.

El Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) creado en 1994 es la agencia pública con la misión de gestionar e implementar el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

¹⁸ Se considera esta opción porque el SEA tiene capacidad instalada (que debe mejorarse) para relacionarse con las comunidades. En las entrevistas, las comunidades –y en especial las indígenas– destacaron que de los pocos contactos que tenían con el Estado, la mayoría era con el SEA.

¹⁹ Prueba de la necesidad de asesoramiento hacia las comunidades en este ámbito.

²⁰ Lo que en parte refleja la falta de un marco institucional formal y adecuado.

²¹ Ministerio de Energía (2016) Compromiso de Diálogo: Guía de Estándares de Participación para el Desarrollo de Proyectos de Energía.

En julio de 2016 la Comisión Asesora Presidencial para reformular el SEIA²² entregó 25 propuestas de amplio alcance para mejorar el funcionamiento del sistema. Dichas propuestas apuntan a optimizar la calidad de la evaluación inicial de las externalidades de los proyectos mineros, con el objetivo de permitir una valoración más expedita. Un buen y oportuno funcionamiento del SEIA debiera favorecer mejores relaciones con comunidades, lo que coincide con Valor Minero, el Ministerio de Energía y la literatura internacional. Sin embargo, no es el foro para relacionarse con comunidades, sino un foro técnico de evaluación del impacto ambiental del proyecto. Claramente la legitimidad del proceso en el SEIA y la información que provea a la comunidad son fundamentales para habilitar un diálogo. En eso es un gran aporte, sin embargo pareciera no ser suficiente para zanjar los problemas relacionales del sector minero al no considerar diálogo permanente.

Otro tema de interés es la consulta indígena. Chile ha suscrito algunos acuerdos internacionales relevantes como el Convenio N° 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), ratificado el año 2008, y que entró en vigencia en septiembre de 2009. Este tratado estipula la consulta sobre medidas legislativas y administrativas que pudiesen afectar a pueblos originarios. En el marco de la relación entre empresas mineras y comunidades, esto resulta fundamental, pues afecta directamente la forma y la posibilidad de aprobar proyectos de inversión que tengan, dentro de su área de influencia, a comunidades indígenas.

Hallazgo 6.2. La información temprana, continua, certera y confiable entre las partes es fundamental para la creación de confianza entre comunidades y empresas mineras.

Hallazgo 6.3. El Estado y los gobiernos locales son actores fundamentales en la relación empresa comunidad. La transparencia y credibilidad de estos, además de su capacidad de gestión, resultan determinantes para viabilizar soluciones de largo plazo y mutuo beneficio.

Recomendación 6.2. A través del Ministerio de Minería, favorecer y fomentar modelos de diálogo permanente para grandes proyectos entre empresas y comunidades mediante la elaboración de una guía de estándares de participación para grandes proyectos mineros de manera análoga a lo realizado por el Ministerio de Energía para proyectos energéticos.

Recomendación 6.3. Avanzar en la implementación de las 25 medidas de la Comisión Asesora Presidencial para el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental con el objetivo de disponer de la mejor evaluación

²²

<http://comision.seia.mma.gob.cl/>

ambiental posible facilitando un mejor diálogo entre las empresas y las comunidades. En particular, subrayamos las propuestas de Relacionamento Temprano, Consulta Indígena y Fortalecimiento de la Participación Ciudadana en el SEIA.

Recomendación 6.4: Implementar un sistema de resolución de controversias y conflictos, como el promovido por Valor Minero, en el cual los actores puedan solicitar una mediación, arbitraje o conciliación, así como establecer una entidad certificadora que habilite y potencie a las organizaciones que participan en el proceso de diálogo.

6.6. Estudio de Casos

En esta sección se estudian tres experiencias nacionales: Minera Los Pelambres, Minera Cerro Colorado y Rockwood Lithium. Se recopiló información primaria a través de la realización de más de 20 entrevistas a distintos actores involucrados: entidades gubernamentales, empresas mineras, comunidades afectadas, asesores, académicos y organizaciones no gubernamentales (ONGs). Lo anterior fue complementado con fuentes de información de carácter secundario.

Nuestros casos consideran operaciones ubicadas en distintas regiones, con minería metálica y no metálica, presencia de comunidades indígenas, y diferencia en la propiedad (ver Tabla 6.3). En Anexo se presenta una tabla síntesis del análisis²³.

Tabla 6.3. Características Faenas Mineras de Estudio de Casos.					
	Región	Nacionalidad del Controlador	Material	Tipo de Minería	Comunidades Indígenas
Los Pelambres	IV	Chilena	Cobre	Metálica	No
Cerro Colorado	I	Extranjera	Cobre	Metálica	Sí
Rockwood Lithium	II	Extranjera	Litio	No Metálica	Sí

Fuente: Comisión Nacional de Productividad.

²³ Ver Anexo Tabla A.6.2 Síntesis Estudio de Casos.

Los Pelambres

Minera Los Pelambres pertenece al grupo minero chileno Antofagasta Minerals. Está ubicada en el valle del Choapa en la IV región a 45 km de Salamanca. En operación desde 1999, es la séptima mina de cobre más importante del mundo con una producción de 363.200 toneladas en 2015. Su tranque de relaves, puerto y mineroducto se encuentran emplazados cerca de comunidades urbanas con las que ha tenido diversos conflictos. El caso más emblemático es el conflicto con Caimanes, comunidad ubicada cerca del tranque de relaves El Mauro y que, a través de procesos judiciales, ha exigido su demolición.

La relación de Pelambres con las comunidades no ha sido fácil y su modelo relacional ha evolucionado a través del tiempo. Los inicios fueron bastante complejos, especialmente en lo referente al tranque El Mauro. Inicialmente el modelo se centró en la creación de la Fundación Minera Los Pelambres, a través de la cual se apoya a las comunidades y emprendimientos no relacionados con minería. A partir de 2013 evolucionó mediante la creación del programa “Somos Choapa”, cuyo enfoque es el trabajo en conjunto con autoridades locales para crear y ejecutar planes de desarrollo sustentable para la zona.

A finales de 2013 se levantó información base a través de consultores. Los resultados de dicho estudio confirmaron que, hasta entonces, la relación se basaba en mitigar y reparar los impactos ambientales, por lo que se supeditaba a los incidentes. No había colaboración para el desarrollo local de largo plazo. Sin embargo la empresa había tomado alrededor de 600 compromisos voluntarios con el territorio, pero estos no tenían un foco determinado y tenían baja visibilidad.

Para contrarrestar esto, actualmente se ha puesto foco en las inversiones tanto de corte social como de infraestructura. Además, se han hecho foros abiertos de diálogo para recoger inquietudes de la comunidad y sus visiones sobre el desarrollo futuro del valle de Salamanca. Los foros se han hecho por localidades, entendiendo que las necesidades dentro de la zona no necesariamente coinciden. Para ello se han abierto locales donde la población puede acercarse a preguntar sobre el programa.

Esta mayor visibilidad ha aumentado la confianza en la empresa, dado que la población tiene mayor claridad de los aportes y del cumplimiento de metas. El canal de comunicación se ha unificado siendo más directo, abierto y transparente, dado que la información que maneja la empresa es compartida con los interesados.

Adicionalmente, se han conservado las prácticas anteriores, correspondientes al monitoreo de las condiciones del valle, así como la relación y los aportes a ciertas instituciones, como la Junta de Vigilancia de Recursos Hídricos.²⁴

La municipalidad de Salamanca ha participado activamente en el proceso de relacionamiento, y ha hecho un esfuerzo mayor por acercarse a las localidades más alejadas, que no necesariamente se sienten representadas por dicha municipalidad.

Todos los agentes entrevistados coinciden en la necesidad que el gobierno regional asuma labores de coordinación entre localidades, dado que en la actualidad las relaciones con la empresa se manejan por separado. En muchos casos las localidades coinciden con los diagnósticos y las necesidades, pero los proyectos no son viables debido a su escala. La unión de varias comunas podría lograr el tamaño mínimo, y habría economías de escala interesantes para hacer proyectos de mayor alcance. Argumentan que, si el Estado estuviese presente de manera activa en estos procesos, se podría coordinar el uso de un bien público común que sirva a toda la zona.

Una de las principales observaciones que surgen desde las comunidades es que el Estado no conversa entre sí. Los organismos estatales presentan dificultades para trabajar coordinadamente, lo que implica que algunos proyectos no sean factibles de implementar. La incompatibilidad con proyectos en funcionamiento (o futuros),²⁵ o los vacíos regulatorios (al no quedar claro cuál es el (o los) organismo(s) competente en la solución de problemas) pueden ser la raíz de este problema.

Existe la impresión general que los organismos estatales son muy rígidos y no aceptan discutir temas que no estén relacionados de forma directa con los proyectos. Considerando la heterogeneidad de la relación empresa comunidades, esto suele entorpecer el desarrollo de las iniciativas. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que parte de esa rigidez se debe a que el marco institucional establece que los organismos del Estado pueden actuar solo en el marco de sus competencias.

Visto por asesores externos a las comunidades y empresas, el Estado podría ayudar en este tipo de situaciones como mediador, lo que favorecería la formación de una cartera integrada de proyectos entre la municipalidad y la empresa minera. Sin embargo, si los procesos formales y administrativos son vistos como impedimento, la comunidad no aceptará su participación, afectando la relación empresa comunidad.

²⁴ El uso del agua es un tema constante en la zona, especialmente debido a las sequías de los últimos años.

²⁵ Por ejemplo, en una de las comunidades se había otorgado permisos para modificar una infraestructura de uso común. Al iniciar los trabajos se encontraron con que miembros de la comunidad tenían privilegios sobre dicha infraestructura, asunto que jamás fue notificado por el gobierno local.

Cerro Colorado

Cerro Colorado es propiedad de BHP Billiton. Ubicada en la región de Tarapacá, se encuentra en operación desde el año 1994. Produce cátodos de cobre con 74.482 toneladas de cobre fino en 2015. Originalmente debía cerrar el año 2016, pero se extendió el tiempo de vida de la operación por otros 7 años. La extensión del tiempo de vida requería la extracción de agua desde un bofedal y continuar esta extracción desde el sector de Lagunillas. Por lo tanto, la empresa se acercó a las comunidades para poder obtener el permiso ambiental correspondiente con las autoridades.

Existen cuatro comunidades indígenas de origen aimara y quechua dentro del área de influencia de la operación. El proceso de relacionamiento se realizó de forma temprana, participativa y horizontal. A pesar de ser un proyecto previo a la consulta indígena, se utilizaron los estándares del artículo 169 de la Organización Internacional del Trabajo²⁶.

Las comunidades tenían ciertas expectativas: ser consultadas, tener capacidad de veto y, a través del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), lograr solucionar temas de desarrollo comunitario. El desafío fundamental para la empresa minera fue formar confianza con las comunidades. Con ese objetivo se enfocaron en el cierre de brechas de información mediante tres medidas: (i) otorgar acceso a la faena; (ii) monitorear constantemente las condiciones de la zona; y (iii) costear los gastos de asesores elegidos por las mismas comunidades, quienes les ayudaron a conocer los procesos de la operación.

También se negociaron compensaciones retroactivas, lo que llevó finalmente a un acuerdo de colaboración que incluye mecanismos de solución de controversias y un aporte pecuniario asignado directamente a la comunidad para su desarrollo. El gasto de dicho monto debe ser presentado anualmente para habilitar el siguiente pago, lo cual permite una rendición de cuentas transparente. El gasto máximo destinado a la administración de este dinero se fijó por contrato en un porcentaje.

Inicialmente las comunidades no estuvieron a favor de la extensión del proyecto. Existía un historial de mala relación, pues en años previos se habían reportado daños a geoglifos, agravados por el desconocimiento del número real y locación de elementos arqueológicos en la zona. Además, el proceso de participación ciudadana se hizo antes que la consulta indígena, manejando pocos antecedentes. Las negociaciones se llevaron a cabo en mesas de trabajo con las comunidades por separado, y se excluyó a los pueblos originarios. Esto provocó que no solo hubiese poca representación indígena, sino que además se llegó a acuerdos disímiles por mesas, generando conflicto al obtener condiciones diferentes. Por ejemplo, algunas negociaciones se llevaron a puertas cerradas sin consultar a las

²⁶ Suscrito por Chile en 2008.

comunidades afectadas. Adicionalmente, la población flotante y otros impactos afectaban de forma directa a las comunidades. Eventualmente, los dirigentes de las comunidades impidieron la firma de las consultas pues consideraban que el proceso se llevaba a cabo de manera incorrecta.

Al constituirse la comunidad indígena, el trato asistencialista dio paso a programas de desarrollo. Se hizo un catastro arqueológico que permitió la reconstrucción de la historia de la zona y, por lo tanto, favoreció una mayor valorización identitaria de las comunidades indígenas. Entre los objetivos, se incluyó el desarrollo del turismo en la zona (desplazado por la minería), de la agricultura y los productos locales. Se espera que esto ayude a revertir la migración a las ciudades y conservar los rasgos identitarios locales.

Existe consenso en la poca presencia del Estado en la zona. Específicamente, las comunidades piden más recursos para el SEA, que cuenta con poca dotación en zonas extremas. Además, las zonas cercanas a empresas mineras reciben aun menos recursos debido a que cuentan con el “apadrinamiento” de este tipo de empresas. ONEMI, por ejemplo, designó a Cerro Colorado para socorrer a las localidades cercanas en caso de emergencia (terremotos u otro desastre). Otros reclamos también evidencian la ausencia o poca presencia del Estado: hay poco acceso a capacitaciones, problemas para la postulación a fondos²⁷ y falta de orden y claridad en el proceso de consultas.

Rockwood Lithium

Rockwood Lithium es propiedad de la empresa estadounidense Albemarle. Entró en operación en la década de los años 1980 y se ha dedicado al procesamiento de salmueras y su transformación en sales de litio. Su planta se ubica en el extremo sur del Salar de Atacama.

La empresa ha mantenido relaciones con el pueblo vecino de Peine. Sin embargo, en el año 2010 se rechazó su intención de aumentar su cuota de extracción de salmuera. Por lo tanto, antes de presentar un nuevo proyecto, se mejoraron las relaciones con las comunidades del Salar. En 2012 comenzó un diálogo con el Consejo de Pueblos Atacameños (CPA) que agrupa a 18 comunidades, con mesas de trabajo permanentes, un plan de vigilancia ambiental y un aporte sobre los ingresos brutos. En 2014 se estableció un protocolo con las comunidades y en 2016 se firmó un convenio con acuerdos vinculantes. Dicho convenio incluye un monitoreo participativo-incluyendo puntos de interés exclusivos de las comunidades, entrega de información ambiental,²⁸ capacitaciones ambientales

²⁷ Debido a que no son dueños de sus tierras, ya que estas pertenecen a Bienes Nacionales.

²⁸ Por ejemplo, el drenaje de las aguas que provienen de la cordillera.

cuatro veces al año, y el compromiso de compartir un porcentaje de los beneficios. En noviembre de 2016 CORFO aprobó el acuerdo.²⁹

El monto pactado a compartir fue de 3,5% de los beneficios, monto que no fue negociado con la empresa, sino determinado en la Comisión del Litio (donde autorizaron la participación del CPA). El porcentaje se divide en 3,0% a las comunidades y 0,5% para innovación. El CPA está desarrollando productos autóctonos³⁰ como actividad económica complementaria, lo cual favorece la sostenibilidad de la comunidad en el largo plazo.

En paralelo, el CPA, con financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), tiene planes de construir dos plantas fotovoltaicas para alimentar a Rockwood y a San Pedro de Atacama. Esto permitiría no solo aumentar el desarrollo de la zona, sino, también, recibir recursos de manera indefinida. A noviembre 2016 el BID y el CPA se encuentran trabajando para fortalecer los convenios a firmar y robustecer la asignación y uso de fondos. Desde el CPA critican la ausencia del Estado, pero consideran que el trabajo del BID como tercera parte ha sido beneficioso.

Hallazgo 6.4: El Estado no es el único que puede acudir de garante a un proceso de relacionamiento empresa comunidad, otras instituciones pueden suplir ese rol.

6.7. Conclusiones

Implementar políticas de relacionamiento con comunidades es una tarea compleja debido a la heterogeneidad de los territorios, y a los diversos factores mencionados. La complejidad se acrecienta con la presencia de grupos étnicos indígenas, con zonas urbanas o densamente pobladas, con áreas de actividad agrícola, ganadera o turística.

Hay algunos principios relevantes a considerar. Nuestros tres casos de estudio (Pelambres, Cerro Colorado y Rockwood) partieron con un rechazo inicial por parte de las comunidades aledañas. En todos los casos la creación de confianza fue acompañada de mayor información entre las empresas y las comunidades. La reducción de las asimetrías de información puede ser llevada a cabo por distintas vías: monitoreo permanente, inversiones más tangibles, visitas a faena, unificación de canales de comunicación, entre otros.

No obstante existen requisitos relevantes para el diálogo exitoso. Idealmente la comunidad debe constituirse como una entidad única y nítida (Cerro Colorado), mientras que, en otros casos, el gobierno local puede ayudar a agrupar las distintas comunidades (Los

²⁹ CORFO es el dueño de las pertenencias mineras que arrendará a Rockwood.

³⁰ Barras energéticas basada en quínoa, cultivo de papa y alcoholes de algarrobo y chañaral.

Pelambres). En uno de los casos estudiados el diálogo comenzó a rendir frutos una vez que se retiraron los asesores legales de las reuniones, los que, como se puntualizó, son percibidos como grupos o personas que buscan arbitrar con el fin último de obtener parte de los beneficios. Finalmente, un buen relacionamiento empresa comunidades resulta en acuerdos vinculantes.

En ocasiones las empresas mineras tienen varias comunidades en su área de influencia. El reconocimiento de distintas comunidades con necesidades específicas permite una mejor focalización de los esfuerzos por parte de la empresa minera y, adicionalmente, reduce los conflictos internos entre las comunidades. En ese sentido, es fundamental que los planes de desarrollo acordados se vayan gestando a través de consultas a la comunidad. Ir más allá del estándar favorece la obtención de la LSO. Por ejemplo, Cerro Colorado utilizó los estándares de la consulta indígena pese a ser una operación previa a la firma de dicho tratado. Sin embargo no hay que perder de vista que la fragmentación de los esfuerzos puede reducir economías de escala en la intervención que irían en beneficio directo de las comunidades. Por tanto, resulta necesario tener un marco institucional capaz de equilibrar las necesidades específicas de cada comunidad con las necesidades generales de la zona.

Tanto empresas como comunidades mencionan espacios de mejora para el Estado. En particular, se detectan fallas de coordinación entre organismos públicos debido a una falta de diálogo entre sí, lo que genera parcialización en los proyectos. En ese sentido, destaca el rol que pueden jugar intermediarios de confianza como el Banco Interamericano de Desarrollo en el caso de Rockwood Lithium, actuando como garante y estableciendo un marco de transparencia de largo plazo para la entrega de fondos.

Es importante no confundir el rol de la empresa con el rol de Estado. Es posible que en zonas alejadas de la actividad económica del país, donde el Estado no se encuentra presente, las comunidades exijan a las empresas suplir las falencias de provisión de ciertos bienes públicos (por ejemplo: salud y educación). Aunque las empresas pueden hacer aportes para mejorar las condiciones sociales generales del entorno, este rol en el largo plazo es del Estado. Igualmente, la capacidad del gobierno de manejar –eficiente y transparentemente– las inversiones de recursos contribuidos por las empresas y sus implicancias es uno de los desafíos más grandes (IIED, 2012).

El modelo de diálogo para grandes proyectos de Valor Minero y la revisión del SEIA son acciones en la dirección correcta, y consolidarlos y mejorarlos basados en la experiencia será parte importante para favorecer un mejor vínculo de empresa y comunidades. Sin embargo, una de las principales inquietudes de las comunidades es: ¿qué queda en el territorio una vez que el proyecto se termine? En el mejor de los casos dicho problema se soluciona creando capacidades que generen actividad económica por parte de la

comunidad, tales como la inversión en energía fotovoltaica en Rockwood Lithium, o proyectos de desarrollo productivo de largo plazo.

Idealmente este modelo debiese ingresar en un marco más amplio, como el propuesto por Valor Minero que toma en consideración la Agenda 2050 del Ministerio de Energía y su foco en la participación ciudadana y procesos de diálogo. Inicialmente esta iniciativa contempla apoyar y asesorar grandes proyectos de inversión, sin embargo también se podría implementar para proyectos realizados por el Estado.

6.7.1. Resumen de Hallazgos

Hallazgo 6.1. La claridad regulatoria, en aspectos como los derechos de agua, tierras, etc., es fundamental para establecer un marco base sobre el que los actores puedan conversar.

Hallazgo 6.2. La información temprana, continua, certera y confiable entre las partes es fundamental para la creación de confianza entre comunidades y empresas mineras.

Hallazgo 6.3. El Estado y los gobiernos locales son actores fundamentales en la relación empresa comunidad. La transparencia y credibilidad de estos, además de su capacidad de gestión, resultan determinantes para viabilizar soluciones de largo plazo y mutuo beneficio.

Hallazgo 6.4. El Estado no es el único que puede acudir de garante a un proceso de relacionamiento empresa comunidad, otras instituciones pueden suplir ese rol.

6.7.2. Resumen de Recomendaciones

Recomendación 6.1. Implementar las propuestas del Consejo Asesor Presidencial contra los Conflictos de Interés, el Tráfico de Influencias y la Corrupción respecto a los fondos recibidos por gobiernos locales, para hacer que los gobiernos locales establezcan un mejor marco institucional, con mayor transparencia y eficiencia.

Recomendación 6.2. A través del Ministerio de Minería, favorecer y fomentar modelos de diálogo permanente para grandes proyectos entre empresas y comunidades mediante la elaboración de una guía

de estándares de participación para grandes proyectos mineros de manera análoga a lo realizado por el Ministerio de Energía para proyectos energéticos.

Recomendación 6.3. Avanzar en la implementación de las 25 medidas de la Comisión Asesora Presidencial para el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental con el objetivo de disponer de la mejor evaluación ambiental posible facilitando un mejor diálogo entre las empresas y las comunidades. En particular, subrayamos las propuestas de Relaciónamiento Temprano, Consulta Indígena y Fortalecimiento de la Participación Ciudadana en el SEIA.

Recomendación 6.4. Implementar un sistema de resolución de controversias y conflictos, como el promovido por Valor Minero, en el cual los actores puedan solicitar una mediación, arbitraje o conciliación, así como establecer una entidad certificadora que habilite y potencie a las organizaciones que participan en el proceso de diálogo.

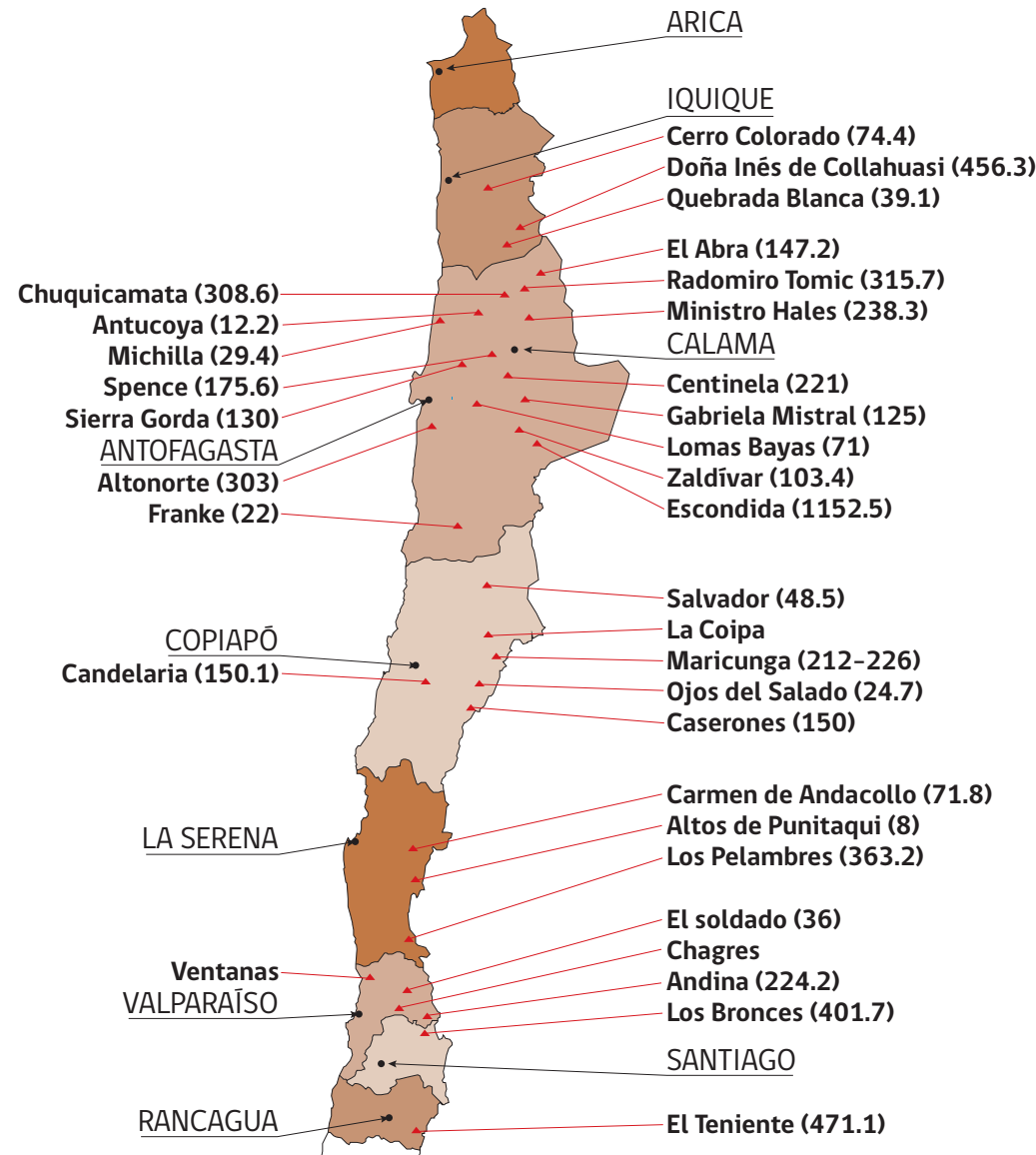
Referencias

- BANCO MUNDIAL (2002). Large Mines and Local Communities: Forging Partnerships, Building Sustainability. Mining and Development.
- DAVIS R. & FRANKS D. (2014). Costs of Company Community Conflict In The Extractive Sector. Cambridge, Ma: Harvard Kennedy School: Corporate Social Responsibility Initiative Report No. 66.
- EY (2015). Riesgos de la Industria Minera 2015–2016. Impulsando el Desarrollo del Sector.
- EY (2017A). Benchmark de la Gestión de Inversión Social Minera en Chile.
- EY (2017B). Visión de la Comunidad sobre la Inversión Social de la Minería – Sierra Gorda.
- FINLAYSON H., ARES E., SMITH L., & KEEP M. (2016). Shale Gas and Fracking. Londres: House of Commons.
- HILSON G., & MURCK B. (2000). Sustainable Development in the Mining Industry: Clarifying the Corporate Perspective. Resources Policy, 227–238.
- INTERNATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (2002). Breaking New Ground: Mining, Minerals and Sustainable Development.
- INTERNATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (2012). Mmsd+10: Reflecting on a Decade of Mining and Sustainable Development. London.

- KEMP D., & OWEN J. R. (2013). Community Relations and Mining: Core to Business but Not "Core Business". *Resources Policy*, 523–531.
- MINISTERIO DE ENERGÍA (2016). *Compromiso de Diálogo: Guía de Estándares de Participación para el Desarrollo de Proyectos de Energía*.
- MOFFAT K., & ZHANG A. (2013). The Paths to Social Licence To Operate: An Integrative Model Explaining Community Acceptance Of Mining. *Resources Policy*, 61 70.
- MOFFAT K., ZHANG A., LACEY J., BOUGHEN N., FLEMING D., & URIBE K. (2014). *Percepciones chilenas hacia la Minería: Encuesta a la ciudadanía – Resultados 2014*. Australia: Csiro.
- MORI (2015). *Minerobarómetro 2015*.
- ORTIZ I. (2013). *World Protest 2006–2013. Initiative For Policy Dialogue*.
- OWEN J. (2012). Social Licence and Mining: A Critical Perspective. *Resources Policy*, 29–35.
- PRNO J. (2013). An Analysis of Factors Leading To the Establishment of a Social Licence to Operate in the Mining Industry. *Resources Policy*, 577–590.
- SOCIAL ECONOMIC ENVIRONMENTAL. (2006). *Community Engagement and Development*.
- URKIDI L. (2009). A Glocal Environmental Movement against Gold Mining: Pascua Lama in Chile. *Ecological Economics*, 219–227.

Anexo

Figura A.6.1. Mapa de Principales Operaciones Mineras en Chile (a Marzo 2016).



Fuente: Consejo Minero.

Tabla A.6.1. Tipos de costos a empresas mineras debido a conflictos con comunidades.

Capital y Financiamiento	Pérdida de valor de la propiedad: descuentos, otras depreciaciones, ventas a pérdida, robos
	Inhabilidad de pagar deudas, caer en cesación de pagos
	Dificultad en levantar nuevo financiamiento
	Inestabilidad en el precio de las acciones y/o pérdida en el valor (en un periodo relevante)
Compensaciones y Multas	Compensaciones (fuera de corte judicial)
Remediaciones	Mayores obligaciones sociales y ambientales: salud, educación y capacitación, provisión de otros servicios, limpieza y remediación
	Costos administrativos de procedimientos o juicios: costos del proceso en sí, pagos del acuerdo final
Daño Material	Daño y destrucción a propiedad e infraestructura privada
	Daño y destrucción a propiedad e infraestructura pública
Manejo de Riesgos	Seguros: mayores primas y coberturas, clasificación de riesgo
	Necesidad de expertos legales y en conflictos: personal especializado y adicional
Modificación de Proyectos	Costos de cambio en el diseño: aplicación, rediseño, gastos legales
	Trabajos adicionales
Seguridad	Pago a fuerza policial o guardias privados
	Mayores costos operacionales de seguridad: rejas, patrullas, escoltas, transportes, alarmas, menor movilidad
	Mayor capacitación y esfuerzo en seguridad: tiempo, menor producción, costo de programas
Reputacionales	Mayor gasto en relaciones públicas: consultores, diseminación de la información
	Pérdida de competitividad: impacto en marca y confianza de los inversionistas

Fuente: Adaptado de Davis y Franks (2014).

Tabla A.6.2. Síntesis Estudio de Casos.

	Los Pelambres	Cerro Colorado	RockWood Lithium
Impacto ambiental	Pelambres cuenta con una red de medición de variables ambientales dentro del valle del Choapa a la cual la comunidad tiene acceso. Este es un tema fundamental para la comunidad. El tranque El Mauro ha sido foco de atención por conflicto con la comunidad de Caimanes.	Cerro Colorado tiene dentro de su zona de influencia múltiples sitios arqueológicos que han sido censados en conjunto con las comunidades aledañas. El uso del agua sigue siendo un tema sensible pero se ha involucrado a los agentes relacionados.	La principal preocupación es el drenaje de las aguas que provienen de la cordillera. Se han implementado medidas para monitorear el estado de ellas.
Cambio demográfico	Dado que la empresa lleva muchos años en el territorio, los habitantes se han acostumbrado al cambio demográfico. Sin embargo, el paso de camiones y cargas peligrosas sigue siendo un problema importante.	Problemas con los contratistas en Mamiña por su impacto demográfico fueron reducidos al instruir a las empresas colaboradoras que no alojen en estos poblados.	Este punto no fue considerado como relevante por los agentes involucrados.
Manejo y uso de la tierra y agua	El uso del agua es un problema constante, sobre todo debido a las sequías de los últimos años. La compañía busca construir una desalinizadora para suplir sus necesidades de agua.	La faena y sus instalaciones no se encuentran sobre tierras cultivables, por lo que no reviste un problema mayor.	No parece haber conflictos en este aspecto.
Fuga de recursos	Gran parte de la plana de trabajadores es externa a la comunidad, pero existe preferencias a la hora de contratar personal.	Si bien el personal que pertenece a las comunidades es reducido, la compañía ha creado planes en conjunto con los grupos locales para impulsar el desarrollo de estas zonas.	Rockwood ha comprometido un 3,5% de los beneficios para impulsar el desarrollo de las comunidades del salar.
Asimetrías de información	Si bien aún existen asimetrías importantes de información, el trato constante con entidades formales dentro de la comunidad ha permitido flujos de información más fluidos.	Conscientes de estas asimetrías, Cerro Colorado ha financiado asesores y cursos en Chile y el extranjero para los líderes de las comunidades. Esto ha permitido acercar voluntades y comprender las motivaciones y restricciones de ambos grupos.	El Consejo de Pueblos Atacameños cuenta con asesores para entender los procesos y planificar el uso del dinero entregado.
Gobernanza	La Municipalidad de Salamanca ha hecho un esfuerzo por acercarse a las comunidades que no se sienten identificadas por su gestión. Además, la empresa se ha preocupado de no reemplazarla en sus labores.	Los programas de apoyo han sido dirigidos a cada comunidad por separado, entendiéndose con los líderes de cada una de ellas independientemente.	La compañía se entiende con el Consejo de Pueblos Atacameños, que representa 18 comunidades. Para llevar a cabo los programas y proyectos se han asesorado con el BID.

Fuente: Comisión Nacional de Productividad.



Capítulo 7

Aspectos laborales y seguridad minera



Síntesis

Mientras aumentaba significativamente la producción y el empleo, la gran minería del cobre fue capaz de reducir el índice de accidentabilidad, situándose como uno de los más bajos entre los sectores económicos chilenos. Aún queda el desafío de reducir la tasa de fatalidad, la más alta entre sectores económicos. El capítulo hace referencia a los desafíos de desarrollar actividades sobre los 3.000 msnm y también aborda la institucionalidad asociada al mercado laboral junto con adecuaciones que permitan mayor eficiencia.

Abstract

While production and employment increased significantly, the large scale copper mining industry was able to reduce the accident rate, ranking as one of the lowest among Chilean economic sectors. The challenge remains to reduce fatality rates, which are the highest among industrial sectors. This chapter refers to the challenges of developing activities over 3,000 mts. It also discusses labor market institutions and possible changes that may allow greater efficiency.

Puntos Claves

- Los indicadores de accidentabilidad en el trabajo muestran que la industria minera ha mejorado sus resultados respecto del año 2000.
- La tasa de fatalidad es la más elevada respecto a otros sectores de la economía.
- La exposición intermitente a niveles de altura sobre 3.000 msnm demanda cuidados especiales y monitoreo a la salud de los trabajadores.
- En Chile existen más niveles jerárquicos, menores niveles de amplitud en la supervisión, y escasa movilidad laboral entre niveles respecto de países referentes.
- La remuneración variable tiende a incentivar producción por sobre productividad.
- La jornada habitual en la gran minería es una jornada excepcional 7x7 de 12 horas que debe ser aprobada por la Dirección del Trabajo en cada caso.
- La continuidad operacional es un desafío permanente, especialmente en el área mina.
- Existe una importante brecha de capital humano en la industria minera tanto a nivel cualitativo como cuantitativo.

7.1. Introducción

En este capítulo se analizan aspectos laborales dentro de la Gran Minería del Cobre. Particularmente se examina la inserción de los trabajadores del cobre en la organización de las empresas, y sus condiciones laborales reflejados en aspectos de salud y seguridad.

El capítulo se estructura de la siguiente manera. En la sección 7.2 se examina la seguridad laboral. La sección 7.3 analiza el trabajo en condiciones de altura. La sección 7.4 considera el tipo de enfermedades a las que están expuestos los mineros. La sección 7.5 aborda los aspectos organizacionales en la industria minera. La sección 7.6 considera el tipo de jornada laboral, la sección 7.7 aborda temas asociados al capital humano en la minería, y la sección 7.8 presenta los resultados y conclusiones del capítulo.

7.2. Seguridad

Al igual que en otros sectores, la seguridad laboral es un tema clave en la minería. A diferencia de otras industrias, una vez ocurrido un accidente en una faena minera las posibilidades que este traiga consigo consecuencias fatales son más altas. De hecho, según estadísticas de la Superintendencia de Seguridad Social (en adelante SUSESO),¹ la minería muestra la tasa anualizada de mortalidad por accidentes del trabajo para el periodo 2011-2015 más alta entre los sectores de la economía, con un valor de 21.6 fatalidades por 100.000 trabajadores protegidos.² Por ello, tanto las compañías, y en especial las operaciones mineras, como las entidades públicas, federaciones y sindicatos, priorizan este tema de manera continua.

Considerando la misma fuente, la evolución de la tasa de accidentabilidad en la minería (número de accidentes relativo a trabajadores) da cuenta de una considerable caída en los accidentes laborales.³ En particular, para 2015 dicha tasa fue de 1.5 por cada 100 trabajadores (una caída de 50% respecto de 2006), posicionándose a 2015 como la industria con la menor tasa de accidentes del país. En cambio, con 21.6 fatalidades por 100.000 trabajadores, sigue siendo el sector con la mayor tasa de fatalidad.

¹ Informe Anual. Estadísticas de Seguridad Social (2015).

² Para el cálculo se considera en el numerador la suma de accidentes fatales (en faena o trayecto) en 2011-2015 y en el denominador el promedio de trabajadores protegidos por mutualidades (trabajadores protegidos) e ISL (trabajadores cotizantes al seguro). Estadísticas de Seguridad Social 2015. Cabe señalar que para la economía entera dicha tasa es de 5.2%.

³ Solo hay datos de las mutualidades (ACHS, IST, MUSEG) ya que no se cuenta con cifras de accidentes del trabajo para el ISL. La muestra con la que se hace el cálculo representa alrededor del 75% de los protegidos. Además, no distingue entre propios y contratistas. Ver Estadísticas de Seguridad Social 2015.

Sin embargo, también es importante mencionar que es uno de los pocos sectores que muestra una tendencia a la baja en la tasa de fatalidades durante el periodo.⁴ Específicamente, el *Registro de Accidentes Laborales Fatales* muestra 29 fatalidades en el trabajo para el sector minería en 2011, mientras que en 2015 se registraron 10. Estas cifras no distinguen según tamaño de las faenas, aunque se sabe que ambos índices (accidentes y fatalidad) tienden a ser menores (en proporción) en la gran minería respecto de la mediana y pequeña.

Otro aspecto relevante de mencionar son los accidentes ocurridos en trayectos hacia (como del) el lugar de trabajo. En el caso de la minería, este aspecto resulta bastante relevante de considerar, tomando en cuenta la dinámica de turnos que tiene el sector.⁵ En este sentido, las estadísticas de la SUSESO muestran que para el periodo de análisis 2006–2015, la minería fue uno de los sectores con la menor tasa de accidentes de trayecto (0,3 accidentes por 100 trabajadores protegidos). No obstante, según la misma fuente, la minería presenta el mayor incremento proporcional entre 2014 y 2015, con un 51%. Además, es uno de los sectores donde se observa el mayor crecimiento promedio para el periodo 2006–2015 (1,3% anual).

Otra fuente de estadísticas de accidentabilidad es el *Balance Nacional de Accidentabilidad Minera* (SERNAGEOMIN, 2016). Al igual que el caso anterior, este informe reporta una clara tendencia a la baja en la tasa de accidentabilidad⁶ y fatalidad⁷ en minería entre 2000 y 2016.⁸ La Figura 7.1 muestra la tasa de accidentabilidad medida sobre un millón de horas-hombre. De dichas estadísticas se observa que para 2000 se registraron 7,3 accidentes por millón de horas-hombre trabajadas, con una reducción del 47% a 2009 (3,9), y otra reducción del 54% a 2015 (1,8). Por otro lado, la reducción en la tasa de fatalidades va de 0,18 a 0,04 accidentes fatales por millón de horas-hombre trabajadas (reducción de un 77%). En la misma Figura 7.1 se añadieron las cifras del Mine Safety and Health Administration (Departamento del Trabajo de Estados Unidos, 2016) respecto a la tasa de fatalidad y accidentabilidad de la minería metálica como no metálica para el periodo 2000–2015.⁹ La conclusión que se obtiene de la comparación entre las series es que la tasa de accidentabilidad en Estados Unidos resulta ser mayor que la tasa de Chile para todo el periodo, con 22.3 (versus 7.3) en 2000, y de 10 (versus 2.1) en 2015, pero la

⁴ Ver Estadísticas de Seguridad Social 2015.

⁵ El grueso de la fuerza de trabajo de la minería trabaja en dos turnos por día de 7x7. Ello implica horas punta de traslado de salida y entrada de turnos.

⁶ Accidentes incapacitantes o fatales por causa de accidentes del trabajo por cada millón de horas-hombre.

⁷ Fallecimientos a causa de accidentes del trabajo por cada millón de horas-hombre.

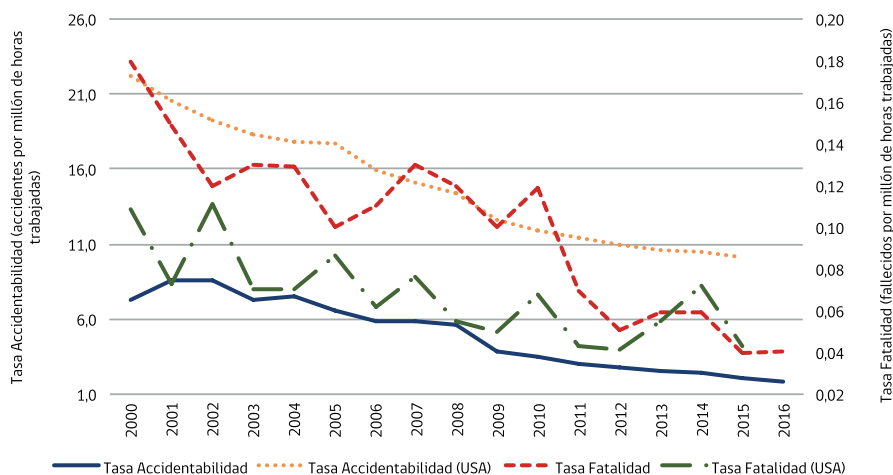
⁸ Al igual que el caso anterior, en estas estadísticas no hay distinción entre trabajadores propios y contratistas.

⁹ Al igual que el caso chileno, las cifras consideran tanto contratistas como trabajadores propios.

tasa de fatalidad resulta ser menor en los Estados Unidos, aunque Chile converge a los valores de este país a finales del periodo. Específicamente, al 2000 la tasa de fatalidad en Estados Unidos resulta ser 0.11 accidentes por millón de horas-hombre (versus 0.18 de Chile), mientras que a 2015 la tasa resulta ser de 0.04 al igual que en Chile.

Cabe mencionar que las estadísticas utilizadas para este estudio, tanto de la encuesta de la SUSESO como la de SERNAGEOMIN, no hacen distinción entre trabajadores propios y de contratistas.¹⁰ Sin embargo, en el caso de SERNAGEOMIN se puede confirmar que, con respecto a las fatalidades, la proporción de fallecidos por el lado de las empresas mandantes supera al de las empresas contratistas.¹¹ Por otro lado, según comentarios recibidos en el desarrollo de este informe, la estadística de accidentabilidad asociada a los contratistas pareciera ser superior a los valores acá reportados.¹²

Figura 7.1. Tasa de accidentabilidad y fatalidad.



Fuente: Balance Nacional de Accidentabilidad Minera (2016) y Mine Safety and Health Administration (2016).

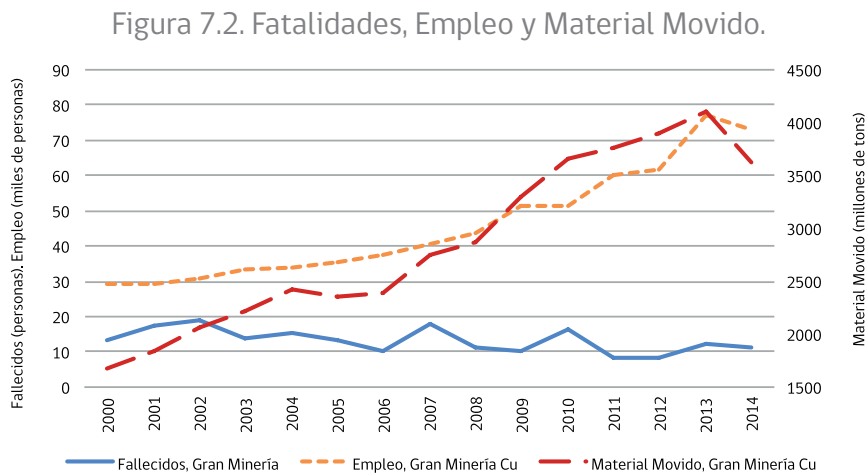
Es importante señalar que durante el mismo periodo en que se analiza la accidentabilidad y fatalidad, el sector incrementó de manera significativa su dotación de trabajadores como el

¹⁰ En el caso de la encuesta de la Superintendencia no hacen siquiera alusión al tema. En el caso de SERNAGEOMIN hace una breve descripción, pero tampoco en detalle.

¹¹ La proporción de trabajadores propios fallecidos oscila entre 48 77% para el periodo 2000-2016.

¹² En este sentido las cifras expuestas acá pueden ser consideradas como un promedio simple de las tasas de trabajadores propios y contratistas. Por tanto, si las cifras asociadas a los contratistas fueran superiores a las cifras oficiales, entonces las cifras asociadas a los trabajadores propios deben ser inferiores a las de SUSESO.

material movido. En este sentido, al comparar la evolución de estas series (ver Figura 7. 2), se observa una caída sustantiva de las fatalidades respecto a las variables antes mencionadas. Específicamente, respecto al nivel de empleo, en 2000 las cifras muestran un accidente fatal por cada 2.289 ocupados, mientras que en 2014 uno por cada 6.960 ocupados. Esta reducción puede considerarse un logro dado el aumento en el nivel de empleo (como en material movido) en minería durante el periodo, el cual pudo haber inducido un mayor número de accidentes considerando el mayor esfuerzo observado en la industria (entiéndase mayor empleo y más material movido).¹³ Esto enfatiza la preocupación y voluntad de todos los actores del sector en este ámbito.¹⁴ El ejercicio análogo respecto a material movido arroja un accidente fatal por cada 132 millones de toneladas de material movido en 2000, versus una fatalidad por cada 342 millones de toneladas en 2014.¹⁵ En resumen, estas cifras hablan de una industria enfocada en evitar accidentes, aumentar las medidas de protección de los trabajadores, y reducir la gravedad de potenciales accidentes, al tiempo que más que duplica su dotación y volumen de movimiento de material.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de COCHILCO y Balance Nacional de Accidentabilidad Minera (2016).

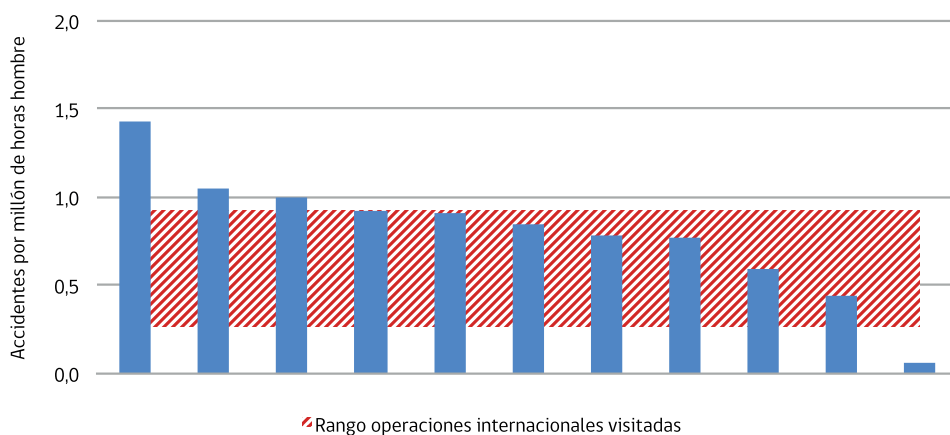
¹³ Por ejemplo, la focalización en la producción debido al ciclo de precios podría haber generado una menor preocupación por la seguridad, o también, por motivos de aglomeración se podrían haber generado una mayor cantidad de accidentes. En este sentido, hay que considerar que la primera causa de fatalidades, según SERNAGEOMIN, resulta ser el desprendimiento de rocas, y si el material movido se incrementó significativamente esto podría haber incrementado las fatalidades. No obstante, las cifras muestran lo contrario.

¹⁴ Dicho de otra forma, el incremento en empleo (por ejemplo) podría haber inducido un mayor número de fatalidades (o accidentes) manteniendo así la proporción. No obstante, lo que se observa es que el número de fatalidades como accidentes se ha ido reduciendo.

¹⁵ En el periodo el volumen de material movido se incrementó 119%.

Comparando la muestra de doce faenas chilenas con otras de países referentes del Capítulo 3 (Australia, Canadá y Estados Unidos), se observan similares tasas de accidentes por millón de horas trabajadas (ver Figura 7.3), prueba que la gran minería chilena ha convergido en los últimos años hacia las mejores prácticas mundiales. Con la información recolectada a nivel de empresas (2015), la mejor de las faenas chilenas aparece con un mejor indicador que las operaciones internacionales consideradas, y solo tres faenas nacionales presentan tasas superiores al rango internacional. Cabe señalar que en el caso del rango de las operaciones internacionales visitadas se observaron valores inferiores a las cifras (más agregadas) de accidentabilidad de Estados Unidos de la Figura 7.1, lo que puede corroborar el hecho que la muestra internacional utilizada se considere de mejores prácticas.¹⁶

Figura 7.3. Tasa de frecuencia de accidentes con tiempo perdido por millón de horas trabajadas 2015.



Fuente: Comisión Nacional de Productividad con base en estudio consultora MatrixConsulting.

El art. 184 del Código del Trabajo establece que: “El empleador estará obligado a tomar todas las medidas necesarias para proteger eficazmente la vida y salud de los trabajadores...”. La misma exigencia se extiende a la responsabilidad del mandante sobre la de una empresa contratista.¹⁷ Ambas exigencias son razonables y no difieren en espíritu de otras legislaciones: que el empleador disponga de todos los mecanismos para identificar peligros y controlar riesgos, y se sancione al empleador por acción u omisión culpable o dolosa. Es evidente el impacto positivo que el esfuerzo en seguridad de las empresas

¹⁶ Cabe notar que las mismas cifras nacionales son inferiores al promedio del balance de SERNAGEOMIN.
¹⁷ Artículo 183-AE del Código del Trabajo.

ha generado en términos de reducción de accidentes y su gravedad en los últimos años, permitiendo a la gran minería alcanzar niveles de mejores prácticas internacionales. El desafío actual es seguir mejorando los índices, al tiempo que se eleva la producción y productividad.

En el ámbito legal chileno, en caso de accidente laboral, el trabajador tiene derecho a prestaciones económicas cuya cobertura proviene de dos fuentes: 1) un seguro de accidente y enfermedad profesional administrado por mutualidades de empleadores, y contratado por la empresa,¹⁸ y 2) de la empresa empleadora o principal por medio de indemnizaciones. La primera se determina por el organismo asegurador según la disminución de capacidad de ganancia del trabajador afectado, y la segunda por un tribunal.¹⁹ En el primer caso, la crítica del mundo laboral radica en el conflicto de interés de las empresas mutuales, quienes también deben determinar la aplicación de las coberturas por casos de accidente o enfermedad, dado que ellos además califican si una afección, lesión o patología tienen origen profesional.²⁰ En el segundo caso, se ha mencionado en las audiencias realizadas durante el desarrollo del informe sobre la excesiva documentación que deben realizar las empresas para probar la acción preventiva y así dejar registro de los esfuerzos de seguridad mencionadas.²¹

Comparado con la experiencia internacional en Australia, Canadá, Suecia y Estados Unidos, la industria chilena pareciera invertir mayores recursos orientados a seguridad. Estos recursos se pueden agrupar en dos. El primero, y de mayor importancia, se refiere al tiempo y eficacia de la capacitación y formación de buenas prácticas para prevenir accidentes. El segundo se refiere al tiempo dedicado a documentar que lo anterior realmente se realizó. Según la información cualitativa recogida en el estudio de comparación,²² en Chile es mayor el énfasis en documentar en actos probatorios “todas las medidas” de protección,

¹⁸ Ley N° 16.744.

¹⁹ Ley N° 16.744, artículo 69°: Cuando el accidente o enfermedad se deba a culpa o dolo de la entidad empleadora o de un tercero, sin perjuicio de las acciones criminales que procedan, deberán observarse las siguientes reglas: [...] b) *La víctima y las demás personas a quienes el accidente o enfermedad cause daño podrán reclamar al empleador o terceros responsables del accidente, también las otras indemnizaciones a que tengan derecho, con arreglo a las prescripciones del derecho común, incluso el daño moral.*

²⁰ Una vez calificada la enfermedad profesional, se debe determinar la eventual pérdida de la capacidad, o incapacidad permanente del trabajador. La evaluación de una enfermedad profesional debe ser realizada por la Comisión de Medicina Preventiva e Invalidez (COMPIN) del domicilio del empleador. De no estar conforme el trabajador (u otra parte) podrá reclamar ante la Comisión Médica de Reclamos de la Ley N° 16.744, organismo dependiente del Ministerio de Salud. De lo resuelto por esta podrá apelarse ante la Superintendencia de Seguridad Social, quien resolverá en última instancia.

²¹ Según entrevistas en faenas, en algunos casos se documenta en exceso para tener mayor resguardo legal.

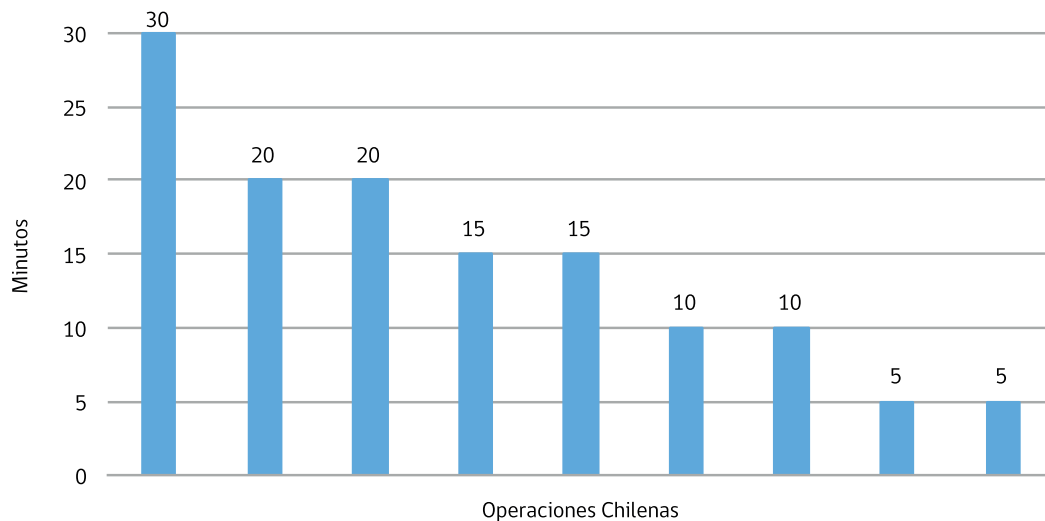
²² Ver Capítulo 3.

y prevención de riesgo que se han llevado a cabo (mediante formularios y protocolos), mientras que en las faenas internacionales el mayor esfuerzo está en la creación de conciencia de los peligros en el área de trabajo, y los riesgos a los que se exponen los trabajadores. A modo de ejemplo, previo a realizar un mantenimiento en Chile, el tiempo invertido en llenar formularios (o protocolos) puede tomar 40 minutos, y alcanzar más de 60 minutos en algunos casos, lo que no asegura necesariamente una ejecución de tareas de manera más segura, y reduce el tiempo efectivo de trabajo y uso del equipamiento. La misma acción en faenas internacionales toma entre 5 y 15 minutos. En las operaciones internacionales visitadas existen certificaciones de seguridad obligatorias para los empleados (propios o terceros), los que están regulados en su contenido mínimo, duración y frecuencia a nivel gubernamental. Ello implica que cualquier trabajador cuya certificación se encuentre vigente requiera solo una charla específica de la faena, de menor duración. No obstante, considerando las cifras de accidentabilidad y fatalidad de SERNAGEOMIN y del Mine Safety and Health Administration de Estados Unidos, pareciera ser que en este caso las diferencias de estrategias en torno a la gestión en materia de seguridad se ven reflejados en una menor accidentabilidad en el caso de Chile respecto a Estados Unidos, pero en similares tasas de fatalidad en el último periodo. De todas formas, esto no necesariamente puede ser extrapolable a los otros países referentes para el estudio.

Las faenas internacionales visitadas también muestran preocupación permanente por la seguridad, y bajos índices de accidentes y fatalidades, aunque con mayor enfoque hacia el autocuidado de los trabajadores, y basada en entrenamientos de seguridad previos (regulados por el Gobierno en coordinación con la industria). Se busca conscientemente reducir la carga asociada a charlas en el puesto de trabajo, y los actos de documentación registran lo suficiente sin caer en redundancia y burocracia. Actualmente en Chile existen esfuerzos que apuntan en esta dirección, con faenas y proveedores buscando homologar y estandarizar las charlas de seguridad, y otras acciones previas. El espacio de mejora en este ámbito es una gran oportunidad para el sector (ver Capítulo 10).

La Figura 7.4 muestra la duración de las charlas de seguridad que realizan las operaciones nacionales del estudio. La varianza observada es consistente con lo encontrado respecto a los tiempos de acreditación requeridos para proveedores y empresas contratistas (Capítulo 10). Nuevamente, algunas operaciones nacionales reportan indicadores comparables con las mejores prácticas internacionales, mientras otras requieren seis veces más tiempo para realizar una charla comparable. Es evidente que una homologación de criterios y la certificación previa de los trabajadores serían en beneficio del sector.

Figura 7.4. Duración promedio charlas de seguridad para mantenedores de camiones (jornada).



Fuente: Comisión Nacional de Productividad con base en estudio consultora MatrixConsulting.

Por último, cabe mencionar que entre las labores que actualmente se están llevando a cabo desde el punto de vista público, y que atañe la seguridad laboral de los trabajadores de la minería está el fortalecimiento institucional del SERNAGEOMIN asociado al control de la seguridad en las faenas. Para dicho fortalecimiento se han establecido tres acciones concretas. La primera tiene que ver con el proyecto de ley que pretende modificar el D.L. N° 3.525. El proyecto otorga a SERNAGEOMIN nuevas atribuciones normativas y fiscalizadoras, establece nuevas sanciones, y aumenta los rangos de la sanción de multa que puede imponer el Servicio en caso de infracción a las normas de seguridad minera. Otro objetivo que busca cumplir este proyecto es elevar a rango de ley ciertas materias que actualmente están reguladas en un reglamento. Por último, mediante el proyecto, se busca dotar a la potestad sancionadora del Servicio de un procedimiento especial que cumpla cabalmente con los estándares modernos en materia de debido proceso. La segunda acción tiene que ver con la modificación al reglamento de seguridad minera. Específicamente, ajustar los estándares que establece el Reglamento a la realidad actual de la industria minera, superar deficiencias regulatorias, mejorar la redacción y estructura del reglamento e incorporar nuevas materias, a fin de introducir las modificaciones que se requieran a nivel reglamentario, para fortalecer las funciones del Servicio en materia de fiscalización y seguridad minera.

Hallazgo 7.1. En un contexto de aumento de producción y empleo, la industria minera, y en particular la gran minería, han mejorado sus resultados en los indicadores de accidentabilidad en el trabajo respecto del año 2000. No obstante, la tasa de fatalidad sigue siendo elevada respecto a otros sectores de la economía. La tasa de accidentes en trayecto, si bien es una de las más bajas entre sectores, también se ha ido incrementando. El desafío de la industria es mejorar sus indicadores de seguridad mientras que aumenta producción y productividad.

Recomendación 7.1. Seguir reforzando el trabajo conjunto realizado por empresas, trabajadores, proveedores y el gobierno en materia de seguridad laboral, para seguir disminuyendo las tasas de accidentabilidad como de fatalidad a la vez que producción y productividad aumentan.

7.3. Altura Geográfica en Minería

Un tema expuesto de manera constante en las audiencias públicas realizadas con motivo de este proyecto corresponde a los efectos del trabajo en altura. Este resulta ser un tema importante para el sector, pues varias faenas se encuentran sobre 3.000 metros de altura sobre el nivel del mar (msnm), incluyendo yacimientos de cobre y oro, y sitios con reservas probadas de oro y otros minerales.²³ A mayor altura hay menor cantidad de oxígeno, lo que genera hipoxia o “mal de altura”, un estado de deficiencia de oxígeno en la sangre, células y tejidos del organismo, con compromiso de la función de los mismos. La hipoxia puede ser aguda (por exposición transitoria), o crónica (por exposición prolongada), y sus principales síntomas son la cefalea e insomnio.²⁴ Los síntomas de hipoxia se presentan con mayor intensidad durante los primeros dos días de exposición a la altura.²⁵

²³ Principales faenas mineras sobre 3.000 msnm: Quebrada Blanca, Salar Surire, Collahuasi, Escondida, Zaldívar, El Abra, Sociedad Chilena del Litio, SQM Salar, Carbonato de Litio SQM, Mina Can Can, Maricunga, Nevada, Los Pelambres, El Indio, Andina y Los Bronces.

²⁴ Instituto de Salud Pública (2015), Trabajo en Altura Geográfica en Chile.

²⁵ La carencia de oxígeno también impacta sobre la eficiencia en los equipos de combustión interna (camiones, palas, etc.), los que sobre los 3.000 msnm presentan rendimientos entre 20 y 30% menores. El análisis de brechas del Capítulo 3 sugiere que esto afecta el costo de operación de las faenas, mas no en la productividad de sus equipos. Es decir, los camiones pueden llevar la misma carga, y en el mismo tiempo, pero consumen más combustible.

En Chile los niveles de exposición asociados al mal de altura están regulados por el Decreto Supremo 594 (Ministerio de Salud),²⁶ y exige niveles de salud compatible antes del ingreso a faena y durante la vigencia del contrato.²⁷ De no cumplirse dichos niveles se obliga al empleador a reubicar al trabajador en una altitud que no ponga en riesgo su salud, reubicación que debe realizarse sin menoscabo en la remuneración del trabajador. Esto determina que en Chile sea necesario acreditar un adecuado nivel de salud de los trabajadores en faenas mineras asentadas por sobre los 3.000 msnm mediante la realización de una batería de exámenes (mayor que en exámenes ocupacionales de trabajadores no expuestos a altura). El Ministerio de Salud define 33 condiciones patológicas que contraindican el trabajo en altura, incluyendo hipertensión, afecciones cardiovasculares, embarazo, masa corporal sobre 35, etc., la mayoría de ellas de alta prevalencia en la población adulta del país.

Sujetos a un sistema de turnos, los trabajadores que se desempeñan en faenas sobre los 3.000 msnm reciben exposición intermitente a la altura. Aunque ya existen estudios sobre el impacto de la exposición a la altura, la evidencia sobre su efecto intermitente y acumulativo no es conclusiva.²⁸ Por ello la Superintendencia de Seguridad Social encargó un estudio a la Universidad de Chile,²⁹ el que seguirá un panel de trabajadores durante 5 años.³⁰ El estudio ya tiene resultados del primer año: la prevalencia de mal agudo de montaña en el primer día del turno alcanzó un 23% en el estrato alto (sobre 3.900 msnm), mientras que en los estratos medio (entre 3.000 y 3.900 msnm) y bajo (bajo 2.400 msnm) fue de 3 y 8% respectivamente. En el plano cognitivo hubo diferencias significativas en medidas de destreza motora entre estratos, aunque con resultados heterogéneos. También se observó un marcado efecto de la altitud sobre la alteración del sueño, siendo 3 y 4 veces mayor en turno día y de noche, respectivamente, en el estrato alto respecto del bajo. Sin embargo, el impacto acumulativo y de largo plazo de los efectos requiere seguimiento por varios años para su adecuada comprensión.³¹

²⁶ El Decreto 28 (2012) y la Guía Técnica del Ministerio de Salud, donde se establecen los conceptos de “gran altura” (sobre 3.000 msnm) y “extrema altura” (sobre 5.500 msnm), y los requisitos para el trabajo.

²⁷ A través de exámenes, encuestas, evaluaciones, que se realizan cada año.

²⁸ Un estudio realizado en 2013 por el Departamento de Salud Pública de la Universidad Católica (financiado por la SONAMI y el Consejo Minero) no encontró prevalencia de factores de riesgo de enfermedades crónicas en los trabajadores de altura respecto de la población general chilena.

²⁹ Ver Superintendencia de Seguridad Social (http://www.suseso.cl/607/articles_40199_archivo_01.pdf).

³⁰ Programa de Salud Ocupacional (2015), Efectos de la exposición intermitente a gran altitud sobre la salud de trabajadores de faenas mineras. Escuela de Salud Pública, Facultad de Medicina, Universidad de Chile.

³¹ En otro estudio, de 30 trabajadores mineros chilenos sin historia ocupacional en altitud geográfica, y que fueron seguidos durante los primeros 3 años de exposición intermitente de turnos de 7x7,

Puesto que la exposición intermitente sobre los 3.000 msnm es particular a la industria minera,³² las prácticas asociadas a disminuir los riesgos del “mal de altura” y los criterios de salud ocupacional en estos casos deberán ajustarse con el tiempo a medida que los resultados del estudio se vayan dando. Entre las faenas internacionales utilizadas en este estudio, solo en Perú se ubican a alturas superiores a los 3.000 msnm, pero no se identificó normativa específica para comparar. Se sabe que en Estados Unidos se hace minería en altura, pero tampoco existe normativa específica.

Hallazgo 7.2. Existe evidencia que la exposición intermitente a niveles de altura sobre 3.000 msnm demanda cuidados especiales y monitoreo a la salud de los trabajadores.

Recomendación 7.2. Adaptar el Decreto Supremo 594 del Ministerio de Salud respecto al trabajo en altura a la luz de los resultados que el estudio de la Superintendencia de Seguridad Social irá arrojando en el futuro respecto al tema.

7.4. Enfermedades Profesionales

Si bien los aspectos asociados, tanto a la seguridad laboral como también al trabajo en altura, son temas de primer orden para la minería nacional, estos no son los únicos relevantes a la salud de los trabajadores. Al igual que los aspectos previos, las enfermedades profesionales tienen impacto en la capacidad productiva, restando horas de trabajo y reduciendo la capacidad del trabajador para desempeñarse correctamente.

Según las estadísticas de la SUSESO, la proporción de enfermedades diagnosticadas sobre el número de trabajadores protegidos del sector muestra que para 2015 la minería se encontró entre los sectores con mayor incidencia de enfermedades profesionales, con 0.16 por cada 100 trabajadores protegidos.³³ El promedio nacional fue 0.13 por cada 100 trabajadores protegidos.³⁴ Con datos de la misma SUSESO, a 2014 se puede observar que

a altitudes de 3.800 a 4.500 msnm, se encontró que durante los primeros 12-18 meses aumentaron la hemoglobina, presión arterial, eritropoyetina, presión de arteria pulmonar y renina, y que entre los 19-31 meses estos signos presentaron una atenuación significativa, acercándose a los valores de preexposición.

³² Aunque también se han empezado a sumar las personas que trabajan en los observatorios astronómicos.

³³ Las cifras de 2015 pueden diferir de cifras previas porque ahora se incorporan al registro de enfermedades profesionales a aquellas que causan incapacidad permanente o muerte sin tiempo perdido.

³⁴ Industria reporta la mayor tasa (0.21) mientras que Electricidad, Gas y Agua presenta la menor (0.07).

hay enfermedades diagnosticadas que la minería tiende a no tener (dermatológicas), algunas presente en varios sectores (mentales u osteomusculares), y otras que tienden a ser más propensas en minería (respiratorias). La misma fuente reporta que se pierden del orden de 3.300 días al año en minería por concepto de enfermedades profesionales. Dicha cantidad resulta ser inferior (de manera significativa) respecto a los días perdidos por concepto de accidentes del trabajo y trayecto, la que supera los 40 mil días.

En resumen, la minería tiende a tener una alta tasa de fatalidad, pero con una baja tasa de accidentabilidad, y con una tasa de enfermedades profesionales levemente superior a la nacional.

7.5. Aspectos organizacionales

En la presente sección se presenta una descripción de aspectos organizacionales en faenas chilenas. La heterogeneidad observada en varios ámbitos puede explicar parte de las diferencias encontradas en productividad dentro de Chile, y respecto a la muestra internacional. Estos hallazgos son resultado de las entrevistas llevadas a cabo en las faenas consideradas en el Capítulo 3 y en información recopilada por el Consejo de Competencias Mineras (CCM).

7.5.1. Organización y diseño de incentivos

Niveles jerárquicos

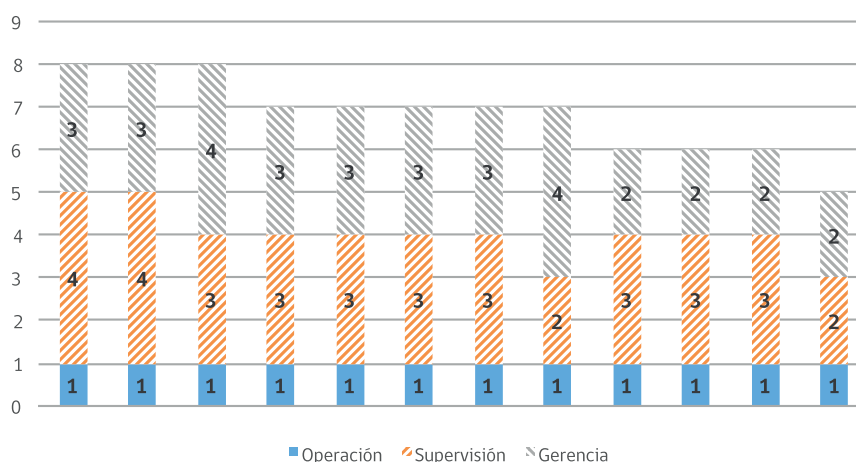
Distinguiendo niveles jerárquicos en operación, supervisión y gerencia,³⁵ la mayoría de las operaciones visitadas en Chile presentan en promedio 7 niveles, siendo 8 el máximo y 5 el mínimo (ver Figura 7.5). En el caso de las faenas internacionales visitadas dichos niveles oscilan entre 4 y 5, con menos niveles de supervisión y gran autonomía en los operarios. Esto es relevante en el funcionamiento de las faenas, pues a mayor cantidad de niveles existen mayores costos organizacionales, principalmente por dificultades de coordinación, dilución en la definición de responsabilidades y burocracia interna. A más niveles también se reduce la autonomía del trabajador, y por consiguiente su capacidad de

³⁵ Gerencia: gerente general, de operaciones, de área y de proceso. Supervisión: superintendentes, jefes de área y jefes de turno. Operación: operadores y mantenedores.

reacción ante eventos fortuitos.³⁶ En la práctica esto se refleja en más tiempo destinado a detenciones o actividades que no son el giro propio del proceso operativo.

Una posible causa asociada a tal nivel de jerarquías pasa por las competencias laborales de la fuerza de trabajo de la minería (un problema transversal a otros sectores). Por un lado, de las discusiones llevadas a cabo en el marco del estudio surgieron comentarios asociados a la real capacidad de planificación, como también de delegación de responsabilidades por parte de los niveles medios y altos,³⁷ como también a la capacidad de coordinación y nivel de competencias de los niveles bajos.³⁸ En este sentido se puede hacer referencia a una de las recomendaciones del CCM (del Consejo Minero) en su informe de 2015, identificando como palanca productiva para la operación al supervisor de primera línea.³⁹ Aunque en el corto plazo el desafío en este ámbito está más por el lado de las empresas, es claro que el problema reside de manera estructural en el sistema formativo nacional. Por ello resulta necesario el involucramiento de la política pública en este ámbito.

Figura 7.5. Niveles jerárquicos en operaciones chilenas visitadas.



Fuente: Comisión Nacional de Productividad con base en estudio consultora Matrix.

³⁶ Por ejemplo, detenciones no programadas dentro del análisis de procesos unitarios del Capítulo 3. También se puede vincular al tiempo exógeno perdido en los procesos unitarios asociados a detenciones en línea.

³⁷ Profesionales universitarios.

³⁸ Por ejemplo, ciertas faenas han ido sustituyendo contratistas por propios porque los primeros presentan menores capacidades para ciertas labores. Esto ha ocurrido en gran medida en el área de mantenimiento.

³⁹ Cabe señalar que el CCM actualizó el perfil y las competencias requeridas para el cargo, y considera que la profesionalización de roles técnicos apunta a mayor autonomía y responsabilidad en la ejecución de las labores.

Vinculado al tema formativo y de habilidades, una diferencia importante entre Chile y las operaciones internacionales tiene que ver con la movilidad laboral entre los niveles de operación, supervisión y gerencia. La práctica doméstica es que cada trabajador haga carrera dentro de su nivel,⁴⁰ mientras que en la muestra internacional (Australia, Canadá y Estados Unidos) las empresas tienen como política identificar trabajadores de alto potencial y promoverlos a niveles superiores. Así, operarios con un entrenamiento adicional –en liderazgo y habilidades blandas– logran ascender a supervisor, los que a su vez pueden ascender –tras estudios adicionales– a niveles de gerencia. Con estas acciones se busca alinear objetivos entre las partes, ya que a mejor desempeño es posible acceder a mejores beneficios.⁴¹ Además, demanda al trabajador una mayor responsabilidad y conocimiento operativo de la faena.⁴²

Para implementar estos incentivos a nivel nacional es necesario que exista meritocracia dentro de la organización. Esto no se da en Chile de manera habitual, con las empresas replicando internamente una fuerte estratificación social, donde es común encontrar supervisores recién graduados de universidad que dirigen operarios con décadas en la industria. De hecho, en la gran minería chilena alrededor del 75% de los supervisores son universitarios, mientras que en faenas referentes de otros países ese 75% corresponde a técnicos u operarios promovidos. En Chile se subvalora la experiencia, y se sobrevalora el título profesional.

Subcontratación

Otra diferencia entre faenas chilenas e internacionales es la proporción y la focalización de trabajadores contratistas en faena. Según el informe *Fuerza Laboral de la Gran Minería Chilena (2015-2024)* elaborado por CCM e Innovum de Fundación Chile, el promedio en Chile es de 1.7 contratistas por empleado propio, aunque existe una importante dispersión entre faenas. De las faenas del estudio, cuatro están sobre el promedio, mientras una lo triplica (con 5.8 contratistas por trabajador). En Estados Unidos la proporción es de 0.5 contratistas por empleado directo.⁴³

⁴⁰ De todas formas, existen prácticas a nivel nacional que son llamadas a replicar y promover dentro de la industria, como es el caso de la detección de talentos llevada a cabo por algunas de las empresas mineras.

⁴¹ Pecuniarios y no pecuniarios.

⁴² El CCM considera necesario iniciativas de retención, con programas de entrenamiento y certificaciones basadas en estándares sectoriales, que permitan comprometer a los trabajadores y mantenerlos en el sector.

⁴³ Ver estadísticas del Mine Safety and Health Administration del Departamento del Trabajo de Estados Unidos. Esta cifra puede aproximarse a un contratista por empleado directo si se consideran

Asociado a la subcontratación han existido beneficios para la industria en los últimos años, razón por la que la proporción de dichos trabajadores sobre el total aumentó de 40% a 65% en diez años.⁴⁴ Facilidades contractuales, especialización en ciertas actividades y menores costos para la empresa, justificaban el requerimiento de sus servicios, aunque actualmente dichas ganancias se han ido reduciendo, pues hay mayores costos, mayores niveles de conflictividad, escasa fidelización con la operación, y en algunos casos la merma en el capital humano ha motivado a algunas operaciones a reducir la subcontratación en actividades que consideran claves para la continuidad operacional.⁴⁵ También, cada trabajador (propio o contratista) atiende sus demandas con su empleador directo, lo que significa llevar procesos de negociación separados,⁴⁶ incluso para labores similares, con resultados disímiles.

El rol de la subcontratación en las faenas internacionales tiende a diferir del caso chileno. Mientras en Chile se concentra en mantención,⁴⁷ en las faenas internacionales resulta más heterogéneo, pero en general mucho menos utilizado. En algunas faenas en Australia, Canadá y Estados Unidos la subcontratación suele ser utilizada en procesos específicos y de muy alta calificación (ej.: consultorías ambientales), o bien en los procesos de menor calificación (ej.: limpieza y alimentación). En una de las faenas visitadas toda la actividad de mina y planta está subcontratada; en otra, todo el proceso lo realizan trabajadores propios. Lo interesante de la heterogeneidad en este ámbito es que todas estas faenas internacionales tienden a ser más productivas que las operaciones chilenas. Es decir, en términos de productividad, pareciera no importar si los trabajadores son propios o terceros, lo importante resulta ser cómo se organiza y gestiona el recurso humano, además de contar con una dotación con competencias y capacidades adecuadas a la labor. Un punto que valida esta afirmación está vinculado al hecho que, a partir de la información recolectada para el Capítulo 3 de este informe, a nivel nacional no se ha encontrado de manera robusta una correlación entre capacidad productiva y grado de subcontratación.

Amplitud de control

La amplitud de control (o “span” de control) es un indicador relevante en términos de la capacidad de gestión y organización del trabajo. Este se mide como el número de super-

subgrupos asociados a minería metálica y no metálica.

⁴⁴ Considere además que el empleo total más que se duplicó en este periodo.

⁴⁵ Especialmente a lo que se refiere mantenimiento. Esto resulta muy relevante si se considera que según el Capítulo 3, la mitad del tiempo no productivo es destinada a mantenimiento (correctivo y planificado). Bajas competencias en este ámbito repercuten en el desempeño operativo de la faena.

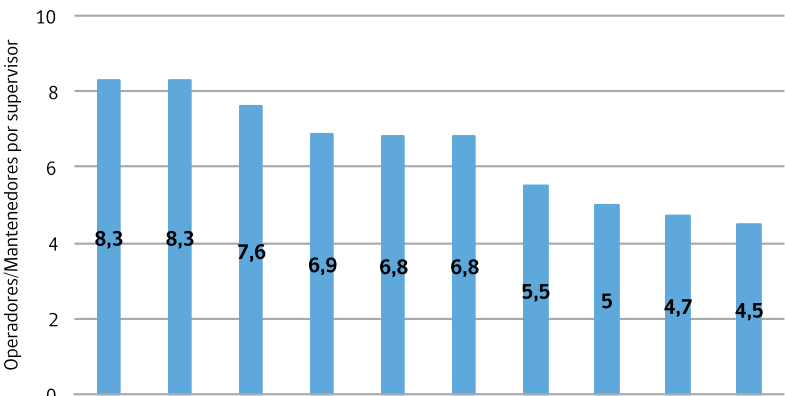
⁴⁶ Empresa, contratista, trabajador propio y trabajador contratista.

⁴⁷ A 2015 el 61% de los contratistas se concentra en mantención.

visados (ej.: operarios y/o mantenedores) por supervisor. A menor número de trabajadores por supervisor se entiende que la organización tiene una capacidad de gestión inferior, reflejándose en la necesidad de mayor control. Esto también repercute en más burocracia y tiempo utilizado en tareas que no agregan valor. A más trabajadores por supervisor habrá mayor autonomía de los primeros y mayor foco del supervisor en la coordinación y planificación de la jornada.

La Figura 7.6 muestra la proporción de trabajadores (operarios y mantenedores) por supervisor en el área mina de operaciones nacionales. En promedio cada supervisor tiene 6.4 trabajadores a su cargo,⁴⁸ siendo 8.3 el máximo y 4.5 el mínimo. Según el CCM⁴⁹ la tendencia en Chile ha ido en la dirección menos deseada: en empresas proveedoras de un promedio de 7 trabajadores por supervisor (2012), la amplitud de control bajó a 5 (2015) (es decir, más supervisores en términos relativos);⁵⁰ mientras en las compañías mineras la proporción bajó de 11 trabajadores por supervisor (2012), a 9.6 (2015). Las mejores prácticas internacionales muestran amplitudes de control entre 10 y 15 subordinados por jefatura. Algunas razones para esta diferencia en dicha amplitud incluyen: aspectos regulatorios⁵¹ como también capacidades y/o competencias de la fuerza de trabajo.⁵²

Figura 7.6. Número de operadores/mantenedores por supervisor



Fuente: Comisión Nacional de Productividad en base a estudio consultora MatrixConsulting.

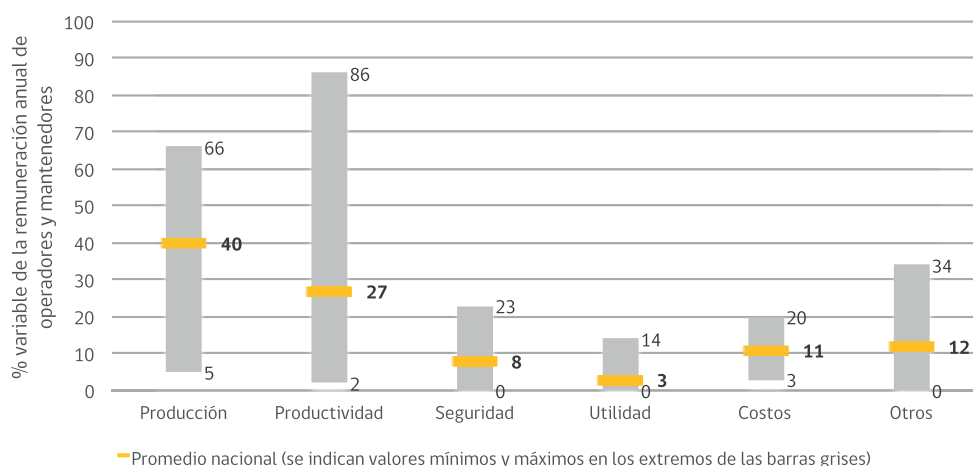
⁴⁸ Mediana de 6.8.
⁴⁹ Fuerza Laboral de la Gran Minería Chilena 2015-2024.
⁵⁰ Recordar que dichos ocupados representan actualmente algo menos de 2 de cada 3 empleos en minería.
⁵¹ Por ejemplo, en Chile la normativa induce a una separación entre personal dedicado a la prevención de riesgo de un trabajador propio como de un contratista. Lo contrario implicaría que el contratista se considere como propio al tener un superior de la compañía mandante.
⁵² Por ejemplo, la falta de competencias que permitan mayor independencia en la toma de decisiones.

Remuneración y productividad

Un aspecto importante en el diseño de incentivos para alinear los objetivos de la empresa y el trabajador es la composición de las remuneraciones. Se observa que, dentro y fuera del país, existen distintas propuestas. Por ejemplo, en Estados Unidos, los operarios no reciben bonos, mientras que en Perú, por ley, se reparte un 8% de las utilidades de la empresa a trabajadores propios. Independiente de estos casos extremos, la práctica usual considera una remuneración fija y un componente variable vinculado al desempeño productivo (ahorro de costos, índices de seguridad, u otros indicadores claves) asociados al desempeño del trabajador, pero también al resultado completo de la operación.

De la información obtenida para el Capítulo 3 respecto a los componentes de las remuneraciones, se puede concluir que en las operaciones nacionales existe una gran dispersión en este ámbito. La Figura 7.7 muestra que, en promedio, un 40% de la remuneración variable se determina por metas de producción, el cual oscila entre 66% y 5%. El segundo componente en importancia resulta ser la productividad, con 27% promedio, aunque presenta una dispersión significativa: entre 86% y 2% de la remuneración variable.⁵³ Considerando que los valores son un promedio simple, es claro que la mayoría de las operaciones asigna bajo peso al componente productividad.⁵⁴

Figura 7.7. Composición de las remuneraciones en operaciones.



Fuente: Comisión Nacional de Productividad con base en estudio consultora Matrix.

⁵³ En este caso el componente considera factores tales como rendimiento de equipos, utilización, disponibilidad, tiempos en mantenciones, producción de la primera hora, entre otros.

⁵⁴ Si fuese simétrica la distribución se esperaría un promedio de 44% para productividad y 36% de producción.

Hallazgo 7.3. Las prácticas organizacionales difieren entre faenas dentro Chile, y significativamente respecto de faenas internacionales. En Chile existen más niveles jerárquicos, menores niveles de amplitud en la supervisión, y escasa movilidad entre niveles. A nivel nacional, la remuneración variable tiende a incentivar producción por sobre productividad.

7.5.2. Alimentación y Comedores Móviles

La legislación nacional obliga al empleador a proporcionar alimento a sus trabajadores cuando no puedan adquirirlo por su cuenta debido a distancia o dificultades de transporte.⁵⁵ Estas causales aplican a la minería chilena, la que opera en turnos de 12 horas y alejada de centros urbanos, típicamente en campamentos. En el caso que los trabajadores consuman alimentos en el lugar de trabajo, se exige la instalación de comedores o comedores móviles,⁵⁶ no existiendo la posibilidad de consumir colaciones en el puesto de trabajo.⁵⁷

Considerando las distancias al interior de las operaciones chilenas,⁵⁸ el tiempo de traslado de los trabajadores entre su puesto de trabajo y su lugar de alimentación resulta relevante. Por tanto, al tiempo legal de alimentación debe añadirse el tiempo de traslado, que en el caso de la muestra es de 26 minutos en promedio para mantenedores mina, pero que puede superar los 40 minutos en algunos casos. Según el análisis del Capítulo 3, estos traslados, el almuerzo, y otros (traslados al inicio y final del turno, cambio de ropa, charlas, etc.) explican (en promedio) un cuarto del tiempo no usado por los trabajadores en tareas exclusivas de la faena (ej.: uso de los equipos disponibles).⁵⁹ El tiempo asignado

⁵⁵ Esta exigencia no está establecida en la legislación para todos los sectores productivos, pero sí lo está para los trabajadores agrícolas de temporada en el artículo 95 del Código del Trabajo. La Dirección del Trabajo, en decisiones administrativas, ha extendido el universo de aplicación de esta regla a otras actividades.

⁵⁶ Decreto Supremo N°594, artículo 28 y siguientes. Las exigencias establecidas a los comedores se refieren esencialmente a estar completamente aislado de las áreas de trabajo y de fuentes de contaminación ambiental; ser mantenidos en condiciones higiénicas adecuadas; tener superficies de mesas y sillas lavables; piso de material sólido de fácil limpieza; y tener agua potable para el aseo de manos y cara.

⁵⁷ Por ejemplo, en EE.UU. está permitido consumir comida en el puesto de trabajo.

⁵⁸ La Gran Minería en Chile sobrepasa el tamaño de producción estándar a nivel mundial, por lo que las distancias dentro de la misma faena son importantes en comparación al promedio mundial.

⁵⁹ Entiéndase cuando no hay detenciones por factores exógenos a la actividad particular. Por ejemplo, temas climáticos o en mayor medida detenciones aguas arriba o aguas abajo.

al consumo de alimento es un derecho,⁶⁰ pero los tiempos de traslados asociados a este se pueden gestionar. Las alternativas observadas en faenas son dos: la primera es acercando los comedores a los puestos de trabajo, lo que implica el establecimiento de más de un comedor dentro de la misma operación, pudiendo atender en menor tiempo las distintas áreas de la operación. Una segunda opción es implementar los comedores móviles,⁶¹ permitido por la legislación.⁶²

La existencia y funcionamiento de comedores (fijos o móviles) que sirvan de casinos en que se preparen alimentos debe ser aprobada por la autoridad de salud.⁶³ En algunos casos, de las entrevistas realizadas para este estudio se hace referencia que dicho trámite de autorización puede tardar incluso más de un año.⁶⁴ El espacio interpretativo de dicha norma explica fundamentalmente la dispersión en los plazos de entrega de los permisos. Esto último puede ser corroborado teniendo en consideración que la propia Comisión Nacional de Productividad en su revisión de agendas de productividad de gobiernos anteriores, mencionó el tema asociado a la agilización y mejora del proceso de otorgamiento de autorizaciones sanitarias. Específicamente, entre las recomendaciones en este ámbito estaba el de objetivar, a través de normativa impartida por el Ministerio de Salud, los criterios usados por los SEREMI de Salud para otorgar permisos sanitarios y en su labor de fiscalización.

La principal diferencia en este ámbito respecto de las faenas internacionales visitadas es la posibilidad de consumo de alimentos en el lugar de trabajo, algo que la normativa chilena prohíbe. Siete de las faenas internacionales utilizan comedores móviles. Solo en Estados Unidos la hora de colación en jornadas de doce horas no sería imputable a la jornada laboral.

Hallazgo 7.4. Debido a las características y escala de los yacimientos chilenos, los tiempos de traslado inciden en la productividad de las faenas, afectando las horas efectivamente trabajadas y el uso de los equipos. Es posible reducir los tiempos de traslado mediante el uso de comedores móviles pero la demora en la tramitación de estos limita la eficacia de esta solución.

⁶⁰ Una jornada de 12 horas considera una hora de descanso, la que debe incluir, al menos, la hora de colación.

⁶¹ En varios casos existen proyectos de ampliación esporádicos, lo que significa un aumento en la dotación a ser trasladada, por tanto, la implementación de este tipo de soluciones resulta ad-hoc.

⁶² Decreto Supremo N° 594, artículo 29.

⁶³ Decreto Supremo N° 594, artículo 31.

⁶⁴ Plazo que puede superar el tiempo mismo del proyecto, si es por ejemplo una ampliación de la planta en que opera la actividad.

Recomendación 7.3. El Ministerio de Salud debe establecer criterios únicos, y de manera explícita, para que el establecimiento de comedores móviles no esté sujeto a interpretaciones, y de esta forma hacer expedito el proceso de aprobación/rechazo de la solicitud.

7.6. Jornada de Trabajo

En esta sección se describen los tipos de jornadas laborales estipuladas por la ley. Se hace una descripción más detallada en las jornadas excepcionales, que son las jornadas “ordinarias” de la minería. También se hace un breve análisis, en función de la información recolectada para este estudio, sobre cuán adecuado resulta ser este tipo de jornadas.

7.6.1. Tipos de Jornadas de Trabajo permitidas por la normativa

El Código del Trabajo define las Jornadas Ordinarias Semanal,⁶⁵ Bisemanal,⁶⁶ y la Jornada Especial⁶⁷ para varios sectores de la economía.

La *Jornada Ordinaria Semanal* tiene tope de 45 horas trabajadas a la semana, sin opción de consolidación mensual, trimestral o superior. Esta jornada debe además cumplir que: i) la jornada diaria no puede exceder las 10 horas, ii) la jornada diaria debe dividirse en dos partes no necesariamente iguales e interrumpirse por un espacio de al menos 30 minutos no computable como jornada, y iii) el exceso a 40 horas semanales debe distribuirse entre cinco y seis días de trabajo.

La *Jornada Ordinaria Bisemanal* es aplicable a servicios prestados en lugares apartados de centros urbanos. Esta jornada permite hasta 12 días continuos de trabajo seguidos por tres de descanso, sujeto también a un máximo de 10 horas diarias, y hasta 90 horas en el ciclo bisemanal. Es decir, un ciclo máximo de 7.5 horas promedio por día en un ciclo de 15 días (12 de trabajo por 3 de descanso).

⁶⁵ Artículos 22, 28 y 34 del Código del Trabajo.

⁶⁶ Artículo 39 del Código del Trabajo.

⁶⁷ Existen ciertos cargos, independiente del sector económico en que se desempeñen, que no están sujetos a la limitación de jornada atendiendo a la autonomía y lugar donde dicho cargo es ejercido. Ejemplos de tales son los que se ejercen sin fiscalización superior inmediata, los que no ejercen sus funciones en el establecimiento de la empresa y quienes prestan sus servicios preferentemente fuera del lugar de funcionamiento de la empresa mediante medios informáticos o telecomunicaciones.

Por último, la legislación contempla para ciertas actividades la existencia de una *Jornada Especial*, la que permite utilización de tiempos de trabajo distintos a las *Jornadas Ordinarias*, dada las características de la ocupación en que se desempeñan los trabajadores. Varios casos de esta Jornada Especial permiten jornadas de hasta 12 horas diarias de jornada. Cuentan con esta Jornada Especial los trabajadores que se desempeñan a bordo de artefactos navales; trabajadores portuarios; tripulantes de vuelo y tripulantes de cabina de aeronaves; deportistas profesionales; choferes de locomoción colectiva urbana e interurbana de pasajeros; choferes de vehículos de carga terrestre; de ferrocarriles; trabajadores de hoteles, restaurantes o clubes; bomberos; y trabajadores de casa particular.⁶⁸

7.6.2. La Jornada Excepcional y su uso en Minería

A pesar de sus particularidades, la minería no cuenta con una jornada especial. En su mayoría, la gran minería hace uso de Jornadas Excepcionales, las que corresponden a una excepción a la norma antes presentada, y permite jornadas distintas a las ordinarias en tanto sean autorizadas por la Dirección Regional del Trabajo.⁶⁹ Todas las operaciones de la gran minería que operan desde campamentos, e incluso aquellas que se ubican cercanas a ciudades, hacen uso de jornadas excepcionales para sus trabajadores en faena.

El uso de una Jornada Excepcional requiere el cumplimiento de una serie de condiciones estipuladas por la Dirección del Trabajo, entre las cuales se cuentan: i) jornada máxima diaria de 12 horas, que incluye 11 horas de trabajo y una hora de descanso imputable a ese turno,⁷⁰ ii) no permite extenderse sobre las 12 horas con el uso de horas extra, iii) cumplir una razón máxima entre días de trabajo y descanso de 2:1 en faenas diurnas ubicadas fuera de centros urbanos,⁷¹ iv) limita el máximo de días continuos de trabajo a 14 o 20 en faenas ubicadas fuera de centros urbanos, según se trate de faenas transitorias

⁶⁸ Código del Trabajo, Libro I, varios artículos.

⁶⁹ Artículo 38 incisos penúltimo y último del Código del Trabajo: "Con todo, en casos calificados, el Director del Trabajo podrá autorizar, previo acuerdo de los trabajadores involucrados, si los hubiere, y mediante resolución fundada, el establecimiento de sistemas excepcionales de distribución de jornadas de trabajo y descansos, cuando lo dispuesto en este artículo no pudiese aplicarse, atendidas las especiales características de la prestación de servicios y se hubiere constatado, mediante fiscalización, que las condiciones de higiene y seguridad son compatibles con el referido sistema. La vigencia de la resolución será por el plazo de cuatro años. No obstante, el Director del Trabajo podrá renovarla si se verifica que los requisitos que justificaron su otorgamiento se mantienen. Tratándose de las obras o faenas, la vigencia de la resolución no podrá exceder el plazo de ejecución de las mismas, con un máximo de cuatro años."

⁷⁰ La hora mínima de descanso debe incluir, al menos, el tiempo de colación.

⁷¹ En la práctica esto no es una restricción activa pues la mayoría de los turnos son 7x7, 4x4 o 4x3.

o permanentes, respectivamente, v) tener el consentimiento de los trabajadores y la directiva sindical si existen trabajadores sindicalizados, y vi) requiere la autorización expresa del Director Regional del Trabajo. Es importante destacar que estos criterios de condición de autorización no están pormenorizados en la ley, y son resultado de una decisión interna de la Dirección del Trabajo,⁷² de jerarquía administrativa y por ende modificable por esa misma autoridad.⁷³

Hasta 2016 la autorización de *Jornada Excepcional* entregada por la Dirección del Trabajo tenía duración de 4 años, pero a contar de abril de 2017 la jornada excepcional registró por hasta 3 años.⁷⁴ A contar del 1 de abril de 2017, debido a la entrada en vigencia de la reforma laboral, también se permite pactar jornadas de hasta 45 horas semanales distribuidas en 4 días de trabajo por 3 de descanso -turno 4x3- con tope diario de 12 horas incluyendo la jornada ordinaria, extraordinaria y una hora de descanso. Según la ley, estos pactos: i) pueden durar hasta 3 años, ii) no requieren de autorización previa de la autoridad, iii) deben registrarse ante la Dirección del Trabajo, iv) están únicamente permitidos en empresas que tengan al menos 30% de trabajadores afiliados a un sindicato, y v) pueden ser dejados sin efectos por la Dirección del Trabajo si “infringen gravemente el cumplimiento de normas de higiene y seguridad en el trabajo”.⁷⁵ Se puede anticipar que esta jornada 4x3 reemplace las jornadas excepcionales de similar duración, en especial en faenas que se ubican cerca de centros urbanos, y para los trabajadores vinculados a labores administrativas, pero no a los trabajadores que se desempeñan en faenas mineras.⁷⁶

Un 85% de los trabajadores de la gran minería trabaja jornadas de 12 horas, con turnos de 7x7 o 4x4 (trabajo x descanso). De modo que es un hecho que la jornada ordinaria de minería es una jornada del tipo excepcional. Esto implica que las empresas mineras, como las empresas subcontratistas y proveedoras que prestan servicios en las faenas, deben definir sus jornadas, acordarlas con sus trabajadores, y buscar la autorización de la Dirección del Trabajo. Este trámite de aprobación por parte de la autoridad debe realizarse para todos los trabajadores nuevos, y renovarse cada 4 años (cada 3 años a contar de 2017), un trámite que es específico para cada faena y puesto de trabajo, y

⁷² Dichos criterios tienen un contexto histórico asociado a reglamentación previa; por ejemplo, la cota de 12 horas proviene de las Jornadas Mayores.

⁷³ Orden de Servicio N° 5, de 20.11.2009, que “Sistematiza y actualiza los procedimientos para autorizar y renovar sistemas excepcionales de distribución de los días de trabajo y descansos”.

⁷⁴ Artículo 1 N° 5 de la Ley N° 20.940, ley conocida en el discurso público como “reforma laboral”.

⁷⁵ Nuevos artículos 374, 375 y 377 del Código del Trabajo, Ley N° 20.940 (la “reforma laboral”).

⁷⁶ Si bien en una primera instancia el congreso aprobó el artículo (original) número 376 sobre pactos de sistemas excepcionales de jornada de trabajo y descanso, permitiendo así resoluciones exentas por parte de la Dirección del Trabajo, el Ejecutivo terminó vetando dicho artículo.

debe hacerse por separado para trabajadores propios y contratistas.⁷⁷ De acuerdo con la información señalada por las empresas entrevistadas y las estadísticas de la Dirección del Trabajo,⁷⁸ este proceso de autorización (o rechazo) demora en torno a 40 días corridos, y no siempre conduce a la aceptación de la jornada excepcional por parte de la autoridad. Bajo el esquema actual de reglas internas de la Dirección del Trabajo, el acuerdo entre empresa y sindicato no basta para comenzar a hacer aplicable una *Jornada Excepcional*. Según estadísticas de la Dirección del Trabajo la proporción de solicitudes de *Jornada Excepcional* que son aprobadas es alta, aproximadamente en torno a un 68%.⁷⁹ La misma fuente considera que los cuellos de botella que se generan tienden a estar concentrados en la región de Antofagasta (exclusivamente Antofagasta y Calama), donde en ocasiones se alcanzan las 6.000 solicitudes de *Jornada Excepcional* que tramitar.⁸⁰ De acuerdo con la Dirección del Trabajo, el trámite de revisión de una solicitud de jornada es mecánico y consiste en corroborar si los criterios antes mencionados se cumplen. Aun así, con presupuestos limitados y gran cantidad de solicitudes, sus recursos humanos se ven sobrepasados. En este contexto, la entidad ha comenzado los primeros esfuerzos para la implementación de un proceso electrónico y automatizado de autorización, que permita agilizar el trámite.

Hallazgo 7.5. La jornada habitual de trabajo en la gran minería es una jornada excepcional, la cual debe ser aprobada por la Dirección del Trabajo para cada caso. La reciente reforma laboral modifica esto para turnos 4x3, requiriendo solo registro y no aprobación.

Hallazgo 7.6. El trámite de autorización de una jornada excepcional ante la Dirección del Trabajo toma en promedio 40 días corridos. Ello afecta la rapidez con la que pueden iniciar las actividades en faena impactando especialmente a los proveedores mineros.

La normativa vigente de la Dirección del Trabajo que regula las Jornadas Excepcionales permite que una empresa principal obtenga autorización preliminar marco de hasta 10 ciclos distintos de Jornada Excepcional aplicable a los trabajadores de las empresas contratistas que se desempeñarán en la faena de esa empresa principal. Aun cuando la

⁷⁷ La normativa vigente permite que una empresa principal obtenga autorización preliminar de ciclos excepcionales de jornada de trabajo aplicable a trabajadores de empresas contratistas. La activación del ciclo a la empresa contratista o subcontratista supone nuevamente la autorización de la Dirección Regional del Trabajo.

⁷⁸ Departamento de Inspección del Trabajo.

⁷⁹ Este es el promedio anual regional para 2015 como 2016. Fuente: Departamento de Inspección del Trabajo.

⁸⁰ Para 2015 las resoluciones emitidas en la región de Antofagasta alcanzaron las 6.344, mientras que para 2016 fueron 6.410. Cada una representó alrededor del 50% de las solicitudes a nivel nacional.

empresa contratista replique en la faena de la empresa principal el esquema de ciclos que usa esta, la activación definitiva del ciclo a cada empresa contratista o subcontratista requiere nuevamente la autorización de la Dirección Regional del Trabajo.⁸¹ Cabe mencionar que, según fuentes de la propia Dirección del Trabajo, actualmente esta herramienta presenta un bajo uso por parte de las compañías.

Estos plazos de vigencia de la autorización y el plazo de tramitación de la autorización de Jornada Excepcional en general son conocidos por las empresas y sus contratistas, y en lo posible se anticipan a las demoras incorporando el acuerdo de los trabajadores dentro de las negociaciones colectivas. Sin embargo, cada autorización de Jornada Excepcional es específica por cargo, faena y empresa, y no es exportable por empresa contratista o trabajador. En consecuencia, un contratista o proveedor con varias faenas que atender deberá solicitar y obtener igual número de autorizaciones por parte de la autoridad administrativa, aun cuando el contratista desea replicar el esquema de ciclo que ya fue aprobado para las faenas de la empresa principal en que se desempeñará.

Hallazgo 7.7. La normativa vigente de la Dirección del Trabajo que regula las Jornadas Excepcionales permite dictar resoluciones de sistemas excepcionales marco para ser utilizada por las empresas contratistas y subcontratistas que laboran en una determinada empresa principal. A pesar del potencial ahorro en tiempo que este instrumento ofrece, no es utilizado de manera regular.

Recomendación 7.4. Simplificar la Orden de Servicio N° 5 del 20.11.2009 de la Dirección del Trabajo respecto a la autorización de sistemas excepcionales marco de distribución de jornada de trabajo y descansos haciendo más expedita la autorización de jornadas excepcionales para contratistas y proveedores.

En resumen, es deseable reducir el tiempo de tramitación de la aprobación de la Jornada Excepcional que emite la autoridad administrativa, y, además, facilitar la aplicación de la Jornada Excepcional que un contratista o proveedor debe cumplir en la faena de la empresa principal cuando este desea simplemente adherirse al ciclo del principal que ya está aprobado.

Recomendación 7.5. La Dirección del Trabajo debe continuar con los esfuerzos de incorporar tecnologías de la información al proceso de autorización de la Jornada Excepcional de tal forma que el proceso resolutivo sea más eficiente.

⁸¹

Orden de Servicio N° 5 de 20.11.2009 de la Dirección del Trabajo, punto 4.5.

Por último, es importante señalar que en ninguno de los países visitados para este estudio se requiere un acto similar de aprobación previo por parte de un organismo administrativo. En todos los casos estudiados la ley considera que la minería requiere de una jornada atípica distinta de los estándares de jornada de trabajo regular, y que de hecho actualmente la jornada “ordinaria” en minería es una de 12 horas efectivas, en ciclos de días de trabajo y descanso. Estas 12 horas efectivas son las requeridas para asegurar continuidad operacional con dos turnos por día, es decir para evitar que los equipos se detengan en el cambio de turno. Para las jurisdicciones visitadas basta el acuerdo entre trabajadores y empresa, y el cumplimiento de la normativa vigente, para que la jornada sea considerada válida. La autoridad cumple un rol fiscalizador posterior, y no aprobatorio previo.

7.6.3. La Jornada Óptima en Minería

A nivel mundial, las mejores prácticas en la gran minería adoptan principalmente jornadas que permiten mantener la continuidad operacional. Este objetivo se explica por las características propias del proceso minero, y los enormes montos de inversión asociados a los proyectos.⁸² Todas las empresas chilenas consideradas en este estudio, y la gran mayoría de las mineras nacionales, operan basadas en Jornadas Excepcionales con turnos de permanencia de hasta 12 horas, y ciclos de un día de trabajo por uno de descanso, es decir, con jornadas de 4x4x12 o 7x7x12 (días de trabajo días descanso horas totales). De hecho, en el país, un 85% de los trabajadores del sector labora bajo jornadas excepcionales, en general jornadas 7x7x12. De ellos, el 80% las evalúa positivamente, debido a que los ciclos de 12 horas permiten más días de descanso al trabajador. A su vez, mayoritariamente se pronuncian a favor del ciclo 7x7, por sobre otras opciones, fundamentalmente porque les permite vivir en ciudades alejadas de las faenas.⁸³

Hallazgo 7.8. El 85% de la dotación del sector trabaja en jornadas excepcionales de 4x4 o 7x7, y un 80% los evalúa de manera positiva, siendo el turno 7x7 el preferido.

Para las empresas, las Jornadas Excepcionales también responden a un análisis de costos. A una misma dotación requerida por día, un turno de 8 horas exige del orden de 30% más de trabajadores presentes respecto a uno de 12 horas, lo que se hace especialmente costoso considerando que la mayoría de los yacimientos opera en campamentos. Con

⁸² Cualquier tipo de interrupción operacional implica un tiempo importante para volver a operar de manera eficiente. Dados los montos de inversión asociados al sector (miles de millones de dólares), se espera que dicha inversión esté siendo utilizada el mayor tiempo posible.

⁸³ Dirección del Trabajo 2011 (http://www.dt.gob.cl/1601/articles-100032_recurso_1.pdf)

costos laborales totales en torno a los 4.000 dólares mensuales por trabajador,⁸⁴ y un cuarto de los costos operacionales vinculados a remuneraciones de trabajadores propios y contratistas,⁸⁵ las empresas buscan optimizar el manejo de su fuerza laboral.

En Chile las empresas (en acuerdo con sus trabajadores) adoptan jornadas que permiten soslayar en parte los cambios de turno, y así dar continuidad operacional.⁸⁶ No obstante, la mayoría de las empresas entrevistadas destaca la “continuidad operacional” como un desafío permanente, en especial en el área mina. En este sentido, el proyecto de reforma laboral permitía reducir trabas a la continuidad operacional (artículo 378 en su versión original), estableciendo claramente la duración⁸⁷ de las actividades no efectivamente trabajadas (comúnmente llamadas jornadas pasivas) y haciendo alusión a la retribución de dichas actividades mediante acuerdo de las partes. No obstante, una vez aprobado por el Congreso, el Ejecutivo vetó dicho artículo.

En el Capítulo 3 se estima que un cuarto del tiempo no utilizado de equipos disponibles se debe a detenciones programadas que incluyen los traslados (además de las charlas y el tiempo de colación). Reducir estos tiempos permitiría mayor uso efectivo del capital, y con ello mayor productividad.

Hallazgo 7.9. A pesar de acuerdos entre empresas y sindicatos para asegurar la continuidad operacional, esta se mantiene como un desafío permanente, especialmente en el área mina.

Recomendación 7.6. Restablecer los “pactos de adaptabilidad” discutidos en la reciente reforma laboral, pero vetados en el texto final. Esto facilitaría el acuerdo entre empresa y trabajadores para asegurar la “continuidad operacional”.

Considerando que a partir del 1 de abril de 2017 entró en vigencia la ley que permite pactar jornadas de hasta 45 horas semanales distribuidos en 4 días de trabajo por 3 de descanso con tope diario de 12 horas (turno 4x3), una opción que permite mejorar el proceso de acuerdo e información de las Jornadas Excepcionales para la minería sería la ampliación de este marco legal a los turnos 4x4 y 7x7. En efecto, siendo que la jornada de 4x4 o 7x7 ofrece (en proporción) más días de descanso por días trabajados a la jornada

⁸⁴ Costo laboral promedio de HH indicado para Chile por COCHILCO (2015) y un total de 2.190 HH anuales.

⁸⁵ COCHILCO (2016).

⁸⁶ Ver en los convenios colectivos acordados entre empresas y sindicatos los bonos llamados “de continuidad operacional”, “manilla a manilla”, relevo, etc.

⁸⁷ Tope máximo de una hora.

de 4x3, si se permite esta última con autorización exenta por parte de la Dirección de Trabajo, podría pensarse que los turnos 4x4 y 7x7 también deben ser incluidos.

Recomendación 7.7. Agregar a la posibilidad estipulada en el Artículo 375 del Código del Trabajo las jornadas excepcionales del tipo 4x4 y 7x7, para que así dichas jornadas se vean beneficiadas con la resolución exenta por parte de la Dirección del Trabajo.

7.7. Capital Humano

La disponibilidad de capital humano es un factor estratégico para la minería, y a futuro lo será aún más con los cambios asociados a la tecnología y automatización. No obstante, se observan brechas importantes en este ámbito, tanto en matrículas de carreras vinculadas a la industria⁸⁸ como en la pertinencia de los programas educacionales.⁸⁹ Las brechas en competencias que se observan a nivel de industrias extractivas a partir del estudio PIAAC⁹⁰ llevado a cabo por la OCDE (2012–2014), dan cuenta de un sistemático nivel inferior en competencias lectoras, numéricas, y de resolución de problemas en ambientes tecnológicos de los trabajadores del sector en Chile, inferiores a Canadá, Finlandia, Noruega, Suecia y Estados Unidos. (ver Figura 7.8). En todos los casos Chile aparece con los menores puntajes.

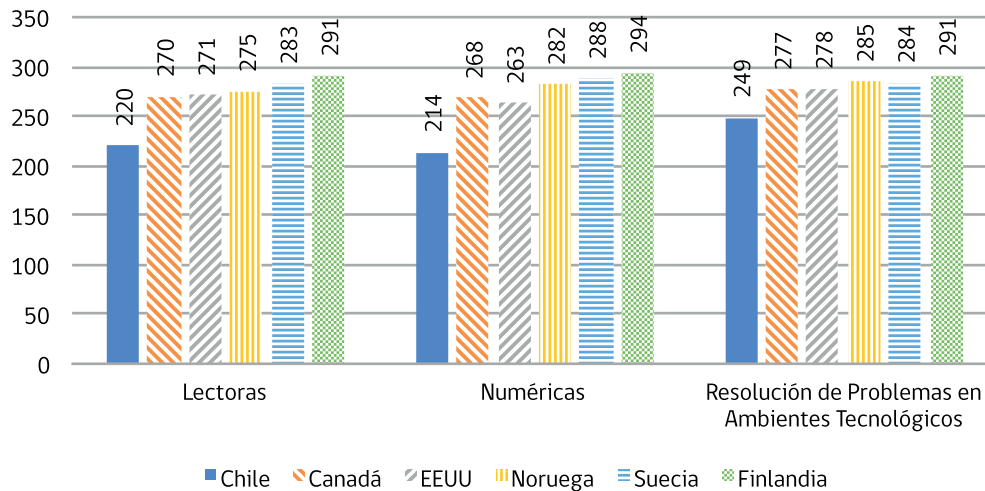
En capacidad lectora el promedio del sector en Chile es de 220 puntos. Esto significa que el trabajador promedio del sector es capaz de comprender textos cortos y básicos, que presentan la información relevante de manera directa y explícita. La habilidad numérica del trabajador promedio es de 214 puntos, un nivel básico que permite procesos matemáticos tales como contar, ordenar, e identificar figuras simples en gráficos. En resolución de problemas, el promedio es de 249 puntos, indicativo de un nivel menor de habilidad para resolver problemas.⁹¹

⁸⁸ Exceso de demanda y oferta en distintas carreras asociadas al sector.

⁸⁹ Mallas curriculares que no se condicen con las necesidades de la industria.

⁹⁰ La PIAAC es una prueba que mide las competencias (habilidades) numéricas, alfabéticas y de resolución de problemas para la población adulta de entre 15 y 65 años.

⁹¹ En este caso la resolución de problemas tiene que ver con el uso de tecnologías de información para resolver los problemas que plantea el estudio.

Figura 7.8. Puntajes Promedio de Trabajadores de la Industria Minera.⁹²

Fuente: cálculos de la OCDE basados en la encuesta de habilidades para adultos (2012, 2015).

Además de los bajos niveles registrados en estas habilidades, el último estudio de Fuerza Laboral de la Gran Minería Chilena 2015–2024⁹³ llevado a cabo por el Consejo de Competencias Mineras⁹⁴ (CCM) del Consejo Minero y Fundación Chile, presenta dos aspectos claves asociados al capital humano para la minería. El primero es el descalce entre la formación que reciben los egresados (o capacitados) y las competencias que requiere el sector. El segundo es el descalce cuantitativo entre la oferta y demanda de empleo para el sector. Ambas dimensiones (formativa y cuantitativa) en conjunto determinan la brecha de capital humano que el sector debe abordar.⁹⁵

⁹² Para este caso los datos se obtuvieron de la gente que está activa en la industria y cuya edad está entre 25 y 65 años.

⁹³ Compuesto por el Consejo Minero, Asociación de Proveedores Industriales Mineros (APRIMIN), Cámara Chilena de la Construcción y Asociación de Industriales de Antofagasta (AIA), 11 empresas mineras y 2 empresas proveedoras.

⁹⁴ Esta iniciativa de carácter sectorial busca: i) ajustar la oferta formativa a los requerimientos de la industria, de forma de asegurar el capital humano futuro adecuado para los desafíos que la industria enfrenta, ii) desarrollar el capital humano actual de acuerdo con los estándares sectoriales desarrollados, iii) mejorar la productividad laboral y disminuir costos a través del capital humano adecuado.

⁹⁵ No solo se observa una escasez de mano de obra en algunos perfiles, sino también que las personas disponibles no cuentan con las competencias mínimas para los requerimientos actuales y futuros de la industria.

Otros desafíos a los que hace alusión el informe son: i) los perfiles de egreso en la educación TP secundaria y postsecundaria no responden a lo que la industria necesita, generando reentrenamiento, mayores niveles de control y la contratación de perfiles sobre cualificados, ii) existe una tendencia permanente al aumento de la rotación laboral, no solo entre empresas del sector, sino también con otras industrias, lo que también genera reentrenamiento y aumento de control, iii) el capital humano actual carece de las competencias necesarias para abordar los cambios tecnológicos necesarios para enfrentar los desafíos de disminución de costos y aumentos de productividad.⁹⁶

Según el informe de CCM, la brecha de capital humano en el ámbito formativo es importante. Esta brecha se entiende como el descalce de pertinencia entre los perfiles y competencias de egreso del mundo formativo en especialidades mineras, tanto de la educación técnico-profesional de nivel medio y superior, como de organismos técnicos de capacitación (OTEC), y los requerimientos del sector productivo. Los perfiles requeridos por el sector privado fueron definidos a través del *Marco de Cualificaciones de la Minería* desarrollado para el sector por parte del CCM. Si bien en el informe se hace mención al incremento en la adhesión al estándar CMM por parte de entidades del mundo formativo, el nivel de adherencia sigue siendo bajo, especialmente en entidades de educación técnico-profesional de nivel medio y superior.⁹⁷ En contraparte, en las OTEC se ha logrado un mayor nivel de adherencia con 10 organismos con el sello de calidad del CCM. En este sentido resulta importante entender las razones de por qué el esfuerzo llevado a cabo en esta materia aún no ha logrado influenciar los programas de formación. Esto último puede estar relacionado con que la estructura de incentivos de la formación técnica está asociada principalmente a los procesos de acreditación más que certificaciones externas.

En este caso se puede señalar que el proyecto FIE sobre Centro de Transferencia para la Formación Técnica en Minería⁹⁸ aparece como el primer esfuerzo público privado que busca resolver de manera conjunta tanto las falencias de la capacitación como la formación técnico-profesional. Algunos de los objetivos del proyecto son: i) convocar y articular una red de instituciones de formación técnico-profesional para la minería,

⁹⁶ Esto implica que en gran medida, aunque la tecnología está disponible e instalada, no siempre es utilizada. Anecdóticamente se reporta que gran parte de los sistemas instalados en la minería lo hacen activos en su función “manual”, que maximiza la dotación requerida y la acción humana, y no en la opción “automática” que minimiza la dotación requerida y la acción humana.

⁹⁷ Por ejemplo, las matrículas de la formación TP de Técnico Nivel Superior no se han ajustado a la información disponible por el Estudio Fuerza Laboral Minera, persistiendo el crecimiento en matrícula en especialidades de menor demanda y sin aumentar las matrículas en especialidades de mayor demanda.

⁹⁸ El organismo ejecutor es CORFO con la participación del Ministerio del Trabajo, Ministerio de Educación, Consejo Minero y Fundación Chile.

ii) desarrollar estándares para la formación y ajustar los currículos de técnico nivel medio y superior a partir del Marco de Cualificaciones de la Minería, iii) desarrollar capacidades en las empresas (mineras y proveedoras) para la gestión interna con base en estándares laborales, y iv) implementar un programa sectorial de prácticas laborales que contribuya a mejorar la empleabilidad de los egresados en el sector minero y los sectores relacionados. Entre los resultados esperados incluye articular 20 Liceos EMTP, 7 IES/TNS y 10 OTEC con estándares comunes que aseguren pertinencia y calidad de sus programas y especialidades en minería.

En el caso de las OTEC existe un mayor avance, pues la demanda (entiéndase compañías mineras) ya ha comenzado a adoptar el marco,⁹⁹ y por tanto el sistema de capacitaciones (más flexible en términos de adaptar sus prestaciones) se ha alineado con el marco del sector. Además, el propio CCM comenzó a desarrollar un proceso de certificación (sello calidad CCM), que permite a las OTEC señalar al mercado un nivel de calidad acorde a las nuevas necesidades de las compañías.

Otro aspecto relevante asociado al capital humano es la certificación de competencias en los trabajadores de la minería (en especial de los trabajadores actualmente contratados). La certificación de competencias podría constituirse en un factor de mayor movilidad laboral, permitiendo a los trabajadores certificados acceder a mejores puestos de trabajo y remuneraciones. Asimismo, para las empresas es más fácil la selección de personal y mejor la identificación del trabajador para cada actividad específica si estos pueden certificar sus competencias. Esto permitiría reducir los costos asociados a la rotación,¹⁰⁰ y en el largo plazo llevaría a mayor productividad.

Para que estos (y otros) beneficios de la certificación sean visibles es necesario que se masifique en la industria. Sin embargo, la adopción masiva de los certificados de competencias está limitada debido al alto costo del proceso de evaluación y certificación (directo e indirecto). Un aspecto adicional que complejiza el proceso radica en la publicación obligatoria de los datos personales de las personas certificadas, aspecto que provoca un desincentivo en las empresas que busquen realizar un primer esfuerzo, ya que esto amenaza la retención de personal. Es una señal de alerta que, según cifras de ChileValora,¹⁰¹ la minería es el sector que presenta la menor cantidad de certificaciones

⁹⁹ Actualmente, según información del propio CCM, existen 9 de 13 empresas socias que ya están implementando (parcial o total) sus sistemas de gestión de recursos humanos a las propuestas de CCM. No obstante, según otra fuente vinculada al sector formativo, dicha adhesión de las compañías es aún parcial.

¹⁰⁰ Sin certificación se debe rotar más personas en el puesto para dar con el trabajador adecuado.

¹⁰¹ Su función principal es el reconocimiento formal de las competencias laborales de las personas, independientemente de la forma en que hayan sido adquiridas y de si tienen o no un título o grado académico otorgado por la enseñanza formal.

realizadas entre 2002 a septiembre de 2015, con 219 certificaciones de las (aproximadamente) 64.000 certificaciones realizadas.¹⁰² A partir de entrevistas realizadas en el marco de este proyecto, se considera que muchas de estas certificaciones están concentradas en trabajadores propios, no así en contratistas, los cuales podrían verse beneficiados considerando su experiencia inducida por la rotación entre faenas. Por ejemplo, tienden a tener mayor experiencia tanto en mina subterránea como de rajo abierto.

Otros desafíos importantes en torno al capital humano son la incorporación de 20 mil trabajadores producto de la rotación laboral (entre faenas y entre sectores), el entrenamiento requerido por la incorporación de nuevas tecnologías, y el aumento de la participación de las mujeres en la fuerza laboral del sector.

Un reto adicional que enfrenta el sistema formativo radica en que la oferta de profesionales para la minería está concentrada excesivamente en programas universitarios, cuando por el lado de la demanda existe una mayor necesidad en áreas de mantención y operación. El estudio destaca que el aumento en matrículas de primer año de carreras afines también se ha desarrollado sin una estrecha conexión con las necesidades del sector. Este descalce cuantitativo, según el estudio, va a generar un exceso de oferta en algunas carreras y un déficit en otras. El descalce también es geográfico, aunque considerando la dinámica de turnos pareciera generar menos problemas que la situación agregada.¹⁰³ A modo de ejemplo, en las regiones centrales y de Coquimbo existe un exceso de oferta de 73% y 177%, respectivamente, mientras que en las regiones de Tarapacá y Antofagasta existe un exceso de demanda en torno a 70%.

Aunque el incremento en el número de matrículas en carreras afines es significativo, con unos 26.000 egresados durante los próximos 10 años, la cifra agregada aún está por debajo de los 30.000 de demanda estimada.¹⁰⁴ Las brechas cuantitativas estimadas concluyen que los perfiles con mayor déficit (acumulado) al 2024 serán: mantenedor mecánico (5.664), operador de equipos móviles (4.483), operador de equipos fijos (3.404), mantenedor eléctrico (799), supervisor de mantenimiento (1.016), y profesional de mantenimiento (483). Mientras que los perfiles que presentan superávit son: otras del ámbito de la geología (2.600), geólogos (1.900), profesional de extracción de mina (1.800), ingeniero especialista en extracción (1.600), supervisor de procesamiento (1.000), supervisor de extracción (1.000), entre otros.

¹⁰² Representa alrededor del 0,1% de la fuerza de trabajo del sector.

¹⁰³ Por ejemplo, alguien que se forma en La Serena puede trabajar en faenas en la II Región debido al turno 7x7.

¹⁰⁴ Según el estudio, la demanda (acumulada) a 2024 es de 30 mil personas. De dicha cifra unos 18 mil puestos corresponden a vacantes que se generarán por retiros y jubilación. Sin embargo, las cifras de 2015 muestran que solo un 24% de los trabajadores sobre 60 años se retiraron de la industria.

El panorama cuantitativo sugiere que en el sector sobran profesionales, pero faltan técnicos y operarios. Para los próximos diez años la demanda de la industria se concentrará en dos perfiles: mantenedores (12.420) y operadores (10.796). Y como se indica, existe un importante descalce formativo, no solo con los perfiles de competencias hoy necesarios, también con las competencias requeridas en los próximos 10 años, donde el avance de la automatización y lo digital requerirán el desarrollo en competencias específicas.

Hallazgo 7.10. Existe una importante brecha de capital humano en la industria minera a nivel cualitativo y cuantitativo. A nivel cualitativo, existen diferencias entre los perfiles formativos (grupos de competencias) y las necesidades de la industria. A nivel cuantitativo, existen diferencias entre la cantidad ofrecida y la demandada de ciertos profesionales y técnicos.

Hallazgo 7.11. Llama la atención el bajo nivel de adherencia por parte de la oferta, especialmente en lo formativo, al Marco de Cualificaciones de la Minería. Por el lado de la demanda -empresas- está empezando a haber mayor adherencia al Marco de Cualificaciones, aunque queda bastante espacio por avanzar.

Hallazgo 7.12. Llama la atención el bajo nivel de certificaciones de competencias laborales en la industria minera. Alrededor del 0,3% del total de certificaciones emitidas entre 2002 y septiembre de 2015 son de minería, según cifras de ChileValora.

Recomendación 7.8. Vincular la preparación de las especialidades mineras en la Educación Media Técnico-Profesional y Centros de Formación Técnica con las definidas por el Marco de Cualificaciones de la Minería desarrollado por el Consejo de Competencias Mineras. Más concretamente, condicionar la acreditación del programa, la subvención correspondiente, y el egreso de los estudiantes a la certificación en las mismas.

Recomendación 7.9. Incrementar en la industria los niveles de capacitación, los cuales deben estar alineados con el Marco de Cualificaciones de la Minería. De igual forma, llevar a cabo mayores esfuerzos en la industria para certificar sus trabajadores, estableciendo compromisos y cronogramas claros.

Recomendación 7.10. Actualizar los perfiles de competencias por especialidad con las necesidades de un mundo cada vez más automatizado y digitalizado.

7.8. Conclusiones

El capítulo inicialmente trata aspectos vinculados con la seguridad laboral en la minería del cobre de Chile. Para ello se utilizan distintas fuentes, entre otras, las *Estadísticas de Seguridad Social* del año 2015 de la Superintendencia de Seguridad Social. De las cifras analizadas se puede concluir que la industria –durante los últimos 15 años– fue capaz de reducir el índice de accidentabilidad, situándose como uno de los más bajos entre los sectores económicos del país. No obstante, presenta la tasa de fatalidad más alta entre sectores. Sin embargo, esta se ha ido reduciendo los últimos años. Otro punto relevante de añadir al análisis es que al mismo tiempo que reducía ambas tasas ya mencionadas, la industria incrementaba significativamente su nivel de empleo como el esfuerzo por mover material extraído. En ambos casos (empleo como material) se observa una caída significativa en la proporción de accidentes fatales, ya sea por ocupados como por material movido. Esto último habla de una industria (empresas y trabajadores) capaz de incrementar su proceso extractivo, como también empleo, y a la vez reducir las posibilidades de generar accidentes con consecuencias fatales.

Al comparar las tasas de accidentabilidad en la muestra vinculada al estudio del Capítulo 3 de este informe se observa que las faenas de la muestra nacional tienen tasas similares a las de la muestra internacional, considerada como de buenas prácticas. No obstante, las estrategias para lograr tales cifras tienden a diferir entre ambas muestras. En el caso chileno pareciera haber un mayor énfasis en documentar en actos probatorios el que se consideraron “todas las medidas” de protección, mientras que en el caso de la muestra internacional se tiende a relevar la capacitación y las buenas prácticas. Al comparar cifras más agregadas, utilizando datos del SERNAGEOMIN, y por el lado de Estados Unidos las cifras del Health Administration, se observa para el periodo 2000–2015 una menor tasa de accidentabilidad en Chile. No obstante, la tasa de fatalidad es menor en Estados Unidos durante gran parte del periodo de análisis, convergiendo ambas tasas al final del periodo. Esto último muestra, nuevamente, la capacidad de la industria chilena de alcanzar las mejores prácticas.

Otro aspecto relevante descrito dentro del capítulo tiene que ver con las enfermedades profesionales. A grandes rasgos, las cifras de la Superintendencia de Seguridad Social muestran que el sector es uno con la mayor incidencia de enfermedades profesionales, con un índice de 0,16 por 100 trabajadores protegidos. La cifra nacional resulta ser de 0,13 por 100 trabajadores protegidos. Si bien varias de las enfermedades diagnosticadas en la industria presentan una proporción similar, o incluso menor, al de otros sectores, las enfermedades respiratorias resultan ser una de las más propensas a ocurrir dentro de la minería.

Sobre los aspectos organizacionales, la información recolectada muestra una organización con mayor número de capas jerárquicas que la muestra internacional, como también un mayor número de profesionales en las capas de supervisión. Se observa, además,

una menor movilidad entre operadores, supervisores y gerencia. Respecto a componentes salariales variables se observa que los incentivos tienden a focalizarse en producción antes que en productividad. Si bien la muestra de buenas prácticas muestra que la proporción de propios y contratistas no debiese guardar relación con la capacidad productiva de la operación, el tema de las relaciones laborales de propios y contratistas, como sus competencias es un ámbito que tiene espacio para mejorar.

También se describe la institucionalidad asociada a las relaciones laborales de la industria. Una primera conclusión es que la “jornada ordinaria” dentro de la minería resulta ser la Jornada Excepcional. En este sentido resulta haber espacio para mejorar el proceso resolutivo. Otra conclusión a la que se llega es que, a pesar de los acuerdos entre empresas y sindicatos para asegurar la continuidad operacional, esta se mantiene como un desafío permanente, especialmente en el área mina.

Por último, y no menos importante, se hace una descripción de la situación al día de hoy respecto a las capacidades y competencias asociadas a la fuerza de trabajo del sector. Una primera conclusión tiene que ver con la existencia de importantes brechas de capital humano entre el mundo formativo y el mundo laboral. Por un lado, la brecha tiene que ver con el perfil de competencias que actualmente está desarrollando el mundo formativo, y, por otro lado, tiene que ver con la desproporción entre el número de matrículas de las distintas carreras y la demanda efectiva de estas. Una segunda conclusión tiene que ver con el bajo nivel de adherencia por parte del mundo formativo al marco de cualificaciones de la minería. La escasa certificación que se observa el día de hoy en el sector es una señal de alerta, siendo este el que presenta la menor cantidad de certificaciones entre 2002 y septiembre de 2015, con 219 certificaciones sobre un total de 64 mil, según ChileValora.

7.7.1. Resumen de Hallazgos

Hallazgo 7.1. En un contexto de aumento de producción y empleo, la industria minera, y en particular la gran minería, han mejorado sus resultados en los indicadores de accidentabilidad en el trabajo respecto del año 2000. No obstante, la tasa de fatalidad sigue siendo elevada respecto a otros sectores de la economía. La tasa de accidentes en trayecto, si bien es una de las más bajas entre sectores, también se ha ido incrementando. El desafío de la industria es mejorar sus indicadores de seguridad mientras que aumenta producción y productividad.

Hallazgo 7.2. Existe evidencia que la exposición intermitente a niveles de altura sobre 3.000 msnm demanda cuidados especiales y monitoreo a la salud de los trabajadores.

Hallazgo 7.3. Las prácticas organizacionales difieren entre faenas dentro de Chile, y significativamente respecto de faenas internacionales. En Chile existen más niveles jerárquicos, menores niveles de amplitud en la supervisión, y escasa movilidad entre niveles. A nivel nacional, la remuneración variable tiende a incentivar producción por sobre productividad.

Hallazgo 7.4. Debido a las características y escala de los yacimientos chilenos, los tiempos de traslado inciden en la productividad de las faenas, afectando las horas efectivamente trabajadas y el uso de los equipos. Es posible reducir los tiempos de traslado mediante el uso de comedores móviles pero la demora en la tramitación de estos limita la eficacia de esta solución.

Hallazgo 7.5. La jornada habitual de trabajo en la gran minería es una jornada excepcional, la cual debe ser aprobada por la Dirección del Trabajo para cada caso. La reciente reforma laboral modifica esto para turnos 4x3, requiriendo solo registro y no aprobación.

Hallazgo 7.6. El trámite de autorización de una jornada excepcional ante la Dirección del Trabajo toma en promedio 40 días corridos. Ello afecta la rapidez con la que pueden iniciar las actividades en faena impactando especialmente a los proveedores mineros.

Hallazgo 7.7. La normativa vigente de la Dirección del Trabajo que regula las Jornadas Excepcionales permite dictar resoluciones de sistemas excepcionales marco para ser utilizada por las empresas contratistas y subcontratistas que laboran en una determinada empresa principal. A pesar del potencial ahorro en tiempo que este instrumento ofrece, no es utilizado de manera regular.

Hallazgo 7.8. El 85% de la dotación del sector trabaja en jornadas excepcionales de 4x4 o 7x7, y un 80% los evalúa de manera positiva, siendo el turno 7x7 el preferido.

Hallazgo 7.9. A pesar de acuerdos entre empresas y sindicatos para asegurar la continuidad operacional, esta se mantiene como un desafío permanente, especialmente en el área mina.

Hallazgo 7.10. Existe una importante brecha de capital humano en la industria minera a nivel cualitativo y cuantitativo. A nivel cualitativo, existen diferencias entre los perfiles formativos (grupos de competencias) y las necesidades de la industria. A nivel cuantitativo,

existen diferencias entre la cantidad ofrecida y la demandada de ciertos profesionales y técnicos.

Hallazgo 7.11. Llama la atención el bajo nivel de adherencia por parte de la oferta, especialmente en lo formativo, al Marco de Cualificaciones de la Minería. Por el lado de la demanda -empresas- está empezando a haber mayor adherencia al Marco de Cualificaciones, aunque queda bastante espacio por avanzar.

Hallazgo 7.12. Llama la atención el bajo nivel de certificaciones de competencias laborales en la industria minera. Alrededor del 0,3% del total de certificaciones emitidas entre 2002 y septiembre de 2015 son de minería, según cifras de ChileValora.

7.7.2. Resumen de Recomendaciones

Recomendación 7.1. Mejorar los resultados de seguridad en conjunto con producción y productividad. Para ello resulta necesario el esfuerzo conjunto de empresas, trabajadores, proveedores y el Gobierno.

Recomendación 7.2. Adaptar el Decreto Supremo 594 del Ministerio de Salud respecto al trabajo en altura a la luz de los resultados que el estudio de la Superintendencia de Seguridad Social ira arrojando en el futuro respecto al tema.

Recomendación 7.3. El Ministerio de Salud debe establecer criterios únicos, y de manera explícita, para que el establecimiento de comedores móviles no esté sujeto a interpretaciones, y de esta forma hacer expedito el proceso de aprobación/rechazo de la solicitud.

Recomendación 7.4. Simplificar la Orden de Servicio N° 5 del 20.11.2009 de la Dirección del Trabajo respecto a la autorización de sistemas excepcionales marco de distribución de jornada de trabajo y descansos haciendo más expedita la autorización de jornadas excepcionales para contratistas y proveedores.

Recomendación 7.5. La Dirección del Trabajo debe continuar con los esfuerzos de incorporar tecnologías de la información al proceso de autorización de la Jornada Excepcional de tal forma que el proceso resolutivo sea más eficiente.

Recomendación 7.6. Restablecer los “pactos de adaptabilidad” discutidos en la reciente reforma laboral, pero vetados en el texto final. Esto facilitaría el acuerdo entre empresa y trabajadores para asegurar la “continuidad operacional”.

Recomendación 7.7. Agregar a la posibilidad estipulada en el Artículo 375 del Código del Trabajo las jornadas excepcionales del tipo 4x4 y 7x7, para que así dichas jornadas se vean beneficiadas con la resolución exenta por parte de la Dirección del Trabajo.

Recomendación 7.8. Vincular la preparación de las especialidades mineras en la Educación Media Técnico-Profesional y Centros de Formación Técnica con las definidas por el Marco de Cualificaciones de la Minería desarrollado por el Consejo de Competencias Mineras. Más concretamente, condicionar la acreditación del programa, la subvención correspondiente, y el egreso de los estudiantes a la certificación en las mismas.

Recomendación 7.9. Incrementar en la industria los niveles de capacitación, los cuales deben estar alineados con el Marco de Cualificaciones de la Minería. De igual forma, llevar a cabo mayores esfuerzos en la industria para certificar sus trabajadores, estableciendo compromisos y cronogramas claros.

Recomendación 7.10. Actualizar los perfiles de competencias por especialidad con las necesidades de un mundo cada vez más automatizado y digitalizado.

Referencias

BALANCE DE ACCIDENTABILIDAD MINERA, SERNAGEOMIN (2016).

ESTADÍSTICAS DE SEGURIDAD SOCIAL (2015).

INSTITUTO DE SALUD PÚBLICA DE CHILE, “Trabajo en altura geográfica en Chile”. Disponible en: http://www.ispch.cl/saludocupacional/notas_tecnicas

INFORME 4: ESTUDIO DE PRODUCTIVIDAD EN LA GRAN MINERÍA DEL COBRE. MatrixConsulting (2016).

OCDE (2017), OCDE SKILLS OUTLOOK 2017. Skills and Global Value Chains, OCDE Publishing, Paris.



Capítulo 8

Exploración en Minería



Síntesis

La investigación de este informe se ha enfocado en el actual desempeño productivo de la minería, con énfasis en la Gran Minería del Cobre. En adición a las mejoras a la actual capacidad productiva, parte importante de la productividad del sector minero en el largo plazo depende de que nuevos yacimientos -de todos los tamaños- entren en explotación. Para ello es clave la exploración minera. Con esto en mente se analizan espacios de mejora en aspectos relevantes, como las concesiones mineras, información geológica, y otros, para impulsar un mayor dinamismo en la exploración minera. Basado en mejores prácticas internacionales y análisis de la normativa chilena, se proponen cambios en la normativa vigente con respecto a los costos de las licencias de exploración y explotación y las obligaciones del concesionario.

Abstract

This report has focused on the current mining productive performance of the large scale copper mining industry. In addition to the improvements to the current productive capacity, an important part of the long term mining sector productivity depends on new deposits coming into operation (regardless of size). Therefore, mining exploration is essential. This chapter studies several areas of improvement in relevant aspects, such as mining concessions, geological information in order to encourage greater dynamism on mining explorations. Based on best international practices and analysis of Chilean regulations, we propose changes in the current rules regarding the costs of exploration and exploitation licenses and concessionaire obligations.

Puntos Claves

- La participación de Chile en el mercado de exploración minera es inferior a su participación en producción y reservas.
- Existe baja disponibilidad de territorio para exploración en las principales franjas metalogénicas del país.
- Mantener concesiones mineras es muy fácil debido a su bajo costo.
- Existen indicios de niveles de concentración relevantes en la propiedad minera en Chile, la que actúa, en la práctica, como una barrera de entrada.
- Existe un mal uso de la concesión minera por parte de algunos agentes, con fines especulativos, que perjudica a los concesionarios efectivamente mineros.
- Los plazos de constitución de concesiones mineras son elevados (6 a 8 meses para exploración y 24 a 29 meses para explotación).
- El costo de la patente minera en Chile es bajo en comparación con países referentes, especialmente si se considera que en otras jurisdicciones se exige un amparo mixto que considera patente y trabajo.
- Chile muestra un atraso importante tanto en disponibilidad como en calidad de la información geológica precompetitiva.
- Existe un retraso en el estándar del sistema de coordenadas utilizado en los derechos mineros tanto a nivel nacional como internacional.

8.1. Introducción

Parte de la riqueza de Chile reside en su potencial minero; así ha sido en el pasado y así será en el futuro cercano. Esta riqueza atrajo colonizadores e inversionistas, y desde el siglo XVI¹ ha sido administrada mediante diversas fórmulas en orden de encauzar su explotación hacia la generación de riqueza. Sin perjuicio de avances tecnológicos que maximicen el valor de este potencial² y de la expansión de proyectos actuales, en el largo plazo la capacidad de generar riqueza con base en dichas reservas estará en el descubrimiento y desarrollo de nuevos yacimientos, y por ende vinculada directamente con el esfuerzo en exploración.

Desde la época indiana, la administración del recurso minero se ha basado en cuatro principios: i) libertad de minas (cualquier persona puede hacerse con una concesión minera),³ ii) el dominio del Estado (antes la Corona) sobre los yacimientos, cuyo producto es otorgado al descubridor bajo una figura de concesión,⁴ iii) la imposición de tributos a la actividad (la obligación de amparo, y otros),⁵ y iv) la regulación de labores de inversión y explotación. Estos principios se encuentran plenamente vigentes en el actual ordenamiento jurídico.

El ordenamiento minero evolucionó entre 1874 y 1932. El primer Código de Minería (1874) dio a los Jueces de Letras la facultad de otorgar concesiones mineras, e introdujo por primera vez la posibilidad de la obligación de amparo. El amparo se reemplazó por el del pago de una patente (1888), pues el sistema de amparo por trabajo daba pie a fraudes procesales que permitían desamparar pertenencias. El Código Minero de 1932 perfeccionó el procedimiento de constitución de concesiones mineras de explotación en dos etapas, manifestación y mensura, en orden a evitar la incertidumbre generada con títulos provisorios que se otorgaban en el proceso de constitución anterior. También estableció la caducidad automática de la concesión minera por el no pago de la patente anual en dos periodos consecutivos, e introdujo la concesión de exploración minera, antecesora natural a la concesión de explotación minera.

¹ Lira (2007), p. 26 y Ossa (2012), p. 47.

² Por ejemplo, avances tecnológicos que permitan transformar una mayor cantidad de recursos minerales en reservas minerales (factibles económicamente de ser extraídas).

³ En virtud del cual, en principio, no existe prohibición de explorar y/o explotar las riquezas superficiales o presentes en el subsuelo de un determinado predio (libertad de minas objetiva). Asimismo, permite amparar la libre denunciabilidad de todas las minas (libertad de minas subjetiva).

⁴ En general, la figura de la concesión hace referencia al otorgamiento a un particular de facultades de uso privativo de algo que pertenece al dominio público (ej.: las minas) bajo ciertas condiciones. De ahí que, al hablar de derechos mineros en general, ellos se refieran a *concesiones*.

⁵ El “amparo” refiere a las obligaciones del concesionario minero para mantener su propiedad.

En la actualidad el sistema de propiedad minera está conformado por los siguientes cuerpos normativos en orden cronológico y axiológico: i) la Constitución Política de la República en sus artículos 19 N° 24 incisos 6 y siguientes⁶ y la disposición 2° transitoria,⁷ ii) la Ley Orgánica Constitucional sobre Concesiones Mineras,⁸ iii) el Código de Minería de 1983,⁹ y iv) el Reglamento del Código de Minería.¹⁰ Este entramado se orienta a definir el procedimiento de constitución de concesiones mineras, otorgando seguridad jurídica tanto a los solicitantes como a los actuales concesionarios. Son dichos objetivos los que perfilan las características de nuestro sistema de propiedad minera actual, a saber: i)

⁶ Para los fines de este análisis, reviste esencial importancia lo dispuesto en dichos incisos, particularmente:

El Estado tiene el dominio absoluto, exclusivo, inalienable e imprescriptible de todas las minas, comprendiéndose en estas las covaderas, las arenas metalíferas, los salares, los depósitos de carbón e hidrocarburos y las demás sustancias fósiles, con excepción de las arcillas superficiales, no obstante la propiedad de las personas naturales o jurídicas sobre los terrenos en cuyas entrañas estuvieren situadas. Los predios superficiales estarán sujetos a las obligaciones y limitaciones que la ley señale para facilitar la exploración, la explotación y el beneficio de dichas minas.

Corresponde a la ley determinar qué sustancias de aquellas a que se refiere el inciso precedente, exceptuados los hidrocarburos líquidos o gaseosos, pueden ser objeto de concesiones de exploración o de explotación. Dichas concesiones se constituirán siempre por resolución judicial y tendrán la duración, conferirán los derechos e impondrán las obligaciones que la ley exprese, la que tendrá el carácter de orgánica constitucional. La concesión minera obliga al dueño a desarrollar la actividad necesaria para satisfacer el interés público que justifica su otorgamiento. Su régimen de amparo será establecido por dicha ley, tenderá directa o indirectamente a obtener el cumplimiento de esa obligación y contemplará causales de caducidad para el caso de incumplimiento o de simple extinción del dominio sobre la concesión. En todo caso dichas causales y sus efectos deben estar establecidas al momento de otorgarse la concesión.

Será de competencia exclusiva de los tribunales ordinarios de justicia declarar la extinción de tales concesiones. Las controversias que se produzcan respecto de la caducidad o extinción del dominio sobre la concesión serán resueltas por ellos; y en caso de caducidad, el afectado podrá requerir de la justicia la declaración de subsistencia de su derecho.

El dominio del titular sobre su concesión minera está protegido por la garantía constitucional de que trata este número.

⁷ Texto Refundido en Decreto Supremo de Ministerio Secretaría General de la Presidencia 100/2005. D.O. 22-09-2005. Texto original: Decreto Ley 3464 D.O. 11-08-1980.

⁸ D.O. 21-01-1982. Mención especialísima requiere, en lo que a la naturaleza de la concesión minera se refiere, las disposiciones de la Ley Orgánica Constitucional sobre Concesiones Mineras. Dicho ordenamiento, con primacía frente al Código de Minería, su Reglamento y cualquier otra clase de legislación común (Código Civil, Código de Procedimiento Civil, etc.) sienta el diseño del alcance de las concesiones mineras. Así, la LOM dispone el principio de no discriminación en orden a la adquisición de concesiones mineras (Art. 5), las servidumbres a las cuales tendrá derecho el concesionario, el mecanismo de expropiación y, particularmente, el régimen de amparo cuya determinación en monto es delegada al Código de Minería.

⁹ D.O. 14-10-1983.

¹⁰ Decreto Supremo del Ministerio de Minería 1/1986. D.O. 27-02-1987.

protección constitucional del derecho, tanto a nivel de la Carta Fundamental como de su propia Ley Orgánica, ii) obtención de la concesión por la vía judicial (no administrativa), iii) la concesión como derecho real, inmueble, diverso e independiente del predio superficial, susceptible de toda clase de acto o contrato, divisible, renunciable, generalmente inembargable y sujeto a la condición principal de cumplir la función social que justifica su otorgamiento,¹¹ iv) la obligación de amparo mediante el pago de una patente anual a beneficio fiscal de conformidad a lo dispuesto en el artículo 142 y siguientes del Código de Minería, v) clasificación en dos tipos de concesiones: exploración¹² y explotación,¹³ vi) patente diferenciada para aquellas concesiones de explotación cuyo interés económico principal son sustancias no metálicas y sustancias existentes en salares,¹⁴ vii) patente diferenciada para aquellas concesiones de explotación trabajadas por pequeños mineros o mineros artesanales, viii) distribución de lo recaudado por concepto de patente minera: 70% al Fondo de Desarrollo Regional correspondiente a la región y 30% a la Municipalidad de la comuna donde se ubique la concesión,¹⁵ y ix) rol del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) como entidad especializada en el levantamiento y mantenimiento del catastro minero nacional y rol de minas del país, así como entidad informante en relación con la situación técnica de las concesiones (ubicación, superposiciones, minerales declarados, etc.).

Este capítulo se estructura en 7 secciones. La primera expone una mirada económica de la actividad minera y exploratoria a nivel nacional, observándose factores que inciden en configurar nuestra realidad productiva nacional. La segunda y siguientes se refieren a los cinco ejes característicos de la actividad de exploración minera en Chile: el otorgamiento judicial de las concesiones mineras, su obligación de amparo, la entrega de información geológica al Estado, el acceso a financiamiento para la exploración, y el sistema de coordenadas de la propiedad minera, teniendo en casi todas las secciones la perspectiva internacional mediante la comparación con países mineros relevantes. Finalmente, en

¹¹ En general, se ha entendido que dicha condición se hallaría cumplida mediante la solución de la obligación de amparo, que en el caso chileno actual corresponde al pago anual de una patente.

¹² Esta concesión permite a su titular solo realizar actividades de exploración en terreno, es esencialmente temporal (duración de 2 años desde la fecha de la sentencia que declara su constitución, prorrogable por otros dos años más si se abandona al menos la mitad del terreno original concesionado), con un mínimo de 100 y un máximo de 5.000 hectáreas de extensión.

¹³ Esta concesión permite a su titular realizar actividades tanto de exploración como de explotación mineral propiamente tal. Denominada también *pertenencia*, tiene una duración indefinida a contar de la fecha de la sentencia que declara su constitución. Su superficie va desde 1 hasta 1.000 hectáreas de extensión.

¹⁴ Denominada "Patente por sustancias no metálicas" contemplada en el artículo 142 del Código de Minería y 53 y siguientes del Reglamento del Código de Minería. Ver Sección 8.4.

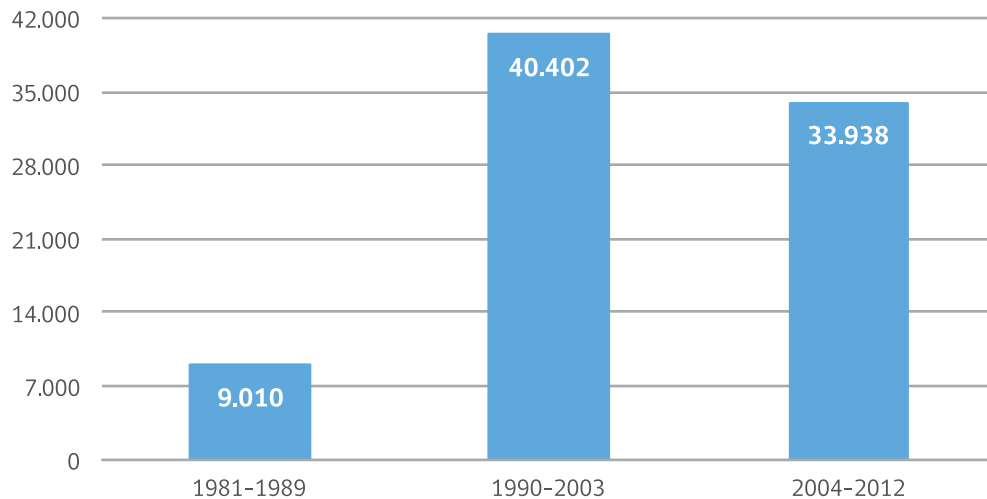
¹⁵ Ver Artículo Único de la Ley 19.143 (D.O. 17-06-1992).

la última sección, se sintetizan las recomendaciones a corto, mediano y largo plazo con el objetivo de fomentar la exploración minera perfeccionando el sistema que nos rige.

8.2. Concesiones mineras y el Cobre

Los cuerpos normativos mencionados previamente entregaron a los concesionarios mineros la seguridad y estabilidad jurídica que permitió asumir los riesgos de esta actividad, reflejado en los niveles de inversión en el sector desde 1990 (ver Figura 8.1). Dichas bases institucionales, sumada al ingreso de actores relevantes en el mercado, han hecho de Chile uno de los países mineros más importantes del mundo, siendo el principal productor de cobre, litio, yodo, nitratos naturales y renio; tercero en producción de molibdeno; octavo en producción de plata y decimocuarto en producción de oro. Chile cuenta también con las principales reservas conocidas de cobre en el mundo, lo que posibilita que el sector minero siga siendo ampliamente relevante para el desarrollo del país.

Figura 8.1. Inversión en minería del cobre en Chile (US\$ millones de 2012).



Fuente: COCHILCO e InvestChile.

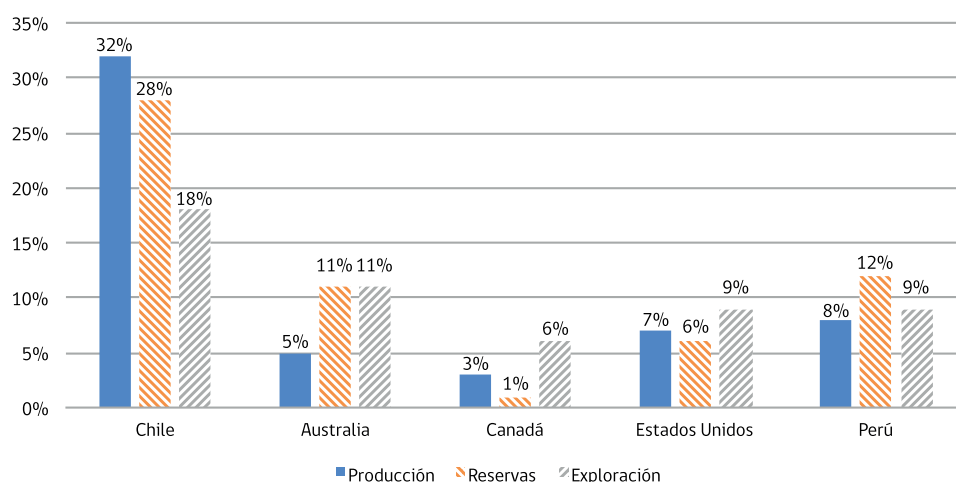
Nota: Solo incluye inversión de CODELCO e Inversión Extranjera en Minería.

Chile es uno de los principales destinos de exploración minera en el mundo, con el 4to lugar mundial y un 7% de participación en los gastos en exploración en metales no ferrosos (incluye cobre) en 2015 (COCHILCO, 2015). Pero al considerar exclusivamente el gasto en

exploración de cobre la participación chilena alcanza un 18%, cercano a la mitad de su participación de mercado como productor durante el periodo 2010-2015 (ver Figura 8.2). Aunque el gasto en exploración es altamente procíclico respecto del precio del cobre, es posible esperar que la participación del país en el mercado de exploración se acerque a su participación en el mercado de la producción. En otras palabras, hoy Chile explota sus reservas a un ritmo mayor que el esfuerzo que realiza en exploración, lo que atenta contra la sostenibilidad del sector en el futuro.

Hallazgo 8.1. La participación de Chile en el mercado de exploración minera es inferior a su participación en producción y reservas.

Figura 8.2. Participación Mundial en Producción, Reservas y Exploración de Cobre (Promedio 2010-2015).



Fuente: Comisión Nacional de Productividad con base en COCHILCO, USGS y SNL Metals.

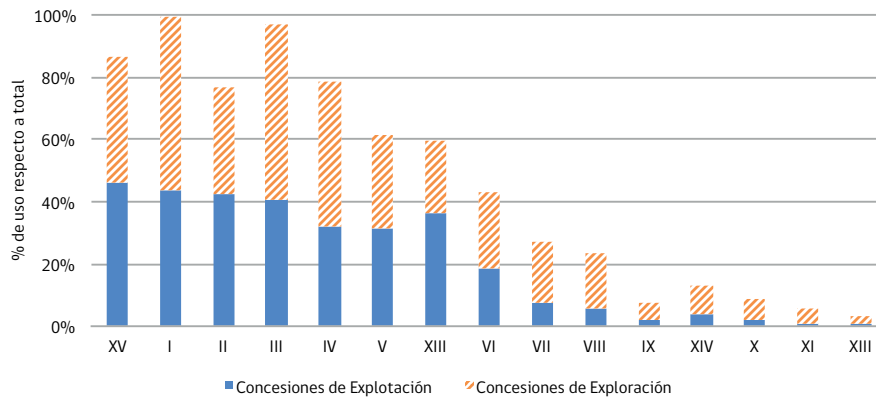
Una primera aproximación al esfuerzo de exploración lo da la disponibilidad de superficie concesible en Chile. Del área que abarca el país (excluyendo el territorio antártico) un 43% está cubierto por concesiones mineras (ver Figura 8.3), sean de exploración o explotación, teniendo presente que es posible la existencia de superposiciones entre ellas.¹⁶ Las

¹⁶

Es posible que existan superposiciones entre concesiones mineras de exploración y de explotación, dado que pueden abarcar la misma área. Dichas superposiciones pueden coexistir pacíficamente, siempre y cuando no medien proyectos efectivos en el área (mineros, energéticos, inmobiliarios, etc.). Particularmente, en el caso minero prima, en todo evento, el derecho del denominado "primer descubridor" (quien haya interpuesto primero y mantenga vigente y amparada la solicitud de concesión minera, sea de exploración o de explotación). Por expresa prohibición del artículo 73 del

regiones del norte presentan una mayor área concesionada. Del total de concesiones en explotación en Chile, un 57% corresponde a la minería metálica, mientras que el restante 43% a la minería no-metálica y un 0,1% a la pequeña minería y minería artesanal.

Figura 8.3. Porcentaje del territorio regional utilizado por concesiones mineras en el año 2013.



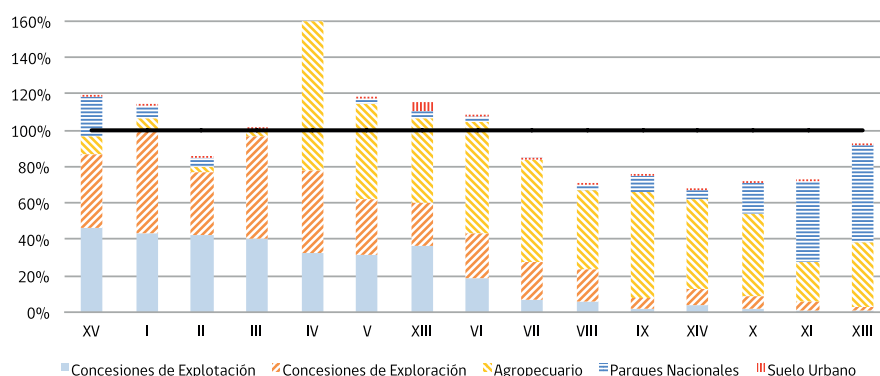
Fuente: COCHILCO (2014) con base en SERNAGEOMIN.

En algunas comunas de interés el área concesionada para exploración o explotación supera al área total del territorio respectivo, esto debido en parte a la superposición de concesiones. Por ejemplo, la comuna de Putre tiene 100% de su territorio bajo concesiones de explotación, y un 33% con concesiones de exploración, para un 133% del área concesionada. Esto se repite en Iquique (75% explotación y 45% exploración, para 120% total), Pozo Almonte (58% explotación y 52% exploración, para 111% total), Copiapó (45% explotación y 60% exploración, para 105% total), Tierra Amarilla (48% de explotación y 68% de exploración, para 110% total) o Vallenar (48% de explotación y 68% de exploración, para 115% total). Nótese que esto implica que en ninguna de estas comunas es posible que una nueva empresa solicite concesiones, a menos que las superponga y espere que el antecesor las abandone. En este escenario la única opción es comprar los derechos al dueño de la concesión. Naturalmente, una limitada disponibilidad de terrenos para concesiones de exploración puede constituir una importante barrera de entrada para el descubrimiento de nuevos yacimientos. Asimismo, en el contexto del análisis regional, debe tenerse presente la situación de los múltiples usos del suelo y del subsuelo observable a este nivel. Así, en algunas regiones (XV, I, IV, V, XIII y VI), el uso del

Código de Minería, no es posible la superposición entre concesiones mineras de explotación, aduciendo de nulidad (artículo 95) la concesión de explotación superpuesta.

suelo y el subsuelo puede ser más conflictivo debido a una mayor escasez relativa, por el uso agropecuario, urbano y de parques nacionales (ver Figura 8.4).

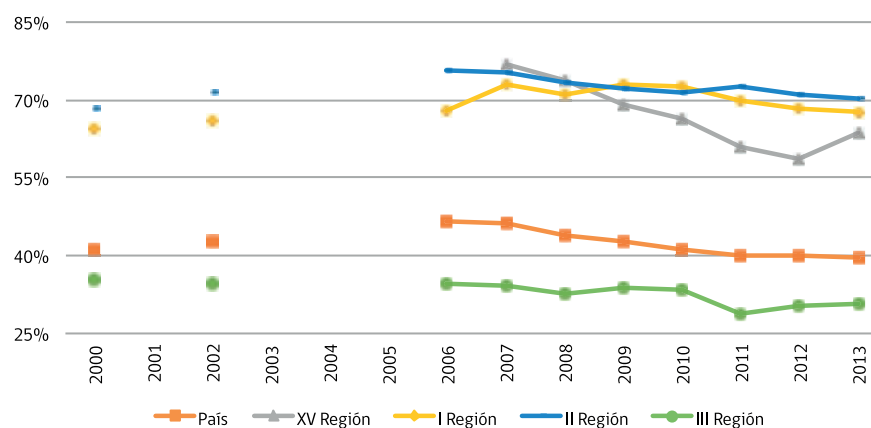
Figura 8.4. Uso del territorio de suelo y subsuelo en Chile.



Fuente: COCHILCO (2014) con base en SERNAGEOMIN, INE, CONAF y Observatorio Urbano.

En adición al área bajo concesiones, es relevante el nivel de concentración de la propiedad minera. En las regiones XV, I y II, los 10 mayores titulares concentran cerca del 70% del subsuelo, superando la media del país (40%). La III Región aparece bajo la media nacional, lo que está relacionado con una mayor presencia de la pequeña y mediana minería. Esta distribución en general se ha mantenido desde 2000 (ver Figura 8.5).

Figura 8.5. Participación de los 10 mayores titulares de pertenencias mineras para el periodo 2000-2013.

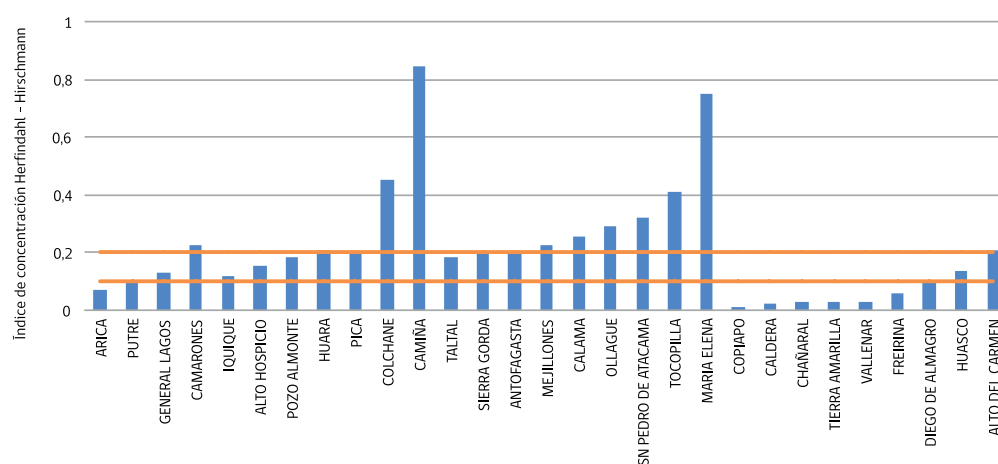


Fuente: COCHILCO (2014) con base en SERNAGEOMIN.

Nota: No hay información disponible para los años 2001, 2003, 2004 y 2005.

Al año 2013, entre las regiones XV y III destacan 10 comunas donde la propiedad minera está altamente concentrada (concesiones de explotación): Camarones, Colchane, Camiña, Mejillones, Calama, Ollagüe, San Pedro de Atacama, Tocopilla, María Elena y Alto del Carmen (ver Figura 8.6).

Figura 8.6. Índice de Herfindahl-Hirschman¹⁷ en comunas entre regiones XV y III 2013.



Fuente: COCHILCO (2014) con base en SERNAGEOMIN.

Respecto de la patente minera en Chile, es importante destacar que el valor es sustancialmente bajo en comparación con otras jurisdicciones mineras relevantes (ver Sección 8.4) y que en la explotación de mineral no metálico existe la posibilidad adicional de rebajar en dos tercios la patente anual.¹⁸ De hecho, el mayor índice de concentración de

¹⁷ El índice de Herfindahl - Hirschman mide la concentración de una industria. Consiste en la suma de los cuadrados de la participación de cada titular en el mercado:

$$HHI = \sum_{i=1}^N S_i^2$$

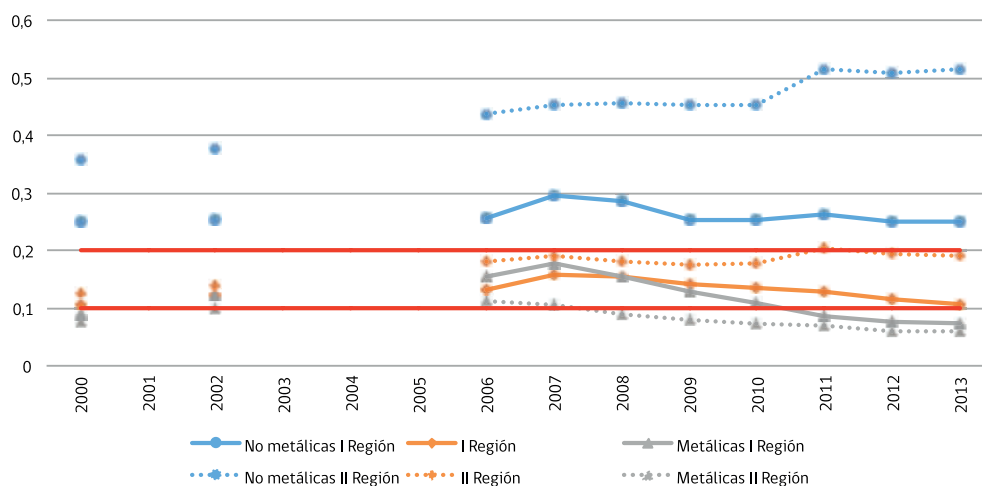
Donde S_i corresponde a la cuota de mercado de la empresa i .

Para efectos del análisis, siguiendo el estándar de la Unión Europea, se consideran mercados moderadamente concentrados aquellos con HHI entre 0,1 y 0,2, y altamente concentrados aquellos con HHI sobre 0,2 (ver COCHILCO, 2014). Nótese que las magnitudes obtenidas corresponden a una cota mínima de concentración debido a la existencia de personas relacionadas que inscriben pertenencias en vez del verdadero titular.

¹⁸ Mediante el mecanismo dispuesto en el artículo 142 del Código de Minería y los artículos 53 y siguientes del Reglamento del Código de Minería. El artículo 142 del Código de Minería dispone que la patente anual de amparo de una concesión de explotación corresponderá a 0.1 UTM por hectárea de explotación metálica y 0.03 UTM por hectárea de explotación no metálica, en placeres metalíferos o en salares.

concesiones mineras de explotación se encuentra presente en el tipo de concesiones mineras no metálicas (cuya patente anual es un 66% inferior a la correspondiente a una concesión minera de explotación metálica¹⁹), las que se encuentran ubicadas en las regiones con mayor concentración de concesiones mineras de explotación en general, lo cual es ejemplificado en la Figura 8.7 con la situación de la I y II Regiones.

Figura 8.7. Evolución del Índice Herfindahl Hirschman en función del tipo de patente de concesión de explotación en la I y II Región 2000-2013.



Fuente: COCHILCO (2014) con base en SERNAGEOMIN.

Nota: No hay información disponible para los años 2001, 2003, 2004 y 2005.

Lo expuesto sugiere indicios de concentración relevantes en la propiedad minera. Aunque parte de ello puede explicarse por factores intrínsecos a la minería, como economías de escala (requerimientos de capital), y nivel de conocimiento geológico. Sin embargo, dado el nivel de gasto necesario para la realización de campañas de exploración y el alto riesgo de la actividad de exploración, es improbable que estos titulares tengan la intención de prospeccionar todo el territorio²⁰. Lo anterior redundaría en que exista mínimo

¹⁹ Esto puede, en ocasiones, prestarse para fraudes debido a que basta con una simple declaración del titular que no es verificada por SERNAGEOMIN.

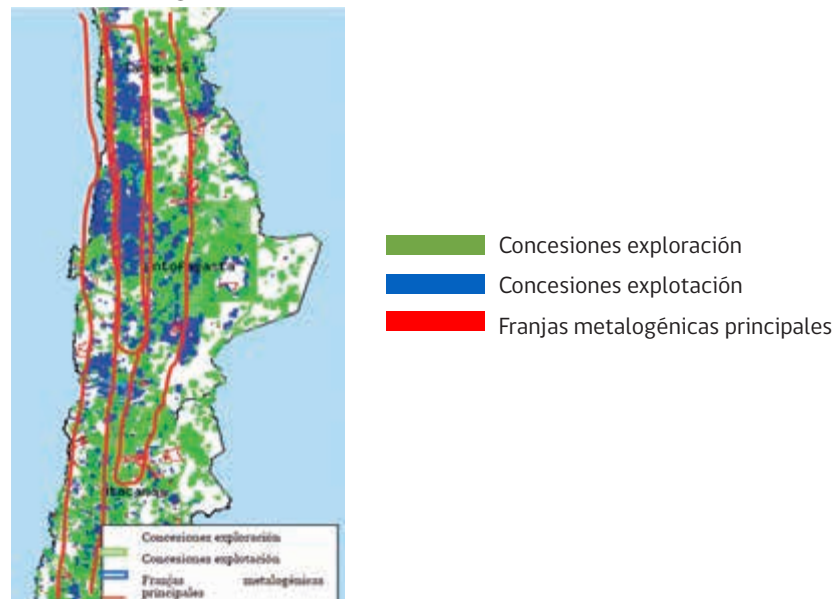
²⁰ Los principales titulares de propiedad minera son de dos tipos: empresas mayores y personas naturales/empresas menores. Las primeras tienen operaciones en producción, una amplia carpeta de proyectos a nivel mundial y objetivos de exploración específicos (depósitos de clase mundial), lo que implica que van realizando las actividades de exploración en forma paulatina y enfocada al crecimiento orgánico de la compañía, desechando los depósitos que no cumplen con sus requerimientos.

espacio en el territorio para la entrada de nuevos actores en exploración o explotación (ver Figura 8.8). Y al mismo tiempo hace que lo recaudado por patentes a favor del Estado sea menor al óptimo.

Hallazgo 8.2. Existe baja disponibilidad de territorio para exploración en las principales franjas metalogénicas del país. Esto debido al área que abarcan las concesiones vigentes, y a la facilidad de mantenerlas por su bajo costo, en especial si son solicitadas para minería no metálica.

Hallazgo 8.3. Existen indicios de niveles de concentración importantes en la propiedad minera tanto metálica como no metálica. Aunque algunos casos pueden ser fundados en la necesidad de economías a escala del sector, esta concentración actúa en la práctica como una barrera de entrada.

Figura 8.8. Concesiones Mineras en principales franjas metalogénicas de las regiones mineras en Chile.



Fuente: CESCO (2016) con base en SERNAGEOMIN.

tos mínimos, no priorizando así el desarrollo cabal del potencial del territorio chileno. Las segundas, personas naturales o empresas menores, no cuentan con los recursos para desarrollar el potencial de los derechos adquiridos y es posible inferir que mantienen su propiedad con fines especulativos.

Con esta escasez de propiedad minera abierta a nuevos participantes, una de las políticas adoptadas para permitir mayor disponibilidad fue la Ley 19.137 (D.O. 12-05-1992) que autorizó a CODELCO, previo informe favorable de COCHILCO, para prescindir de pertenencias que no eran explotadas por ella, y cuyos recursos mineros potenciales o escala de producción no estaban dentro de los rangos de CODELCO. Dichas propiedades eran transferidas a la Empresa Nacional de Minería (ENAMI). Esto tiene por fin reorientar los recursos de CODELCO hacia la mantención de las concesiones mineras efectivamente explotadas, mientras las infraexplotadas eran puestas a disposición de otros agentes de mercado interesados en explotarlas (medianos y pequeños). Desde 1992 COCHILCO ha realizado 77 informes favorables de prospectos mineros para ser transferidos a ENAMI lo que, a su vez, los coloca en licitación a particulares. Bajo este mecanismo CODELCO ha entregado unas 300.000 hectáreas a ENAMI, más de la mitad en la región de Antofagasta. Sin embargo, el mecanismo dista de ser eficiente y expedito en el traspaso de las hectáreas a particulares. Del total de los prospectos licitados por ENAMI, un 30% no tuvo oferentes, un 40% aún se encontraba en proceso de traspaso en el año 2012 y solo un 10% fue efectivamente vendido a pequeños y medianos mineros. Parte de ello puede atribuirse a una falta de coordinación entre las varias agencias públicas involucradas: COCHILCO, CODELCO, ENAMI, Comité Técnico Asesor, Ministerio de Minería y Contraloría. Pero claramente existe espacio de mejora en este ámbito, por ejemplo, estableciendo plazos fatales de actuación administrativa y haciendo operar, en su caso, consecuencias favorables a los particulares ante el silencio administrativo, siempre con el objetivo de no mantener inactivos recursos explotables por empresas de menor escala. No obstante su resultado, esta ley responde al objetivo de incentivar el traspaso de propiedad minera inactiva (sin exploración o sin explotación en un determinado periodo), con el propósito de asignar de manera eficiente el recurso mineral al agente que pueda y desee explotarlo.

Otra característica económica a considerar del mercado minero es su falta de dinamismo, entendido por cuán frecuentes son las transacciones de las concesiones mineras de explotación y exploración. Según la información disponible, los titulares de concesiones mineras de explotación tienden a mantener su participación en el mercado cada año y el área de explotación ya constituida,²¹ mientras las concesiones mineras de exploración

²¹ COCHILCO (2014) indica que en 14 años se ha mantenido cerca de un 65% del área de explotación presente en el año 2000 (17% con un titular distinto y 48% con el mismo dueño), lo que da cuenta de la relativa estabilidad del mercado de las concesiones de explotación y la tendencia en el largo plazo de los titulares por mantenerlas. En el caso de las concesiones de exploración, este análisis de rotatividad en la titularidad es muy complejo de hacer por dos factores: la corta duración de la concesión y la dificultad para individualizar el derecho minero en los registros oficiales (ej.: Conservador de Minas, SER-NAGEOMIN).

presentan mayor variabilidad en relación con sus titulares y al área que abarcan. Esto último es consecuencia natural de ambos tipos de concesiones: las primeras requieren estabilidad para llevar a cabo las labores mineras esperadas, mientras que las segundas se dirigen solo a fines exploratorios de zonas que potencialmente puedan revestir interés extractivo según las necesidades mundiales del mineral. Se suma a ello que las concesiones mineras son bienes inmuebles, por ende, es natural que el mercado de los inmuebles presente un menor dinamismo considerando el plazo de inversión.

El aspecto económico fundamental en torno a la propiedad minera es la utilización efectiva de la propiedad constituida. Una propiedad concesionada pero no explorada ni explotada no aporta a la riqueza del país. Más aún, la concesión minera obliga al dueño a desarrollar la actividad necesaria para satisfacer el interés público que justifica su otorgamiento, pues, como se dijo, la propiedad es del Estado que entrega el recurso en concesión con el fin de ser explorado o explotado, pero no acumulado o mantenido en bodegaje. No obstante, el entramado legal vigente permite el uso de concesiones con fines distintos a los del desarrollo minero y posee espacio de mejoras.²²

Esta situación reduce el potencial minero del país y su productividad futura, al obstaculizar la inversión en exploración minera por vía de la mantención de concesiones de explotación mediante el pago de una patente anual de bajo valor (y reducible a un tercio), lo que incentiva a que estas puedan ser utilizadas con fines diversos a los propiamente mineros. Un caso típico es la constitución de concesiones de exploración o explotación con el solo fin de defender la actividad que se realiza en la superficie de otros agentes que busquen imponer el derecho del subsuelo sobre el suelo no siendo empresarios mineros, con el fin de una compensación económica. Como vimos en el Capítulo 5 de Recursos Hídricos y Energéticos, la concesión minera es una atractiva defensa frente a otros agentes por su calidad de inmueble, su protección constitucional (tanto en la Carta Fundamental como en su Ley Orgánica), su rápida constitución y su bajo costo de mantención (patente anual), lo que ha permitido a sus titulares interponer, por ejemplo, acciones de denuncia de obra nueva²³ contra terceros que comiencen obras para

²² Por ejemplo, mediante un amparo por trabajo efectivo de exploración / explotación o algún mecanismo indirecto.

²³ Contemplada en el artículo 930 del Código Civil y en los artículos 565 y siguientes del Código de Procedimiento Civil. Esta denuncia fue pensada por el legislador de la época (1855 para el codificador civil, 1902 para el codificador procesal) como un amparo especialísimo sobre la propiedad raíz que podría verse afectada por construcciones de terceros y que su dueño o poseedor pudiera impedir esas obras hasta que no le indemnizaran los daños ocasionados de dicha construcción. Así, basta la sola interposición de esta denuncia para que el juez respectivo decrete la suspensión provisional de dicha obra, bastando solo la notificación a quien esté ejecutando la obra (capataz, obreros) y no a su titular. Este manda a que se verifique su estado y apercibiendo al constructor con la demolición o destrucción de lo que se haga desde dicha suspensión, citando a las partes a audiencia para rendir pruebas sobre la procedencia o no de dicha obra nueva. Y si es necesario hacer obras indispensables

proyectos energéticos²⁴, tanto tradicionales como ERNC,²⁵ con el objetivo de suspender las obras hasta que sean indemnizados de los perjuicios ocasionados *en su predio*.

Dada la abierta posibilidad que ofrece la legislación civil para interponer la acción de denuncia de obra nueva, y que con su sola interposición se decreta provisionalmente la paralización de las obras, se genera una práctica que requiere, para ser contrarrestada, la constitución de concesiones mineras. Así, todo proyecto de envergadura a ser desarrollado en superficie debe contar con concesiones mineras en el área que utilice, dado que, de lo contrario, se expone a una denuncia de obra nueva de parte de quien tenga una concesión minera en la misma área. En paralelo, surgen los especuladores que, sabiendo el área en que se emplazará dicho proyecto, se adelantan en solicitar una concesión minera para negociar con su titular. En este escenario, los verdaderos mineros también se ven obligados a entrar en la carrera por obtener concesiones mineras para evitar que otros –los especuladores y los que se defienden de los especuladores– se les adelanten y les impidan desarrollar a futuro su actividad minera. El resultado es una carrera sin cesar por constituir concesiones mineras con la sola finalidad de evitar los problemas que acarrea la interposición de la acción de denuncia de obra nueva, a modo de un seguro y atendido su bajo costo.

Cabe hacer presente que las concesiones mineras gozan, por tratarse de inmuebles, de todas las acciones jurisdiccionales disponibles para proteger la posesión de dichos inmuebles (acciones posesorias). En ese sentido, el artículo 9 de la Ley Orgánica Constitucional sobre Concesiones Mineras,²⁶ reforzado por el artículo 94 del Código de Minería, dispone que acciones como la reivindicatoria (para reclamar restitución del dominio) y posesorias (para reclamar goce pacífico o restitución de la posesión) proceden respecto

para que la construcción no cause ruina sobre lo ya edificado, se requiere un informe pericial previo. Dada la práctica de los Tribunales de Justicia en la materia, las argucias procesales posibles de desplegar en este procedimiento breve (reposiciones, apelaciones) y la demora natural de la comprobación del estado de la obra y del informe pericial para determinar su entidad y potenciales daños a indemnizar, es que este procedimiento de denuncia se transforma, en la práctica, en un verdadero congelamiento de los proyectos de construcción en general, usado también en el ámbito de los recursos naturales.

²⁴ Ello ha motivado a que los titulares de dichos proyectos soliciten concesiones mineras en el terreno en el cual se construyen sus proyectos con el fin de proteger el área y evitar conflictos.

²⁵ De conformidad a la Ley 20.897 (D.O. 05-02-2016) que extendió la aplicación del artículo 34° bis aquí analizado a todo desarrollador de proyectos de energías renovables no convencionales (ERNC).

²⁶ Artículo 9°. Todo concesionario minero puede defender su concesión por todos los medios que franquea la ley, tanto respecto del Estado como de particulares; entablar, para tal efecto, acciones tales como la reivindicatoria, posesorias y las demás que la ley señale, y obtener las indemnizaciones pertinentes.

El concesionario puede impetrar del juez competente las medidas convenientes a la conservación y defensa de su concesión. Especialmente, se reconoce al concesionario el derecho de visitar labores mineras que pudieren afectar sus derechos, en los casos, en la forma y con los efectos que determine el Código de Minería.

de concesiones mineras. Acciones como la de denuncia de obra nueva son posibles de deducir contra cualquier tercero que amenace la posesión de la concesión mediante la instalación de trabajos u obras nuevas (ej.: inmobiliarios, eléctricos), lo que motivó una proliferación de conflictos judiciales entre terceros y concesionarios mineros, así como entre concesionarios de diversos recursos sobre una misma franja de terreno.

En el caso de concesionarios eléctricos, la Ley 20.701 que modifica la Ley General de Servicios Eléctricos, introdujo –entre otros– un artículo 34 bis, que hace expresa mención a este mecanismo, e ideó un procedimiento para suspender los efectos de esta paralización (en definitiva, continuar con la obra) previa consignación en la cuenta corriente del tribunal de una suma de dinero suficiente para responder por la demolición de la obra, o por la indemnización de los perjuicios que, de continuarla, pudieran seguirse.²⁷ Este mecanismo trató de ser generalizado mediante el Proyecto de Ley Boletín 9169-08 modificando varios cuerpos legales (incluyendo la modificación a la Ley 20.819), e intentó sin éxito modificar lo relativo a la denuncia de obra nueva en orden a exigir al denunciante que acompañara antecedentes fundantes de su derecho y del peligro efectivo que revestiría la construcción, y abriendo la posibilidad de que la suspensión decretada se levantara si el constructor (sea quien fuere) ofreciere garantías suficientes de que no causaría daño. Es decir, observando la denuncia de obra nueva más que como una orden de demolición (como inicialmente fue concebida), como una medida cautelar en protección del derecho de un tercero y, como toda cautelar, debe tener fundamentos fuertes antes de ser concedida y solo ser mantenida en la medida en que permanezca el peligro que la hizo nacer.

Si bien la Ley de Transmisión Eléctrica²⁸ establece criterios de valorización útiles al momento de determinar la caución que debe otorgar el concesionario eléctrico afectado con la medida de suspensión de la obra por esta denuncia, dichos criterios no son vinculantes para ser aplicados por el Juez en el supuesto previsto en el artículo 34 bis, comentado al determinar la caución. Una alternativa es limitar el alcance de las acciones posesorias

Este artículo es único en su clase y blinda a las concesiones mineras de cualquier ataque que terceros puedan intentar contra ella. Protección de esta clase, con estas palabras y carácter imperativo, no es observable en otro tipo de concesiones.

²⁷ Mecanismo que, en la práctica judicial, ha revestido otra barrera para proseguir efectivamente con la instalación de las líneas eléctricas, por cuanto no obstante el Juez cuenta con un plazo de tres días para fijar el monto a consignar, este plazo la mayoría de las veces no se cumple. Incluso, al pronunciarse, es posible reponer y en su caso apelar de la resolución que se pronuncia sobre la cuantía de la caución, entrapando procesalmente la reactivación de las obras. Estos entrapamientos han hecho, en varios casos, que la determinación definitiva de la caución tome meses y es el gran problema procesal práctico que incide económicamente, al aumentarse con ello la judicialización en la ejecución de proyectos energéticos.

²⁸ Ley 20.936 (D.O. 20-07-2016) que establece un nuevo sistema de transmisión eléctrica y crea un organismo coordinador independiente del sistema eléctrico nacional.

que puedan interponer los concesionarios mineros contra todo tercero, exigiendo para su interposición el acreditar el desarrollo efectivo de una actividad en el área afectada con la obra nueva desarrollada, entre otros antecedentes que sirvan de fundamento para decretar una medida cautelar (como lo sería la orden de detención de obra nueva en curso) en protección del derecho minero a ejercer en el predio superficial.

Las prácticas internacionales apuntan más hacia el desincentivar a los especuladores no mineros ex-ante, antes que a limitar las herramientas que dispone el concesionario minero por el hecho de ser tal. Este desincentivo puede lograrse mediante mecanismos como la reformulación de la obligación de amparo. Estimamos que, aun en el evento que se modificase legalmente la acción de denuncia de obra nueva (lo cual sería un avance debido a que es una de las herramientas menos costosas y más potentes en la actualidad),²⁹ los especuladores todavía tendrían a su haber otras herramientas legales restantes acorde a lo indicado en el Artículo 9 de la LOCM³⁰. A lo anterior se suma el hecho del bajo costo de la patente, que tampoco permitiría desincentivar el bodegaje.

Hallazgo 8.4. Existe un mal uso de la concesión minera por parte de algunos agentes, con fines especulativos y como seguro contra potenciales litigios perjudicando a los concesionarios efectivamente mineros. Estos objetivos son distintos a los que la ley considera para entregar en concesión el subsuelo, y por los que el Estado transfiere su propiedad a privados.

Los titulares de concesiones mineras relacionados con la industria minera se han mantenido constante en torno al 73% del área de explotación³¹ desde 2006. Es decir, un 27% de las

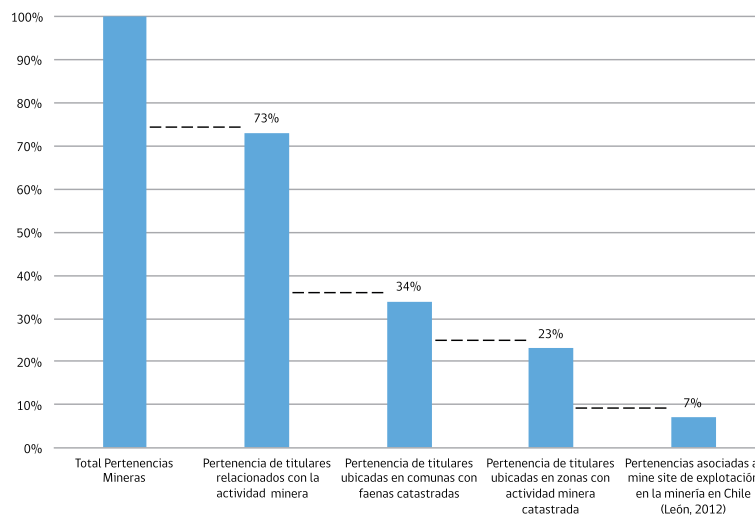
²⁹ Entendiéndola como una medida cautelar especial y que, como toda cautelar, requiere que el afectado presente antecedentes fidedignos o fehacientes del peligro que acarrea la prosecución de la obra nueva, no bastando la sola interposición de la acción en el Tribunal, sino que debiendo acompañarse a ella antecedentes suficientes que la justifiquen. En este sentido, véase Proyecto de Ley Boletín 9169-08 (Mensaje, retirado).

³⁰ Dicho artículo es claro al señalar que: Todo concesionario minero puede defender su concesión por todos los medios que franquea la ley, tanto respecto del Estado como de particulares; entablar, para tal efecto, acciones tales como la reivindicatoria, posesorias y las demás que la ley señale, y obtener las indemnizaciones pertinentes. El concesionario puede impetrar del juez competente las medidas convenientes a la conservación y defensa de su concesión. Especialmente, se reconoce al concesionario el derecho de visitar labores mineras que pudieren afectar sus derechos, en los casos, en la forma y con los efectos que determine el Código de Minería. Por ello, no basta solamente modificar la acción de denuncia de obra nueva, sino quizás un re estudio de las medidas que puede impetrar el concesionario minero en defensa de su concesión, previstas en normas como esta, de rango de ley orgánica constitucional.

³¹ Refiere a concesionarios con giro vinculado a la actividad minera. El 27% restante corresponde a concesionarios que podrían ser empresas de rubros no mineros (construcción, agricultura, energía, etc.) o personas naturales no directamente asociadas a alguna instalación minera.

concesiones de explotación tienen por propietarios a empresas con rubros no mineros, o personas. Como se mencionó, esto se debe a la solicitud de concesiones con fines especulativos, o en reacción a ello y como seguro de suelo para empresas no mineras con obras en la superficie. Nuevamente, esto es posible dado el entramado legal actual, el bajo costo de la patente, y la no exigencia por parte del Estado del uso de la patente para el fin que se le asigna. Por otro lado, en la minería del cobre, un 7% corresponda al sitio minero (área total utilizada por la operación) (León, 2012), es decir, hay un décimo del 73% del área concesionada a titulares relacionados a la actividad minera (ver Figura 8.9).

Figura 8.9. Estimación de Pertenencias Mineras en Chile.



Fuente: COCHILCO (2014) con base en información de SERNAGEOMIN y León (2012).

En resumen, existen cuatro hipótesis que permiten explicar un menor uso de la pertenencia con fines mineros propiamente tales: a) propiedades mineras que no están en uso, pero en el pasado fueron reconocidas y cuentan con información geológica;³² b) propiedades en las cuales el titular aún no define la manera de reconocer su propiedad, o las condiciones externas se lo impiden; c) propiedades que solo se utilizan con fines especulativos, sin realizar ninguna actividad de exploración, extracción o de otro tipo (denominados *concesionarios fantasma*); d) propiedades que solo se utilizan para resguardar actividades que se realizan en superficie³³.

³² Por ejemplo, mensuras realizadas bajo el Código Minero de 1932 que, por disposición constitucional transitoria, permanecen vigentes para efectos del catastro minero en cuanto a productividad.

³³ León (2012) provee evidencia geográfica empírica de las dos últimas.

8.3. El otorgamiento judicial de las concesiones mineras

Una característica particular de nuestro sistema de propiedad minera ha sido el otorgamiento judicial de las concesiones mineras, parte de la tradición minera chilena desde la época colonial (ver Sección 8.1). Nuestro procedimiento otorga al Poder Judicial, y a sus tribunales de letras, la competencia exclusiva en la materia, actuando como terceros imparciales entre el interesado y el Estado, en orden al otorgamiento de estos derechos. En otros países el procedimiento de otorgamiento es llevado ante una autoridad administrativa o técnica, o bien ante una autoridad administrativa con posibilidad de intervención judicial (mixto).

La intervención de la administración de justicia en el proceso de constitución de concesiones mineras otorga certeza de imparcialidad y objetividad al solicitante. Este otorgamiento de concesiones por la vía judicial, con un procedimiento legalmente establecido y transparente tanto para el interesado como para la administración, entrega la seguridad jurídica necesaria para el inversionista nacional y el extranjero, siendo una característica alabada de nuestro sistema a nivel internacional.

El proceso para constituir las concesiones mineras se encuentra regulado en los artículos 34 y siguientes del Código de Minería, con ciertas diferencias, si se trata de concesiones de exploración y de explotación minera. La Tabla 8.1 presenta el detalle del proceso de constitución de una concesión minera.

Tabla 8.1. Proceso de constitución de Concesiones Mineras en Chile.		
Trámite ³⁴	Concesión de Exploración	Concesión de Explotación
Solicitud de carácter voluntario, realizada por cualquier persona mayor de 18 años, ante el Tribunal donde se encuentre ubicado el punto central del área de interés.	Escrito denominado Pedimento.	Escrito denominado Manifestación.
Inscripción en el Conservador de Minas correspondiente a la jurisdicción.	Inscripción del escrito y su resolución dentro del plazo de 30 días corridos desde la resolución en el Registro de Descubrimientos del Conservador de Minas respectivo.	
Publicación de la Inscripción en el Boletín Oficial de Minería.	Publicación de la inscripción anterior dentro del plazo de 30 días corridos desde la resolución.	

³⁴ Se desglosan aquí los trámites más comunes durante el proceso de constitución, haciéndose presente que este proceso puede volverse contencioso en caso de la alegación de terceros con mejor derecho o bien denunciando alguna situación de: caducidad, nulidad, superposición, oposición a la solicitud de mensura, etc.

Continuación Tabla 8.1.

Tabla 8.1. Proceso de constitución de Concesiones Mineras en Chile.		
Trámite	Concesión de Exploración	Concesión de Explotación
Pago de Tasa a beneficio fiscal	Según la extensión del área solicitada y los valores dispuestos en el artículo 51 del Código de Minería, pagadero dentro del plazo de 30 días corridos desde la presentación del Escrito.	
Solicitud de Sentencia Constitutiva	Escrito en el que, debiendo ser patrocinado por abogado habilitado, el solicitante expresa las coordenadas que comprende el área solicitada en concesión (por escrito y acompañando un plano) y acredita el cumplimiento de las obligaciones de inscripción, publicación y pago de tasa. Debe presentarse dentro de los 90 días corridos contados desde la presentación del Pedimento.	NO APLICA
Solicitud de Mensura	NO APLICA	Escrito en el que, debiendo ser patrocinado por abogado habilitado, el solicitante expresa las coordenadas que comprende el área solicitada en concesión (por escrito y acompañando un plano), acredita el cumplimiento de las obligaciones de inscripción, publicación y pago de tasa y designa un perito habilitado o ingeniero civil en minas para la ejecución de la operación de mensura. Debe presentarse entre los 200 y 220 días contados desde la presentación de la manifestación.
Publicación Solicitud de Mensura	NO APLICA	Se publica la solicitud de mensura y su resolución judicial en el Boletín Oficial de Minería dentro de los 30 días corridos siguientes a su resolución (Art. 60 Código de Minería). Desde la fecha de la publicación, quien se vea afectado por la solicitud de mensura podrá deducir oposición a la misma, transformando el procedimiento en un caso contencioso (Art. 61 y siguientes).

Continuación Tabla 8.1.

Tabla 8.1. Proceso de constitución de Concesiones Mineras en Chile.		
Trámite	Concesión de Exploración	Concesión de Explotación
Actas y Planos de Mensura	NO APLICA	Escrito donde el solicitante acompaña las actas y planos de la mensura (operación técnica de alinderamiento del área solicitada, construcción de hitos, entre otros) efectuada por el perito designado, cumpliendo las exigencias del Reglamento del Código de Minería. Debe presentarse dentro de 15 meses contados desde la fecha de presentación de la manifestación.
Informe Técnico de SERNAGEOMIN	El Tribunal remite el expediente al SERNAGEOMIN para su informe técnico, el cual debe exponer que la concesión se encuentra dentro del terreno solicitado y su forma, dimensiones y orientación de la cara superficial de la concesión solicitada se encuentran conforme a la ley (Art. 57 Código de Minería). Debe emitirlo dentro de 60 días corridos, contados desde la recepción del expediente ³⁵ .	El Tribunal remite el expediente al SERNAGEOMIN para su informe técnico, el cual debe exponer sobre los aspectos técnicos relacionados con la operación de mensura y con su acta y plano y, especialmente, si se ajustan a la ley la forma, dimensiones y orientación y que la concesión se encuentra dentro del terreno solicitado (Art. 79 Código de Minería), así como la existencia o no de superposiciones (Art. 80). Debe emitirlo dentro de 60 días corridos, contados desde la recepción del expediente.
Sentencia Constitutiva	Recibido el Informe Favorable de SERNAGEOMIN y si no hay vicios de caducidad (artículo 85 Código de Minería) ³⁶ , procederá a dictar sentencia declarando la constitución de la concesión minera de exploración (artículo 86 Código de Minería), ordenando inscribirla y publicarla en extracto.	Recibido el Informe Favorable de SERNAGEOMIN y si no hay vicios de caducidad (artículo 85 Código de Minería), procederá a dictar sentencia declarando la constitución de la concesión minera de explotación (artículo 86 Código de Minería), ordenando inscribirla junto con el acta de mensura y publicarla en extracto.

³⁵ En la materia, SERNAGEOMIN ha sido considerablemente eficiente en la revisión técnica de estos expedientes, tomando alrededor de 43 días en promedio nacional en ejercer su labor. Sin embargo, la revisión técnica de una mensura en el mismo plazo legal dispuesto constituye un problema para SERNAGEOMIN por la falta de personal y de presupuesto para realizar las visitas en terreno.

³⁶ La caducidad en materia minera es una sanción procesal al solicitante que no ha realizado en tiempo y forma, obligaciones para las cuales el Código de Minería impone un plazo fatal. El artículo 237 del Código de Minería establece como fatales todos los plazos cuya carga compete al solicitante solucionar.

Continuación Tabla 8.1.

Tabla 8.1 Proceso de constitución de Concesiones Mineras en Chile		
Trámite	Concesión de Exploración	Concesión de Explotación
Publicación en Extracto en el Boletín Oficial de Minería	Extracto autorizado por el Sr. Secretario del Tribunal se publica en el Boletín Oficial de Minería. Dicho extracto contiene las coordenadas y los datos de individualización registral. Dentro de los 120 días corridos contados desde la dictación de la sentencia.	
Constancia de SERNAGEOMIN	Se ingresa al SERNAGEOMIN copia autorizada de la sentencia constitutiva, su certificado de encontrarse firme y el plano extraído del expediente. Dicho archivo se traduce en una constancia ante SERNAGEOMIN que se acompaña a la inscripción y es requisito reglamentario de ella.	Se ingresa al SERNAGEOMIN copia autorizada de la sentencia constitutiva, su certificado de encontrarse firme, el plano y el acta de mensura extraído del expediente. Dicho archivo se traduce en una constancia ante SERNAGEOMIN que se acompaña a la inscripción y es requisito reglamentario de ella.
Inscripción de la Sentencia Constitutiva en el Conservador de Minas	El extracto publicado, la Constancia, la Sentencia Constitutiva con su certificado de ejecutoria y el plano son ingresados al Registro de Descubrimientos del Conservador de Minas correspondiente, procediéndose a su inscripción como concesión de exploración (transcripción de la sentencia constitutiva). Dentro de los 120 días corridos contados desde la dictación de la sentencia.	El extracto publicado, la Constancia, la Sentencia Constitutiva con su certificado de ejecutoria, el plano y el acta de mensura son ingresados al Registro de Propiedad del Conservador de Minas correspondiente, procediéndose a su inscripción como concesión de explotación (transcripción de la sentencia constitutiva y del acta de mensura). Dentro de los 120 días corridos contados desde la dictación de la sentencia.

Fuente: Comisión Nacional de Productividad.

Considerando estrictamente los plazos legales y suponiendo que ellos son cumplidos a cabalidad por todos los involucrados (ver Tabla 8.1), una concesión de exploración constituida en orden³⁷ toma entre 6 y 8 meses en constituirse plenamente.³⁸ Este lapso es comparable a una campaña de sondajes en minería de cobre, por lo que resulta relevante para la planificación y decisión de una empresa. Por su parte, una concesión de explotación constituida en orden³⁹ toma entre 24 y 29 meses en constituirse plenamente, es decir, alrededor de tres veces en comparación a su par de exploración.

³⁷ Sin informes observados por parte de SERNAGEOMIN.

³⁸ Inscrita en el Conservador de Minas como concesión de exploración.

³⁹ Sin informes observados por parte de SERNAGEOMIN y sin oposiciones a la solicitud de mensura.

Hallazgo 8.5. El proceso de constitución de concesiones mineras implica plazos elevados, con demoras de 6 a 8 meses para exploración y 24 a 29 meses para explotación.

Estos plazos deben ser reducidos, dado que varios plazos son resabios de la Codificación minera anterior (1932).⁴⁰ Creemos factible –manteniendo el diagrama de tramitación– que los plazos pueden modificarse según se presentan en la Tabla 8.2. Estimamos posible reducir el tiempo de constitución de una concesión minera de exploración a 5 meses, y a 18 meses las concesiones de explotación.

Tabla 8.2. Plazos propuestos para proceso de constitución de concesiones mineras.

Trámite	Concesión de Exploración	Concesión de Explotación
Solicitud de Sentencia Constitutiva	De 90 a 60 días corridos contados desde la presentación del Pedimento.	NO APLICA
Solicitud de Mensura	NO APLICA	De 200/220 a 60 días corridos contados desde la presentación de la Manifestación.
Actas y Planos de Mensura	NO APLICA	De 15 a 12 meses contados desde la fecha de presentación de la manifestación ⁴¹ .
Publicación en Extracto en el Boletín Oficial de Minería	De 120 a 90 días corridos contados desde la dictación de la sentencia.	
Inscripción de la Sentencia Constitutiva en el Conservador de Minas	De 120 a 90 días corridos contados desde la dictación de la sentencia.	

Fuente: Comisión Nacional de Productividad.

⁴⁰ En efecto, el plazo entre 200 y 220 días contados desde la fecha de la presentación de la manifestación al Juzgado para presentar la solicitud de mensura es un plazo derivado del Código de Minería de 1932, que especificaba el trámite de la ratificación que se producía con anterioridad a la solicitud de mensura y entregaba un título provisorio para la realización de trabajos. La inseguridad jurídica producida por dicho título llevó a eliminarlo en el Código de 1983. Sin embargo, se mantuvo el plazo primitivamente señalado para la solicitud de mensura.

⁴¹ En relación con la práctica de la operación de mensura, es difícil pensar en un plazo más reducido que el aquí descrito. Ocurre que la ejecución de mensuras en alta cordillera bien puede tomar 6 meses de trabajo continuo de construcción de hitos y posicionamiento de linderos (conos de concreto georreferenciados). Entonces, si se reducen los plazos a valores inferiores, se imposibilita la ejecución de la operación de mensura por dichas exigencias legales. El plazo de 15 meses, establecido también desde el Código de 1932, velaba por que en todo el territorio nacional (independiente de su geografía) se pudiera físicamente realizar la operación de mensura, ideal que debe preservarse en esta propuesta. La implementación de nuevas tecnologías ayuda a la medición de coordenadas, pero la operación de mensura será, a todo evento, física.

En el caso de las concesiones de explotación, además de su extensa temporalidad en la tramitación por mandato legal, este plazo frecuentemente suele alargarse por mala realización de mensuras por parte de peritos que las llevan a cabo para el interesado. Esto obliga a SERNAGEOMIN a revisar varias veces la mensura, generando ineficiencia por recursividad en la revisión, las que en su mayoría (65%) se deben a errores de tipeo o en los planos (aspectos dispuestos en el Reglamento del Código de Minería).⁴² Esto obedece a tres causas fundamentales: a) cualquier ingeniero civil de minas que escoja el interesado puede actuar de perito mensurador,⁴³ b) pocos incentivos para ingresar a la nómina de peritos habilitados de SERNAGEOMIN, c) la calificación de peritos de SERNAGEOMIN (tanto respecto de aquellos que pertenecen a la nómina como los ingenieros civiles en minas que presentan mensuras) no es pública para los titulares de concesiones mineras que deseen contratarlos para la realización de su mensura. En orden a generar incentivos para pertenecer a la nómina e incentivar el ejercicio de un trabajo correcto de mensura, debe ponerse a disposición del público las calificaciones anuales de los peritos habilitados por SERNAGEOMIN, y también de aquellos que hayan presentado tres o más operaciones de mensura en los últimos 18 meses.

Una vez constituida, la concesión tendrá duración limitada o no, según el tipo. La duración de la misma guarda relación con la protección que requiere el titular del derecho en las diversas etapas del desarrollo de su actividad minera. En general, la actividad minera consta de cinco etapas: *prospección, exploración, construcción, explotación y cierre*. En Chile la actividad minera se divide en tres ciclos: 1) exploración (actividades de prospección y exploración), 2) explotación (actividades de construcción y explotación), y 3) cierre de faenas.⁴⁴ Así, las concesiones de exploración duran dos años contados desde la sentencia constitutiva,⁴⁵ pudiendo prorrogarse hasta por otros dos años adicionales siempre que en la solicitud judicial de prórroga de la concesión se haga abandono de, a lo menos, la mitad de la superficie total concedida.⁴⁶ Las concesiones de explotación,

⁴² Observaciones más profundas como un incorrecto alinderamiento o posición de hitos, errores en los archivos rinex de geolocalización o errores en relación a superposición de pertenencias solo alcanzan el 35% del total de las observaciones vertidas en un periodo.

⁴³ Art. 71 Inc. 2 Código de Minería. Estos peritos deben postular anualmente en SERNAGEOMIN y son calificados con un examen habilitante.

⁴⁴ En relación con esta etapa en particular, se contemplan las obligaciones del concesionario minero, particularmente del titular del proyecto minero, en la Ley N° 20.551 que Regula el Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras (D.O. 11-11-2011).

⁴⁵ Art. 17 Ley Orgánica Constitucional sobre Concesiones Mineras y Art. 112 y siguientes del Código de Minería.

⁴⁶ La prórroga de la concesión minera no equivale a su renovación. Aunque materialmente sean similares, ambos conceptos no son técnicamente sinónimos. La prórroga de la concesión de exploración es una institución minera que permite conservar la fecha en que fue presentado el pedimento originalmente en el Juzgado para todos los efectos legales (ej.: para poder manifestar en virtud de

en tanto, tienen duración indefinida.⁴⁷ Es evidente que la combinación de un bajo costo de patente, y la duración indefinida de la concesión, limita fuertemente la posibilidad de entrada y salida de agentes que un mercado competitivo exige, y permite el bodegaje de pertenencias no explotadas. Ello, sumado a las asimetrías de información, merma la noción de interés público envuelta en la actividad minera, y permite el uso de propiedad inmueble con fines especulativos.

Si bien la licencia de exploración tiene un tiempo definido (dos años prorrogables por dos más), en la práctica ese plazo generalmente no aplica, dado el uso de repedimentos sobre un área determinada, y la opción de una licencia de exploración a perpetuidad.⁴⁸ La práctica de repedimentos permite al titular de una concesión de exploración extender su derecho en forma indefinida (en tanto no existan otros solicitantes), o bien hacer uso de la preferencia para realizar actividades de explotación, sea con el fin supuesto o solo para conservar las pertenencias. El mecanismo es el siguiente: próximo al vencimiento de su concesión de exploración, el titular puede: a) dado que ningún otro actor ha presentado interés, presentar otro pedimento que abarca la misma área y coordenadas, logrando así preservar su antelación en caso que un tercero presente un pedimento o manifestación en la misma área al vencimiento, y por lo tanto, volviendo a cero el plazo de dos años que la regulación supone;⁴⁹ b) si hubiera interés, transformar su concesión de exploración en una concesión de explotación, manifestando en virtud de derecho preferente. Si un tercero presenta un pedimento o manifestación en la misma área, el titular podrá solicitar manifestación de esta forma, pasándose a explotación y, como el costo de mantener la concesión de explotación es bajo, no necesariamente realizará actividad minera. De esta forma el titular no solicita una prórroga de la concesión de

derecho preferente de conformidad al artículo 41 del Código de Minería); mientras que la renovación de la concesión significaría hacer surgir un nuevo plazo de 2 años, contados desde la fecha de la sentencia constitutiva.

⁴⁷ Art. 17 Ley Orgánica Constitucional sobre Concesiones Mineras.

⁴⁸ También conocida en la práctica como “creación de pisos”, en referencia a la antelación involucrada en cada concesión, siendo el 1^{er} piso aquel que tiene la concesión de exploración más antigua, el 2^o el que tiene la concesión postulada, y así sucesivamente. La importancia de la creación de pisos radica que, en caso que alguien aparezca manifestando la misma área (es decir, solicitando concesión de explotación), quien tiene el pedimento o concesión de exploración de fecha anterior a la manifestación podrá oponerse a la misma, con el fin de evitar que la manifestación se superponga a su derecho (Art. 61 Código de Minería). De ahí que la creación de pisos mediante los pedimentos sea una práctica utilizada para mantener la preferencia en un área determinada a un muy bajo costo (el constituir una concesión de exploración tiene un costo de 1/5 del costo total de constituir una concesión de explotación, patentes consideradas).

⁴⁹ El titular conoce las coordenadas del área que quiere preservar para sí por lo que sabe que una vez que se acerca el plazo de dos años inicial posee dos opciones: repedir a través de un nuevo pedimento en la misma área o manifestar (pasándose a explotación) en virtud del derecho preferente.

exploración anterior, en cuyo caso tendría otros dos años más, pero tendría que liberar la mitad del terreno concesionado. El re pedimento puede realizarlo tanto el titular como personas relacionadas (trabajo, parentesco, etc.) sin limitación alguna.⁵⁰ En otras palabras, dado el bajo costo actual de mantención, el concesionario puede bloquear el área ya sea haciendo re pedimentos -si no hay otro interesado- o bien pasando de exploración a explotación -en caso de que tenga otro interesado. El problema no es del diseño del sistema, que premia al "primer descubridor" correctamente, sino de los parámetros del mismo- el bajo costo favorece el bodegaje.

Frente a este escenario existen diversas alternativas, pero lo fundamental es generar las condiciones que fomenten el uso efectivo de la concesión minera, sea exploración o explotación, por sobre el bloqueo de territorio generado por parte de agentes no interesados en realizar actividad minera.

8.3.1. La situación internacional

Respecto al otorgamiento de concesiones mineras, en distritos mineros relevantes existen tres alternativas posibles: i) a través de una concesión entregada por procedimiento judicial, ii) una concesión entregada por procedimiento administrativo, y iii) a través de un contrato administrativo. En general, puede considerarse que existe un balance entre discrecionalidad y flexibilidad en estas tres alternativas, siendo la vía judicial la de mayor certeza, pero menor flexibilidad, y el contrato administrativo el más flexible pero el más discrecional. Los sistemas de procedimiento administrativo (con o sin posibilidad de intervención judicial) aparecen en una posición intermedia. Entre varios países considerados referentes predomina el otorgamiento de concesión por una autoridad administrativa (ver Tabla 8.3). En América Latina la mayoría de los países entrega concesiones mineras por vía administrativa, solo en Colombia la concesión minera se otorga por un Contrato Administrativo directo con el Estado, y en algunas provincias argentinas.

⁵⁰

Art. 5 Ley Orgánica Constitucional sobre Concesiones Mineras. Mas, en el caso de la manifestación en virtud de derecho preferente, solo su titular está facultado para ello (Art. 10 Ley Orgánica Constitucional sobre Concesiones Mineras, 41 del Código de Minería).

Tabla 8.3. Sistemas que otorgan derechos mineros en países seleccionados.

Instrumento que otorga los derechos	Chile	Western Australia (Australia)	British Columbia (Canadá)	Perú
Concesión	Judicial	Juzgado de letras del área geográfica donde se ubica la concesión		
	Administrativa		Departamento de Minas y Petróleo	Ministerio de Operaciones de RRNN Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico

Fuente: COCHILCO con base en Ossa (2012) y Jara (2011).

Considerando la duración del derecho minero, la tendencia internacional es a un periodo limitado, con derecho a prórroga sujeta a requisitos. Solo en algunos países de América Latina (Argentina, Chile, Brasil, Perú) se contempla la posibilidad de una concesión de explotación de duración indefinida; sin embargo, en la mayoría de los casos la mantención del derecho depende del cumplimiento de la obligación de amparo correlativa.

Tabla 8.4. Características de los derechos mineros en países seleccionados.

Características de los derechos	Chile	Western Australia (Australia)	British Columbia (Canadá)	Perú
Etapla Exploración	Concesión de 2 años renovable por 2 años más	Licencia de exploración requerida. Duración de 5 años renovable por 5 años más.	Solicitud de exploración. Plazo fijo prorrogable sujeto a requisitos.	Concesión única de duración indefinida
Etapla Explotación	Concesión de duración indefinida	Contrato de explotación, 21 años de duración, renovables en periodos de hasta 21 años.	Contrato de explotación, 30 años de duración renovables en periodos de hasta 30 años.	
Otros tipos de concesiones y derechos		Licencia de prospección, retención y otras generales.	Certificado de explorador.	Concesión de beneficio, transporte y labores generales.
Cuadrícula	No	Sí	Sí	Sí

Fuente: COCHILCO con base en Baker & McKenzie (2013) y Jara (2011).

Es interesante notar que, en distritos mineros desarrollados como Western Australia y British Columbia, existen otros derechos mineros que apuntan a un acercamiento entre la

propiedad minera y la naturaleza de la actividad. Por ejemplo, la *Licencia de Prospección*⁵¹ y el *Certificado de Explorador*, respectivamente, apuntan a disminuir el riesgo de que la propiedad minera sea usada con fines no mineros, pues solo quienes tengan esa licencia estarán habilitados para solicitar posteriormente una concesión de exploración. Otro de los requisitos habilitantes para optar a una Concesión Minera de Explotación en el caso de Western Australia es el presentar una propuesta de minado, un reporte de mineralización y estado de la operación minera certificado por una persona competente, o un reporte de recursos y estado de operación. Propuesta similar debe ser presentada para la obtención de una Concesión de Propósito General usada para depósitos de estériles, relaves, maquinaria y plantas de beneficio. En definitiva, las solicitudes de concesión deben ir acompañadas por una exposición de fundamentos que sustenten la petición del solicitante en orden a constituir un derecho real inmueble en un área determinada, y particularmente la utilización que le pretende dar a ese predio.

En Perú las Concesiones de Beneficio, Transporte Minero y Labor General apuntan a las actividades periféricas desarrolladas con ocasión de una actividad minera actual o futura. Así, las primeras hacen referencia al tratamiento de minerales que realice el mismo concesionario y se paga de acuerdo con la capacidad de tratamiento de sus plantas de beneficio. Las segundas se aplican sobre el medio utilizado para el transporte de productos minerales por métodos no convencionales (correas transportadoras, tuberías, etc.) que conecten un centro minero e instalaciones afines (ej.: refinería). Las terceras apuntan a actividades mineras auxiliares (ventilación, desagüe, izaje) otorgadas a dos o más concesiones de distintos concesionarios.

De todo lo anterior, es posible inferir que mientras más específicas sean las concesiones mineras otorgadas a un determinado titular según la actividad a desarrollar, ellas se ajustarán en mayor medida a la naturaleza de la industria minera.

8.4. La obligación de amparo de las concesiones mineras

Las obligaciones del minero dueño de una concesión para mantener su propiedad se conocen con el nombre de “amparo”. Se fundamenta en que en Chile la minería ha sido siempre considerada una actividad de interés público, siendo importante para el desarrollo del país que los títulos mineros se usen con el fin a que fueron otorgados: exploración y explotación minera. El amparo es tanto un promotor de dicho fin, como un preservador de

⁵¹ Permite extraer o alterar hasta 500 ton de material con el objetivo de explorar la zona en cuestión y extraer muestras de hasta 20 kg. Ello solo en determinados territorios según la ley federal correspondiente.

la estabilidad del derecho de propiedad minero, certeza básica para explorar y explotar yacimientos.⁵²

En general, la obligación de amparo puede adaptar diversas formas en la búsqueda de un mecanismo que permita obtener, a la vez, el incentivo a la labor minera y el aseguramiento de la propiedad. Atendida la natural dificultad de este cometido, hay legislaciones que han optado por el amparo de los derechos mineros mediante la exigencia a su titular de iniciar labores mineras dentro de un plazo, de forma ininterrumpida y conforme a una carta Gantt previamente visada por la autoridad competente. Su incumplimiento reiterado llevaría a la pérdida del derecho minero correspondiente, volviendo a manos del Estado. Este mecanismo es conocido como “amparo por trabajo” y, si bien su beneficio es el incentivar directamente la producción minera, su desventaja es que viene de la mano con la discrecionalidad de la administración,⁵³ lo que atenta contra la certidumbre requerida por la actividad minera.

En el otro lado del espectro se encuentran aquellas legislaciones que concretizan la obligación de amparo mediante el pago periódico de una patente, mecanismo conocido como “amparo por patente”. Su monto es determinado por el organismo regulador (a nivel de ley o reglamento) y el monto de dicha patente tiende a estar relacionado con las ganancias efectivamente derivadas de la actividad económica en el yacimiento. Su incumplimiento reiterado llevaría a la pérdida del derecho minero correspondiente, volviendo a manos del Estado. Si bien su ventaja es la simpleza de su cumplimiento y la disminución de la discrecionalidad administrativa (minimizando la incertidumbre que ella genera), su problema radica en su mínimo (o nulo en caso de patentes bajas) fomento a la actividad propiamente minera, ya que basta que el titular cuente con los recursos económicos para solventar el pago de la patente para conservar su concesión y su prioridad en el área. En caso de patentes de bajo monto, como Chile, este problema se agudiza.

Chile es un caso de amparo por patente, que, como se ha mencionado ya, tiene patentes más bajas que otras jurisdicciones mineras, las que además pueden ser reducidas en dos tercios de su costo para patentes no metálicas.⁵⁴ En Chile se verifica que las concesiones de explotación no metálicas presentan menores tasas de transacciones que las metálicas, lo que se explica en parte por la patente reducida de que se ven beneficiadas dichas concesiones.

⁵² Ver Ossa (2012).

⁵³ Que puede tener criterios muy amplios y ambiguos sobre qué se entiende por labores mineras y cómo controlarlas, disminuyendo así la certeza y seguridad jurídica necesarias para el desarrollo de esta labor. Por ello, los países que lo utilizan plantean reglas claras y no susceptibles de interpretaciones sobre el alcance del trabajo a fiscalizar, lo cual, adicionalmente, es susceptible de reclamar ante los Tribunales de Justicia (al igual que multas laborales, sanitarias u otras).

⁵⁴ Ascende al 0,03 UTM al año por hectárea concesionada (US\$2 aproximadamente).

Es importante notar en la actualidad que yacimientos de minerales no metálicos pueden implicar tanto o más valor que las sustancias metálicas, por ejemplo en explotaciones de silicatos, sílices y carbonatos, o aquellas ubicadas en salares como el litio.⁵⁵

Más aún, el procedimiento reglamentario para solicitar la reducción del valor de patentes no metálicas no requiere certificación sobre la efectiva existencia de sustancias no metálicas en la concesión respectiva, lo que puede dar pie a una de estas tres situaciones: a) que el concesionario informe que las sustancias al interior de su concesión son no metálicas; b) que de mala fe el concesionario haga pasar sustancias metálicas como sustancias no metálicas para beneficiarse con una rebaja del orden del 66% en la patente anual correspondiente; c) que el concesionario declare que existen sustancias no metálicas cuando su interés económico principal dista de explotarlas, sino que es con fines de protección del terreno para otros proyectos (inmobiliarios, eólicos, eléctricos, etc.).

El Reglamento del Código de Minería exige que, para acogerse a la patente rebajada los titulares acrediten ante SERNAGEOMIN *que el interés económico principal reside en las sustancias no metálicas o en placeres metalíferos existentes en ellas o en sustancias existentes en salares*, acreditación mediante *liquidaciones o facturas de ventas de las sustancias minerales extraídas, informes de producción, documentos de embarque, informes geológicos o técnico y cualquier otro medio de prueba útil al efecto*. En este orden de exigencias (y como de hecho ocurre), basta la simple declaración de un perito habilitado que indique que en el terreno abarcado por esas concesiones se encuentran solo sustancias no metálicas para que el titular de esas concesiones se vuelva acreedor del beneficio, sin mayor revisión ni cuestionamiento por parte de la autoridad.⁵⁶

Una alternativa es homologar el tratamiento de las patentes metálicas y no metálicas, aunque también existen otras alternativas. De mantenerse la distinción, se puede perfeccionar el mecanismo de patente rebajada considerando: a) exigir al titular de la concesión no metálica estudios geológicos avanzados, actualizables anualmente, en

⁵⁵ Nótese que la riqueza mineral de Chile actualmente está dada tanto por el mineral metálico como por el no metálico (silicio) y presente en salares (litio). Por ejemplo, hace 50 años el silicio no era un mineral considerado para formar estructuras, pero hoy los chips de silicio forman parte de todos los aparatos electrónicos ligeros.

⁵⁶ Se suma a ello la contradicción que resulta al comparar las exigencias realizadas por el Código de Minería a los pequeños mineros para acogerse a un sistema de patente reducida. En efecto, el artículo 142 del Código dispone que los pequeños mineros y mineros artesanales pagarán una patente anual de 0,0001 UTM por hectárea completa explotada pero, para ello, deben acreditar que explotan personalmente o con un máximo de 12 o 6 dependientes (respectivamente) y que además cuentan con todos los permisos y servidumbres que fueren necesarios para explotar (exigencia que no se le realiza a la minería que no se declara como pequeña o artesanal), para así someter su solicitud al SERNAGEOMIN para acogerse a esta patente especial, debiendo renovar estos requisitos cada dos años calendario para acceder al beneficio. Ello equivale a menos de un dólar por 100 hectáreas concesionadas.

línea con el Reglamento del Artículo 21 del Código de Minería (Ley 20.819); b) seguir los lineamientos de la mensura original: la concesión de explotación de cualquier especie de mineral requiere para su constitución un acta de mensura elaborada por un perito habilitado o bien un ingeniero civil en minas, siendo requisito exponer en ella las sustancias que efectivamente se encuentran en la concesión bajo declaración jurada del perito en cuestión.⁵⁷ Dicha mensura es revisada en terreno por parte de SERNAGEOMIN y si este organismo técnico aprueba el acta de mensura con la descripción del mineral presente en ella, debe estarse a dicha expresión durante toda la vigencia de la concesión, impidiendo el cambio de interés económico principal en orden a beneficiarse dolosamente de una patente rebajada; c) exigir una declaración jurada con fotografías por parte del perito mensurador original de la concesión de explotación o, en su defecto, de un perito designado por el propio SERNAGEOMIN de la nómina de peritos habilitados correspondientes al periodo. Dicha declaración jurada deberá expresar que no se encontraron sustancias metálicas o bien que subsisten las sustancias no metálicas ya mensuradas. Ello puede reforzarse mediante la exigencia de una certificación notarial.

Si bien todas estas sugerencias implican un costo mayor al titular de la concesión de explotación que busque beneficiarse de esta rebaja de patente, ello otorgaría certezas en cuanto al verdadero nivel del recurso mineral presente en el país y a su evolución, así como erradicar la mala práctica de ampararse en este beneficio para pagar una patente reducida sin mediar justa causa para ello. Esto también tiene presente el mandato constitucional de que la concesión minera es otorgada bajo la premisa de satisfacer el interés público que justificó su otorgamiento, lo cual es precisamente la exploración y la explotación minera.

8.4.1. La situación internacional

A nivel internacional, todas las legislaciones relevantes evaluadas cuentan con un mínimo común denominador en materia de la obligación de amparo: el amparo por trabajo. El grado y exigencia del mismo varían entre países (ver Tabla 8.5). De los casos examinados, solo Chile mantiene únicamente el amparo por patente.

⁵⁷ De conformidad con el artículo 37 del Reglamento del Código de Minería. Muchas actas de mensura adolecen de imprecisiones en este aspecto, las cuales la mayoría de las veces no son revisadas ni constatadas técnicamente por la autoridad, sea por falta de personal o de recursos aptos para ello. Al efecto, en el apartado "Yacimiento" de las actas de mensura, los peritos pueden colocar una frase genérica y vacua como: "sustancias concesibles", lo cual nada dice de si se trata de sustancias metálicas o no metálicas.

Internacionalmente es posible observar dos tendencias regulatorias: i) la exigencia de cumplimiento de un plan de trabajo y/o inversiones mínimas, siempre en conjunto con el pago de una patente anual y la entrega de información geológica, ii) el aumento progresivo del valor de la patente en caso de no uso de la propiedad minera. Ambas tendencias buscan desincentivar la acumulación de propiedad, evitando la generación de barreras de entrada de nuevos agentes y obstaculizaciones al desarrollo de los ya presentes. Comparado con estas mejores prácticas internacionales, nuestra legislación tiene un margen importante de mejora.

En Perú el amparo se compone de dos elementos: i) pago de patente anual (Derecho de Vigencia) a partir del año contado desde la fecha de presentación de la solicitud ante la autoridad administrativa que otorga las concesiones mineras,⁵⁸ y ii) alcanzar un nivel de producción mínima por hectárea antes del décimo año contados desde el primer pago del Derecho de Vigencia. El incumplimiento de cualquiera de estas condiciones acarrea consecuencias. En el caso del Derecho de Vigencia, su no pago por dos periodos lleva a la concesión a incurrir en caducidad. En el caso de incumplir voluntariamente la producción mínima, se prevé una penalidad anual por hectárea desde el decimoprimer año hasta el año en que se dé la producción requerida. Si al decimoquinto año no hay variaciones, se declarará la caducidad de la respectiva concesión. El Derecho de Vigencia en Perú (la patente) va entre US\$0,5 y US\$3,0 por hectárea según la condición del titular; mientras que en Chile el valor de la patente anual es de US\$1,4 por hectárea para concesiones de exploración, de US\$6,8 por hectárea para concesiones de explotación, y US\$2,3 por hectárea para concesiones de explotación no metálicas.⁵⁹

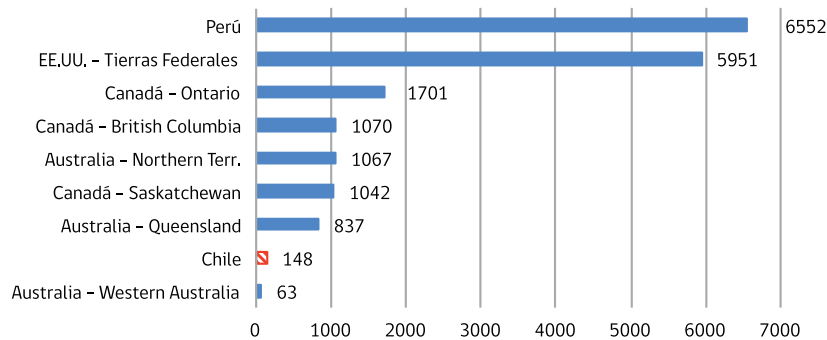
En Canadá el amparo de la concesión de exploración es mixto pues exige el pago de una patente junto con una inversión mínima acreditable (montos varían según provincias). El sistema en general tiene un esquema incremental, que al pasar el tiempo aumenta la patente y/o el nivel de inversión mínima exigido, con el objetivo de no dejar recursos en vacancia (tanto minerales como productivos). En Australia se sigue un esquema similar. Si se comparan las diferencias entre el amparo por patente, incluida la tasa de pedimento, se observa que Chile posee una diferencia de 2,5 veces respecto del promedio

⁵⁸ Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) es un Organismo Público Técnico Descentralizado que tiene como objetivo conducir el Procedimiento Ordinario Minero, incluyendo la recepción de petitorios, el otorgamiento de concesiones mineras y su extinción según las causales fijadas por la ley, ordenando y sistematizando la información georreferenciada mediante el Catastro Minero Nacional, así como la administración y distribución del Derecho de Vigencia y Penalidad. Asimismo, también lleva a cabo la obtención, almacenamiento, registro, procesamiento, administración y difusión eficiente de la información geocientífica y aquella relacionada con la geología básica, los recursos del subsuelo, los riesgos geológicos y el geoambiente.

⁵⁹ Valores calculados a enero 2017.

internacional en términos del pago de la patente de exploración.⁶⁰ En explotación, se desprende en el pago de patente de 2,5 veces respecto del promedio internacional (solo considerando patente). Sin embargo, se debe comparar el nivel de amparo total (patente + trabajo) que es solicitado por las jurisdicciones a los concesionarios. Chile posee bajos costos en términos del amparo total tanto de exploración como explotación (ver Figuras 8.10 y 8.11). Por ejemplo, un aumento inicial en torno a 5 y 7 veces la patente actual de exploración llevaría al país a niveles similares de los mínimos iniciales de otros distritos mineros que exigen un amparo mixto (Queensland y Saskatchewan). Un aumento de 13 veces llevaría la patente nacional (US\$148) a valores medios de los países analizados en la comparación internacional (US\$2.046) en términos de exploración.⁶¹

Figura 8.10. Costo Amparo Total Concesiones de Exploración en países seleccionados 2016⁶².



Fuente: Comisión Nacional de Productividad con base en CESCO (2016).

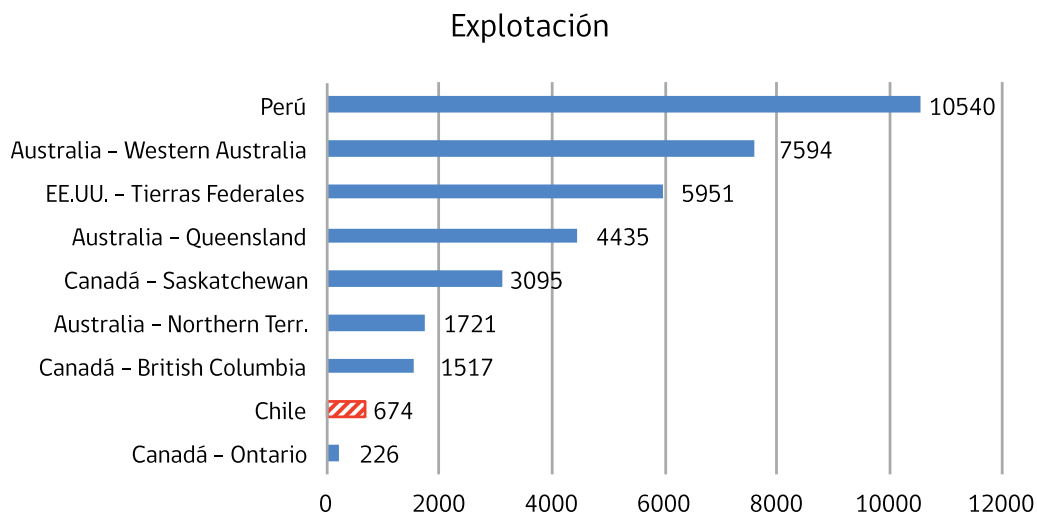
⁶⁰ También podrían considerarse en el análisis los costos de las licencias de reconocimiento y los incentivos tributarios en algunas jurisdicciones. Las licencias de reconocimiento existen en Australia (Queensland y Western Australia) y Canadá (British Columbia, Ontario y Saskatchewan). La inclusión del costo de la licencia de reconocimiento cambia la posición relativa de Chile, haciéndolo bastante más barato relativo al resto del mundo y aumentando la diferencia respecto del promedio a 4,5 veces (ver Anexo - Figura A.1). Análogamente, existen incentivos tributarios en Australia (Exploration Development Incentive) y Canadá (Mineral Exploration Tax Credit). Estos incentivos buscan mitigar la caída en exploración durante periodos de bajos precios. Sin embargo, para efectos del análisis se privilegió la comparabilidad basada en información disponible por lo que no se consideró ni los costos de reconocimiento ni los incentivos tributarios.

⁶¹ Sí se considera el costo de reconocimiento, Chile pasa a ser la más barata en términos del costo del amparo total. Ver Anexo - Figura A.2.

⁶² El costo del amparo total anual se calculó sumando el pago de la solicitud inicial, patentes anuales, inversiones mínimas anuales, y producción mínima anual para un área equivalente de 100 hectáreas de concesión (1 km²) a fin de homogeneizar los distintos tamaños de concesión en las legislaciones. Se consideró el promedio del costo en un horizonte temporal de 10 años debido a que, en algunas legislaciones, el pago de patente y los requisitos de inversiones o producción mínima varían acorde al año de concesión. No incluye el costo de licencias de reconocimiento.

En el caso de la concesión de explotación, el valor actual del amparo total también está bajo los estándares internacionales. Un aumento de seis veces del valor actual (US\$674) lo pondría en el rango medio del valor total de los distritos analizados en la comparación internacional (US\$3.973). Nótese que esto considera que se exigen inversiones mínimas u otros elementos para mantener el derecho minero,⁶³ por lo que un aumento de la patente en Chile debiese ir acompañado de un mecanismo de rebaja sujeto a demostración de trabajos (directa o indirecta) a fin de mantener la competitividad del país.

Figura 8.11. Costo Amparo Total Concesiones de Explotación en países seleccionados 2016.



Fuente: Comisión Nacional de Productividad con base en CESCO (2016).

⁶³ Por ejemplo, Western Australia tiene una patente de A\$17 y un requisito de inversión de A\$100 por hectárea.

Tabla 8.5. Obligaciones de los poseedores de derechos mineros en países seleccionados.

Características de los derechos	Chile	Western Australia (Australia)	British Columbia (Canadá)	Perú
Etapa Exploración	Pago patente anual	Pago patente anual. Entregar plan de trabajo, resultados e información geológica básica	Pago patente anual. Entregar plan de trabajo, resultados e información geológica básica	Pago patente anual. Obligación de realizar trabajos. Requerimientos mínimos de producción e inversión. Multas por no cumplimiento. Entrega de información geológica básica.
Etapa Explotación	Pago patente anual	Pago patente anual. Entrega y cumplimiento de un plan de trabajo e inversiones.	Pago patente anual. Entrega y cumplimiento de un plan de trabajo e inversiones mínimas.	

Fuente: COCHILCO con base en Baker & McKenzie (2013) y Jara (2011).

La evolución de los sistemas internacionales hacia el amparo por trabajo y patentes progresivas sugiere que esta estructura de incentivos alinea los incentivos del propietario del recurso (el Estado) y el concesionario. En cambio, el caso chileno únicamente con amparo por patente (de bajo monto), permite que las concesiones mineras sean utilizadas con fines distintos a los concebidos (la exploración y explotación de yacimientos), y que se concentre la propiedad.

Hallazgo 8.6. El actual sistema de amparo por patente no constituye un incentivo hacia la ejecución de labores de exploración y explotación, tanto por no exigirlo directamente como por el bajo monto de la patente.

Hallazgo 8.7. El costo de la patente minera en Chile es bajo en comparación con otros países, más aún si se considera que en otras jurisdicciones se solicitan obligaciones adicionales al pago de una patente para mantener la concesión minera.

8.5. Información geológica y su disponibilidad

La minería es una actividad de largo plazo, y la exploración minera una actividad de alto riesgo. Por esto, a mayor disponibilidad de información geológica menor riesgo y

mayor actividad minera. El mecanismo se da a través de cuatro vías: 1) atrae inversión en exploración al permitir a la industria identificar áreas de interés mineral, 2) aumenta la eficiencia en la exploración al evitar que las empresas dupliquen información básica⁶⁴ y/o explorar áreas irrelevantes, 3) entrega información útil para modelamiento y en la toma de decisiones riesgosas en exploración, y 4) le indica al Estado zonas de potencial interés para desarrollo de infraestructura o planificación territorial.

En Chile la información geológica precompetitiva es de baja disponibilidad, y de menor calidad, comparado con los principales competidores.⁶⁵ Esto merma el conocimiento interno sobre la riqueza mineralógica del país, y hace perder atractivo en un mercado internacional que utiliza registros oficiales del potencial geológico para proyectar el destino de su inversión. En este sentido, en ciertas etapas la información geológica tiene las características de un bien público, y a nivel agregado son datos que generan conocimiento. Más aún, al ser accesoria y derivada a la concesión minera de la cual proviene, comparte su misma suerte y mandato constitucional en orden a cumplir la finalidad pública que justificó su otorgamiento en concesión.

La información geológica es uno de los fundamentos que justifican el otorgamiento de la concesión. A nivel internacional, suele solicitarse la demostración de una ocurrencia mineral en un determinado sector como requisito habilitante para pasar de una concesión de exploración a una de explotación. En Chile esta ocurrencia podría ser acreditada *ex ante* por los peritos mensuradores habilitados por SERNAGEOMIN o bien por Personas Competentes,⁶⁶ lo cual permitiría tanto que las concesiones de explotación que se otorguen cuenten con información geológica valiosa en sí misma, como que el titular de la concesión minera pueda transar sobre ella con mayor claridad sobre su verdadero potencial.

Existen distintos niveles de información geológica que podrían considerarse, pero una lista en base a la experiencia internacional sugiere lo siguiente:

- Geológica, geoquímica, geofísica y mineralogía, tanto superficial y en profundidad.
- Hidrogeológica: nivel freático, pruebas de bombeo, etc.

⁶⁴ No es deseable ni eficiente que se regenere información básica pues termina recayendo en cada uno de los actores del sector que utilizan dicha información. Normalmente el descubrimiento de un yacimiento ocurre cuando se ha realizado una serie de campañas por distintas empresas en un territorio específico.

⁶⁵ Ver Fraser Institute (2016) y años anteriores del mismo ranking.

⁶⁶ Véase la Ley 20.235 (D.O. 31.12.2007) que regula la figura de las Personas Competentes y crea la Comisión Calificadora de Competencias de Recursos y Reservas Mineras. A 2016 existen 329 profesionales calificados como Personas Competentes en el país.

- Sondajes y muestras físicas representativas: entregando a SER-NAGEOMIN hasta un cuarto de aquellas muestras representativas de unidades de interés geológico, económico, científico, etc.⁶⁷
- Dataciones radiométricas.
- Descripciones estratigráficas.
- Cálculos de recursos minerales y reservas mineras.
- Información financiera sobre objetivos de exploración, gastos/costos de las campañas por ubicación geográfica.

En términos prácticos para la obtención de información geológica, es clave definir cuatro aspectos: 1) el tipo, detalle y frecuencia de la información, 2) el momento en el cual ella será requerida al concesionario, 3) el momento en el cual ella se hace pública, y 4) si a cambio de ella este recibirá alguna especie de beneficio establecido por ley.⁶⁸

De la lista anterior, un piso mínimo a considerar sería la información sobre: geología y geoquímica superficial, dataciones radiométricas, cálculos de recursos y reservas, y la información financiera sobre exploración. Respecto al segundo aspecto, es razonable que la información geológica levantada abarque tanto el proceso de constitución de la pertenencia como su conservación y posterior término.⁶⁹ Esto de manera de conservar el historial de existencia del derecho minero solicitado no solo mediante su registro conservatorio en el Conservador de Minas correspondiente (o identificación), sino también mediante una determinación clara de su contenido geológico (su sustancia). Para ello deben definirse en forma objetiva los niveles de información geológica que la autoridad requerirá (ej.: geofísica y magnetometría), tanto para que el concesionario proyecte sus costos como para otorgar seguridad jurídica a terceros inversionistas (que podrán conocer qué clase de información y desde qué periodo se encuentra disponible al público). Una forma de potenciar la obtención de dicha información puede darse en el mismo proceso de constitución de la concesión, solicitando al concesionario que facilite dicha información en los planos y actas de mensura⁷⁰ correspondientes, tal como técnicamente están las exigencias expuestas en el Reglamento de Código de Minería al respecto.⁷¹ La experiencia australiana sobre la recopilación de información y la acreditación de la existencia de operaciones

⁶⁷ Testigos, *cutting* o rechazos, se refieren a muestras de mano o muestras molidas.

⁶⁸ Por ejemplo: una rebaja en patente, acceso a financiamiento privilegiado o una posibilidad de prorrogar la concesión de explotación –en caso de que esta fuese definida.

⁶⁹ Ya sea por renuncia o pérdida de la concesión minera por cualquier causal: caducidad, nulidad, etc.

⁷⁰ Que comprenden carteras de terreno, archivos rinex, coordenadas georreferenciadas y fotografías, entre otros.

⁷¹ Art. 21 y siguientes para concesiones de exploración, Art. 26 a 39 para concesiones de explotación.

geológicas (mediante la conservación de los testigos de sondaje,⁷² fotografías aéreas y registros obligatorios) de forma anual por los concesionarios es posible de replicar en Chile mediante modificaciones reglamentarias a los artículos citados.

En cuanto al tercer aspecto, el momento en el cual se recibe la información no necesariamente es el mismo en el cual esta se publica. Generalmente la información se hace pública una vez que el concesionario libera su terreno de la concesión de exploración o explotación, en su caso. Para lo anterior, es necesario que SERNAGEOMIN disponga tanto de una capacidad de almacenamiento y procesamiento como de una gobernanza adecuada. La información geológica se recopila en su naturaleza de bien público accesorio a la concesión minera que le sirve de origen, motivo por el cual las capacidades y obligaciones de SERNAGEOMIN deben ir permanentemente en esa dirección. Respecto del último aspecto, se deberían desarrollar incentivos hacia los titulares de una concesión minera para que estos puedan realizar actividades mínimas de reconocimiento y de obtención de información geológica básica y relevante, para así aportar al cumplimiento del fin último de la concesión minera, sin generar dudas sobre el derecho de propiedad entregado.

Es necesario resaltar iniciativas como el Plan Nacional de Geología y el Portal GEOMIN de SERNAGEOMIN, y la pronta a ser promulgada reglamentación del artículo 21 del Código de Minería. No obstante, dichos esfuerzos deben ser complementados mediante la generación de una cultura de la información entre todos los involucrados (privados y públicos) con tal de facilitar información transparente, exacta y actualizada en lo relativo al contenido, extensión y proyecciones reales estimadas de la propiedad minera en Chile.

Chile tuvo una expansión minera sin precedentes en los últimos 25 años, pero no aprovechó dicha expansión para generar una base de información geológica precompetitiva al nivel de países desarrollados. En pos del futuro de la actividad minera en el país, es perentorio avanzar en esta dirección.

Hallazgo 8.8: Chile muestra un atraso importante tanto en disponibilidad como en calidad de la información geológica precompetitiva.

⁷²

Corresponde a un tubo de material extraído del terreno que, en cada una de sus secciones, contiene un pedazo de la corteza geológica a la que hace referencia. Dicho testigo puede ser de 2 m. Mínimo de longitud y de 2 cm de diámetro, permitiendo con ello congelar una muestra de la riqueza geológica de un determinado sector.

8.5.1. La situación internacional Australia (Western Australia⁷³)

Sus leyes mineras definen diferentes tipos de concesiones mineras y solicitan la entrega de información geocientífica principalmente en las licencias de exploración, aunque algunos informes son requeridos también en las concesiones de explotación de minerales. La información a entregar incluye muestras geológicas (testigos de sondajes), informes de gastos, de trabajo realizado, de producción, de mineralización, de reservas y de recursos. La información obtenida durante la exploración minera queda disponible al público tras un periodo de confidencialidad, y es posible incluso tomar muestras de los testigos que los servicios geológicos tienen almacenados.

La legislación australiana establece las *licencias de prospección y exploración*. En ambas se considera la obligación del titular de entregar información geológica relevante en un momento determinado. En el primer caso se entregan informes del trabajo realizado, el dinero gastado en la prospección, y muestras geológicas obtenidas con los detalles de cada tipo de mineral recuperado, su cantidad y la ubicación exacta del lugar de recuperación. Se contempla una multa en caso de no entregar información o dar información falsa. En el segundo caso se agregan los estudios y operaciones en la exploración –testigos de sondaje incluidos. El no cumplimiento de estos deberes corresponde a un delito en la ley.

Por su parte, al momento de solicitar una *concesión de explotación*, la solicitud debe incluir un informe de mineralización realizado por una persona calificada y un informe de recursos. Un informe de mineralización es un documento preparado por una persona competente⁷⁴ donde se detallan los resultados de la exploración, incluyendo el tipo de minerales, resultados analíticos de las muestras y la forma en que se ha dimensionado la mineralización. Asimismo, durante la vigencia de la concesión deben entregarse informes periódicos junto con muestras geológicas y detalles de los minerales descubiertos.

La información geológica entregada por los concesionarios se libera después de tres meses de la renuncia, expiración o cancelación de la concesión o cuando la información lleva más de 5 años en el departamento del Ministerio en cuestión. Para que dicha información sea uniforme los reglamentos estipulan una serie de instrucciones a cada tipo de información generada y/o entregada por el concesionario. Se contempla una multa de 10.000 dólares australianos en caso de no cumplir con la entrega o entregar información falsa o engañosa.

⁷³ Es el destino de más del 50% del gasto en exploración en minería en Australia.

⁷⁴ QP según el Instituto de Minería y Metalurgia Australiano o del Instituto de Geocientíficos de Australia. Es similar a la figura de la Persona Competente en Chile (regulada en la Ley 20.235, D.O. 31-12-2007).

Finalmente, cabe destacar que Australia presenta una de las más completas plataformas de acceso a la información geocientífica a nivel mundial. Así, almacena gran cantidad de información geocientífica y muestras geológicas disponibles pública y gratuitamente. El Gswa (Geological Survey of Western Australia) dispone de una compilación y almacenamiento de Informes de exploración, wamex (Western Australian Mineral Exploration reports), accesibles por medio de un buscador y presenta un catálogo⁷⁵ con los informes de mineralización y de recursos y reservas entregados en las solicitudes de las concesiones de explotación, que también es público y gratuito. El GSWA también dispone de mapas geológicos, información de geoquímica, geocronología, estudios geofísicos, sísmicos y metalotelúricos, y variados otros productos a disposición del público. Otros estados federales relevantes como Northern Territory también poseen sistemas similares. A nivel nacional, el *Geoscience Australia* presenta un portal de visualización de mapas geológicos, AUSGIN⁷⁶ y también un sistema de entrega de información geofísica y de elevación digital⁷⁷.

Canadá

El caso canadiense se presenta como un ejemplo relevante de mejores prácticas, particularmente en las provincias de Ontario y Saskatchewan. En Ontario la información geocientífica se entrega a través de diversos informes detallados de estudios realizados (prospección, de geología, geofísica, geoquímica, sondajes, microscópicos, medioambientales, etc.) con sus respectivos mapas, planos y certificaciones que, al ser aceptados por la autoridad administrativa, conceden créditos a los titulares y les permiten mantener el derecho de exploración. En Saskatchewan se suman los informes de gastos operacionales y del trabajo realizado, así como las evidencias de sus resultados. En ambas provincias se regula la retención y almacenamiento de los testigos de sondajes, y estos pueden ser solicitados por la autoridad.

En el caso canadiense, el pedimento minero es la licencia necesaria para proceder a los trabajos de exploración y la cual entrega un derecho preferente al momento de realizar la explotación⁷⁸. Cada año el titular debe acreditar un gasto mínimo en exploración por

⁷⁵ <http://geodocs.dmp.wa.gov.au/document/documentSearchCriteria.do?from=topNav&cabinetId=2200>

⁷⁶ <http://portal.geoscience.gov.au/gmap.html>

⁷⁷ http://www.geoscience.gov.au/cgi-bin/mapserv?map=/nas/web/ops/prod/apps/mapserver/gadds/wms_map/gadds.map&mode=browse

⁷⁸ En el caso chileno también existe la posibilidad de que el pedimento dé un derecho preferente en caso de realizar una manifestación basada en dicho pedimento, de conformidad con las disposiciones de los artículos 41 y 114 del Código de Minería y 15 y 18 de su Reglamento.

unidad de pedimento⁷⁹ y enviar un informe donde se respalda dicho gasto. Estos gastos consideran los estudios regionales y de prospección realizados, informes de estudios geotécnicos, geológicos, geofísicos y geoquímicos terrestres y aéreos, además de los informes de perforaciones y sondajes, sin perjuicio de agregar otros estudios. En el caso del trabajo de explotación, los dueños de minas deben enviar un Informe Anual que debe contener a lo menos: (i) naturaleza y costos del trabajo en minería y exploración, (ii) gastos de capital, (iii) situación de las reservas mineras a la fecha, (iv) cantidad y valor de mineral producido y (v) número de empleados.

Toda esta información es otorgada con la finalidad de obtener créditos o rebajas en los pagos anuales correspondientes a la mantención del derecho. Al estar el incentivo de informar para generar créditos, no existen multas asociadas a estos casos. Asimismo, la información otorgada, una vez aprobada por el Ministerio de Desarrollo y Minas, queda a disposición del público.

Por su parte, en la provincia de Saskatchewan se requiere que los titulares pongan a disposición los registros relacionados, tanto en los casos de exploración como explotación: muestras de minerales y sustancias encontradas durante las operaciones; la cantidad y el lugar de origen de los minerales producidos, usados, guardados y comercializados; y de cualquier otro trabajo reportado. Sin embargo, y a diferencia de la provincia de Ontario, toda la información entregada al Ministerio es de carácter confidencial, hasta que los permisos o concesiones llegan a término⁸⁰ o son renunciados.

En ambas provincias, son responsabilidad exclusiva de los titulares la precisión y completitud de toda la información geocientífica y económica requerida.⁸¹ En el caso de imprecisiones dolosas o falsificación de la información otorgada se castiga con multas.

Tanto la información geológica como los testigos de sondajes se encuentran almacenados por la autoridad y sujetos a disposición del público. Además, el país y los Estados federales proveen de información, mapas, estudios, publicaciones, aplicaciones, etc. de la información geocientífica del país.

En Saskatchewan existe un laboratorio geológico de subsuperficie con un repositorio de los testigos de sondaje y *cuttings* recuperados de la exploración por la industria que, más rocas y muestras de minerales de otros mapeos, están disponibles para su revisión por

⁷⁹ 400 dólares canadienses anuales por unidad de pedimento.

⁸⁰ Sea por el término temporal del permiso o concesión, o sea por el agotamiento del mineral en el área (disposición mineral).

⁸¹ Si los titulares de concesiones venden, transportan o envían cualquier mineral o sustancia removida del área de concesión, deben enviar un informe (además de otras declaraciones solicitadas) con información relativa al mineral comercializado, el método de explotación y el cliente final de ese producto.

cualquier persona en las instalaciones del Servicio Geológico. Además, existe una base de datos con los informes de exploración (SMAD)⁸² y el SMDI, que es un índice que contiene las descripciones de ocurrencias de minerales económicos en la provincia.

En Ontario existe Geology Ontario,⁸³ que provee el acceso a mapas, informes, sets de datos del OSG, además de archivos con informes de trabajos de evaluación del sector privado AFRI (Assessment File Research Imaging). Geology Ontario también tiene datos de recursos minerales, perforaciones subterráneas y de superficie, resultados de litogeoquímica e información de las minas abandonadas e inactivas. En particular, el registro de sondajes (ODHD) contiene los detalles de los datos compilados de los informes de trabajo de evaluación. Por su parte, el OGSEarth⁸⁴ provee los datos recolectados por la División de Minas y Minerales que se pueden visualizar en distintos programas de información geográfica.

A nivel nacional, el Servicio Geológico de Canadá tiene a disposición el sitio web GeoGratis⁸⁵ donde se puede encontrar mapas, datos y publicaciones de manera gratuita. Además, mediante él se entregan estadísticas de exploración minera, se presenta una guía para reportar y directrices para la exploración.⁸⁶

Perú

En Perú el concesionario minero está obligado a otorgar información geológica relevante como parte del amparo. En efecto, si realiza perforaciones, dispone libremente hasta del 50% longitudinal de cada tramo de testigos de sondaje y/o muestras de sus perforaciones. El otro restante 50% pertenece al Estado y debe mantenerlos archivados con el propósito de facilitar su identificación y ubicación en terreno por la autoridad correspondiente. Los informes se realizan anualmente al Ministerio de Energía y Minas, y una vez extinguida la concesión, se entrega al Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) en un plazo máximo de 12 meses.

La información entregada debe, al menos, contener mineralización y leyes por tramos de la perforación, información geoquímica superficial de rocas, suelos, estudios técnicos geológicos, geoquímicos, geofísicos, hidrogeológicos, geoambientales y otros realizados en el marco de las actividades de exploración. Los archivos entregados deben incluir

⁸² Incluyen la información de los registros de sondajes y sus descripciones, mapas e informes de estudios geológicos, geofísicos y geoquímicos, y los resultados de ensayos, análisis y pruebas realizadas.

⁸³ <http://www.geologyontario.mndm.gov.on.ca>

⁸⁴ http://www.mndm.gov.on.ca/en/mines_and_minerals/applications/ogsearth

⁸⁵ <http://geogratias.gc.ca/geogratias/en/search>

⁸⁶ http://sead.nrcan.gc.ca/expl_expl/RG_GR_eng.aspx

los estudios e informes técnicos (texto) así como los gráficos, figuras, tablas, mapas, secciones geológicas, etc.

En Perú el INGEMMET es el receptor y administrador de toda la información geológica del país y entrega acceso libre y gratuito a todos sus productos y publicaciones.

8.6. El financiamiento a la exploración en minería

Chile posee un mercado financiero que ha desarrollado fuertemente en los últimos años,⁸⁷ pero ello no se ha reflejado en el ámbito minero. Según datos de la Superintendencia de Bancos, durante el periodo 2000-2012 el porcentaje de saldo anual de colocaciones directamente otorgadas al sector minero respecto del total de nuevos créditos fluctuó entre un 0,6% y un 1,4% de las colocaciones totales de la economía agregada, muy por debajo de todos los demás sectores económicos. En breve, existe una diferencia notable entre la participación sectorial del crédito y el aporte que este realiza al PIB.

En términos generales, las empresas poseen diferentes alternativas de financiamiento. Entre ellas, las más utilizadas son el endeudamiento bancario y la emisión de bonos o de acciones, decisión estratégica que depende de aspectos como el costo de financiamiento, la relación deuda/capital de la entidad, la estructura de propiedad y la posibilidad de diversificar las inversiones.

El financiamiento en bolsa permite la obtención de capital a través de la emisión de acciones, evento de carácter indefinido que permite financiar proyectos de larga maduración. Sin embargo, más allá de las potenciales ventajas, existen algunos aspectos específicos de la minería nacional que representan una restricción importante para fomentar una apertura a bolsa. Entre las principales restricciones destacan:

- Aspectos Culturales. Las empresas mineras, sobre todo en mediana minería, son de constitución principalmente familiar, y ello las vuelve más reacias a incorporar a terceros en la propiedad y a publicar información de la empresa, elementos esenciales para la participación de dichos proyectos en el mercado. A esto se suma el escaso entendimiento del sector financiero en materia minera, lo que ha llevado a lo largo de los años a una pobre relación de entendimiento entre ambos sectores.

⁸⁷ Según datos del Banco Central, el porcentaje de colocaciones totales sobre el PIB alcanzó sobre el 83% en 2014 en comparación con un 50% a principios de los años 1990.

- Bajo acceso a propiedad minera para exploración debido a una baja rotación de terrenos con el sistema de concesiones actual. La situación vigente fomenta a grandes empresas a tomar posición en la mayor cantidad de pertenencias posible, dejándolo como una opción perpetua a explorar a un costo relativamente bajo.
- Ausencia de información geológica. Como vimos en la sección anterior, el acceso a la información geocientífica precompetitiva y de alta calidad es fundamental para aumentar la percepción de prospectividad del territorio nacional, que el Estado provee a la industria de forma gratuita y que, aumentando la transparencia, facilitaría la búsqueda de financiamiento.

En adición a dichas restricciones, una de las hipótesis que se han evaluado es que los inversionistas de Chile no invierten en minería por considerarla una actividad demasiado riesgosa. En efecto, la exploración minera es una actividad de alto riesgo, de elevada incertidumbre y donde típicamente la inversión se realiza por etapas y el nivel de conocimiento de las reservas minerales se modifica de acuerdo con el nivel de gasto. A su vez, tiene un fuerte componente procíclico moviéndose en la misma dirección que las expectativas del precio del mineral objetivo. Desde este enfoque es natural que, dados los usos alternativos del capital y el volumen de inversiones requerido, se enfrente a ciertas dificultades de financiamiento. Ello ha sido levantado por diversos actores del sector, no solo por sus implicancias para la exploración, sino que también para el desarrollo de la mediana minería.

Sin embargo, en mercados de capitales especializados de países mineros referentes como Australia y Canadá, sí existe inversión en minería y exploración. Por esto, donde existen y se aplican herramientas y entornos adecuados para apreciar y clasificar dicho riesgo connatural a la actividad, este problema es sustancialmente menor.

Es importante destacar que en el mercado bursátil chileno se han realizado esfuerzos para acercar la minería al mercado de capitales. En este sentido la Bolsa de Santiago ha tenido un acercamiento importante con la Toronto Stock Venture Exchange (TSVX) y suscribió un acuerdo que apunta a entregar una nueva forma de financiamiento a las empresas locales en etapas de exploración o producción temprana, basada en el modelo canadiense operado en TSVX. Este acuerdo, además de haber contado con el apoyo de los reguladores del mercado de capitales de Chile, a través de la Superintendencia de Valores y Seguros (SVS) y de Canadá, fue impulsado por el Ministerio de Minería de Chile.

El acuerdo suscrito por ambas bolsas permite a emisores de la TSVX optar por un doble listamiento en la Bolsa de Santiago, plaza que actuaría como puerta de entrada para estos emisores del Mercado Integrado Latinoamericano (MILA) –que integra los mercados bursátiles de Chile, Perú, Colombia y México–, sin incrementar las obligaciones de

divulgación de información del emisor, de esta forma acercando estos emisores a actores del mercado de capitales chileno. Asimismo, el doble listamiento de instrumentos de la TSXV en la Bolsa de Santiago dio lugar al nuevo mercado de valores Venture de la Plaza Bursátil. Este mercado es aún incipiente con 11 emisores registrados.

Todo lo anterior ayuda a explicar la situación de las empresas juniors en Chile expuesta en COCHILCO (2015): la mayoría de la exploración es llevada a cabo por empresas grandes con un 77.9% del presupuesto total, muy por sobre el promedio mundial de 48.8%. La participación en el presupuesto de exploración de Chile de las empresas junior es de solo 13.2%, encontrándose en niveles inferiores a la mitad del promedio mundial de 29.3%. Asimismo, existen aproximadamente 100 empresas juniors en Chile,⁸⁸ cifra sustancialmente inferior a la cantidad de empresas juniors existentes en Canadá (1.200), y en menor medida, Australia (700)⁸⁹.

En síntesis, y como bien indica COCHILCO (2015), se desprende que Chile está avanzando en un mayor vínculo entre minería y el sector financiero, pero no al ritmo ni proporción de la importancia del sector en el país.

Hallazgo 8.9. Chile posee una brecha importante respecto de países referentes tanto a nivel de participación de empresas juniors en el gasto en exploración como en el vínculo entre el sector minero y el sector financiero.

8.6.1. Situación internacional

Canadá

Canadá no solo es líder en exploración y explotación minera, sino que también posee la bolsa más importante de financiamiento del mundo para las empresas juniors. Como mostramos en la subsección anterior, Chile ha realizado acercamientos con este país por lo que se constituye como nuestro principal referente internacional.

La Toronto Stock Exchange (TSX) es la bolsa senior de Canadá, y se orienta a grandes empresas, con requisitos para listar más altos que la TSX Venture Exchange (TSVX), subsidiaria integral de la Bolsa local. La TSX/TSVX es la bolsa con mayor número de empresas mineras (1.318), las cuales representaron alrededor del 8% del total de la capitalización. Adicionalmente, las empresas mineras listadas en la TSX/TSVX se encuentran diversificadas

⁸⁸ Siguiendo a COCHILCO (2015b).

⁸⁹ Basado en empresas juniors listadas en las bolsas de capital de riesgo (COCHILCO, 2015).

tanto en tipo de minería⁹⁰ como en ubicación geográfica⁹¹ y existe movilidad: entre 2000 y 2015, el 50% de las mineras que estaban listadas en la TSVX pasaron a la TSX.

El sistema de listamiento de la bolsa de Toronto se divide en 2 subsistemas, la etapa 1 y la etapa 2. La etapa 1 está enfocada en empresas senior, que cuentan con los recursos financieros más importantes mientras que la etapa 2 es para empresas que se encuentran en una fase inicial de financiamiento. Las compañías que se encuentran en la etapa 2 podrán pasar a la 1 cuando cumplan con requisitos mínimos para listar. Existe una diferenciación de la lista de requerimientos mínimos entre etapas acorde a los diferentes sectores de la economía.⁹²

La lista de requerimientos mínimos para listarse en la TSVX se basa en la performance financiera, la investigación y la etapa de desarrollo. Sumado a lo anterior, la compañía debe tener una estructura de gobierno corporativo, un directorio y ejecutivos que cumplan con las especificaciones de la TSVX.

Es importante recalcar que en Canadá es amplio el apoyo del gobierno al sector minero, lo que favorece la participación de tales empresas al mercado bursátil, y, en consecuencia, genera interés por la participación de inversionistas locales y extranjeros en el capital de estas empresas.

En temas fiscales, las empresas mineras y petroleras de Canadá pueden transferir sus incentivos fiscales a los accionistas debido a inversiones en exploración de recursos naturales, siempre que coticen en la TSVX (Toronto Stock Venture Exchange). Los inversionistas se pueden beneficiar de estos incentivos si se mantienen titulares de las acciones durante un periodo mínimo de 18 meses. Además hay un marco regulatorio específico para el sector, con reglas de *disclosure* y certificaciones de reservas por profesionales del sector debidamente acreditados. En ese sentido, los prospectos de las emisiones en bolsa contienen una fuerte advertencia respecto de inversiones con fines especulativos cuando el prospecto es de tipo *greenfield*.⁹³

8.7. El sistema de coordenadas de la propiedad minera

Toda legislación minera moderna intenta utilizar la tecnología disponible para lograr un sistema eficiente, tanto para la administración como para quienes exploran y trabajan

⁹⁰ Los primeros lugares son minería del oro (22%), cobre (15%), plata (14%), zinc (9%) y plomo (7%).

⁹¹ De 6.307 proyectos, Canadá lidera con 53%, seguida de América Latina con 18% y Estados Unidos con 12%.

⁹² Minería, petróleo y gas, industrial, tecnología o ciencias biológicas y bienes raíces o inversión.

⁹³ *Greenfield* refiere a nuevos yacimientos y *Brownfield* a expansiones de yacimientos existentes.

las minas, en términos de costos, información y tiempos de tramitación. Hoy es básico disponer de un catastro de propiedad minera en línea y sistemas de aseguramiento de la propiedad minera basados en tecnologías modernas como GPS o GIS.

Dentro de este acápite es necesario hacer mención sobre la conveniencia o inconveniencia de subdividir el terreno nacional en cuadrículas y, tal como lo hacen Australia, Canadá y Perú, asignar al titular de los derechos mineros una o más cuadrículas en que está fraccionada la cartografía minera de cada país. Ello con el fin de agilizar el proceso de mensura en el caso de las concesiones de explotación, y, por consiguiente, reducir los tiempos de la constitución de dicha concesión.

El uso de la cuadrícula reposa en la exactitud de la cartografía y los avances tecnológicos que facilitan su implementación y disminuye la posibilidad de superposición de concesiones mineras, pero su implementación debiese ser una meta a mediano plazo debido a las complejidades que requiere la transición. La cuadrícula⁹⁴ no es mínimo común denominador del área de las concesiones ya constituidas, por lo que la transformación a dicho sistema afectaría el derecho de propiedad minera ya constituida y, por ende, requeriría del diseño de una transición adecuada.

Asimismo, si bien el sistema de cuadrícula es propuesto como solución a una dificultad técnica (el conocer de antemano la superposición entre concesiones, sea del tipo que sean), para que dicho sistema sea más efectivo requiere que la prioridad de la concesión minera sea dada por la autoridad (organismo administrador de la cuadrícula) y no por la presentación de la solicitud al tribunal (como está diseñado el procedimiento de constitución de concesiones mineras ante Juzgados), lo cual demandaría cambios legales orgánicos y de ley simple. En efecto, es la presentación al Juzgado de la solicitud respectiva (pedimento o manifestación) la que determina el orden de prelación de los titulares sobre un derecho minero determinado, por cuanto se trata de un procedimiento de naturaleza judicial. La solicitud de un bloque en la cuadrícula al organismo encargado no determina la preeminencia de la solicitud en el caso chileno.⁹⁵

Adicionalmente, otra complejidad técnica que se ha detectado reside en el elipsoide de referencia (o datum) por el cual se rige el sistema de constitución de concesiones mineras

⁹⁴ Cuadrilátero con forma rectangular y orientación Norte Sur.

⁹⁵ Ello debido a que el otorgamiento de concesiones mineras vía tribunales en Chile funciona en el siguiente sentido: aquel que primero presenta en el Juzgado la solicitud posee la preferencia y es entendido para todos los fines legales como "el primer descubridor" del terreno solicitado en concesión. En países con sistemas administrativos o mixtos como Perú, donde la propiedad minera se otorga mediante un organismo administrativo, la solicitud de un bloque de la cuadrícula elimina la posibilidad de que este mismo bloque pueda ser solicitado por otros, manteniendo la preeminencia del "primer descubridor".

en Chile. En efecto, los elipsoides PSAD-56 y SAD-69 no son geocéntricos ni compatibles con sistemas modernos de posicionamiento, lo cual, sumado a la situación de que el Instituto Geográfico Militar genera cartas geográficas bajo el estándar internacional WGS-84, conduce a que sea necesario un cambio de coordenadas de los vértices de las concesiones. El cambio de datum implica, para algunos, re mensurar miles de propiedades debido a que la transformación no es solo matemática de una conversión de un sistema a otro de unidades georreferenciales.⁹⁶

No obstante, es claro que tanto el sistema de cuadrícula como el estándar WGS-84 son relevantes para un mejor funcionamiento del sistema de propiedad minera. A nivel internacional, el sistema de cuadrícula es utilizado en diversos países referentes (Australia, Canadá) y está siendo adoptado en otros (Estados Unidos). Asimismo, Perú posee un sistema de cuadrícula, pero, al igual que Chile, el sistema de coordenadas es el PSAD-56 por lo que se han realizado esfuerzos importantes en pos de una transición al sistema WGS-84 durante la última década. Dado lo anterior, se sugiere que esto es factible y debiese ser una meta a mediano plazo para el país.

Hallazgo 8.10: Existe un retraso en el estándar del sistema de coordenadas utilizado en los derechos mineros tanto a nivel nacional como internacional.

8.7.1. La situación internacional

Australia

En el caso de Western Australia, se hace uso de una cuadrícula cuya unidad mínima corresponde a un bloque equivalente a 243 hectáreas, definida como el área entre un minuto de latitud y un minuto de longitud. Este sistema facilita, por ejemplo, la obtención de *Licencias de Exploración* (equivalentes, en parte, a las concesiones de exploraciones chilenas) que no requieren demarcación en terreno (ej.: alinderamiento) y que permiten extraer o alterar hasta 1.000 toneladas de material. Esto obedece a que, previo al diseño del procedimiento de otorgamiento de las licencias, se unificó el sistema de determinación de la extensión de las concesiones mineras. Situación que no se dio en Chile, dado que la métrica de las concesiones es directa heredera de la Codificación minera republicana y

⁹⁶

SERNAGEOMIN realizó un estudio de compatibilidad de coordenadas en 2007 y sus resultados mostraron que la transformación georreferencial simple implica cambios en la posición de las concesiones. SERNAGEOMIN (2013).

responde a nuestra larga y angosta geografía, donde la mayoría de las veces la explotación se da en forma cuadrada y la exploración en forma rectangular.

Canadá

En el caso canadiense se ocupa una subdivisión de terreno por celdas de extensión. Para la constitución de concesiones de exploración se requiere que el titular exponga un mínimo de celdas de interés (cada celda con extensión aproximada de 16 a 21 hã) y hasta un máximo de 100 celdas de extensión de la concesión. La relación máxima entre las celdas es de 6:1, y su forma puede o no ser cuadrangular. En el caso de las concesiones de explotación, lo mínimo que el interesado puede solicitar es una celda (16 hã) y máximo 16 celdas. Dependiendo del proyecto es posible aumentar el tamaño de cada celda interior y la relación espacial entre las celdas es de 6:1, pudiendo su forma ser o no cuadrangular.

Perú

El caso peruano es interesante, pues ellos, antes de realizar la regulación legal de explotación minera en su territorio, llevaron a cabo un extenso trabajo geológico de dividir en cuadrículas de 100 hectáreas el territorio nacional terrestre y marino, aspirando a la asignación más eficiente del recurso. Asimismo, como en dicho país los derechos mineros comparten las etapas de exploración y explotación, los límites de la extensión de cada concesión son los mismos que para la etapa previa y de acuerdo con el sistema de cuadrículas de 100 hãs establecido en todo el territorio. Así, para constituir una concesión de exploración, el interesado debe señalar mínimo una cuadrícula y máximo 10 por concesión⁹⁷. Ello permite una distribución cuadrangular armónica y mantiene la claridad sobre los deslindes de cada concesión frente a los concesionarios.

8.8. Conclusiones

Chile es uno de los países mineros más importantes del mundo y esta situación se sustenta tanto en su excelente potencial geológico minero como en las condiciones favorables para la inversión.

⁹⁷ En las zonas marítimas el máximo es 100 cuadrículas.

Habiendo descrito el escenario económico y legal que enfrenta la exploración minera, se vuelve imperativa la implementación de mejoras en sus diversos ámbitos: otorgamiento judicial de la concesión, obligaciones de amparo, información geológica, financiamiento para la exploración y sistema de propiedad minera. Esto con vistas a hacer del país un destino más atractivo para la industria minera y potenciar a la actividad exploratoria efectiva y la puesta en marcha de nuevos proyectos.

Para su implementación, debe tenerse siempre presente que la naturaleza de la labor minera exige normas que sean: i) simples, fáciles de comprender por los interesados, ii) viables y expeditas de exigir por la autoridad, y iii) objetivas, de aplicación general e impersonal y no susceptibles a interpretaciones arbitrarias, ni mucho menos de corrupción.⁹⁸

Junto con dichas normas, la elaboración de una política integral de concesiones mineras requiere ciertos elementos: i) facilitar la actividad exploratoria y minera, no a expensas del medio ambiente o de otros interesados, ii) permitir un ingreso periódico anual (retornos por sí misma), iii) entregar seguridad jurídica, y iv) crear incentivos económicos para generar actividad exploratoria minera.

Así, se han identificado tres grandes problemáticas que deben ser abordadas mediante modificaciones legislativas y de política pública, a saber: la *escasez de zonas de libre disposición* para la búsqueda de nuevos depósitos en las franjas metalogénicas más promisorias, una *alta concentración de la propiedad minera* y una *utilización mejorable en general del derecho de propiedad* sobre los recursos minerales por parte de algunos agentes.

Su solución radica en *permitir la liberación de áreas para la exploración y facilitar la rotación entre los titulares de concesiones mineras*, accediendo a la entrada de agentes eficientes y revitalizando la actividad de los agentes presentes. Lo anterior debe ser acompañado por una *mayor disponibilidad de información geológica, y de un mayor acceso al financiamiento para las empresas juniors*. En particular, se detecta que la información geológica posee sinergias con mejoras al sistema de concesiones.

Mediante la observación y el análisis de las mejores prácticas internacionales, se desprenden las más relevantes que debiesen incorporarse en Chile para un sistema de propiedad minero acorde a las exigencias internacionales. En ese sentido, la tendencia generalizada es hacia el amparo mixto de la concesión minera mediante patente y trabajo. Este último es acreditable tanto mediante inversiones mínimas verificables (y el cumplimiento de un plan de trabajo acorde) como la obligación de entrega de información geológica fiable, la cual debe ser puesta eventualmente a disposición de los ciudadanos y de los agentes mineros

⁹⁸

Ver Ossa (2012), p. 554.

como bien público. Sumado a ello, es posible observar implementaciones replicables en Chile, como mejoras al sistema de coordenadas, el sistema de cuadrículas, la homologación de evaluaciones de peritos, y la forma de pago y cálculo de la patente, entre otros.

Con ello en mente, las recomendaciones que a continuación se exponen se separan en dos grupos en orden de complejidad, ubicándose la gran mayoría de las recomendaciones en el primer grupo. Todo ello conjuntamente considerado con miras a, desde nuestro sistema actual, ir transitando progresivamente hacia un cumplimiento mixto de esta obligación de amparo (patente y trabajo). Esto preserva, en todo evento, el procedimiento judicial de otorgamiento de las concesiones mineras pues ello se considera un activo del sistema actual.

No obstante, debido a las dificultades de implementación y riesgos asociados, es razonable distinguir las propuestas y recomendaciones acorde a los niveles jerárquicos de la legislación involucrada.

Así, el primer grupo de recomendaciones requiere de cambios al Código de Minería y su reglamentación, y legislaciones de similar nivel jerárquico. Por su parte, el segundo grupo es adicional al anterior y requiere de cambios a la Ley Orgánica Constitucional de Concesiones Mineras, y legislaciones de similar nivel jerárquico. Debe considerarse que la sola implementación de las recomendaciones del Grupo 1 ya constituiría un avance sustancial para el país y ayudaría a resolver los problemas identificados.

Grupo 1: Cambios al Código de Minería, su reglamentación y legislaciones de similar o menor nivel jerárquico

En este grupo, la principal recomendación recae en el amparo por patente del derecho minero, la cual debe ser entendida en su complementariedad con las otras tres recomendaciones siguientes. Este amparo se encuentra consagrado a nivel de Ley Orgánica Constitucional (Ley 18.097), mas la Ley delega en el Código de Minería la forma de cálculo y el valor del amparo. Se ha detectado que el valor de la patente, calculado de conformidad con lo dispuesto en el artículo 142 del Código de Minería, es bajo en comparación con países mineros internacionales tanto al comparar solo patente y, especialmente, al comparar con el amparo total (patente + trabajo).

Al comparar con el costo del amparo total se observa que un aumento de 14 veces llevaría la patente de exploración actual a niveles cercanos al promedio internacional del costo del amparo total (patente + trabajo), mientras que un aumento de 6 veces haría lo mismo en explotación. La salvedad radica precisamente en que en otros países se solicita, por ejemplo, el acreditar la ejecución de inversiones mínimas para mantener el derecho. Es

decir, se exige para la conservación de la respectiva concesión el cumplimiento de la obligación de amparo por trabajo directo, obligándose el concesionario a informar a la autoridad la ejecución de dicho trabajo dentro de los plazos previstos para ello.⁹⁹ Ello no es posible de implementar con cambios a este nivel de legislación. Un mayor valor de la patente en Chile incentivaría una mayor rotación de la propiedad minera haciendo más costoso el bodegaje y también desincentivando la entrada de potenciales especuladores.

En específico, se sugiere en el corto plazo aumentar la patente de exploración en torno a 5 veces su valor actual para los primeros dos años de vigencia del derecho, y aumentarla a un rango entre 12,5 veces y 20 veces su valor actual para los siguientes dos años de la concesión de exploración. En paralelo, aumentar la patente de explotación en torno a 5 veces el valor actual para los primeros cinco años de vigencia del derecho, y aumentarla en un rango entre 12,5 y 20 veces el valor actual a partir del sexto año en adelante. Existen otras alternativas de aumentos de patente¹⁰⁰ y ello es posible de implementar manteniendo el sistema de concesiones mineras de carácter judicial que posee el país.¹⁰¹

Actualmente, existe una patente diferenciada para la pequeña minería y la minería artesanal de un 0,0001 UTM por hectárea explotada (equivalente a un dólar por cada 100 hectáreas), cifra que debería conservarse junto con las exigencias de la procedencia de la rebaja (persona natural, número de trabajadores, acreditar explotación y permisos y

⁹⁹ Disminuyendo también la necesidad de que la autoridad competente deba ejercer una fiscalización constante sobre el trabajo desarrollado por el concesionario, el cual, por ley, se encuentra obligado a reportar su labor o perder los beneficios aparejados a la concesión minera y, eventualmente, ante incumplimientos reiterados perder derechamente la concesión. Esta medida de autofiscalización permite, a su vez, que la autoridad destine recursos a otras finalidades (ej.: recolección de información geológica in situ con ocasión de una visita aleatoria a una faena minera). Esto se asemeja al sistema utilizado en algunas jurisdicciones de Canadá.

¹⁰⁰ Se puede pensar en otros modelos: uno estático (mediante el cambio del índice de base de cálculo de las patentes, de UTM a UTA), para ir en línea con los cobros en materia de concesiones mineras internacionales; y dinámico (mediante la aplicación de una patente progresiva, particularmente a las concesiones de explotación). Si bien puede resultar perjudicial para las empresas pequeñas y de menor tamaño en minería, este aumento puede ser contrarrestado con otras prestaciones que puede otorgar el titular de la concesión minera, como información geológica relevante, actualizada y fidedigna, con el objeto de rebajar la patente correspondiente a los niveles actualmente vigentes.

¹⁰¹ El modelo de patentes progresivas suele ser más sencillo en un sistema de concesiones mineras de carácter administrativo, pero es plenamente implementable en un sistema de concesiones judicial como el chileno. El concesionario minero paga la patente a Tesorería, la cual debería solicitar cada año el tiempo de vigencia de la concesión para asegurar que el monto es el correcto. No obstante, es carga del concesionario y existe el incentivo del pago diferenciado si es que entrega la información geológica relevante al SERNAGEOMIN y este lo certifica.

servidumbres necesarios para el desarrollo de la actividad). Haciendo los ajustes necesarios, esto podría extenderse también a la mediana minería.¹⁰²

Dentro de la obligación de amparo mediante el pago de patente existe una distorsión respecto del precio de patentes por concesiones de explotación mineras no metálicas y metálicas en Chile: la primera es un tercio del precio que la segunda¹⁰³. Se sugiere homologar ambos pagos, considerando que la riqueza mineral debido a los avances tecnológicos surge tanto respecto de sustancias metálicas como no metálicas y ubicadas en placeres metalíferos y salares, avanzando así en la dirección del mercado internacional¹⁰⁴ y evitando malas prácticas actuales que se generan por esta distorsión.¹⁰⁵ En subsidio, se sugiere habilitar una alternativa para rebajar el pago de la patente en cuanto el concesionario minero exponga un plan de trabajo o inversiones relacionadas.

En los párrafos anteriores mencionamos que el costo del amparo total en Chile es muy bajo relativo a países referentes. Parte de la solución, a este nivel de legislación y dada el alza en patente sugerida, radica en permitir una rebaja del pago de esta patente alzada mediante una contraprestación por parte del concesionario, constituyendo así en la práctica un amparo por trabajo indirecto.¹⁰⁶ En particular se sugiere permitir una rebaja del pago de la patente de exploración en hasta un 90% de su valor, mediante la demostración de gastos en trabajos de exploración en la propiedad, y la entrega de la información geocientífica correspondiente regulada por la Ley 20.819/15 y su reglamentación, con el fin de que dicha rebaja sirva de incentivo para perfeccionar la información geológica disponible en el país. Los ítems de gastos aplicables deberán estar claramente establecidos en la legislación y ser aprobados por SERNAGEOMIN. En el mismo sentido, se sugiere permitir una rebaja del pago de la patente de explotación en los primeros cinco años de vigencia del derecho de hasta un 80% de su valor, mediante la demostración de

¹⁰² De darse este caso, se sugiere distinguir entre dos segmentos de mediana minería: uno de mediana minería "menor" con producción equivalente a 12.000 toneladas de cobre al año y otro de mediana minería "mayor" con producción equivalente a 12.000 a 50.000 toneladas de cobre al año.

¹⁰³ 1/10 UTM y 1/30 UTM anuales por há respectivamente.

¹⁰⁴ Que ve riqueza en ambos tipos de metales.

¹⁰⁵ En ese orden, se sugiere que el concesionario, en caso de amparar su concesión mediante el pago de una patente, sea obligado a entregar al SERNAGEOMIN información geológica fidedigna sobre el derecho minero que posee, de manera de certificar la existencia de un mineral de interés sin dejar espacio para declarar otros minerales de menor valor: arcilla, o áridos. Esta obligación debería ser prerequisite esencial para acceder a la patente rebajada, en su caso. De la forma en que está diseñada en los artículos 142 y siguientes del Código de Minería y 53 y siguientes del Reglamento de dicho Código esta obligación no es clara y da pie a las malas prácticas ya expuestas.

¹⁰⁶ Si bien técnicamente el sistema de amparo continúe siendo un amparo mediante el pago de una patente, el ofrecer esta alternativa de deducción de su valor a cambio de la realización de labores mineras y el otorgamiento de información geológica básica a la autoridad, en la práctica, vuelven a esta obligación en una especie de amparo mixto o amparo por patente y por trabajo indirecto.

inversión y entrega de la información requerida. Los requisitos variarían desde el sexto año en adelante, considerando la demostración de gastos incurridos en producción minera. Es relevante explicitar los órdenes de magnitud de los gastos en los cuales puede incurrir un concesionario minero que está realizando labores durante la fase de exploración y explotación. En las etapas iniciales de exploración el muestreo geoquímico en laboratorio de una há (malla de 100m x 100m), normal en etapas iniciales de exploración posteriores al mapeo geológico básico posee un costo de US\$60-150 dependiendo del laboratorio y del número de elementos a analizar.¹⁰⁷ Asimismo, los sondajes de aire reverso ascienden a US\$80-120 por metro y en etapas iniciales se perforan 4 a 5 sondajes con rangos desde 40-50 metros hasta 600-800 metros,¹⁰⁸ ello se distribuye en un "blanco geológico" de área de 4 a 5 sondajes de un rangossto es aden a US\$80-120 por metro y en etapas iniciales se perforan 4 a 5 sondajes de un área 4 a 5 km de diámetro. En etapas avanzadas de exploración (tercer año en adelante) se perforan mallas de 200x200m hasta mallas de 75x75m con sondajes similares en profundidad a lo anterior. En explotación, para la gran minería la extracción y transporte mina de una tonelada de material cuesta entre US\$1,8-2,5 y el procesamiento de una tonelada de material mineral cuesta entre US\$6-15. En mediana y pequeña minería estos valores pueden duplicarse, por lo que estos segmentos necesitarían mover menos material para acceder a la rebaja máxima. Una faena de pequeña minería extrae un par de toneladas diarias como mínimo. Con esto, alguien que trabaje efectivamente una hectárea, sea en exploración -por ejemplo: gastos en sondajes- o en explotación -por ejemplo: moviendo material-, podría acceder fácilmente a la rebaja máxima de la patente aumentada de su concesión.

Nótese que al solicitar con la rebaja de patente del 90% en exploración y el 80% en explotación, el pago de patente en Chile sería equivalente o inferior a los niveles actualmente vigentes¹⁰⁹ y, por ende, se mantendría la competitividad internacional del país por cuantos los países competidores habitualmente requieren de un amparo mayor en pos de mantener la concesión. Mas, la entrega de información geológica demuestra el interés efectivo del concesionario por utilizar la concesión para los fines por los cuales esta fue otorgada de manera que funciona como un amparo por trabajo indirecto en la práctica desincentivando la especulación y premiando a los mineros. Adicionalmente, posee el efecto incremental de generar un mayor volumen de información geológica precompetitiva en el largo plazo. Dado lo anterior, también es perentorio considerar

¹⁰⁷ Esto es una cota inferior por cuanto considera solo el análisis geoquímico, y no considera el trabajo de tomar la muestra que incluye el sueldo del geólogo, ayudantes, pasajes, transporte y alojamiento.

¹⁰⁸ En el caso de los sondajes diamantinos el costo es aún mayor fluctuando entre US\$180-250.

¹⁰⁹ Considerando el caso del aumento de patente a 12,5 veces durante el segundo periodo de exploración (últimos 2 años) y explotación (sexto año en adelante).

otorgar un mayor presupuesto y reforzar las facultades fiscalizadoras del SERNAGEOMIN en esta materia, de manera de poder llevar a cabo esta labor,¹¹⁰ independiente de si el concesionario aporta y facilita la información.

Recomendación 8.1: Aumentar la Patente Anual pasando de una lineal a una progresiva, que aumenta a través del tiempo, tanto en exploración como en explotación, pero permitiendo una rebaja del pago de la patente mediante mecanismos de contraprestación por parte del concesionario minero (información geológica, trabajos, entre otros).

Recomendación 8.2: Equiparar la Patente Anual de explotación de sustancias no metálicas con el nivel de las de sustancias metálicas.

No obstante, y sin perjuicio del incentivo a la rebaja en patente en contraprestación de información geológica, es relevante establecer claramente los incentivos y sanciones al incumplimiento de la entrega de esta a SERNAGEOMIN (Ley 20.819/15). El reglamento de la Ley 20.819 debe ser explícito respecto al mecanismo y formato de entrega de la información, lo cual es fundamental para cumplir los objetivos planteados. Para ello se sugiere que la información debe ser entregada de tal forma que permita ser compilada y consolidada de manera georreferenciada. Del mismo modo, debe tenerse especial consideración a las sanciones derivadas del incumplimiento de esta obligación. Así, en línea con exigencias constitucionales, en caso de haber multas derivadas del incumplimiento, ellas deben estar establecidas en la ley (sea el Decreto Ley del SERNAGEOMIN, sea el Código de Minería). Finalmente, se sugiere que la información geocientífica que provea el concesionario sea, en principio, confidencial para resguardar su derecho de propiedad y la explotación económica del mismo (en línea con las mejores prácticas internacionales) y que después de un tiempo determinado ella quede liberada para el público (mínimo: un año a contar del término de la concesión, sea por expiración o caducidad, o de su renuncia voluntaria por parte del titular), por cuanto dicha información reviste el carácter de un bien público y, como toda información pública, el derecho a su acceso no puede ser limitado sino por causales específicas previstas en la ley.¹¹¹

¹¹⁰ Tal como es realizada la labor fiscalizadora de otros órganos administrativos (ej.: Inspección del Trabajo, Servicio de Impuestos Internos).

¹¹¹ La información geológica relevante debe ser observada tanto como un deber (para el concesionario) como un derecho (para el público en general e interesados, en cuanto a su disponibilidad), por tratarse de información accesoria a un bien que cumple una función pública claramente establecida en la Constitución (función social que justifique su otorgamiento).

Recomendación 8.3: Establecer incentivos y sanciones al incumplimiento de la obligación de información geológica prevista en el artículo 21 del Código de Minería.

Vinculada a la información geológica y a su recopilación, surge una recomendación de carácter institucional: reformular el Decreto Ley 3525/1980 que crea el Servicio Nacional de Geología y Minería, con el propósito de entregarle mayores atribuciones fiscalizadoras, capacidades y obligaciones claras en materia de minería, apuntando entre ellas a poner información geológica a disposición del público y a bajo o nulo costo.¹¹² Siguiendo el ejemplo internacional de INGEMMET (Perú) y habida necesidad de volver efectivas las funciones otorgadas mediante ese Decreto Ley a esta entidad, se vuelve necesaria una reorganización de dicho Servicio en sus 5 departamentos ya existentes: Geología General, Geología Aplicada, Propiedad Minera, Producción, y Administrativo. Los dos primeros departamentos deberían ser facultados expresamente para intervenir en temas del desarrollo del conocimiento geocientífico del país, pudiendo exigir directamente la información geológica cuya regulación introdujo la Ley 20.819 y su pronto a promulgarse Reglamento. Asimismo, ambos departamentos deben disponer tanto de la capacidad adecuada de procesamiento y publicación de la información como del debido resguardo durante los periodos previos a la liberación de esta hacia el público.¹¹³ El tercer departamento debe disponer de facultades fiscalizadoras no solo en materias de superposición técnica de pertenencias, sino también en analizar el destino y uso de la propiedad minera (ej.: fiscalizar la ejecución de trabajos mineros, de llegar el caso). El Decreto Ley citado da espacio a reformas legales en el sentido propuesto (ej.: creación de una inspección minera¹¹⁴), en orden a profundizar y perfeccionar las facultades fiscalizadoras de dicho Servicio, así como entregarle atribuciones acordes con la realidad minera de nuestro país y a la función social de la propiedad que esta cumple, tanto para la obtención y eventual difusión de información geológica relevante como para la protección

¹¹² Como referencia, pueden considerarse los costos de reproducción previstos en la Ley 20.285 (Acceso a la información pública), siempre tendiendo a que el costo sea el más bajo posible para que ello no constituya una barrera de acceso a un bien público proveniente de la exploración y explotación de riqueza nacional.

¹¹³ En ese sentido, se sugiere que mediante una reforma legal se especifique el periodo de confidencialidad a que estará sujeta la información geológica, lo cual, siguiendo el ejemplo australiano, no debería exceder los 5 años desde la constitución de la concesión minera. Ello permitiría equilibrar tanto la debida protección a la inversión realizada por el solicitante como el interés público sobre la información geológica obtenida de concesiones mineras.

¹¹⁴ Ej.: La creación de una especie de Inspección Minera, usando como modelo la figura de la Inspección del Trabajo prevista en el DL 2/1967 que Dispone la reestructuración y fija funciones de la Dirección del Trabajo.

del patrimonio mineral de la nación. Es importante recalcar que debe considerarse un aumento de presupuesto acorde al fortalecimiento institucional aquí propuesto.

Recomendación 8.4. Fortalecer el SERNAGEOMIN, otorgando facultades más amplias y parámetros claros de fiscalización a los departamentos que posee, todo ello con el objetivo de maximizar el impacto de los ámbitos de trabajos de cada uno de ellos.

La reforma al SERNAGEOMIN debe ir en línea, también con una mejora al sistema de revisión de las mensuras en terreno efectuadas por los peritos mensuradores. Para que la propiedad minera pueda constituirse sobre bases sólidas es útil incluir un control a la labor desarrollada tanto por los peritos habilitados como por los ingenieros en minas, o derechamente homologar las condiciones entre peritos e ingenieros.

Tal como se expuso, los pocos o nulos incentivos para ingresar a la nómina de peritos mensuradores del organismo y la posibilidad de que cualquier ingeniero en minas pueda realizar esta delicada operación son factores que inciden en un proceso de constitución de propiedad minera poco eficiente. En este sentido, se sugiere modificar el Artículo 71 del Código de Minería y el Reglamento para la calificación e inclusión en propuesta de designación de peritos mensuradores (actual Resolución 3835, del 19-12-2003), homologando las condiciones entre profesionales y que la calificación anual de su labor esté disponible como información pública para quienes deseen, con el fin de tender hacia un proceso de revisión de esta operación expedito, transparente y fiscalizable de manera efectiva por el organismo llamado a ello.

Recomendación 8.5. Homologar las condiciones entre peritos e ingenieros habilitados para realizar labores de mensura, y que la calificación anual a la que es sometida su labor esté a disposición del público.

Por otro lado, existe una serie de cambios que mejorarían el funcionamiento del sistema de propiedad minera. Un primer aspecto consiste en desincentivar la práctica de la creación de pisos, o la solicitud de concesiones mineras de exploración en un mismo terreno en tiempos sucesivos o bien en un mismo terreno entre personas relacionadas (naturales o jurídicas) lo cual atenta contra mayores niveles de rotación. Si bien por mandato de la Carta Fundamental y de la Ley Orgánica Constitucional es, de momento, imposible prohibir o limitar la adquisición de concesiones mineras (de exploración o explotación en un área determinada) a toda persona sin distinción, sí pueden colocarse restricciones como una patente anual equivalente al duplo o al triple o al número de veces en que sea solicitada, por una misma persona o grupo de personas relacionadas con un mismo

territorio.¹¹⁵ Ello motivaría una mayor rotación de la propiedad minera y sería solo una limitación indirecta a la concentración de su propiedad.

Recomendación 8.6: Restringir la solicitud consecutiva e inmediata de concesiones de exploración entre personas relacionadas.

Un segundo aspecto corresponde a los tiempos que toma constituir una concesión minera. Nuestro país se encuentra en condiciones técnicas de poder reducir tanto los plazos que corresponden a actividades que debe desarrollar el solicitante de una concesión, como aquellos vinculados al desarrollo de la operación de mensura, los que permitirían un mayor dinamismo de la actividad de exploración. Estimamos que los tiempos totales de constitución de una concesión minera pueden reducirse a 5 meses en el caso de exploración y 18 meses en el caso de explotación.

En este punto, cabe hacer presente que la finalidad de los plazos no es solo para la constitución voluntaria de las concesiones mineras, sino también para que terceros tomen noticia en un tiempo razonable de la situación que ocurre con los terrenos superficiales que se ven expuestos a la constitución de concesiones mineras bajo ellos. En este sentido, una forma que los terceros y otros concesionarios tienen para tomar noticia de las concesiones mineras (su presentación, mensura –en su caso– y sentencia constitutiva) es mediante el *Boletín Oficial de Minería*. Su actual dispersión provincial dificulta la disponibilidad de contar con información consolidada a nivel nacional; y de ahí que una modificación positiva en esta dirección corresponde a dar cumplimiento efectivo a lo dispuesto en el artículo 238 del Código de Minería, en orden a que el *Boletín Oficial de Minería* sea efectivamente un suplemento del *Diario Oficial* de Chile. Así, dicho Boletín se transformaría en una publicación a nivel nacional y en edición electrónica, que otorgaría información transparente y a bajo costo para los interesados en invertir en minería. La disposición reglamentaria DS 88/2016 que lo ordena espera ser implementada en julio de 2017.

Recomendación 8.7: Reducir los plazos envueltos en el procedimiento de solicitud, evaluación y constitución de concesiones.

Un tercer aspecto es el diseño del proceso de remates por desamparo de concesiones mineras. Es un problema notorio, pues parte de la información geológica errada viene dada por la mantención en el Catastro Minero de concesiones que, de conformidad a la Ley, se encuentran caducadas por no haber dado cumplimiento a la obligación de amparo correspondiente. El Código de Minería mandata a la Tesorería General de la Re-

¹¹⁵

Para determinar la relación existente entre uno o más personas, naturales y jurídicas, y grupos económicos, se podría usar disposiciones como el artículo 100 de la Ley 18.045 de Mercado de Valores sobre la determinación de personas relacionadas.

pública a iniciar el procedimiento de remate de dichas concesiones, las cuales, si no son adjudicadas, se transforman en terreno franco (sin dueño) y se eliminan de los registros del Conservador de Minas y de SERNAGEOMIN. Mas, por la conocida falta de coordinación entre dichos actores, muchas veces Tesorería no procede en tiempo y forma legal a la ejecución de los remates, lo cual abona a mantener tanto los registros conservatorios como el Catastro Nacional Minero desactualizado e impreciso.¹¹⁶ La precariedad de esta información vuelve imperativo rediseñar el procedimiento ejecutivo de desamparo, para que solo baste el acta que da cuenta de las patentes impagas y su publicación para dar curso al remate de forma expedita y transparente, instando a Tesorería y a los Juzgados a remitir la información a los Conservadores de Minas y al SERNAGEOMIN a cabalidad y que estos procedan a rectificar los registros en el más breve plazo posible. Estos cambios permitirían un mejor funcionamiento del sistema de otorgamiento de concesiones.¹¹⁷

Recomendación 8.8. Rediseñar el proceso de remates por desamparo de concesiones mineras, mediante acciones que propendan a la coordinación y transmisión rápida de información entre todos los involucrados en dichos procesos.

Un cuarto aspecto corresponde a la actualización del sistema de coordenadas de los derechos mineros en Chile y de la disposición espacial de las mismas en el territorio. Toda la información geográfica satelital y cartográfica a nivel mundial se ha actualizado a dicho sistema. Adicionalmente, toda la cartografía nacional se está actualizando en dicho sistema y no se volverá a generar información en sistemas de coordenadas y proyecciones antiguas. Por tanto, en el mediano plazo es una necesidad migrar el sistema de derechos mineros a WGS84. Existen experiencias de migraciones en otros países mineros como Perú que pueden servir de aprendizaje para el caso chileno.

¹¹⁶ Ambos registros, a luces de los actores internacionales, son la única fuente fiable y oficial de información geológica disponible en nuestro país, si estos desean realizar inversiones. Al efecto, es común solicitar a consultores nacionales el estudio de factibilidad de un área y para ello solo se cuenta con la información del Conservador de Minas y de SERNAGEOMIN como información pública. Dada su imprecisión y desactualización, esta situación en sí misma es un factor de pérdida de la competitividad para desarrollar actividad minera en nuestro país.

¹¹⁷ Si bien la opción ideal sería disponer de un catastro oficial, único, nacional, integrado, público y actualizado en línea administrado por SERNAGEOMIN, ello implicaría rediseñar completamente el sistema registral de la propiedad minera. Dado que la propiedad minera es un bien inmueble (tanto para la Constitución como para la LOCM), este debe ser catastrado mediante el Conservador respectivo (de Minas en este caso). En síntesis, el disponer en nuestro país de un registro único de propiedad minera corresponde a un espacio de mejora a largo plazo pues significaría un rediseño de la cualidad de la concesión minera como inmueble, volviéndose un inmueble que se excluiría de los registros conservatorios de inmuebles tradicionales (aguas, comercio, minas, bienes raíces).

En línea con lo expuesto, estimamos que también es posible avanzar hacia un sistema de cuadrículas que divida a todo el territorio nacional en polígonos de similares formas y magnitudes. Ello requiere de modificaciones al Código de Minería¹¹⁸, recursos y plazos significativos, pero simplificaría sustancialmente los procesos de constitución de las concesiones mineras y pondría a Chile a la par de los referentes internacionales.

Si bien la transición es compleja, se han llevado a cabo procesos similares en las últimas décadas en otros países, siempre considerando disposiciones legales transitorias¹¹⁹ que permitan hacer la transición del sistema actual al de cuadrícula, con el objeto de evitar superposiciones y otorgar certeza a los propietarios mineros actuales y anteriores a dicha modificación de que existirá un proceso de adaptación hacia el nuevo sistema, de implementarse¹²⁰.

Recomendación 8.9. Actualizar el sistema de coordenadas y datum de derechos mineros desde PSAD56/SAD69 a WGS84.

Recomendación 8.10. Adoptar un sistema de cuadrícula para la solicitud de concesiones mineras en el mediano plazo.

De igual relevancia que lo anteriormente expuesto, es clave avanzar en mayor financiamiento a los proyectos de exploración y minería. Se ha realizado una serie de avances que debiesen permitir una mayor conexión entre la industria financiera y el sector minero (ej.: Ley sobre Persona Competente¹²¹) pero todavía persisten diferencias importantes en el vínculo relativo a países referentes como Canadá.

Parte de la solución radicaría en acercar a ambos sectores a través de actividades que permitan reducir las brechas de información y, con ello, fomentar la cultura de información en materia minera que otorgue seguridades razonables al inversionista y al concesionario por partes iguales. Ejemplos de dichas actividades serían: (i) conferencias regulares sobre financiamiento de la exploración y minería enfocada en empresas mineras chilenas, que permitan mostrar las ventajas y desventajas del financiamiento con terceros, familiarizarse con los informes que deben presentar las empresas mineras, tanto al momento de listarse

¹¹⁸ Precisando este punto, el artículo 4 de la Ley 18.097 habla de que la extensión territorial de una concesión minera podrá dividirse según las extensiones mínimas que defina el Código de Minería, delegando en este cuerpo la determinación de adoptar, por ejemplo, el sistema de cuadrículas para esta división.

¹¹⁹ De rango de ley simple, redactada de la forma prevista en el artículo 2° transitorio de la Ley 18.097.

¹²⁰ Este proceso, por ejemplo, podría incluir rebajas en la patente minera para aquellas concesiones que deban ser "remensuradas" por la modificación en el datum y/o en la cuadrícula.

¹²¹ La existencia de profesionales calificados y certificados como Persona Competente (Ley 20.235, D.O. 31-12-2007) permite que se realice una adecuada valorización de recursos y reservas mineras, base fundamental para generar confianza en el mercado financiero y poder levantar mayores niveles de financiamiento hacia la minería.

en bolsa como una vez listadas, y (ii) conferencias regulares sobre financiamientos de proyectos de exploración enfocados en la comunidad financiera, de manera que conozcan aspectos básicos del análisis y valorización de proyectos de exploración y explotación.

Lo anterior conlleva beneficios no solo en las empresas juniors –principalmente exploración– sino que también contribuye a mejorar el financiamiento hacia la actividad minera en todas sus formas (mediana minería inclusive). Asimismo, permitiría acercar perspectivas entre dos extremos de la industria que, muchas veces, tienen visiones contrapuestas en orden al mismo interés (extraer mineral y producir riqueza derivado de ello), pero que no disponen de toda la información necesaria tanto para desarrollar económica como geológicamente el proyecto referido.

Recomendación 8.11. Desarrollar un programa de formación en financiamiento de proyectos en exploración y minería con el objetivo de disminuir las brechas de información entre el sector financiero y el minero.

Grupo 2: Cambios a la Ley Orgánica Constitucional de Concesiones Mineras, y legislaciones de similar o menor nivel jerárquico

Las recomendaciones de este grupo son adicionales a las del Grupo 1 y buscan, principalmente, dar al sistema de amparo de concesiones mineras un componente de trabajos (gastos y/o inversión verificable y entrega de información geológica), el cual se agrega a la patente existente. De esta forma deberá entenderse la obligación de amparo cumplida con: el pago de la patente, la realización de trabajos efectivos de exploración y explotación minera y la entrega de información geológica al Estado, todo ello de forma conjunta, con el objeto de que esta obligación de amparo se adecue a los estándares internacionales vigentes.¹²² En el neto, de cumplir con el amparo de esta forma, todos los concesionarios accederían en forma automática a la rebaja por patente correspondiente a la Recomendación 8.1, lo que mantendría la competitividad del país. Es relevante mencionar que estas recomendaciones (8.12 a 8.15) aplicarían para las nuevas concesiones de exploración y explotación.

Es por ello que el primer elemento adicional corresponde a un cambio en la obligación de amparo en sí, prevista en el artículo 12 de la Ley Orgánica Constitucional, generando un amparo por trabajo directo mediante el establecimiento de gastos mínimos en

¹²²

El pago de patente y la información geológica sería anual mientras que para los gastos y/o inversiones se sugiere una periodicidad mayor.

exploración y explotación. Asimismo, se considera la presentación de planes mínimos de trabajo para la solicitud y renovación de derechos de exploración, así como la evidencia de mineralización y planes mínimos de trabajo para los derechos de explotación. Es fundamental señalar que los requerimientos deben ser parámetros claros, con el menor nivel de interpretaciones posibles sobre el alcance del concepto “trabajos mineros”, y, asimismo, en caso de que el concesionario cumpla esos requerimientos y ello no sea considerado por la autoridad correspondiente, su resolución sea susceptible de reclamar ante los Tribunales de Justicia. Esto es plenamente factible, por cuanto la mayoría de los países referentes analizados requieren un plan de trabajo certificado por una persona competente, con requerimientos (hitos) mínimos en la solicitud de los derechos (siguiendo la idea de un *checklist*) y sus renovaciones (de corresponder).

En el caso de la concesión de explotación esto sería crucial, siendo requerido un informe certificado por una Persona Competente sobre la presencia de mineralización que justificara el desarrollo de los trabajos necesarios para una explotación minera. En este caso, se debiese crear un estatuto más laxo para la minería pequeña y artesanal (similar al ya existente hoy), así como uno de similar espíritu para la mediana minería. Esto acarrearía externalidades positivas, en el sentido de disminuir las posibilidades de fraude para obtener rebajas indebidas de patente por explotación de sustancias no metálicas (si es que dicha rebaja se mantiene), así como de otorgar certeza sobre el objeto de contratos internacionales de inversión en minería (que efectivamente se esté invirtiendo en el mineral que se expone).

Recomendación 8.12. Establecer un amparo mixto, traducido en el pago de una patente, el otorgamiento de información geológica al Estado y la formulación de planes mínimos de trabajo para la solicitud y renovación de derechos de exploración, así como evidencia de mineralización y planes mínimos de trabajo para los derechos de explotación.

Por otro lado, atendiendo a la necesidad de un mayor plazo para la actividad de exploración, se sugiere un cambio en la duración de dicha concesión siguiendo el estándar de países como Canadá. El periodo inicial, considerado actualmente en el Código de Minería, sería de tres años renovable hasta dos veces por periodos de tres años, totalizando un máximo de nueve años¹²³. En cada renovación el concesionario deberá liberar al menos el 50% de la superficie del derecho minero.

¹²³

Requiriendo para ello una modificación del artículo 17 de la Ley Orgánica Constitucional sobre Concesiones Mineras en cuanto al plazo total (hoy de 4 años, prórroga incluida).

Recomendación 8.13. Aumentar el periodo de la concesión de exploración de 2 a 3 años y permitir dos prórrogas en vez de una, totalizando 9 años máximo.

Respecto de la concesión de explotación, se sugiere que esta sea esencialmente temporal (30 años máximos), con prioridad de renovación si se dan determinadas condiciones objetivas de factibilidad de operaciones mineras en el área, todas las cuales deben estar determinadas por la ley¹²⁴. Lo anterior va en línea con las prácticas internacionales donde la concesión de explotación es limitada en el tiempo (21 a 30 años) y con posibilidad de prórroga prioritaria. Abona a ello el hecho de que los yacimientos en Chile poseen una larga vida (20 o más años), donde la práctica habitual es que su ciclo de vida se extienda mediante inversiones *brownfield*. Un ejemplo de prórroga que podría considerarse sería la renovación automática si es que el concesionario acredita trabajos durante un número de años (por ejemplo 10 o 15) desde el inicio de la constitución de su concesión de explotación.¹²⁵

Recomendación 8.14. Establecer un límite temporal a la concesión de explotación de 30 años como máximo, susceptible de renovaciones prioritarias e ilimitadas por igual periodo.

Finalmente, el dueño de una concesión minera (subsuelo) y el dueño del predio superficial pueden entrar en conflicto si es que el concesionario minero desea realizar labores de reconocimiento o, derechamente, catar y cavar en el área particular. Salvo en el caso de terrenos abiertos e incultos (ej: el Desierto de Atacama), es necesario el permiso por escrito del dueño, su poseedor o su tenedor (ej: arrendatario). Asimismo, si el dueño de esos terrenos es la Nación o el Municipio el permiso debe solicitarse al gobernador o al alcalde, respectivamente.¹²⁶ Dependiendo de las características del predio superficial, si su dueño se niega a entregar el permiso para catar y cavar, esta negativa es apelable ante un Juez quien establece las cauciones (garantías) necesarias previo a la autorización para realizar actividades mineras (si es que las autoriza), o bien, niega el permiso.

Sin embargo existe una distorsión relativa a otras actividades productivas ubicadas en el mismo predio superficial que una concesión minera. Es el caso particular de los terrenos

¹²⁴ No hay que olvidar que, constitucionalmente, el derecho de propiedad minero está sujeto a la condición de justificar el interés, interés que en el caso minero es la factibilidad operacional. No es un derecho indefinido, como sí puede serlo otro bien inmueble.

¹²⁵ De esta forma, si el concesionario ha acreditado gastos y/o inversión mínima durante 10 o 15 años (independiente de si son consecutivos o no) ya asegura la renovación de su concesión de explotación permitiéndole proyectar eventuales expansiones futuras de la operación con mayor certidumbre.

¹²⁶ Asimismo existe una serie de permisos para determinados lugares. Por ejemplo, para ejecutar labores mineras en zonas fronterizas se requiere permiso de la Dirección de Fronteras y Límites, entre otros múltiples casos precisados en el Art. 17 del Código de Minería.

plantados con vides (viñedos) o árboles frutales (arboledas) donde solo el dueño del predio superficial¹²⁷ podrá otorgar el permiso para catar y cavar, y donde su voluntad no puede ser cumplida por una decisión judicial.¹²⁸ Esta distorsión está presente en el artículo 7º de la LOCCM y precisada en el artículo 15 del Código de Minería.

Atendida la actual posibilidad de coexistencia de las actividades tanto del subsuelo como del predio superficial¹²⁹, se sugiere eliminar esta distorsión sobre el desarrollo de esta actividad sin contar con el permiso del dueño y, ante su negativa al igual que en los otros casos, someter la solicitud de permiso ante un Juez (idealmente el Tribunal Ambiental competente) para que resuelva sobre la procedencia de la actividad minera, el impacto medioambiental que generará y evalúe los costos y beneficios de otorgar el permiso correspondiente. Y, en todo evento, velar por la compatibilidad de las actividades de catar y cavar con la preservación del bosque o viñedo respectivamente. Este permiso deberá estar sujeto a las mismas previsiones dispuestas en el artículo 16 del Código de Minería solo en cuanto a su duración y la procedencia de garantía de indemnización.

Recomendación 8.15. Modificar las disposiciones del artículo 15 y siguientes del Código de Minería, que exceptúan a algunas actividades (viñedos y arboledas) de la regla general de someter al Juez competente la solicitud de permiso para catar y cavar ante la negativa del dueño, con el fin de igualar tratamiento judicial para resolver conflictos entre todas las actividades, privilegiando siempre la convivencia entre ellas con estándares medioambientales adecuados y la determinación de la compensación debida.

8.8.1. Resumen de Hallazgos

Hallazgo 8.1. La participación de Chile en el mercado de exploración minera es inferior a su participación en producción y reservas.

Hallazgo 8.2. Existe baja disponibilidad de territorio para exploración en las principales franjas metalogénicas del país. Esto debido al área que abarcan las concesiones vigentes, y a la facilidad de mantenerlas por su bajo costo, en especial si son solicitadas para minería no metálica.

¹²⁷

Aquel que tiene el título del inmueble escrito a su nombre en el Conservador de Bienes Raíces.

¹²⁸

Lo que sí ocurre en los otros casos contemplados en el artículo 15 en materia de permisos.

¹²⁹

Que no era concebida en la época de dictación de la LOCCM.

Hallazgo 8.3. Existen indicios de niveles de concentración importantes en la propiedad minera tanto metálica como no metálica. Aunque algunos casos pueden ser fundados en la necesidad de economías a escala del sector, esta concentración actúa en la práctica como una barrera de entrada.

Hallazgo 8.4. Existe un mal uso de la concesión minera por parte de algunos agentes, con fines especulativos y como seguro contra potenciales litigios perjudicando a los concesionarios efectivamente mineros. Estos objetivos son distintos a los que la ley considera para entregar en concesión el subsuelo, y por los que el Estado transfiere su propiedad a privados.

Hallazgo 8.5. El proceso de constitución de concesiones mineras implica plazos elevados, con demoras de 6 a 8 meses para exploración y 24 a 29 meses para explotación.

Hallazgo 8.6. El actual sistema de amparo por patente no constituye un incentivo hacia la ejecución de labores de exploración y explotación, tanto por no exigirlo directamente como por el bajo monto de la patente.

Hallazgo 8.7. El costo de la patente minera en Chile es bajo en comparación con otros países, más aún si se considera que en otras jurisdicciones se solicitan obligaciones adicionales al pago de una patente para mantener la concesión minera.

Hallazgo 8.8. Chile muestra un atraso importante tanto en disponibilidad como en calidad de la información geológica precompetitiva.

Hallazgo 8.9. Chile posee una brecha importante respecto de países referentes tanto a nivel de participación de empresas juniors en el gasto en exploración como en el vínculo entre el sector minero y el sector financiero.

Hallazgo 8.10. Existe un retraso en el estándar del sistema de coordenadas utilizado en los derechos mineros tanto a nivel nacional como internacional.

8.8.2. Resumen de Recomendaciones

Recomendación 8.1. Aumentar la Patente Anual pasando de una lineal a una progresiva, que aumenta a través del tiempo, tanto en exploración como en explotación, pero permitiendo una rebaja del pago de la patente mediante mecanismos de contraprestación por parte del concesionario minero (información geológica, trabajos, entre otros).

Recomendación 8.2. Equiparar la Patente Anual de explotación de sustancias no metálicas con el nivel de las de sustancias metálicas.

Recomendación 8.3. Establecer incentivos y sanciones al incumplimiento de la obligación de información geológica prevista en el artículo 21 del Código de Minería.

Recomendación 8.4. Fortalecer el SERNAGEOMIN, otorgando facultades más amplias y parámetros claros de fiscalización a los departamentos que posee, todo ello con el objetivo de maximizar el impacto de los ámbitos de trabajos de cada uno de ellos.

Recomendación 8.5. Homologar las condiciones entre peritos e ingenieros habilitados para realizar labores de mensura, y que la calificación anual a la que es sometida su labor esté a disposición del público.

Recomendación 8.6. Restringir la solicitud consecutiva e inmediata de concesiones de exploración entre personas relacionadas.

Recomendación 8.7. Reducir los plazos envueltos en el procedimiento de solicitud, evaluación y constitución de concesiones.

Recomendación 8.8. Rediseñar el proceso de remates por desamparo de concesiones mineras, mediante acciones que propendan a la coordinación y transmisión rápida de información entre todos los involucrados en dichos procesos.

Recomendación 8.9. Actualizar el sistema de coordenadas y datum de derechos mineros desde PSAD56/SAD69 a WGS84.

Recomendación 8.10. Adoptar un sistema de cuadrícula para la solicitud de concesiones mineras en el mediano plazo.

Recomendación 8.11. Desarrollar un programa de formación en financiamiento de proyectos en exploración y minería con el objetivo de disminuir las brechas de información entre el sector financiero y el minero.

Recomendación 8.12. Establecer un amparo mixto, traducido en el pago de una patente, el otorgamiento de información geológica al Estado y la formulación de planes mínimos de trabajo para la solicitud y renovación de derechos de exploración, así como evidencia de mineralización y planes mínimos de trabajo para los derechos de explotación.

Recomendación 8.13. Aumentar el periodo de la concesión de exploración de 2 a 3 años y permitir dos prórrogas en vez de una, totalizando 9 años máximo.

Recomendación 8.14. Establecer un límite temporal a la concesión de explotación de 30 años como máximo, susceptible de renovaciones prioritarias e ilimitadas por igual periodo.

Recomendación 8.15. Modificar las disposiciones del artículo 15 y siguientes del Código de Minería, que exceptúan a algunas actividades (viñedos y arboledas) de la regla general de someter al Juez competente la solicitud de permiso para catar y cavar ante la negativa del dueño, con el fin de igualar tratamiento judicial para resolver conflictos entre todas las actividades, privilegiando siempre la convivencia entre ellas con estándares medioambientales adecuados y la determinación de la compensación debida.

Referencias

- CESCO (2016). Restricciones que impiden el aumento de la exploración minera en Chile, Santiago: Centro de Estudios para la Minería y el Cobre.
- COCHILCO (2014). Análisis de la Propiedad Minera en Chile.
- COCHILCO (2015). Panorama Actual de la Exploración y su Financiamiento.
- COCHILCO (2015B). Catastro de empresas exploradoras 2015.
- COCHILCO (2016). Propiedad minera en Chile: estado y medidas de perfeccionamiento.
- FRASER INSTITUTE (2016). Fraser Institute Annual Survey of Mining Companies 2015.
- LEÓN M. J. (2012). Acceso a terrenos para la minería: análisis del sistema de concesión y administración de propiedades mineras en Chile. Santiago, Chile: Universidad Católica de Chile.

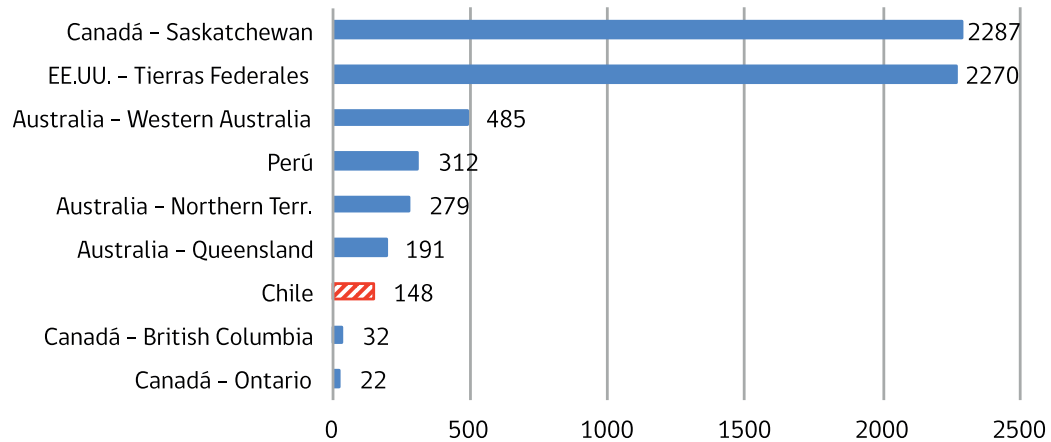
- LIRA S. (2007). Curso de Derecho de Minería. Cuarta Edición, Santiago: Editorial Jurídica de Chile.
- OSSA J. L. (2012). Tratado de Derecho de Minería. Quinta Edición, Santiago: Editorial Jurídica de Chile.
- SERNAGEOMIN (2013). Sistemas Geodésicos de Referencia: Estado Actual. Encuentro Nacional de Peritos e Ingenieros Mensuradores, Santiago.

Normativa citada:

- CÓDIGO CIVIL DE CHILE (D.O. 30-05-2000).
- CÓDIGO DE MINERÍA DE CHILE (D.O. 14-10-1983).
- CÓDIGO DE PROCEDIMIENTO CIVIL DE CHILE (D.O. 30-08-1902).
- CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DE CHILE (D.O. 11-08-1980).
- LEY Nº 18.045 sobre Mercado de Valores (D.O. 22-10-1981).
- LEY Nº 18.097 Orgánica Constitucional sobre Concesiones Mineras (D.O. 21-01-1982).
- LEY Nº 19.137 que Establece Normas sobre Pertenencias Mineras de CODELCO Chile que no forman parte de yacimientos en actual explotación (D.O. 12-05-1992).
- LEY Nº 19.143 que establece Distribución de Ingresos Provenientes de las Patentes de Amparo de Concesiones Mineras, a que se refieren los Párrafos 1º Y 2º del Título X del Código de Minería (D.O. 17-06-1992).
- LEY Nº 20.235 que regula la figura de las Personas Competentes y crea la Comisión Calificadora de Competencias de Recursos y Reservas Mineras (D.O. 31-12-2007).
- LEY Nº 20.701 sobre Procedimiento para otorgar Concesiones Eléctricas (D.O. 14-10-2013).
- LEY Nº 20.819 que modifica la Ley Nº 20.551 que regula el cierre de faenas e instalaciones Mineras e Introduce Otras Modificaciones Legales (D.O. 14-03-2015).
- LEY Nº 20.897 que Modifica la Ley Nº 20.365, que Establece Franquicia Tributaria Respecto de Sistemas Solares Térmicos; la ley General de Servicios Eléctricos y la Ley que crea la ENAP (D.O. 05-02-2016).
- LEY Nº 20.936 que establece un nuevo sistema de transmisión eléctrica y crea un organismo coordinador independiente del sistema eléctrico nacional (D.O. 20-07-2016).
- REGLAMENTO DEL CÓDIGO DE MINERÍA (D.O. 27-02-1987).

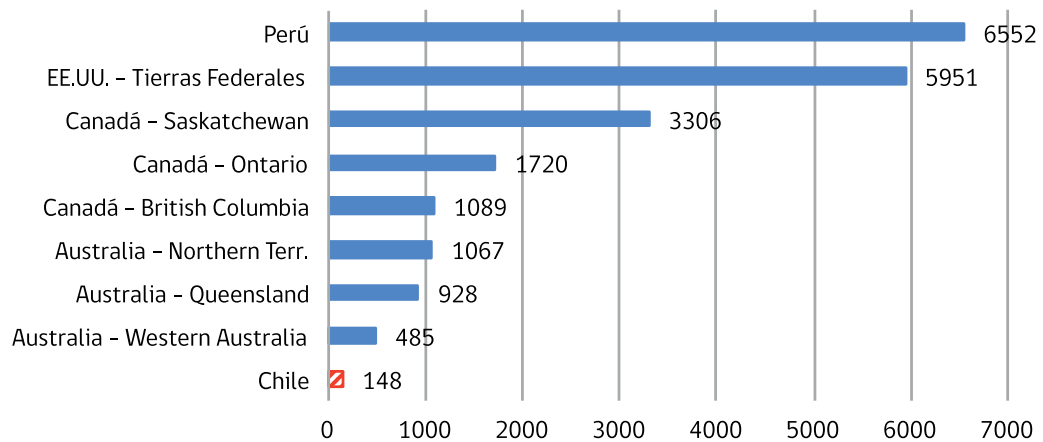
Anexo

Figura A.1. Costo Amparo Patente Exploración 2016 – Incluye Reconocimiento.



Fuente: Comisión Nacional de Productividad con base en CESCO (2016).

Figura A.2. Costo Amparo Total Exploración 2016 – Incluye Reconocimiento.



Fuente: Comisión Nacional de Productividad con base en CESCO (2016).



Capítulo 9

Mediana minería



Síntesis

Este capítulo se enfoca en aspectos que afectan la productividad en la mediana minería. Para efectos de este capítulo consideramos mediana minería a todas aquellas faenas que producen entre 1.000 a 50.000 toneladas de cobre al año, las que representan aproximadamente un 5,6% de la producción nacional. Algunos problemas de productividad en el sector son comunes a la industria minera, independiente del tamaño, mientras otros son específicos a la minería mediana. Debido a diferencias en la escala de producción, problemas transversales a todos los segmentos pueden requerir soluciones específicas según el tamaño de la operación.

Abstract

This chapter focuses on productivity issues in medium scale mining operations. For this study, we consider medium scale operations mines that produce 1,000 to 50,000 tons of copper per year. These account for 5,6% of total national copper production. Some of the productivity problems are common to the industry, regardless of size, while others are specific to medium sized mines. Due to differences in scale, even problems that are common to the mining sector as a whole may require different solutions according to the scale of the operation.

Puntos Claves

- La definición para Mediana Minería que se usa en este estudio es la del Instituto de Ingenieros de Minas de Chile (IIMCh), definida con base en nivel de producción, que delimita como mediana minería las faenas que producen entre 1.000 a 50.000 toneladas de cobre fino anual.
- Existe una importante brecha de productividad –medida como horas-hombre por kilo tonelada de material movido– entre mediana y gran minería. Esta brecha existe desde el año 2000, y se ha acentuado a partir de 2007. En los últimos quince años la productividad de la mediana minería ha caído anualmente el doble que la gran minería, y en el acumulado la triplican en términos porcentuales. La mayor brecha registrada de la serie disponible es de 2014.
- Existen espacios de modernización en ENAMI, principal actor estatal de fomento de la pequeña y mediana minería, de acuerdo con los principios de empresas públicas que recomienda la OCDE (2011).
- La competencia con la gran minería en el mercado laboral ha llevado a una escasez de mandos medios en la mediana minería.
- El mercado laboral relevante para la mediana minería nacional se concentra en los poblados cercanos a las faenas, pues pocas faenas operan con campamentos. Sin embargo, en esos lugares hay poca oferta de trabajadores, y no existe mayor formación técnica y profesional vinculada a la minería.
- En Chile existe un déficit en infraestructura local, tanto en cantidad como en calidad (escasa intermodalidad) para la mediana minería. La falta de infraestructura en las regiones III y IV (donde se concentra la mayor parte de estas faenas) se expresa mayormente en la falta de puertos.
- La gran minería, que ha generado soluciones privadas (individuales) al déficit de infraestructura portuaria, podría optimizar el tamaño de sus puertos a escalas más rentables por la vía de dar acceso a la mediana minería.
- La constitución de garantías financieras para el proceso de cierre de faenas es una restricción al sector de la Mediana Minería.

9.1. Introducción

Chile es una anomalía en el ámbito internacional con sus grandes yacimientos de pórfidos. Países referentes en minería como Australia, Canadá, Estados Unidos y Suecia en general explotan operaciones que en Chile serían consideradas parte de la mediana minería. Más aún, estos yacimientos internacionales, de escala mediana para los tamaños chilenos, son vistas como mejores prácticas a nivel global, con indicadores óptimos en términos de productividad, seguridad, medio ambiente y otros.

La minería del futuro en Chile se desarrollará crecientemente a escala mediana, por lo que el análisis y comprensión de este grupo y sus desafíos resulta muy relevante. En efecto, los yacimientos descubiertos durante la última década corresponden a depósitos de menor tamaño. Además, la mitad de las reservas del país se ubican en la zona central, donde existen mayores dificultades para implementar grandes proyectos mineros debido a su elevada densidad poblacional, y mayor competencia por el suelo (en especial agricultura). De ahí que el desarrollo de una mediana minería hacia la frontera mundial en prácticas operacionales, sustentabilidad y relación con las comunidades, sea un objetivo necesario para el sector y prioritario para el país. Este capítulo se basa en información recolectada por la Secretaría Ejecutiva de la CNP, y en estudios realizados por COCHILCO.¹

El capítulo se estructura de la siguiente manera. En la sección 9.2 se caracteriza la mediana minería en Chile. La sección 9.3 describe los mayores frenos a la productividad del sector. La sección 9.4 presenta los resultados del capítulo y sus conclusiones.

9.2. La Mediana Minería en Chile

Esta sección presenta una caracterización de la mediana minería chilena a partir de datos de COCHILCO,² SONAMI y SERNAGEOMIN, incluyendo la evolución de la producción, el empleo y la productividad del sector.

En Chile no existen estadísticas sistematizadas del sector minero de escala mediana, incluso se usan distintas definiciones para el segmento dentro de la industria y el sector público, por lo que caracterizarlo adecuadamente es el primer desafío. Existen tres clasificaciones para identificar la mediana minería: i) la del Instituto de Ingenieros de Minas de Chile (IIMCh), definida con base en nivel de producción, que delimita como medianas aquellas faenas que mueven entre 100.000 y 3.000.000 de toneladas de material mineral

¹ Ver COCHILCO (2016a, 2016b, 2016c).

² Con datos propios y provenientes de Wood Mackenzie.

al año, equivalente a una producción de entre 1.000 y 50.000 toneladas de cobre fino anual, ii) la de ENAMI, que considera mediana minería aquellas faenas que producen más de 10.000 toneladas de cobre fino al año,³ y iii) la de SERNAGEOMIN, donde mediana minería son las empresas que tienen entre 80 y 400 trabajadores.⁴ No existe consenso ni consistencia en la clasificación a usar.

Hallazgo 9.1: No existe consenso sobre una definición clara y precisa del segmento de mediana minería. Diversos organismos utilizan definiciones heterogéneas (tamaño de dotación y/o producción), lo que repercute en estadísticas de productividad poco consistentes.

Recomendación 9.1: Consensuar entre los diversos actores del sector una definición clara del segmento de mediana minería que permita elaborar estadísticas públicas y periódicas comparables. Dicha definición debiese enfocarse más en producción que en empleo.

COCHILCO (2016b) utiliza la definición del IIMCh y ENAMI, mientras SONAMI (2014) usa la definición del IIMCh para producción, pero para empleo utiliza la de SERNAGEOMIN. Esto dificulta construir una medida consistente de productividad laboral del segmento. En este capítulo, a menos que se especifique lo contrario, se utiliza la definición del IIMCh (producción entre 1.000 y 50.000 toneladas de cobre fino al año), dado que se considera que una medida de producción representa mejor el tamaño de una operación que su dotación. Entre 2000 y 2014 la producción anual del sector pasó de 185.000 toneladas de cobre fino equivalente a 225.000.⁵ Similar a la evolución de la gran minería (ver Capítulo 2), esta alza posee dos etapas; primero con un fuerte aumento en torno al 45% (83.000 toneladas de cobre fino equivalente) entre 2000 y 2007, para estabilizarse desde 2007 en torno a las 220.000 toneladas. Este crecimiento de 1.4% anual entre 2000 y 2014 es levemente mayor que al 1,2% de crecimiento anual de la gran minería en el mismo periodo⁶ (ver Figura 9.1).

En cuanto a empleo (considerando propios y terceros), existen diferencias evidentes en la escala entre la mediana y gran minería. Sin embargo, ambas tendieron a crecer a similar ritmo durante el periodo (ver Figura 9.2).⁷ La gran minería aumentó su dotación en 160% (pasó de 28.000 a 73.000 trabajadores) entre 2000 y 2014, con un incremento

³ Esta definición no establece una cota superior para el segmento de mediana minería debido a que el objetivo es distinguir entre la mediana y la pequeña minería para la provisión de servicios.

⁴ O entre 200.000 y 1.000.000 de horas-hombre trabajadas al año.

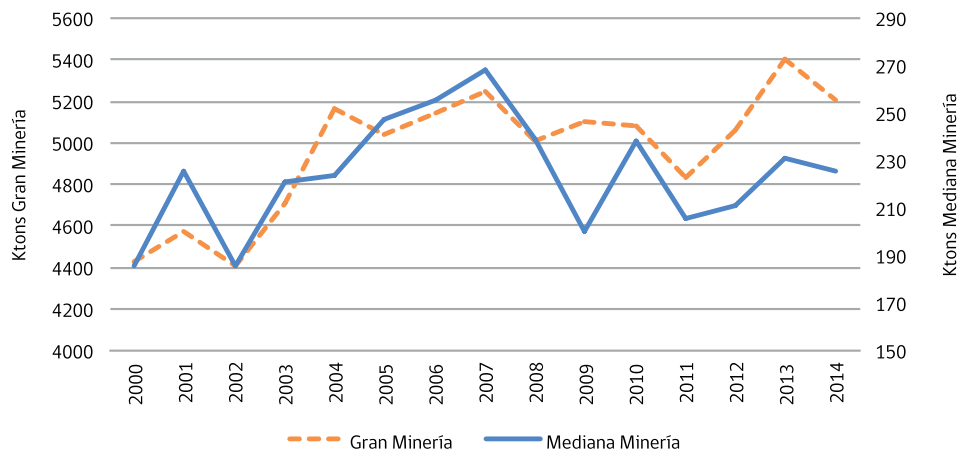
⁵ COCHILCO y Wood Mackenzie.

⁶ Equivalente al aumento de producción de 4.400 a 5.200 miles de toneladas de cobre.

⁷ SONAMI (2014). Con el criterio de SERNAGEOMIN: empresa grande al menos 400 personas, y empresa mediana, entre 80 y 400 personas.

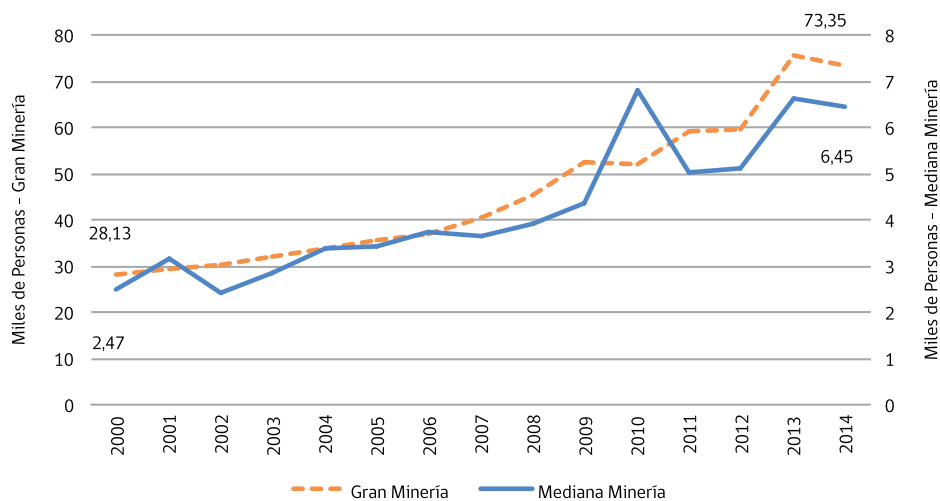
anual promedio de 7%, de manera similar a la mediana minería, que aumentó su dotación en 161% (de 2.400 a 6.400 trabajadores).⁸

Figura 9.1. Producción de cobre para Mediana minería y Gran minería (Ktons. de Cobre Fino).



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de COCHILCO y Wood Mackenzie.

Figura 9.2. Empleo de la Gran y Mediana Minería (en miles de personas).

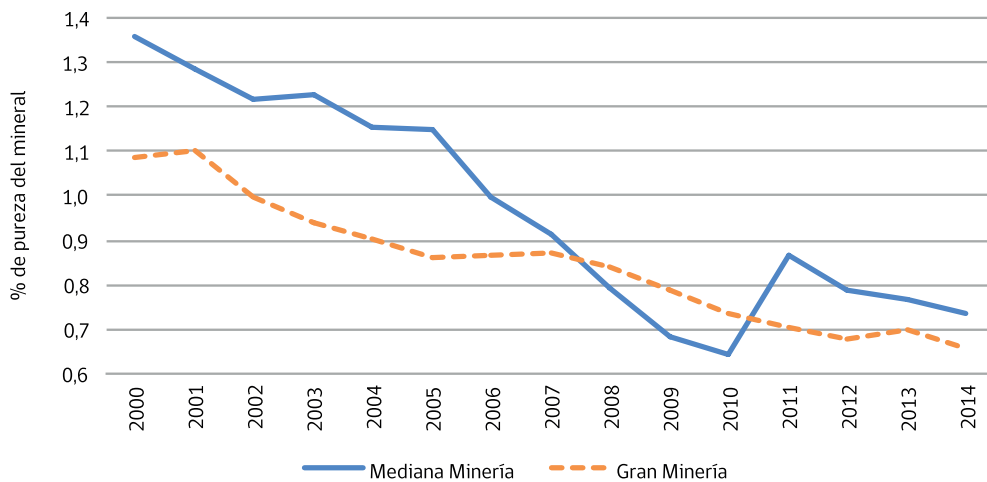


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de COCHILCO y Wood Mackenzie.

⁸ Nótese que las fuertes diferencias en niveles de empleo van en línea en la dificultad de disponer de estadísticas consistentes en el sector. Los distintos informes de seguridad y empleo de SONAMI también muestran diferencias similares en los niveles de gran minería y mediana minería.

Dado lo anterior, la dinámica de productividad (horas-hombre por tonelada de cobre) entre la gran y la mediana minería no difiere de manera significativa. Usando cobre fino producido como indicador de producción, la caída promedio anual en productividad es de 5.7% en mediana minería, y de 5.9% en la gran minería. Los yacimientos de la mediana minería poseen mejor ley que los de la gran minería, aunque en ambos se deterioraron a tasas similares en torno a 44% durante el periodo 2000-2014 (ver Figura 9.3).⁹ Es importante resaltar la caída significativa en la ley que sufrió la mediana minería entre el periodo 2005 a 2010, pasando desde leyes del orden de 1.2% a 0.6% aproximadamente.

Figura 9.3. Ley promedio del mineral de la Gran y Mediana minería¹⁰ (porcentaje).



Fuente: COCHILCO a partir de reportes propios y Wood Mackenzie.

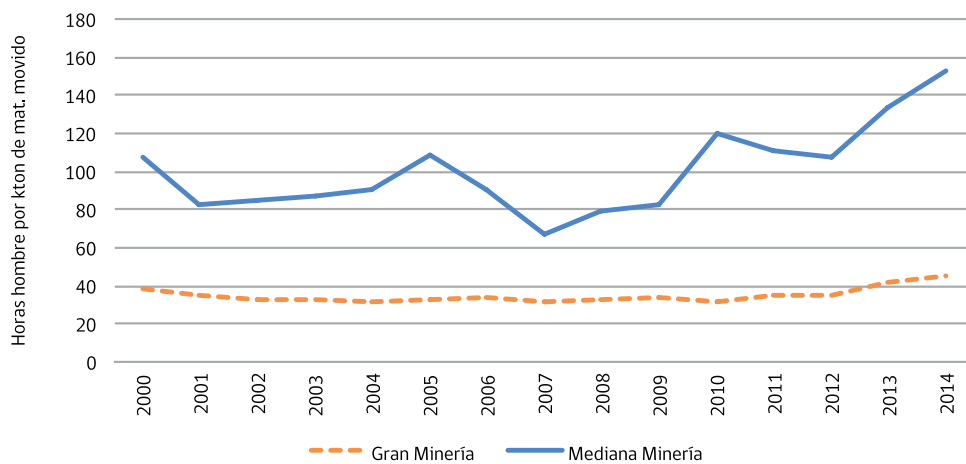
Considerando el sesgo que genera la ley del mineral en la métrica de productividad cuando se utiliza cobre fino como indicador, y similar al análisis del Capítulo 2 para Gran Minería, estimamos la productividad parcial del trabajo utilizando el requerimiento de

⁹ En este caso la definición de gran y mediana minería está dada por la escala. Faenas que produjeron sobre 50 mil toneladas de cobre fino equivalente se consideran gran minería.

¹⁰ En este caso se utiliza una submuestra de la mediana minería que representa alrededor del 75% de la producción del segmento.

horas-hombre y el material movido,¹¹ dentro de una sub muestra recopilada por COCHILCO.¹² Los resultados del Capítulo 2 indican que la Gran Minería perdió un 14% de eficiencia entre 2000 y 2014 (pasando de 38 horas-hombre a 45 horas-hombre por kilo tonelada de material movido) lo que implica una caída anual promedio en productividad de 1% al año. La mediana minería en cambio perdió un 43% de eficiencia (pasando de 107 horas-hombre por kilo tonelada de material movido a 153 horas-hombre) lo que implica una caída anual promedio de productividad de 2,6% (ver Figura 9.4).

Figura 9.4. Horas hombre por kilo tonelada de material movido.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de COCHILCO.

La Figura 9.4 presenta la enorme brecha de productividad entre las dos escalas de la industria. Se observa un deterioro reciente y creciente en productividad de la mediana minería, lo que hace crecer la brecha a partir de 2007. La Figura 9.5 muestra un análisis de tendencia con los mismos datos. La evolución de la tendencia de ambos segmentos

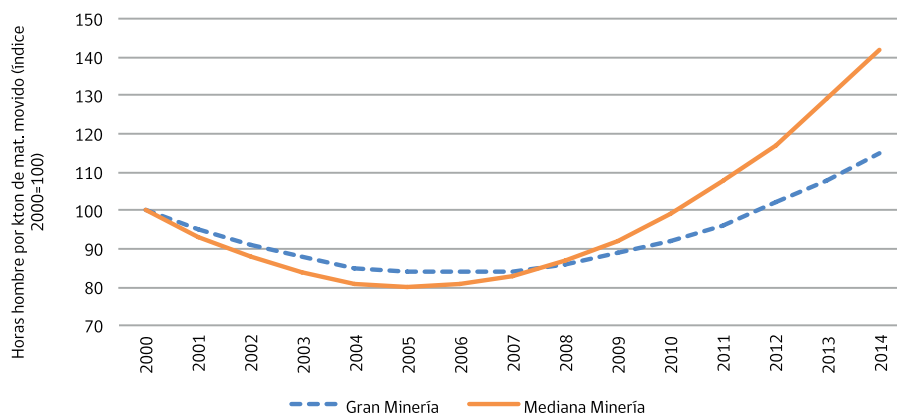
¹¹ La ley del mineral es un factor exógeno propio de la geología de la veta explotada debido a que la operación no mueve solamente material mineral para procesar y hacer cobre, sino también, material estéril que debe ir a los botaderos. Esto último es más propio en la gran minería, ya que cerca del 75% de las faenas de la mediana minería son vetas subterráneas que sacan poco lastre. No obstante, las medidas consideradas incluyen observaciones de mediana como de gran minería que presentan tanto rajo abierto como mina subterránea.

¹² En el caso de las observaciones de mediana minería, estas representan el 75% de la producción del segmento que produce entre mil y 50 mil toneladas de cobre al año, mientras que las observaciones de gran minería representan alrededor del 92% del segmento que produce sobre 50 mil toneladas de cobre al año. Asimismo, las observaciones de mediana minería corresponden al subsegmento de mediana minería mayor, con producción de 12 mil a 50 mil toneladas anuales.

coincide hasta 2007, aunque con un leve cierre de la brecha debido a ganancias de eficiencia por parte de la mediana minería hasta ese año. Sin embargo, la convergencia se anula a partir de 2007 donde la brecha sectorial se amplía hasta llegar a su mayor nivel del periodo estudiado en 2014.

En síntesis, la mediana minería es menos productiva (del orden de un tercio¹³) que la gran minería con una brecha que se ha mantenido desde 2000, y se ha ampliado a partir de 2007. Cabe mencionar que ambos segmentos se han enfrentado al deterioro de la ley del mineral, con similares tasas de incremento en dotación y en producción.¹⁴ Recientemente la brecha de productividad se ha ampliado por las mayores pérdidas de eficiencia en la mediana minería. Lamentablemente no contamos con información de productividad internacional de empresas medianas comparables a las chilenas para enriquecer el análisis.

Figura 9.5. Índice de tendencia de horas-hombre por kilo tonelada de material movido (Base 2000=100).



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de COCHILCO.

Hallazgo 9.2. Existe una importante brecha de productividad -medida como horas-hombre por kilo tonelada de material movido- entre mediana y gran minería. Esta brecha existe desde el año 2000, y se ha acentuado a partir de 2007. En los últimos quince años la productividad de la mediana minería ha caído anualmente el doble que la gran minería, y en la caída acumulada la triplican en términos

¹³ Pero ojo, no son perfectamente comparables, pues estamos comparando minas en su gran mayoría subterráneas (mediana minería) con minas principalmente de tajo abierto (la gran minería).

¹⁴ Ambos muestran entre 2000 y 2006 una mejoría en productividad y empeoran a partir de 2007.

porcentuales. En 2014, la brecha registrada es la mayor de la serie disponible.

Recomendación 9.2. Encomendar a la Comisión Chilena del Cobre que continúe con sus esfuerzos, como la primera caracterización del segmento, con el objetivo de aumentar la comprensión sobre la mediana minería dada su importancia creciente a futuro para Chile.

El equivalente internacional de la mediana minería chilena (en términos de producción de 12.000 a 50.000 toneladas) es considerada como gran minería en otros países. En el Capítulo 3 de este informe se presenta una brecha entre la Gran Minería nacional y la de otros países, por lo que la brecha productiva de la minería internacional con la mediana minería local es evidentemente mayor. Sin embargo, no existen estudios de brechas comparables a lo realizado en el Capítulo 3 respecto a la mediana minería con empresas similares (en términos de producción y capacidad de gestión) para determinar las causas y el tamaño de la brecha.

Recomendación 9.3. Complementar el análisis de brechas para la gran minería realizado en este estudio con un análisis similar para la mediana minería en Chile, idealmente con empresas similares en países referentes. Ello permitirá definir una línea base para monitorear la evolución del segmento.

9.3. Frenos a la Productividad

Esta sección se basa en estudios de COCHILCO (2016a, 2016b y 2016c) y analiza aspectos que afectan la productividad de la mediana minería. Los estudios entregan una caracterización del segmento, y analizan su capacidad productiva con entrevistas realizadas a seis empresas y representantes del gobierno enfocándose en el subsegmento de mediana minería mayor con producción entre 12 mil y 50 mil toneladas de cobre anual.¹⁵

La Tabla 9.1 resume los principales factores que afectan la productividad en línea con lo analizado en los capítulos previos. Se ha agrupado principalmente en i) factores internos y ii) factores externos.

¹⁵ COCHILCO (2016c) levanta información a partir de entrevistas a 6 empresas de mediana minería mayor y 7 representantes de entidades públicas y privadas asociadas al rubro. Ver Anexo – Tabla A.9.1.

Tabla 9.1. Factores que afectan la productividad en mediana minería.	
Factores internos de las operaciones	Factores externos a las operaciones
Gestión de capital y trabajo	ENAMI
Cultura y Estructura Organizacional	Oferta de Capital Humano
Estrategia de crecimiento	Abastecimiento Agua y Energía
Capacidad Financiera	Infraestructura
	Cierre de Faenas
	Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

Fuente: Elaboración propia con base en COCHILCO (2016c).

Entre los factores internos de las operaciones principalmente se encuentran temas de gestión de capital y trabajo. Existen aspectos culturales en la estructura organizacional que también impactan en las posibilidades de crecimiento y financiamiento de la mediana minería.

Respecto de los factores externos se detectan espacios de mejora en la relación con ENAMI, y el acceso y disponibilidad de infraestructura. En capital humano las empresas destacan la insuficiente oferta de capacitación laboral como un desafío, así como la fuga de talentos hacia la gran minería. Esta última se masificó con la expansión en la adopción de turnos 7x7 en la gran minería debido a que ello permite una mayor movilidad de trabajadores entre regiones. Con dotaciones más limitadas, la necesidad de trabajadores polifuncionales se agudiza en mediana minería.

El proceso de tramitación en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) es señalado como el principal desafío externo para la mediana minería. Nótese que esto no hace referencia necesariamente a los estándares del sistema, sino al proceso de tramitación, su extensión, y lo que demanda de las propias empresas. La restricción está dada por la carga de trabajo en términos de recursos humanos y financieros de las empresas de mediano tamaño en cada etapa del proceso con el SEIA. La empresa debe actualizar sus permisos cada vez que extiende la vida útil del yacimiento, lo que ocurre con frecuencia debido a la duración de las reservas minerales demostrables y su capacidad de inversión en prospección. En definitiva, mientras la gran minería puede internalizar diferentes procesos dentro de sus funciones con equipos dedicados o consultores externos, la mediana minería debe hacerlo con menos recursos humanos y financieros, los cuales generalmente son compartidos con la operación de la faena.

9.3.1. Desafíos internos de las operaciones

La primera categoría se refiere a factores y desafíos principalmente internos a las operaciones. En ese sentido, la solución a estos desafíos no depende principalmente de la política pública, sino de que existan cambios en la gestión de las operaciones, incluyendo su convergencia a mejores prácticas internacionales y a la incorporación de financiamiento internacional en su cartera de proyectos.¹⁶ Esto es especialmente relevante para las empresas de mediana minería mayor, con 12 mil a 50 mil toneladas anuales, donde el país podría aspirar a niveles de productividad de faenas internacionales.¹⁷

La elaboración de un plan minero óptimo, la selección de las tecnologías e insumos para el proceso productivo, el equilibrio de las capacidades entre mina y planta, la capacidad de gestionar y levantar niveles de financiamiento, la organización y supervisión de los turnos de trabajo, el nivel de subcontratación de la operación, y los niveles de rotación de los trabajadores son ejemplos de temas propios de la gestión de la empresa.¹⁸ Todos ellos impactan negativamente los niveles de productividad. Como mencionamos previamente, no disponemos de un análisis de brechas como el realizado en el Capítulo 3 que pudiera enriquecer el análisis, pero estos factores internos no deben ser soslayados.

Un factor relevante radica en temas culturales arraigados en el segmento, en particular por el origen cerrado de las empresas. En el segmento de mediana minería menor¹⁹ frecuentemente son empresas familiares sin estructura corporativa. Se desprende de las entrevistas de COCHILCO (2016c) que esto afecta a las operaciones al tener un modelo de gestión personal o familiar, y que este problema aumenta a menor tamaño de la operación. En contraste, las operaciones de la gran minería son sociedades anónimas especializadas en el rubro, con socios internacionales, estructuras corporativas internacionales y una gestión altamente profesionalizada. Además del impacto sobre la gestión diaria, esta estructura organizacional también limita la posibilidad de acceso a levantar financiamiento en mercados extranjeros. En efecto, algunas empresas incluso desean mantener la estructura familiar y el control, aunque ello limite sus opciones de crecimiento y mejoras en productividad. De hecho, una restricción mencionada está asociada a las garantías exigidas para créditos en el mercado financiero doméstico, pues el financiamiento disponible es indirecto, con créditos otorgados a los socios y respaldados por su patrimonio. Para empresas de menor tamaño esta situación es mitigada parcialmente

¹⁶ Por ejemplo, mediante la inclusión de socios estratégicos como empresas internacionales con vasta experiencia en minería.

¹⁷ En este rango de producción, una faena sería considerada gran minería en varios países.

¹⁸ Sin perjuicio de algunos aspectos laborales como las relaciones sindicales y la organización de los turnos de trabajo que dependen en parte del marco regulatorio.

¹⁹ Aquellas con producción entre 1.000 o 1.200 hasta 12.000 toneladas anuales.

por la Empresa Nacional de Minería (ENAMI), que otorga créditos, y sustenta precios para los pequeños mineros.

Según las entrevistas realizadas, las operaciones de mediana minería operan en plazos mucho más cortos que la gran minería, y por ende, subóptimos para una industria con tal requerimiento de capital. Sobre la capacidad de planificación en horizontes de largo plazo se imponen restricciones tales como la disponibilidad de propiedad minera,²⁰ la calidad del plan minero,²¹ y el balance productivo entre mina y planta,²² entre otros. Algunos entrevistados apuntan al alto costo de los sondeos para probar nuevas reservas como un factor adicional que limita la capacidad de planificación de largo plazo. En el sector, la mayoría de las empresas trabajan con reservas demostradas para menos de 5 años, lo que restringe la capacidad de planificar, e impide la posibilidad de financiarse en el largo plazo. Como se mencionó, ajustes al plazo de reservas demostradas obligan un trámite con el SEIA.

Un aspecto que contrasta considerablemente entre la gran y la mediana minería es su evolución y estrategia de crecimiento. La gran minería, por sus plazos, escala y capacidad financiera estructura planes de crecimiento e inversiones de manera orgánica. La mediana minería en cambio estructura planes a corto plazo: opera en reacción a oportunidades coyunturales, y marcada por su estructura de empresas familiares o sociedades limitadas. El crecimiento inorgánico se ve reflejado principalmente por adquisiciones de minas, plantas y/o equipos de segunda mano, algunos activos de segunda mano proveniente de empresas en dificultades o que simplemente ya estaban cerradas. Es decir, las decisiones estratégicas de desarrollo de las compañías de mediana minería tienen, como condicionante (entre otras), la coyuntura económica y oportunidades que les permiten adquirir, y solventar estos factores, y no necesariamente un plan de desarrollo de largo plazo. Por la naturaleza de dichas adquisiciones (antigüedades, marcas y condiciones

²⁰ Esto limita la escala de producción y la capacidad de planificar a largo plazo. La disponibilidad de reservas está ligada al uso especulativo de las pertenencias mineras y la poca rotación en ese mercado. También influye la lenta y poco eficaz aplicación de la ley 19.137 de 1992 (modificada por la ley 20.392 de 2009) que establece normas sobre el traspaso de pertenencias mineras de CODELCO que no forman parte de yacimientos en actual explotación, a fin de que puedan constituirse derechos a favor de terceros sobre ellas. Además, esta Ley autoriza a CODELCO, previo informe de COCHILCO, transferir a ENAMI pertenencias de su dominio correspondiente a yacimientos que no se encuentran en explotación, y cuyos recursos mineros potenciales y la eventual escala de producción no están dentro de los rangos de explotación con que la mediana minera opera normalmente. Un marco regulatorio que premie a los concesionarios que están realizando labores también favorece una mayor disponibilidad de la propiedad minera. Ver Capítulo 8 - Exploración.

²¹ Al tener un horizonte de tiempo de corto plazo, las decisiones estratégicas asociadas al proceso extractivo no necesariamente son óptimas.

²² El mal diseño del plan minero, o un plan que no dé cuenta de las reservas del yacimiento, puede llevar al desequilibrio entre la cantidad o calidad del material extraído de la mina, y el material a procesar en la planta, generando cuellos de botellas y pérdidas de productividad.

disímiles), muchas pueden ser operacionalmente complejas y costosas. Por ejemplo, para la incorporación de equipamiento antiguo es necesario adaptar el circuito operacional de la empresa, modificar la mantención (frecuencia, cantidad y requerimientos), capacitar también para el adecuado uso de dicho equipamiento, entre otras acciones. Además, esto se traduce en dificultades para recibir apoyo eficiente y adecuado por parte de los proveedores.

Otro aspecto fundamental es la débil capacidad financiera, producto de la falta de capacidad de gestión, y la estructura corporativa y societaria de este tipo de industria. Mientras que en la gran minería local las empresas cotizan en bolsas internacionales (excepto CODELCO), de las veintinueve empresas de mediana minería de cobre (principalmente las más grandes del segmento) analizadas por COCHILCO (2016b), Pucobre es la única que cotiza en bolsa local, y otras ocho más, que tienen a empresas multinacionales listadas en bolsas internacionales como socios o propietarios. Las veinte restantes no tienen acceso al mercado bursátil como fuente de financiamiento, lo que limita su capacidad de financiar proyectos de largo plazo y con grandes requerimientos de capital. Parte de estos temas y las diferencias con Australia, Canadá y Perú se relevan en el Capítulo 8 – Exploración Minera.²³

9.3.2. Desafíos externos a las operaciones

La segunda categoría refiere a factores externos a la empresa, vinculados fundamentalmente a la provisión de bienes públicos y/o regulaciones, pero también a bienes club donde las ganancias de actuar coordinadamente del sector serían relevantes.

Una característica particular del sector es su relación con ENAMI, cuyo rol es relevante al tener como misión realizar actividades de fomento hacia este sector y el de pequeña minería. Dichas actividades requieren un uso eficiente y adecuado de los recursos fiscales. En 2011 la OCDE postuló una serie de directrices para empresas públicas relacionadas con la composición del directorio y la transparencia de su funcionamiento. ENAMI posee espacio de avance en estas directrices, por ejemplo, podría incorporarse al *Sistema de Empresas Públicas*. Una ENAMI modernizada y con gobierno corporativo adecuado, ampliando y mejorado sus intervenciones, tendría un impacto renovador en el sector.

Hallazgo 9.3. ENAMI, principal actor estatal de fomento de la pequeña y mediana minería, posee espacios de mejora y modernización.

²³ Ver subsección 8.6 sobre financiamiento.

Recomendación 9.4: Incorporar las directrices de la OCDE (2011) para empresas públicas a ENAMI, modernizando su gobierno corporativo y fomentando la transparencia de la empresa.

Una restricción adicional del sector es la oferta de capital humano de la que dispone. A diferencia de la gran minería, que tiene trabajadores móviles en todo el país y el extranjero, el mercado laboral relevante para la mediana minería está concentrado en las localidades aledañas a las respectivas faenas. Esto implica una oferta de capacidades técnicas y otras habilidades limitadas, las que además deben competir con la demanda de la gran minería. Según lo recogido en entrevistas, entre las competencias ausentes se destacan: la experiencia en minería (especialmente subterránea), la falta de operarios de maquinarias complejas, y de jefaturas con conocimiento técnico y manejo de equipos humanos. Es decir, tanto habilidades duras como blandas.

La competencia entre la gran y la mediana minería es desigual. La gran minería tiene la capacidad de fijar salarios por sobre los que puede ofrecer la mediana minería, y ofrece mejores perspectivas de desarrollo profesional y de carrera, permitiéndoles acceder a la mejor calificación. Esto se ha intensificado desde que la gran minería adoptó masivamente los turnos de 7x7 en reemplazo de 4x4, permitiendo a los trabajadores moverse dentro del país. Buena parte del incremento de los trabajadores de faenas de la gran minería en los últimos 15 años (principalmente de las regiones XV, I, II y III) provino de la mediana minería, en especial de la IV región hacia el sur.

Contrapartida de lo anterior es la ventaja para la mediana minería de poder trabajar sin campamentos, lo que permite emplear personas que residen cerca de la mina, quienes retornan a sus casas cada jornada. Este hecho entrega calidad de vida y un mejor vínculo con la comunidad. A pesar de ello, los jóvenes calificados y con alguna experiencia acumulada en mediana minería tienden a preferir migrar a la gran minería atraídos por los mejores salarios. Esto implica una brecha entre cohortes de trabajadores en la mediana minería. Se tiene, por un lado, un grupo de trabajadores con años de experiencia, que por motivos familiares buscan cercanía de la faena con el hogar (y que gozan de prestigio dentro de las mismas faenas y su entorno), y otro grupo de jóvenes que aún carecen de la experiencia necesaria. De las entrevistas se desprende que resulta difícil lograr que ambos grupos de trabajadores estén alineados. Los jóvenes entrenados en la mediana minería difícilmente permanecen, en respuesta a ofertas de la gran minería para suplir a los mandos medios en funciones especializadas.²⁴ Limitados en su capacidad de reclutamiento, las empresas

²⁴ La mediana minería no ha internalizado mayormente las referencias del Consejo de Competencias Mineras (iniciativa del Consejo Minero en lo que respecta a recursos humanos y capacitación), ni de Chile Valora (iniciativa del gobierno).

medianas se ven obligadas a aprovechar al máximo las capacidades de su fuerza laboral, y contar con la polifuncionalidad de sus trabajadores con más experiencia.

Hallazgo 9.4. La competencia por capital humano en el mercado laboral con la gran minería ha llevado a una escasez de mandos medios (supervisores) en la mediana minería.

La escasa oferta de capacitación laboral en las ciudades alejadas de las capitales regionales acentúa las dificultades de reclutamiento y entrenamiento para las empresas medianas.²⁵ Para el grueso de las faenas no existe oferta de cursos formales de capacitación en el entorno de las localidades (cursos SENCE, OTECS, Centros de Formación Técnica de carreras vinculadas a la minería, etc.). Por ello, la capacitación tiende a realizarse internamente, a pesar de las dificultades para conseguir instructores competentes y equipamiento apropiado para la docencia en materias mineras.

Hallazgo 9.5. El mercado laboral relevante para la mediana minería nacional se concentra en los poblados cercanos a las faenas, adonde los trabajadores regresan después de la jornada (pocas operan con campamentos), pero en estos existe una insuficiente oferta de trabajadores, y existen pocos programas de formación técnica y profesional vinculada a la minería.

Recomendación 9.5. Establecer una política local de formación minera en ciudades donde el empleo de la minería es relevante, en especial en las zonas donde opera la mediana minería. Se debe potenciar a los liceos técnicos locales en especialidades mineras, junto con apoyar con la infraestructura y materiales necesarios, así como aprovechar de impulsar carreras mineras en los CFT en zonas donde la mediana minería es importante.

Similar a la gran minería, toda faena mediana cuenta con contratos de suministro eléctrico que garantizan continuidad operacional. Sin embargo, la escala mediana no alcanza los umbrales para negociar contratos de abastecimiento como clientes libres, quedando sujetos a los precios regulados. Si bien algunas faenas mineras evitan los horarios de tarifas altas mediante autogeneración, de acuerdo con COCHILCO (2016b) esto se da con más intensidad en la mediana minería de Oro/Plata/Hierro que de cobre. Esto conlleva la práctica de combinar el consumo eléctrico contratado con unidades generadoras en horas

²⁵

Por ejemplo, en la Región de Coquimbo, donde la mayor parte de la actividad minera es de mediana y pequeña minería, el único lugar donde existen CFT con carreras vinculadas a la minería es Coquimbo, lejos de los poblados próximos a alguna faena.

punta. Respecto a eficiencia energética, resulta más difícil optimizar en este segmento, en la medida que el equipamiento es más antiguo, y menos eficiente, que en la gran minería.

La disponibilidad del recurso hídrico es aún más crítica que el recurso energético, en especial desde la III Región hacia el norte, lo que podría limitar el nivel de producción y afectar los planes de crecimiento de algunas operaciones.²⁶ Cabe destacar las significativas inversiones que se están realizando en la mediana minería para aplicar la tecnología de relaves espesados,²⁷ con el doble objetivo de recuperar el agua que retorna al proceso y de brindar más estabilidad y vida útil a los tranques de relave. Para suplir la estrechez del recurso, faenas de mediana minería como Quebrada Blanca, El Espino, Diego de Almagro, Santo Domingo, Pampa Camarones, Las Cenizas y Mantos de Luna han recurrido o planean recurrir a la desalinización de agua de mar para abastecer sus operaciones (ver Capítulo 5).

Considerado las restricciones de los recursos eléctrico e hídrico, se anticipan ventajas de asociatividad en el segmento para aprovechar economías de escala. Esto en especial para la provisión de agua de mar desalinizada.

En cuanto a infraestructura logística, las deficiencias en el sector son mayores que en la gran minería. Dada su escala y capacidad de financiamiento, la mediana minería no es capaz de internalizar sus necesidades de transporte, puerto, mineroductos, etc., y (sin acceso a infraestructura privada) debe por lo tanto disponer de la infraestructura pública. El informe del Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (2015) sobre puertos y logística, si bien destaca los avances desde 1990, muestra un déficit de carreteras (por proyectos nuevos o ampliación de proyectos ya existentes) y de proyectos enfocados en transporte de carga e intermodalidad entre distintos medios de transporte (en particular con puertos y ferrocarriles, mediante estaciones de transferencia).²⁸ Esto releva

²⁶ Por su flexibilidad, empresas medianas fueron pioneras en el uso de agua de mar, pero su menor capacidad financiera no les permite sustituir el recurso de agua continental a la tasa actual que se proyecta en gran minería. Empresas medianas como Quebrada Blanca, El Espino, Diego de Almagro, Santo Domingo, Pampa Camarones, Las Cenizas y Mantos de Luna, hacen uso de agua de mar. Ver Capítulo 5 – Recursos Hídricos y Energéticos.

²⁷ Relaves generados en el proceso de concentración de minerales, a los cuales se les remueve gran parte del agua mediante el uso de espesadores, para obtener una suspensión concentrada entre 65% y 75% de sólidos correspondiente a la fracción mineral de descarte. Con esa concentración, el relave no se segrega y el depósito se hace homogéneo. Por su mínima fluidez, se pueden disponer en pendiente, lo que permite minimizar o eliminar el requerimiento de muros de confinamiento y de lagunas de decantación. El agua remanente se va evaporando hasta alcanzar el límite de contracción, lo que representa un estado geotécnico denso, no licuable y sísmicamente estable.

²⁸ El transporte intermodal se define como la articulación entre diferentes modos de transporte utilizando una única medida de carga (como contenedores), tal que sea más rápido y eficaz el transbordo de materiales y mercancías. Para el caso de infraestructura de transporte de carga, la intermodalidad se facilita mediante estaciones de transferencia entre distintos medios de transporte, como transporte por camión, por ferrocarril y marítimo (puertos).

el hecho que persiste una brecha importante con los países desarrollados: el indicador de desempeño logístico del Banco Mundial (2016) muestra a Chile muy por debajo de los países OCDE, solo superando a Grecia y México. COCHILCO (2016c) menciona el bajo estándar de conectividad industrial minera en rutas públicas de segundo y tercer orden, con baja capacidad para el tráfico de camiones por su diseño y carpeta de tierra; y la insuficiente capacidad de embarque de graneles en el puerto de Coquimbo. Además, el puerto de Coquimbo carece de embarque en contenedores, lo que obliga a transportar la carga a los puertos de Valparaíso y San Antonio.

La gran minería ha generado soluciones privadas ante el déficit, con puertos como Punta Patache (Collahuasi), Coloso (Escondida), Punta Padrones (Candelaria) y Punta Chungo (Los Pelambres). Según Cruzat y Reveco (2012), esto no solo es motivado por el déficit de infraestructura sino también por el funcionamiento de los puertos y en particular por el alto riesgo de huelgas en Chile (según CEPAL entre 2010 y 2014 Chile tuvo la mayor cantidad de días de huelga portuaria en toda Latinoamérica²⁹).

La mediana minería, con menor capacidad financiera, tiene menos posibilidades de solucionar el déficit de transporte privadamente. Esto se agrava ya que en las regiones donde la mediana minería tiene alta presencia, como Atacama y Coquimbo, los puertos son escasos, pequeños y para buques de baja capacidad. Sin embargo hay iniciativas para que puedan acceder a los puertos privados de las grandes mineras. Por ejemplo, Ultramar propuso que los puertos pertenecientes a mineras se transformen en complejos portuarios que transfieran la carga de todos los proyectos, generando economías de escala en el puerto (Cruzat y Reveco 2012). Por ejemplo, se propuso utilizar Punta Padrones para toda la minería de la Región de Atacama, incluyendo a varios yacimientos de mediana minería (como El Morro, Relincho, Cerro Casale, Santo Domingo y Diego de Almagro). En el estudio se señala que este puerto se encuentra subutilizado por la minera propietaria y usuaria del puerto (dadas las proyecciones futuras, es improbable que la subutilización disminuya), por lo que el beneficio para la minera propietaria sería la generación de escalas eficientes al aumentar su utilización, al mismo tiempo facilitando una nueva opción para los mencionados yacimientos de mediana minería. Esto evitaría recurrir a los puertos públicos o concesionados que están fuera de la región. También podría replicarse este modelo en otras obras de infraestructura, como estaciones intermodales y puertos secos. En la actualidad el Puerto de Mejillones (Región de Antofagasta), de propiedad privada (entre cuyos propietarios también está el grupo Ultramar), es un ejemplo de operación para varios clientes mineros (y también de empresas no mineras) que presta servicios a Suez Energy, Minera San Cristóbal (Sumitomo), Polpaico y, para ácido sulfúrico, Copec, CODELCO, Xstrata y Freeport, entre otros.

²⁹

“El gran desafío para los puertos: la hora de pensar una nueva gobernanza portuaria ha llegado”. Ricardo Sánchez y Francisco Pinto, Boletín FAL 337 N° 1, 2015, CEPAL.

Hallazgo 9.6. Existe un déficit en infraestructura local, tanto en cantidad como en calidad, para intermodalidad. Para la mediana minería, la falta de infraestructura en las regiones III y IV se expresa mayormente en la falta de puertos.

Hallazgo 9.7. La gran minería, debido a su escala, ha generado soluciones logísticas a nivel individual construyendo puertos propios para el transporte de su producción. No obstante, hay espacio para aprovechar economías de escala en algunos puertos por la vía de dar acceso a la mediana minería y aumentar el volumen transportado.

También es necesario potenciar la infraestructura ferroviaria, al ser un medio más eficiente que el camión para el transporte de grandes volúmenes. En la gran minería, operadores como Ferronor y Ferrocarril Antofagasta-Bolivia poseen vías ubicadas en las cercanías de varias faenas mineras de la gran minería. En mediana minería, no hay conexión con la red ferroviaria o esta se encuentra inhabilitada producto del abandono y desgaste. Al igual que en el abastecimiento de agua de mar, la gran minería puede optar por una solución a nivel de faena individual pero la mediana minería puede aprovechar una mayor coordinación y economías de escala. Aquí la inversión del Estado (ya sea directa o mediante concesiones) podría resultar relevante, en particular con la rehabilitación de los tramos deteriorados de la antigua red norte de ferrocarriles o el establecimiento de nuevos tramos que conecten faenas mineras con los puertos más cercanos introduciendo nuevos competidores.³⁰ Cabe mencionar que esto no solo consiste en aumentar la red, sino también de compatibilizar el uso de carga con otros usos.³¹ Muchas de estas recomendaciones están en línea con lo planteado por CNID (2015).

Recomendación 9.6. Aumentar la cantidad y calidad de infraestructura en carreteras, ferroviaria y marítima, junto con invertir en intermodalidad entre los tres medios siguiendo los lineamientos del Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (2015).

Recomendación 9.7. Facilitar e incentivar la incorporación de la mediana minería a proyectos de infraestructura privados de la gran minería (puertos, desalinizadoras, entre otros), en los cuales existan potenciales economías de escala.

³⁰ Ver Corporación de Bienes de Capital (2017).

³¹ Un ejemplo donde esto último no se cumplió es la conexión ferroviaria de carga con el Puerto de Valparaíso, la cual (producto de la operación del ferrocarril de pasajeros) confina el transporte de carga solo a horarios nocturnos.

Otro aspecto mencionado son las exigencias asociadas al proceso de cierre de faenas. En este proceso la empresa se hace cargo de los pasivos ambientales y de seguridad, generados por la operación, lo que implica clausurar adecuadamente las obras, eliminar los residuos ambientales y rehabilitar el medio ambiente impactado. Para llevar a cabo el procedimiento de rehabilitación y cierre es necesario que las empresas mineras constituyan garantías financieras para el cumplimiento de los planes.

Las exigencias de la ley fueron pensadas originalmente para estándares de la gran minería (y que afectan también la capacidad financiera de las empresas). Por ejemplo, como la ley exige boletas de garantía cuyo valor aumenta el plazo de reservas minerales probadas (la vida útil de la empresa disminuye), estas boletas restringen la capacidad crediticia de las compañías, y en el caso de la mediana minería con estructura corporativa familiar también la capacidad crediticia de sus propietarios.³² Vinculado a la sección anterior, la incorporación de socios con mayor capacidad financiera (como la banca especializada internacional) podría mitigar este problema, pues permitiría solventar actividades de exploración para aumentar las reservas y alargar el horizonte de explotación. Así se podrían cubrir las exigencias asociadas al cierre de faena. Cabe señalar que en 2014 se modificó la Ley de Cierre de Faenas (Ley 20.551) para permitir a faenas mineras con capacidad de extracción entre 10.000 y 500.000 toneladas brutas mensuales de material mineral (Ley 20.819), calcular su vida útil en función de recursos,³³ y no de reservas,³⁴ aumentando la vida útil de la faena, y así el plazo de constitución de garantías.

El procedimiento chileno no dista en esencia del internacional (Canadá, Estados Unidos y Australia), aunque existen diferencias. En estos países con sistemas federales cada Provincia o Estado tiene sus propias exigencias, y el monto de garantía se define mediante negociación con la autoridad. En Estados Unidos y Canadá el monto se calcula sobre la base de estimaciones técnicas de los planes de cierre, mientras que en Australia la garantía se establece en un rango por hectárea (Cifamin 2010).

Donde existe diferencia es en las alternativas para financiar las garantías. En Estados Unidos existe gran variedad de instrumentos financieros (privados y públicos) para costear la garantía.³⁵ En Western Australia el Gobierno estructuró un mecanismo de seguro, con un fondo al que contribuyen las empresas (la póliza es proporcional al pasivo contingente

³² Según la Ley, a menor cantidad de reservas menos tiempo de vida de la faena, y por tanto menos plazo para hacer efectiva las garantías.

³³ Mineral estimado que tiene el yacimiento.

³⁴ Mineral acreditado por sondeos, factible de extraer económicamente.

³⁵ En Chile hay precedentes de sistemas de garantías (regulados por el Estado) con amplia variedad de instrumentos financieros, en el sector de salud. En particular, en las garantías que deben constituir las Isapres.

de cada empresa, es decir, al monto estimado de inversión requerida para recuperar el terreno tras el cierre de la faena), y que se activa en caso de quiebras. El fondo también destina parte de sus recursos para restituir áreas de faenas abandonadas. Además, las empresas equivalentes a la mediana minería (en términos de producción) en los otros países considerados para el estudio, pertenecen a compañías multinacionales o son compañías privadas con gobiernos corporativos bien definidos, y en general cotizan en bolsa, lo que es muy relevante al momento de acceder a créditos.

En Chile, faenas con más de 5.000 toneladas de material mineral movido al mes deben constituir garantías en un plazo de 2/3 de la esperanza de vida de la faena, lo que en mediana minería está en torno a los cinco años. Es decir, una faena con cinco años de reservas probadas debe constituir la garantía requerida para el cierre tres años antes. Como se mencionó, el segmento opera por norma en el corto plazo, por lo que la mayoría de las empresas deben constituir garantías en breve tiempo, y considerando que en general reciben financiamiento indirecto vía créditos a los controladores, es muy posible que dichas exigencias copen su capacidad de financiamiento bancario (COCHILCO, 2016b).

En ese contexto, y considerando que la Ley no dista de las mejores prácticas internacionales, se considera que las exigencias del proceso de cierre no son el problema en sí mismo, sino la escasa capacidad financiera que ostentan las operaciones de mediana minería.³⁶ Esto último no implica que no pueda mejorarse el proceso. En este sentido, y siguiendo la experiencia de países líderes en la materia como Australia y Estados Unidos, se puede desarrollar más opciones financieras que permitan soslayar algunas falencias asociadas al sector. Por ejemplo, se podría implementar un fondo como el Mining Rehabilitation Fund de Western Australia,³⁷ donde las compañías contribuyen con una cuota dependiendo de la infraestructura o terreno ocupado, que está basada en el costo promedio del cierre de faenas. Este esquema es beneficioso para operadores pequeños que no pueden emitir bonos a un costo razonable, pero el fondo opera cuando las demás opciones de rehabilitación de las faenas han sido agotadas. Otra opción, complementaria a la anterior, es aumentar la variedad de instrumentos financieros, siguiendo el ejemplo de Estados Unidos. A modo de ejemplo, se puede instaurar la alternativa de al constituir una boleta de garantía que vaya a un fondo de inversión (generando rentabilidad) a modo de garantía, así como fiscalizar los estados financieros para evaluar la capacidad de pago del cierre de la faena. Cifamin (2010) detalla las demás alternativas de financiamiento de Estados Unidos, así como su posible aplicación para Chile. Por último, es necesario señalar que, en todos estos casos de buenas prácticas, las empresas siguen siendo las

³⁶ Se puede deber a factores internos (ej: competencias) como externos (ej: sistema financiero no desarrollado).

³⁷ Ver Department of Mines and Petroleum (2015).

responsables de que cada faena cumpla con la mitigación y gestión de los pasivos ambientales generados, por lo que la socialización³⁸ de dichos costos nunca ha estado en consideración en ninguno de los casos antes mencionados.

Hallazgo 9.8. El procedimiento de cierre de faenas en Chile no difiere significativamente de las mejores prácticas internacionales. Sin embargo, una restricción al sector son las garantías financieras para el proceso de cierre de faenas donde la única alternativa disponible son boletas de garantía.

Recomendación 9.8. Ampliar las opciones de instrumentos financieros para garantizar el cierre de faenas mineras. Siguiendo el modelo de Western Australia, analizar la posibilidad de incorporar un fondo común de garantías que también sirve para recuperar relaves y botaderos abandonados.

El proceso de tramitación del SEIA es un desafío para el segmento. Las observaciones del estudio de COCHILCO (2016c) no apuntan a los estándares exigidos, sino al proceso burocrático, poco ágil e incierto, que lleva al límite las capacidades de gestión de las empresas. Se enfatizan especialmente las dificultades en la tramitación para la ampliación de proyectos o modificación, donde cambios al proyecto (marginales en algunos casos) implican iniciar nuevamente el proceso. En este sentido, la Comisión Asesora Presidencial para la Evaluación del SEIA (2016) ha propuesto que el SEA asuma un rol de evaluador, coordinador y administrador del proceso, donde los informes de otros servicios apoyan al SEA en esta función.³⁹ Mejoras en el funcionamiento del SEIA impactan positivamente en todos los proyectos que son evaluados, especialmente a segmentos como la mediana minería.

Hallazgo 9.9. El proceso del SEIA supera las capacidades internas de gestión de las empresas de mediana minería. En particular, este problema se acentúa en ampliaciones menores donde los beneficios son menores en relación con el tiempo y recursos requeridos.

Recomendación 9.9. Implementar las recomendaciones de la Comisión Asesora Presidencial para la Evaluación del SEIA (2016). La mayoría requiere solo modificaciones de reglamento, lo que favorece su rápida implementación.

³⁸ Se refiere a que el Estado, y por ende el resto de la sociedad a través de sus impuestos, se haga cargo y asuma los costos del pasivo ambiental generado por una faena minera.

³⁹ Otras propuestas apuntan a mejorar el proceso de modificación de proyectos y la resolución de calificación ambiental, así como también fortalecer las capacidades y el funcionamiento del SEIA, y facilitar las relaciones con la comunidad en el proceso de calificación ambiental.

9.4. Conclusiones

Este capítulo caracteriza el sector de mediana minería, junto con describir las barreras a la productividad y posibles soluciones. Una barrera importante está vinculada al desempeño interno de las empresas como la calidad de gestión, su capacidad de atracción para el capital humano y capacidad financiera, exacerbada por su estructura corporativa. Otras son externas, como la formación de capital humano, la burocracia en trámites y requisitos, y el acceso a infraestructura, donde la política pública tiene un rol protagónico.

9.4.1. Resumen de Hallazgos

Hallazgo 9.1. No existe consenso sobre una definición clara y precisa del segmento de mediana minería. Diversos organismos utilizan definiciones heterogéneas (tamaño de dotación y/o producción), lo que repercute en estadísticas de productividad poco consistentes.

Hallazgo 9.2. Existe una importante brecha de productividad –medida como horas-hombre por kilo tonelada de material movido– entre mediana y gran minería. Esta brecha existe desde el año 2000, y se ha acentuado a partir de 2007. En los últimos quince años la productividad de la mediana minería ha caído anualmente el doble que la gran minería, y en el acumulado la triplican en términos porcentuales. En 2014 la brecha registrada es la mayor de la serie disponible.

Hallazgo 9.3. ENAMI, principal actor estatal de fomento de la pequeña y mediana minería, posee espacios relevantes de modernización.

Hallazgo 9.4. La competencia por capital humano en el mercado laboral con la gran minería ha llevado a una escasez de mandos medios (supervisores) en la mediana minería.

Hallazgo 9.5. El mercado laboral relevante para la mediana minería nacional se concentra en los poblados cercanos a las faenas, adonde los trabajadores regresan después de la jornada (pocas operan con campamentos), pero en estos existe una insuficiente oferta de trabajadores, y existen pocos programas de formación técnica y profesional vinculada a la minería.

Hallazgo 9.6. Existe un déficit en Chile de infraestructura en cantidad y calidad, así como también escasa capacidad instalada para intermo-

dalidad de cargas. Para la mediana minería la falta de infraestructura en las regiones III y IV se radica principalmente en la falta de puertos.

Hallazgo 9.7: La gran minería, debido a su escala, ha generado soluciones logísticas a nivel individual construyendo puertos propios para el transporte de su producción. No obstante, hay espacio para aprovechar economías de escala en algunos puertos por la vía de dar acceso a la mediana minería y aumentar el volumen transportado.

Hallazgo 9.8: El procedimiento de cierre de faenas en Chile no difiere significativamente de las mejores prácticas internacionales. Sin embargo, una restricción al sector son las garantías financieras para el proceso de cierre de faenas donde la única alternativa disponible son boletas de garantía.

Hallazgo 9.9: El proceso del SEIA supera las capacidades internas de gestión de las empresas de mediana minería. En particular, este problema se acentúa en ampliaciones menores donde los beneficios son menores en relación al tiempo y recursos requeridos.

9.4.2. Resumen de Recomendaciones

Recomendación 9.1. Consensuar entre los diversos actores del sector una definición clara del segmento de mediana minería que permita elaborar estadísticas públicas y periódicas comparables. Dicha definición debiese enfocarse más en producción que en empleo.

Recomendación 9.2. Encomendar a la Comisión Chilena del Cobre que continúe con sus esfuerzos, como la primera caracterización del segmento, con el objetivo de aumentar la comprensión sobre la mediana minería dada su importancia creciente a futuro para Chile.

Recomendación 9.3. Complementar el análisis de brechas para la gran minería realizado en este estudio con un análisis similar para la mediana minería en Chile, idealmente con empresas similares en países referentes. Ello permitirá definir una línea base para monitorear la evolución del segmento.

Recomendación 9.4. Incorporar las directrices de la OCDE (2011) para empresas públicas a ENAMI, modernizando su gobierno corporativo, y fomentando la transparencia de la empresa.

Recomendación 9.5. Establecer una política local de formación minera en ciudades donde el empleo de la minería es relevante, en especial en zonas donde opera la mediana minería. Se debe potenciar a los liceos técnicos locales en especialidades mineras, junto con apoyar con la infraestructura y materiales necesarios, así como aprovechar de impulsar carreras mineras en los CFT en zonas donde la mediana minería es importante.

Recomendación 9.6. Aumentar la cantidad y calidad de infraestructura en carreteras, ferroviaria y marítima, junto con invertir en intermodalidad entre los tres medios siguiendo los lineamientos del Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (2015).

Recomendación 9.7. Facilitar e incentivar la incorporación de la mediana minería a proyectos de infraestructura privados de la gran minería (puertos, desalinizadoras, entre otros), en los cuales existan potenciales economías de escala.

Recomendación 9.8. Ampliar las opciones de instrumentos financieros para garantizar el cierre de faenas mineras. Siguiendo el modelo de Western Australia, analizar la posibilidad de incorporar un fondo común de garantías que también sirve para recuperar relaves y botaderos abandonados.

Recomendación 9.9. Implementar las recomendaciones de la Comisión Asesora Presidencial para la Evaluación del SEIA (2016). La mayoría requiere solo modificaciones de reglamento, lo que favorece su rápida implementación.

Referencias

- CIFAMIN (2010). "Sistema de Garantías para Planes de Cierre y Abandono de Faenas Mineras". Documento de trabajo, Seminario CIFAMIN (Cierre de Faenas Mineras) 2010.
- COCHILCO (2016A). Monitoreo de Variables e Indicadores Relevantes de la Mediana y Pequeña Minería Chilena.
- COCHILCO (2016B). "Caracterización de la Mediada Minería Nacional". Informe Final de estudio elaborado por Aldo Picozzi para COCHILCO.
- COCHILCO (2016C). "Productividad en la Mediana Minería del Cobre en Chile". Informe Final de estudio elaborado por Aldo Picozzi para COCHILCO y CNP.

- COMISIÓN ASESORA PRESIDENCIAL PARA LA EVALUACIÓN DEL SEIA (2016). "Informe Final Comisión Asesora Presidencial para la Evaluación del SEIA", entregado en julio de 2016 a la Presidencia de la República. Ministerio del Medio Ambiente.
- CONSEJO NACIONAL DE INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO (2015). "Logística y Puertos: Una plataforma estratégica de desarrollo para Chile". Informe final Comisión Estrategia 2030 de Puertos y su Logística, julio de 2015.
- CORPORACIÓN DE BIENES DE CAPITAL (2017). "Estudio de Infraestructura en Minería en Chile". Informe final elaborado para la Comisión Nacional de Productividad.
- CRUZAT J. y REVECO F. (2012). "Un modelo de operación para puertos graneleros". Presentación hecha por ULTRAMAR en AAPA 2012, Antigua, Guatemala.
- DEPARTMENT OF MINES AND PETROLEUM (2015). "The Mining Rehabilitation Fund – The First Two Years". Government of Western Australia.
- DIRECCIÓN DEL TRABAJO (2011). "Una Aproximación a las Condiciones de Trabajo en la Gran Minería de Altura". Cuaderno de Investigación N°40.
- FEUCHT K. (2016). "The Experience of Innovative Post Mining Transformation in the German Region of Lusatia". Presentación en seminario Planning for Closure 2016, Santiago, Chile.
- HERNÁNDEZ S. (2016). "Situación de la Mediana Minería". Presentación de COCHILCO, 8 de agosto de 2016.
- JARA BERTIN MAURICIO, LAZZARINI SÉRGIO G., MUSACCHIO ALDO, WAGNER RODRIGO ANDRES (2016). "Does the Bond Market Discipline State Owned Enterprises?" Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2670899> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2670899>
- OCDE (2011). "Directrices de la OCDE sobre el Gobierno Corporativo de las Empresas Públicas".
- SOCIEDAD NACIONAL DE MINERÍA (2014). "Caracterización de la Pequeña y Mediana Minería en Chile". Gerencia de Investigación y Desarrollo, septiembre 2014.
- SYVERSON C. (2015). An Analysis of Recent Productivity Trends in Chile. Inter American Development Bank.
- THE WORLD BANK (2016). "Logistics Performance Index (LPI)". Data Access in <http://lpi.worldbank.org>.

Anexo

Tabla A.9.1 Matriz de Impacto Número de Factores Afectados por Tipo de Restricción

Restricciones	Restricciones Estructurales				Restricciones de Gestión de Personal				Restricciones Externas				
	Origen Cerrado de Las Empresas	Garantías para Créditos	Planificación a Corto Plazo	Crecimiento Inorgánico	Competencia para Retener Personal	Desequilibrio en Dotaciones de Personal	Baja Disposición de Polifuncionalidad	Insuficiente Oferta de Capacitación Laboral	Sistemas de Turnos	Rigidez de Contratos de Electricidad	Disponibilidad de Agua	Insuficiente Infraestructura Vial y Portuaria	Tramitación en SEIA que Excede Capacidad de Empresa
Factores													
Producción													
Disponibilidad de propiedad minera, recursos y reservas			X		X								X
Calidad de la empresa	X	X											X
Plan minero			X										X
Tecnología				X									X
Equilibrio capacidades mina planta			X	X									X
Dotación justa de personal con competencias necesarias		X			X	X	X	X	X				X
Suficiencia de sistemas y equipos disponible y eficiencia en utilización				X									
Recursos Empleados													
Financiamiento		X		X									X
Turnos de trabajo							X		X				X
Mantenición de personal					X			X					
Polifuncionalidad							X	X					
Subcontratación					X	X	X	X	X				
Relaciones sindicales					X		X	X	X				
Capacitación								X					
Otros													
Abastecimiento eléctrico										X			X
Abastecimiento de agua											X		X
Entorno proveedor				X				X					X
Infraestructura pública												X	
Asociatividad			X					X					X
Relaciones con la comunidad													X
Cumplimiento de regulaciones públicas							X						X

Fuente: COCHILCO (2016c).



Capítulo 10

Proveedores: barreras a la productividad y recomendaciones



Síntesis

Este capítulo discute una serie de recomendaciones para mejorar la productividad de los proveedores basadas en entrevistas con proveedores, empresas mineras, agencias públicas, y otros actores del sector. Es una continuación del Capítulo 4, sobre caracterización y productividad de los proveedores de la minería chilena de la primera parte del estudio.

Abstract

This chapter discusses recommendations destined to improve supplier productivity based on interviews with suppliers, mining companies, public agencies, and other stakeholders. It is a continuation of chapter 4, on characterization and productivity of providers of the Chilean mining industry.

Puntos Claves

- La eficiencia conjunta del sector podría mejorar a través de la homologación de requisitos a proveedores y contratistas, reduciendo los tiempos de acreditación y los costos.
- Los proveedores son parte relevante en la innovación que genera el sector minero y para resolver los desafíos estratégicos planteados en la Hoja de Ruta Tecnológica consensuada por el sector público y privado a través del Programa Alta Ley.
- A diferencia de países referentes, Chile no posee espacios de prueba y pilotaje relevantes para nuevas innovaciones en minería lo cual representa una barrera para el desarrollo de nuevas tecnologías.
- No existen estándares de interoperabilidad en la industria, lo cual inhibe las posibilidades de intercambio de datos e innovación.

10.1. Introducción

En el Capítulo 4 se entregó una caracterización del sector de proveedores de la minería y su productividad. Más allá del análisis descriptivo es necesario identificar barreras al desarrollo de los proveedores siempre pensando en una mayor eficiencia que permita el crecimiento de las empresas y el sector. Con un tercio de la producción y las reservas mundiales Chile es el principal productor de cobre del mundo, pero no ha logrado un puesto relevante en el mercado de proveedores a la minería, como muestra su bajo nivel de exportaciones relativo a países referentes como Australia.

El desarrollo de proveedores locales ha sido un objetivo de política pública de varios gobiernos. Recientemente el Programa Nacional de Minería Alta Ley,¹ el desarrollo de proveedores mineros de “clase mundial”, y otras iniciativas en la CORFO demuestran este interés. El desarrollo de proveedores locales es un objetivo explícito en la Agenda de Productividad del Ministerio de Economía,² y son parte fundamental de los desafíos priorizados en la Hoja de Ruta Tecnológica del programa Alta Ley.

En la primera parte de este capítulo se analizan las barreras existentes que afectan los tiempos de acreditación de empresas proveedoras, y se busca facilitar el vínculo entre ellas y las empresas mineras. En la segunda parte se abordan temas de innovación y desarrollo de proveedores, analizando los programas actuales de política pública.

10.2. Barreras a Proveedores

Acreditación

El proceso de acreditación consiste en la certificación de estándares para el trabajo en faenas mineras de los servicios externos y sus trabajadores, realizado por la minera mandante (que acredita el cumplimiento de las condiciones mediante un certificado de ingreso). La duración del proceso de acreditación es ampliamente heterogénea en duración con un promedio de 38 días y un máximo de 75. El proceso no es solo lento, es en muchos casos redundante pues el mismo proveedor debe acreditarse cada vez que un proveedor empieza a trabajar para alguna faena minera. Estas demoras conllevan costos importantes: una gran empresa minera estima en US\$500 mil el costo anual de cada día adicional de acreditación. Estos tiempos se deben tanto a fallas de coordinación

¹ Ver www.programaaltaley.cl

² Ver www.agendadeproductividad.cl

y a la ausencia de estándares homologables dentro de la industria, como a la falta de intercambio de información (incluso entre faenas de un mismo dueño).

Parte de la solución a la demora en los tiempos de acreditación es la homologación en estándares y criterios comunes para temas claves como seguridad y salud ocupacional, una solicitud casi unánime de quienes fueron consultados en estas materias. La homologación de criterios no necesariamente implica que el proceso de acreditación no deba repetirse en una nueva faena, dado que pueden existir requisitos específicos (por ejemplo: altura), pero sí implica un menor tiempo en términos de acreditación, al cubrirse aspectos comunes de la industria que se repiten en todas las faenas. Ello mejoraría la eficiencia global del sector pues tanto empresas mineras como empresas proveedoras se verían beneficiadas de menores tiempos de acreditación. Las posibles soluciones pueden provenir directamente desde la regulación y la política pública, desde una autoregulación por parte del sector privado o bien desde una combinación de ambas. La política puede además implementarse a nivel regional otorgando mucha movilidad a los trabajadores, por ejemplo, con Perú con quien Chile comparte frontera, empresas, y dado que entre ambos acumulan el 40% de la producción y reservas mundial de cobre.

Hallazgo 10.1. Existe un gran espacio para la reducción de costos y tiempos en la acreditación de proveedores y contratistas a través de la homologación (o estandarización) de requisitos entre distintas empresas y faenas, lo que redundaría en importantes ganancias de eficiencia global en el sector.

Existen algunas valiosas iniciativas en este tema a nivel de empresas mineras, proveedores y gremios, y desde el sector privado se han realizado esfuerzos importantes en esta dirección. Aprimin (2016)³ señala que se han firmado convenios de homologación con cuatro grandes empresas mineras –Antofagasta Minerals, AngloAmerican, CODELCO y Collahuasi– las que representan el 61% de la producción nacional. Estos convenios incluyen estándares de (1) Inducción General Básica en Seguridad, (2) Vehículos Livianos (Camionetas), y (3) Evaluación de Salud Pre Ocupacional. Los acuerdos presentan distintos niveles de avance, pero cuando estén completamente operativos debiesen representar un ahorro estimado en US\$30 millones anuales por APRIMIN. En 2017 se espera sumar a dos empresas mineras adicionales (SQM y Teck).

En el área de inducción, el Ministerio de Minería y SERNAGEOMIN desarrollaron el Curso Homologado de Inducción Básica en Faenas Mineras en conjunto con diversos actores del sector (empresas mineras, proveedoras, academia). El Decreto Supremo N° 99 de 19.3.2015

³ Asociación de Proveedores Industriales de la Minería. Corresponde a la principal organización gremial del sector de proveedores con más del 60% de las ventas a empresas mineras.

del Ministerio de Minería establece la duración y asistencia presencial mínima del curso de 16 horas, los contenidos y módulos, los requisitos de las entidades calificadoras, y el efecto del certificado de aprobación del curso, entre otros. No obstante, lo más relevante radica en la vigencia de 4 años del certificado de aprobación del curso homologado de inducción básica en faenas mineras que permitiría satisfacer este requisito de ingreso a la mina sin necesidad de realizar reiteradamente los cursos de inducción. SERNAGEOMIN lleva el registro de empresas calificadoras autorizadas para otorgar el Curso Homologado, y de las empresas mineras que deseen adherirse, además de la lista de los certificados emitidos a trabajadores por las entidades calificadoras.

A noviembre del año 2016, solo se han registrado entidades capacitadoras, pero ninguna empresa de gran minería ha adherido. Consultadas las empresas, indican que, si bien es fácil ingresar al registro, existen dificultades para salir, opción que queda sujeta a discreción de SERNAGEOMIN dado que el reglamento no especificó el criterio a seguir en caso de que la empresa minera solicite la salida del registro. Esto incomoda a las empresas pues, por ejemplo, si suben sus estándares unilateralmente, igualmente tendrían que dejar ingresar a la faena a proveedores que hubiesen realizado el curso. Un criterio claro de salida del registro podría fomentar la entrada de las empresas mineras y aprovechar el potencial de este curso. Las empresas participaron en la creación del currículo del curso por lo que también poseen injerencia en la actualización periódica que este pueda requerir. Cabe destacar que este curso no está entre las obligaciones y funciones de SERNAGEOMIN, sino que busca apoyar la coordinación entre mineras.

Recomendación 10.1: Modificar el Decreto Supremo N° 99 de 19.3.2015 del Ministerio de Minería para establecer un criterio claro y la opción para las empresas de retirarse del registro del Curso Homologado de Inducción Básica en Faenas Mineras.

En el área de vehículos livianos (ej.: Camionetas), existe amplio espacio de mejora. Acorde a los testimonios de contratistas, un mismo proveedor puede necesitar dos camionetas diferentes en color si realiza labores para dos faenas mineras distintas, a pesar de que ambas requieran las mismas especificaciones técnicas (fuerza del motor, capacidad de carga, etc.). Esto se debe a que cada faena minera (incluso bajo la misma empresa) exige definir el color de las camionetas de sus contratistas.

El óptimo es que la solución se obtenga por vía de la auto regulación en la industria, mediante acuerdos de homologación entre proveedores y empresas mineras de criterios comunes. Otra opción es que SERNAGEOMIN defina –en conjunto con el sector privado– estándares similares sobre las características de los vehículos livianos que las empresas mineras solicitarán a las empresas proveedoras y contratistas de manera de facilitar la movilidad entre faenas, tanto en los requisitos mecánicos, técnicos y de seguridad, como

en los cosméticos. En términos de color, basta con elegir un color común o una lista de colores de alta visibilidad.⁴

Recomendación 10.2. Fijar un estándar común sobre las características técnicas, y otros criterios mínimos, que deben cumplir los vehículos livianos. Si un acuerdo entre las empresas no es posible, fijarlo en la normativa de Seguridad Minera e incorporarlo en el Reglamento de Seguridad Minera (DS132).

En el área de exámenes de salud pre ocupacional⁵ y ocupacional⁶ también se detectan espacios de mejora. Con frecuencia un trabajador de una empresa contratista debe repetir los exámenes, aunque los anteriores estén vigentes, si cambia de faena (incluso dentro de la misma empresa). Esto explica parte relevante de los tiempos de acreditación y ayudaría tanto a las empresas mineras, como a los proveedores y los trabajadores.⁷ Los elevados niveles de rotación de trabajadores y subcontratación en minería amplifican el problema.

Es evidente que exámenes médicos vigentes (pre ocupacionales y ocupacionales) debiesen tener validez para acreditar y permitir el ingreso a las faenas mineras. No existen indicios de ninguna normativa ni regulación⁸ que obligue a un trabajador a realizarse un examen que se encuentre vigente.⁹ Sin embargo, en la práctica no ha funcionado así, y

⁴ Se puede crear una lista que permita excepciones, por ejemplo, una faena con nieve puede prohibir el color blanco.

⁵ Los exámenes pre ocupacionales corresponden a aquellos que permiten evaluar al postulante (trabajador) en relación al riesgo al que se verán enfrentados en el ejercicio de su cargo (funciones). Los exámenes pre ocupacionales son una prestación particular pues de acuerdo a la Superintendencia de Seguridad Social no corresponde que los exámenes sean financiados por el Seguro Social contra Riesgos de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Ley 16.744 debido a que el postulante al cargo todavía no tiene la calidad de trabajador contratado.

⁶ Los exámenes ocupacionales permiten conocer patologías que pudiesen eventualmente compliarse por la exposición a agentes que existan (o hayan existido) en el ambiente de trabajo. Los exámenes ocupacionales, realizados a los trabajadores en función de la exposición en razón de su función laboral, deben ser cubiertos por el respectivo organismo administrador de exámenes (mutuales). Ello incluye los casos preventivos donde un trabajador contratado va a ser expuesto a un nuevo riesgo.

⁷ Debido fundamentalmente al lapso de tiempo entre la adjudicación del contrato a un proveedor, la reserva de horas para los trabajadores y la realización del examen.

⁸ El requerimiento de exámenes de salud pre ocupacionales no está claramente regulado. Como principio general, se establece en el Código del Trabajo (art. 184, 185, 186 y 187) que los trabajadores no pueden ser expuestos a condiciones riesgosas, que el empleador es responsable de cuidar condiciones seguras de trabajo y que los trabajadores necesitarán un certificado médico de aptitud y que dichos exámenes deben ser realizados por entidades especializadas.

⁹ Salvo por exclusiva recomendación de un médico, que, por razones de salud del trabajador u otro criterio médico, determine que ello sea conveniente.

debido a ello este punto fue incluido en los acuerdos de homologación de Aprimin con las empresas mineras.

De acuerdo a las empresas, la normativa actual no ofrecería incentivos a una empresa empleadora para que confíe en exámenes o certificaciones médicas que un trabajador traiga desde otro empleador, por cuanto la exigencia de proteger “eficazmente la vida y salud” es exigible al nuevo empleador, independiente del historial de salud anterior. Así, si el nuevo empleador no verificó la existencia de una condición de salud, en caso de un accidente, dicha falencia será presumiblemente usada como una prueba de reproche de la conducta del nuevo empleador. En la práctica, el nuevo empleador se obliga a evaluar siempre las condiciones de salud del nuevo trabajador, pues no hacerlo empeora severamente su posición de defensa en caso de indemnizaciones de perjuicios cuando corren enfermedades profesionales o accidentes del trabajo.

Un punto adicional sería definir cuáles exámenes deben considerarse, pues no existe normativa específica del sector minero.¹⁰ Debido a ello, la mayoría de las iniciativas proviene desde la industria. En 2011 CODELCO logró establecer una batería de exámenes representativa consensuada con las mutuales;¹¹ más recientemente, los acuerdos de homologación entre proveedores y empresas mineras incluyen este punto.

Por ende, ya existe una lista representativa de las baterías de exámenes que deben hacerse los trabajadores, dependiendo del riesgo a los que estarán expuestos, la que es compartida por todas las mutualidades de seguridad. No obstante, se debiera promover la extensión de dicho estándar al resto del sector, promover una certificación y exportabilidad de la información por “cabeza” del trabajador, cambios que supondrían una modificación al Reglamento de Seguridad Minera, al Reglamento N°594 del Ministerio de Salud y la Ley N°16.744 y su reglamento. Una mayor coordinación en el uso de la información de salud es consistente con la Política Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo¹².

¹⁰ Una normativa no específica pero que recae fundamentalmente en trabajadores mineros es el Examen de Altura Geográfica. Este es el principal examen de salud preocupacional que deben realizarse los trabajadores que trabajan en faenas con altitudes entre los 3.000 y 5.000 metros sobre el nivel del mar. El DS 594 de Salud, con su modificación en 2012, detalla los riesgos para la salud de los trabajadores y las obligaciones generales para las empresas. Más detalles sobre el trabajo en altura se abordan en el Capítulo 7 - Aspectos Laborales y Seguridad Minera.

¹¹ Consiste en las baterías de evaluaciones médicas para cada riesgo, junto con criterios de aceptación o de contraindicación.

¹² Decreto 47 de 16.9.2016, del Ministerio del Trabajo y Previsión Social. “Se promoverá el cumplimiento normativo en materia de seguridad y salud en el trabajo, para lo cual se fortalecerá la institucionalidad fiscalizadora, tanto en las empresas como respecto de los organismos administradores del seguro de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales. Dichas entidades deberán actuar en forma coordinada y con procedimientos que apunten a la prevención de los riesgos laborales, debiendo además contar con los mecanismos que faciliten la información

Como hemos visto, la autorregulación de la industria mediante una mayor coordinación y conciencia de la duplicación de esfuerzos otorga una solución en el área de exámenes de salud. En ese sentido, no parece existir mayores barreras para que la información fluya entre los organismos administradores (mutuales) y las empresas mineras o proveedoras¹³. Probablemente la dificultad está en que la información médica de los trabajadores la poseen los organismos administradores (mutuales de seguridad) en sus bases de datos, y los certificados deben ser solicitados directamente por el trabajador o bien por el empleador, pero con una autorización firmada por el trabajador¹⁴.

Recomendación 10.3. Considerar como examen pre ocupacional y ocupacional vigente todo aquel que tenga un trabajador con el fin de evitar duplicar esfuerzos.

En síntesis, lograr acuerdos de estandarización y homologación, siempre cuidando o mejorando los estándares de seguridad, en temas de acreditación de contratistas, vehículos livianos y evaluaciones de salud preocupacional permitiría aumentar la eficiencia del sector. Es relevante destacar que parte importante del esfuerzo e iniciativa en estos temas ha provenido desde el sector privado, lo que revela cierta conciencia de los problemas. No obstante, el diálogo permanente entre empresas mineras, sus proveedores y contratistas, y gobierno es fundamental para poder avanzar en esta dimensión.

Con el proceso de homologación avanzado, en el mediano plazo el sector debería apuntar a implementar un pasaporte minero, un sitio donde se almacene la información relevante del trabajador en términos de certificación, seguridad, salud, etc. Este debe ser exportable entre las distintas empresas y reconocido por la normativa, lo cual requiere el apoyo del sector público para ser una realidad¹⁵. Con los debidos resguardos en temas

técnica y asesoramiento a los empleadores, especialmente a las micro y pequeñas empresas, así como a los trabajadores para el cumplimiento efectivo de las disposiciones legales".

¹³ En el caso de los exámenes ocupacionales, la información la tienen las propias empresas empleadoras. En el caso de los exámenes pre ocupacionales, los propios postulantes saben si tienen evaluación médica vigente y en qué institución se tomaron el examen.

¹⁴ La información de salud es un dato privado de cada trabajador que no puede ser puesto en circulación si (1) el trabajador no fue informado del motivo de la circulación y (2) el trabajador consintió en ello.

¹⁵ Por ejemplo, la Superintendencia de Seguridad Social inició el 2016 el EVAST -Evaluaciones y Vigilancia Ambiental y de la Salud de los Trabajadores- el cual tiene por objetivo permitir el registro de los exámenes de vigilancia y también ocupacionales. Ello puede ser utilizado como una base para un sistema de verificación en línea de la aptitud, lo cual agilizaría los procesos.

de confidencialidad,¹⁶ representaría una mejora relevante en términos de asimetrías de información permitiendo disminuir radicalmente los tiempos de acreditación.

Recomendación 10.4: Implementar un Pasaporte Minero que otorgue movilidad en el corto plazo a los trabajadores de empresas mineras y contratistas con especial énfasis en su escalamiento.

10.3. Innovación en proveedores

En el marco del Programa Nacional de Minería Alta Ley, se generó una Hoja de Ruta Tecnológica donde se priorizan acciones, objetivos e indicadores a ser implementados. El portafolio de proyectos activos de innovación asciende a US\$400 millones a marzo de 2017, mitad público y mitad privado. Los proveedores son agentes fundamentales para resolver parte de los desafíos tecnológicos del sector, y se planteó la meta de lograr US\$4.000 millones en exportaciones anuales de proveedores y disponer de 250 proveedores de clase mundial a 2035.

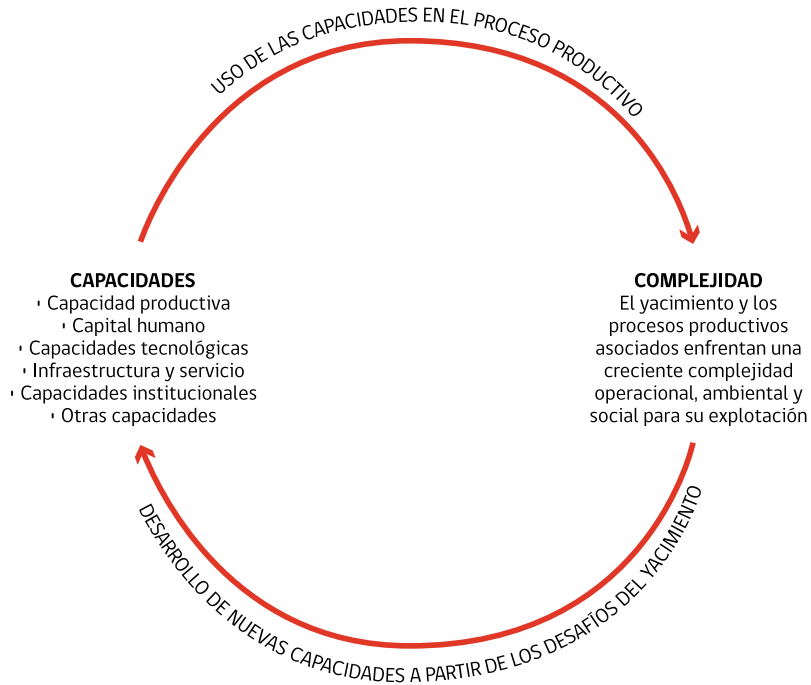
Durante las etapas iniciales del desarrollo de un sector se pueden alcanzar ganancias de productividad a través de importaciones y licencias de tecnología. Sin embargo, en etapas más avanzadas se requiere el uso y dominio de tecnología para desarrollar soluciones específicas a la realidad local, incluso al nivel de faena. En industrias de recursos naturales como la minería existen desafíos particulares al país por cuanto el recurso natural es un “blanco móvil” y cambia a través del tiempo. Como muestra la Figura 10.1, la mayor complejidad de los yacimientos exige el desarrollo de nuevas capacidades productivas, tecnológicas, institucionales, y otras, para sostener la competitividad del sector.

Existen variados ejemplos de innovaciones y soluciones que han surgido basadas en problemas de la minería y otros recursos naturales a nivel mundial. En minería del cobre, a principios del siglo XX, el agotamiento del cobre nativo indujo a desarrollar la minería a rajo abierto y la flotación como una nueva tecnología capaz de explotar grandes yacimientos de baja ley (2%). Más recientemente, la minería chilena implementó por primera vez en el mundo la lixiviación en pilas a escala comercial en la mina Lo Aguirre. En Sudáfrica la baja calidad de las minas de carbón generó nuevas técnicas de lavado. En otros recursos naturales, como el petróleo, se desarrollaron tecnologías para perforar y extraer en profundidades marítimas. En ese sentido, es fundamental la relación que

¹⁶ Que los organismos administradores de exámenes reporten solo si el trabajador está apto y no los detalles del examen, y que el trabajador deba dar su aprobación previa para que la empresa acceda a ver sus aptitudes en salud.

establecen los proveedores con mayores capacidades tecnológicas y de innovación con las empresas mineras para resolver los desafíos propios del país, ya que al menos, parte de las soluciones tendrán que ser desarrolladas localmente por su especificidad.

Figura 10.1. Vínculo entre mayores capacidades y complejidad en minería.



Fuente: Fundación Chile (2016a).

Chile ha incubado capacidades productivas relevantes y ha consolidado una cadena de abastecimiento local durante las últimas tres décadas. No obstante, la transición hacia una minería con un ecosistema de innovación, intensivo en conocimiento, que permita materializar ganancias en productividad a través del tiempo no es sencilla. Dicho proceso es de largo aliento, pudiendo tomar 20 años, como sugiere la experiencia internacional, y requiere de recursos, acciones y programas capaces de empujar hacia dicha meta.

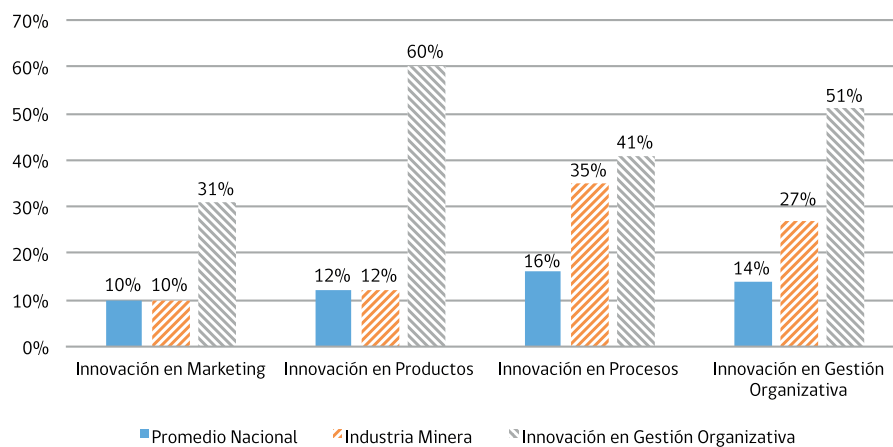
Hallazgo 10.2: Los proveedores son parte relevante en la innovación que genera el sector minero y se han desarrollado programas de manera incipiente para aprovechar este potencial.

Programa de Proveedores de Clase Mundial

El Programa de Proveedores de Clase Mundial (PPCM en adelante) representa uno de los principales vínculos entre empresas privadas y proveedoras en torno a la innovación en la minería: fue diseñado para desarrollar nuevas soluciones a desafíos operacionales y ambientales de las mineras y para fortalecer a proveedores domésticos. En ese sentido, el PPCM representa una forma concreta de articular el denominado Clúster Minero.¹⁷

En comparación con el resto de la industria nacional, y las empresas mineras, los proveedores de la minería tendrían una mayor propensión a innovar –independiente del tipo de innovación– (ver Figura 10.2).

Figura 10.2. Porcentaje de empresas chilenas que innovó durante el 2012 por tipo de innovación.



Fuente: Fundación Chile (2014).

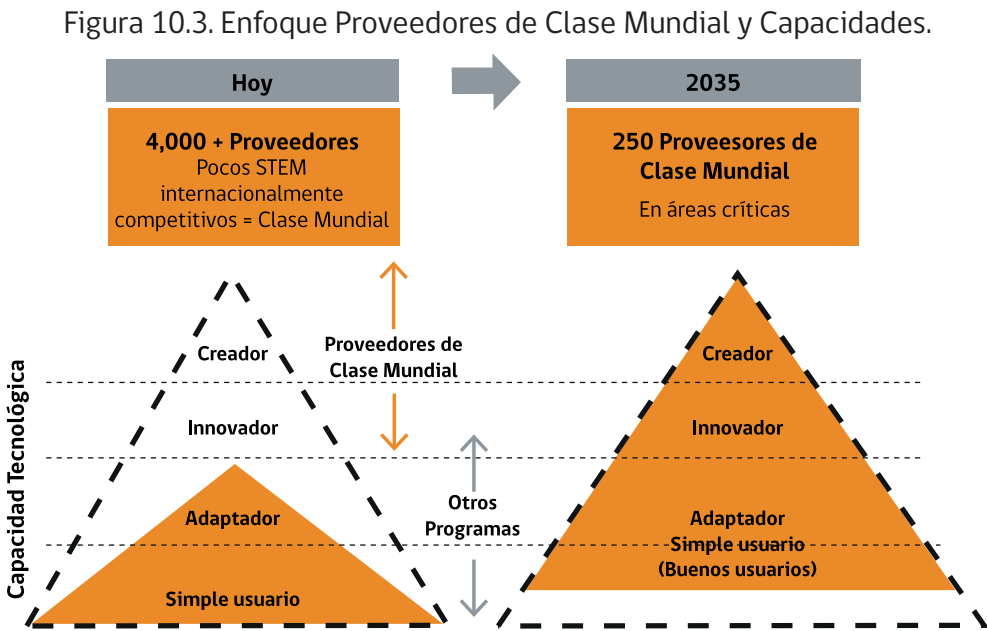
El PPCM no se enfoca en todos los proveedores de la minería sino en aquellos que poseen las capacidades tecnológicas para presentar soluciones a los desafíos presentados (ver Figura 10.3). Los participantes del PPCM son más intensivos en ventas a la minería, poseen

¹⁷ El clúster se refiere a la concentración geográfica de empresas, las cuales compiten y colaboran aumentando la competitividad del sector en su conjunto; se basa en la relación entre proveedores y empresas mineras, más la presencia de centros de investigación, universidades y sector público. Los proveedores incluyen tanto a empresas que producen maquinarias y piezas de equipos (ej.: camiones, tolvas, neumáticos), insumos (ej.: ácido sulfúrico), servicios de diversos tipos (ej: ingeniería, aseo industrial), entre otros. Ver Capítulo 4 Caracterización de proveedores.

más capital humano y una mayor propensión a exportar (ver Tabla 10.1). En efecto, existen importantes diferencias en las capacidades de innovación dentro del sector¹⁸.

Un proveedor de clase mundial es aquel que es capaz de ubicarse en la frontera tecnológica, innovar y exportar. Generalmente se mide a través de un porcentaje de ventas totales que son exportaciones (30%+) lo cual refleja su capacidad tecnológica e innovadora, y, por ende, una mayor competitividad para exportar de manera sostenida en el tiempo¹⁹.

Nótese que el enfoque del PPCM no se centra en el gasto en I+D, sino en innovación. Esto no significa que la I+D no sea importante, ni que no existan brechas significativas entre Chile y países referentes mineros (ver Capítulo 1)²⁰, sino porque aquellos proveedores que realizan I+D son un subconjunto muy pequeño de los proveedores que sí poseen capacidades tecnológicas (por ejemplo, de ingeniería y diseño). Más aún, el gasto en I+D es reflejo de la existencia de otras capacidades tecnológicas menos sofisticadas que permiten a las empresas proveedoras llegar a realizar actividades de I+D (ver Figura 10.3).



Fuente: Fundación Chile (2016a).

¹⁸ Phibrand (2016) aborda bien estas diferencias en su análisis de barreras en el sistema de innovación de la Región de Antofagasta.

¹⁹ No obstante, las capacidades para innovar y exportar son, probablemente, distintas.

²⁰ Si Chile posee el 30% de la producción y reservas mundiales, debe aspirar a realizar el 30% de la I+D de la minería de cobre en el país.

Tabla 10.1. Características Proveedores de la Minería y PPCM.

	Proveedores	PPCM
Porcentaje Empresas con 60%+ de sus Ventas Totales a Minería	37%	69%
Porcentaje de Trabajadores con Educación Superior	44%	63%
Porcentaje que exporta productos y/o servicios en 2012	34%	51%
Capacidades de Innovación Microempresas (promedio)	3,3	4,2
Capacidades de Innovación Empresas Pequeñas (promedio)	3,2	4,1
Capacidades de Innovación Empresas Medianas (promedio)	3,5	3,9
Capacidades de Innovación Empresas Grandes (promedio)	3,6	3,9

Fuente: Fundación Chile (2014).

El PPCM se inició en 2010 con BHP Billiton y CODELCO²¹ (53% de la producción nacional). A enero de 2016 se han realizado más de 100 proyectos con más de 75 empresas proveedoras. El PPCM ha funcionado (2010-2015) de la siguiente forma: (1) las empresas mineras poseen un problema productivo sin una solución tecnológica disponible en el mercado; (2) los proveedores participantes en el PPCM postulan a la empresa en un concurso abierto; (3) el proveedor firma un contrato con la empresa minera que, generalmente, le otorga al menos parte de la propiedad intelectual de la innovación; (4) durante un periodo determinado se pilotea la solución propuesta; (5) si la solución funciona adecuadamente, el proveedor podrá comercializarla a otras empresas mineras una vez finalizado el periodo de exclusividad (máximo dos años). Dentro del programa existe apoyo financiero y de gestión para las empresas proveedoras participantes.

El PPCM ha sido analizado por diversos estudios, principalmente bajo el enfoque de un análisis de casos (Bravo Ortega y Muñoz, 2015; Fundación Chile, 2016b; Navarro, 2015; Stubrin, 2016). Dependiendo de la forma de medición, en el periodo 2010-2015 la tasa de éxito de los proyectos del PPCM fue de 12%, considerando aquellos proyectos que realizaron pruebas en faena y se compró la solución validada (Meller y Parodi, 2017)²². Algunos proveedores han sido sindicados como casos con proyección internacional, entre ellos: Aguamarina, Bailac, Innovaxxion, Neptuno Pumps, entre otros. En 2012 el PPCM inspiró la creación de un programa similar en Perú (Antamina).

Sin embargo existen críticas al programa, que apuntan al bajo impacto de las innovaciones pese a que hay casos de éxito. Ello puede explicarse en parte por qué otras empresas mineras no se han sumado al PPCM. Otra explicación radica en que las empresas proveedoras

²¹ Estas empresas impulsaron el programa enfocándose en sus proveedores.

²² Si uno considera los proyectos que llegaron a una etapa de desarrollo de prototipo a nivel de laboratorio pero que no tuvieron prueba en faena, el porcentaje de éxito sería mayor.

participantes pueden poseer capacidades de innovación para desarrollar una solución, pero no para escalarla hacia una prueba en faena o empaquetarla comercialmente – es decir, puede desarrollar la innovación hasta el prototipo de laboratorio solamente. Para el PPCM se ha planteado el escalamiento del programa, en los siguientes aspectos (Urzúa *et al.*, 2016): (i) mayor número de proyectos de innovación colaborativa, (ii) portafolio de innovación con iniciativas más complejas tecnológicamente, (iii) reducción del *time to market*²³ de las innovaciones desarrolladas, (iv) aumento de las exportaciones de proveedores, y (v) diversificación de los proveedores mediante el aumento de bienes y servicios de ventas a otras industrias.

Los múltiples objetivos y la complejidad individual de cada uno en el escalamiento del programa hacen que no sea factible alcanzarlos con el esquema actual del PPCM. En efecto, para lograr estos objetivos tendría que superarse una serie de barreras relevantes. A modo de ejemplo, para una reducción del *time to market* se requiere de capital de riesgo y de espacios de prueba. Además, para un mayor número de iniciativas más complejas se requiere tanto de mayores capacidades tecnológicas como de experiencias previas de éxito que induzcan a las empresas mineras a asumir desafíos más complejos en este marco. Asimismo, para un aumento de exportaciones se necesita de capacidades de gestión que son distintas de las capacidades de innovación requeridas para desarrollar y escalar exitosamente un proyecto tecnológico. Generalmente, la obtención de múltiples objetivos requiere de múltiples instrumentos y sin lograr el escalamiento, y, por ende, un mayor impacto visible y consolidado, será difícil incorporar a un mayor número de participantes.

No es sencillo generar un ecosistema de innovación en un sector específico, pero existe el consenso público privado de que la minería chilena, por su tamaño y características, puede jugar un rol clave en la innovación del país. La disponibilidad nacional de un 30% de la producción mundial, o del 40%, si se considera el eje minero Chile Perú, ofrece condiciones de mercado a los proveedores del sector únicas en la economía nacional. Adicionalmente, la minería lo requiere para mantener su competitividad.

Dado lo anterior, al alero del Programa Nacional de Minería Alta Ley, y con financiamiento importante vía el Ministerio de Economía, se ha desarrollado una segunda etapa del PPCM denominada Plataforma de Innovación Abierta, que busca abordar esta serie de barreras.

²³ Refiere al tiempo desde que el bien o servicio es conceptualizado hasta que está disponible en el mercado.

Plataforma de Innovación Abierta

La Plataforma de Innovación Abierta (PIA) busca permitir un proceso de aceleración y escalamiento del ciclo de innovación de los proyectos, así como facilitar que las soluciones desarrolladas sean empaquetadas comercialmente con adecuada gestión y posventa.

Examinemos las principales diferencias entre el PPCM y la PIA:

- Las empresas mineras participantes (BHP Billiton y CODELCO) aumentan la cantidad de financiamiento anual en alrededor de 10 veces los montos destinados al PPCM, y se comprometen a realizar un número determinado de proyectos. El monto de financiamiento total asciende a US\$8 millones a 4 años plazo entre aporte público, mediante el Fondo de Inversión Estratégica del Ministerio de Economía, y aporte privado por parte de empresas mineras (BHP Billiton y CODELCO)²⁴.
- En el PPCM los proveedores trabajaban principalmente con las divisiones de innovación de las empresas mineras. En la PIA, se incluyen gestores tecnológicos en las faenas, los cuales trabajarán en conjunto con los operarios, supervisores y gerentes para detectar y levantar desafíos tecnológicos.
- Los proveedores pueden proponer desafíos tecnológicos (“push”) a diferencia del PPCM donde las empresas licitaban los desafíos (“pull”).
- Existe un componente de financiamiento para el escalamiento y el pilotaje. Nótese que el desarrollo de la innovación corre por cuenta de las empresas proveedoras, sin perjuicio de que postulen a fondos CORFO u otros²⁵.
- En el PPCM, solía haber exclusividad temporal de la solución para la empresa minera con la cual se realizó el proyecto. En la PIA esta exclusividad no existe, aunque podría existir según el proyecto específico. La Innovación Abierta va en línea con los cambios en la estrategia de innovación de CODELCO, que está reformulando su área de innovación en esta dirección.²⁶

²⁴ Este monto es razonable para un piloto, pero debiese ser ajustado al alza o a la baja acorde a los resultados del programa en un periodo prudente.

²⁵ En el periodo 2010-2014, 15% de los proyectos del PPCM obtuvieron fondos CORFO (Navarro, 2015).

²⁶ La Innovación Abierta considera fundamental el aporte en términos de valor e ideas que pueden realizar agentes fuera de la empresa, ya sean proveedores, universidades y/o empresas mineras. Una serie de cambios estructurales a nivel global (movilidad del capital humano, mayor capital de riesgo, menor hegemonía de potencias mundiales en innovación, universidades más calificadas, etc) han inducido a una mayor prevalencia de la Innovación Abierta en vez de la Innovación Cerrada, estrategia donde los esfuerzos de innovación se quedan dentro de la organización. Ver Chesbrough (2008) para mayor detalle.

- Los grandes proveedores y la mediana minería pueden levantar desafíos tecnológicos. También se espera incorporar a los Centros de Investigación.

Si el PPCM era fundamentalmente una relación empresa minera proveedores para proyectos específicos, la PIA es un programa más complejo, similar a un bien público sectorial (un bien “club”), con foco en conectar oferta y demanda y permitir el escalamiento.²⁷ Por un lado, cumple un rol de coordinación al unificar en un solo lugar los requerimientos de la demanda (empresas mineras – grandes proveedores) y la oferta (proveedores), facilita el flujo de información, y se fomentan las capacidades de gestión. Por otro, si bien no financia desarrollos tecnológicos, la plataforma busca conectar a los proveedores con inversionistas y capital de riesgo, resolviendo parte de los problemas de financiamiento. Adicionalmente, fomenta la asociatividad debido a que, en desafíos complejos, ningún proveedor por sí solo tendría las capacidades de resolverlos.

No obstante, los desafíos de escalar desde el PPCM a la PIA son importantes. Un tema fundamental es incrementar el número de empresas mineras participantes para aumentar el número de proyectos y lograr un portafolio mayor, pero ello requiere tiempo. La PIA corresponde a un “bien club”, que es condición necesaria para habilitar, pero no suficiente para desarrollar por sí sola el ecosistema de innovación: las empresas mineras y su involucramiento son claves en este proceso. Asimismo, los esfuerzos de asociatividad deben superar la inconsistencia temporal del ciclo político para poder ser evaluados correctamente. A modo de ejemplo, el Programa Nacional de Minería Alta Ley, donde se circunscribe la PIA, posee un portafolio de proyectos de innovación en minería por US\$400 millones (público y privado). En este tema existe consenso y es una preocupación central de los actores del sector.

Recomendación 10.5. Dar continuidad a los esfuerzos de asociatividad público privados como el Programa Nacional de Minería Alta Ley, y sus componentes evaluando su desempeño y posibilidades de mejoras a 5 años.

Identificar con suficiente detalle las capacidades de los proveedores es una dificultad al implementar un programa de innovación. Tanto la caracterización de este capítulo como las realizadas en años anteriores son un aporte para cuantificar el sector, pero no permiten mayores análisis en esta dirección. Por ejemplo, en la caracterización del sector de proveedores del Capítulo 4 no fue posible identificar a qué industria pertenece cada

²⁷

Barreras como la coordinación de iniciativas, la visión de largo plazo, el fomento de exportaciones, entre otros, recaen en otros actores y programas. Como se mencionó previamente, rara vez múltiples objetivos son resueltos por un solo instrumento o programa –independiente de su complejidad.

proveedor, ya que varios registran actividades en más de una.²⁸ Por ello es necesario establecer indicadores en los participantes de la PIA. Ello permitiría orientar y focalizar mejor los programas y detectar las fortalezas y debilidades en innovación de los proveedores mineros permitiendo, además, una mejor conexión entre oferta y demanda en la plataforma.

Recomendación 10.6. Establecer indicadores de innovación claros que permitan dar seguimiento al impacto de la Plataforma de Innovación Abierta.

Exportaciones de Proveedores

Un tema adicional a la PIA es el objetivo de aumentar las exportaciones de proveedores de la minería. El objetivo de llegar a US\$4.000 anuales con 250 proveedores de clase mundial al 2035, implica US\$16 millones anuales por proveedor en promedio.

Nótese que un requisito para exportar puede ser el disponer de capacidades que generan aumentos de productividad y/o bienes y servicios nuevos. Pero también, el hecho de exportar induce una presión competitiva para mejorar productividad e innovar. No obstante, es necesario tener en cuenta que la capacidad de innovar y la de exportar son distintas.

Actualmente los proveedores de la minería exportan unos US\$500 millones anuales (Fundación Chile, 2015). Aunque este monto se concentra en pocas empresas: cinco exportan sobre US\$25 millones anuales y representan el 61%. Otras 39 exportan entre US\$1 y US\$25 millones anuales, representando un 31%. Entre 2012-2014, 65 empresas se mantuvieron exportando año a año. Lo anterior sugiere distinguir entre los exportadores principales (5), los que exportan de manera sostenida (60), y exportadores esporádicos. Es razonable pensar que los instrumentos de fomento difieran entre segmentos, pues unos deben profundizar su base exportadora, otros consolidarlas, y otros iniciarlas.

El programa de “Promoción Internacional de los proveedores de bienes y servicios para la minería” de ProChile con financiamiento por US\$4,6 millones del Fondo de Inversión Estratégica, al alero del Ministerio de Economía, va en la dirección correcta. Dada la complejidad del negocio minero, posiblemente se requiera de agentes especializados de venta en minería, capaces de comprender la oferta de los proveedores chilenos y la demanda de las mineras extranjeras en los países a seleccionar. En ese sentido, la

²⁸ El grado de diversificación ejemplificado es tal que, incluso al mayor grado de agregación de industrias (un dígito), más de la mitad de las empresas pertenecen a más de una industria (ej.: hay proveedores con giro en minería y agricultura).

presencia en ferias internacionales es útil pero insuficiente. El principal indicador de éxito de la iniciativa sería al incremento efectivo de las exportaciones, y en el número de proveedores exportadores.

Espacios de prueba

Una barrera específica a la innovación en proveedores identificada en el estudio corresponde a la falta de espacios de prueba para la minería. Toda introducción y desarrollo de innovaciones requiere de un proceso de ensayo y error, pero resulta muy costoso para las grandes faenas mineras perder continuidad operacional con el objetivo de probar un piloto o una innovación que puede o no funcionar. Esto se agrava si el impacto esperado de la innovación es bajo o medio. Los proveedores reportan que una de las primeras preguntas que reciben al momento de ofrecer un producto o servicio a una empresa minera es dónde este ha sido probado previamente. En este contexto, uno de los principales habilitantes requeridos para el desarrollo de proveedores de clase mundial es la presencia de espacios de prueba para pilotear nuevas tecnologías e innovaciones.

En algunos países referentes existen instancias de espacios de prueba. En Australia, centros de investigación público privados especializados en minería poseen espacios de prueba,²⁹ como el *Deep Exploration Technologies CRC*, donde se pueden realizar pruebas de campo, entrenamiento, y capacitación en una mina en las afueras de Adelaida. En este participa también la empresa chilena Drillco Tools, un proveedor nacional. En Canadá se ha potenciado este mecanismo a través del uso de minas no utilizadas, tanto como espacios de prueba como para capacitar trabajadores. El *NorCat Underground Centre* de la provincia de Ontario se ha dedicado a ello desde 1995. Su modelo de negocio es el de un espacio colaborativo de trabajo, con opciones de suscripción, pago por arriendo de espacios y por participar de los programas de formación. Parte de las inversiones en este centro ha sido realizada en alianza con proveedores mineros locales e internacionales, los que prueban y exhiben sus productos en el centro. Adicionalmente, se considera un mecanismo de difusión de buenas prácticas debido a que realizan capacitaciones a trabajadores.

Hallazgo 10.3. A diferencia de países referentes, Chile no posee espacios de prueba y pilotaje relevantes para nuevas innovaciones en minería, lo cual representa una barrera para el desarrollo de nuevas tecnologías.

²⁹ Cooperative Research Centre (CRC).

En conformidad con lo relevado en la Hoja de Ruta Tecnológica, CORFO lanzó un concurso para la implementación de Centros de Pilotaje y Validación de Tecnologías para la Minería en Chile,³⁰ donde fondos de cofinanciamiento pueden alcanzar US\$1,5 millones promedio anual durante 10 años. Dicho monto puede aún ser insuficiente en términos de financiamiento debido a la escala del sector minero –especialmente para innovaciones de mayor impacto, pero va en la dirección correcta para la habilitación de espacios de prueba.

Un tema latente al respecto es la pertinencia de la configuración de los espacios de pilotaje a los desafíos tecnológicos que enfrenta Chile, pues hay que definir a qué tipo de bienes y servicios se enfocará dicha infraestructura. La lógica sugiere que dicha configuración debiese estar orientada en torno a las brechas priorizadas de la Hoja de Ruta Tecnológica, las cuales ya poseen un consenso entre los actores del sector. Pero sin una caracterización adecuada y actualizada de la capacidad innovadora de los proveedores (que determina si existe oferta para cubrir potencialmente cada brecha), es difícil determinar a qué bienes y servicios se enfocarán los espacios de prueba y por ende cuáles son los requisitos requeridos. Ello guarda relación con utilizar los indicadores de innovación provistos por los participantes de la Plataforma de Innovación Abierta.

Existe también la posibilidad de utilizar faenas de la mediana minería como laboratorio natural para el pilotaje de nuevas innovaciones. El tamaño de la mediana minería en Chile es comparable a la gran minería en otros países, lo que aumenta su atractivo a la hora de desarrollar soluciones exportables validadas en operaciones reales de escala similar. Si bien la mediana minería local tiene otras dificultades, puede aprovecharse el hecho de que en algunos casos la mediana minería tiene menor costo de oportunidad, y mayor capacidad ociosa, que la gran minería. Por ejemplo, si un proceso (digamos, la planta) está en mantenimiento puede implicar que la totalidad de la faena no produzca, y facilitar el espacio para disponer y pilotear algunas innovaciones. De ser factible en términos económicos y tecnológicos, también podría considerar el uso de yacimientos abandonados con este propósito.

Recomendación 10.7. Asegurar la disponibilidad de espacios de prueba, pilotaje y capacitación para innovaciones. Fomentar el uso de yacimientos abandonados y periodos de capacidad ociosa en la mediana minería.

Recomendación 10.8. Alinear las características de dichos espacios con las brechas priorizadas en la Hoja de Ruta Tecnológica.

³⁰

Concurso "Fortalecimiento y Creación de Capacidades Tecnológicas Habilitantes para la Innovación". Agosto 2016.

Interoperabilidad

Una barrera importante tanto a la productividad como a la innovación es la falta de interoperabilidad de los equipos de minería, incluyendo los usados por los proveedores. La interoperabilidad es la capacidad de los sistemas de tecnologías de información (TIC), de los sistemas de tecnología operacional (OT), y de los procesos de negocio que lo sustentan para intercambiar datos y transferencia de control, de esta forma los sistemas pueden trabajar juntos, interoperando entre sí.

Esto constituye una barrera a la productividad, pero también una oportunidad para la innovación local. El problema radica en la incompatibilidad de recopilar e interpretar los datos generados al operar o monitorear un equipo, debido a que cada uno posee un tipo de codificación acorde al software de la empresa particular, lo cual dificulta un mayor análisis y mejor planificación de las actividades y decisiones a tomar mediante el uso de Big Data. A modo de ejemplo, una empresa minera podría desear utilizar datos provenientes de la operación de un camión para vincularlos con otros datos y poder optimizar su plan minero. Sin embargo, esto también constituye una oportunidad, ya que existe un interés permanente en la minería por reducir costos de mantención, integración y operación. Aumentos en la capacidad de interconexión de las soluciones mineras propuestas por distintos proveedores pueden habilitar mayores incrementos en productividad, reducir el riesgo aumentando la seguridad de los trabajadores, y mejorar la disponibilidad de equipos y continuidad en las operaciones.

Teniendo presente estos desafíos y oportunidades, la forma de facilitar la adopción de interoperabilidad en minería es a través de estándares que la sustenten. Sin embargo, la industria minera nacional e internacional carece de estos estándares de interoperabilidad.

Hallazgo 10.4. No existen estándares de interoperabilidad en la industria, lo cual inhibe las posibilidades de intercambio de datos e innovación.

En esta línea, y en consistencia con la Hoja de Ruta del Programa Nacional Estratégico de Industrias Inteligentes impulsado por CORFO, y con la participación y apoyo de importantes compañías mineras, se ha propuesto la creación de una organización internacional de estándares para la interoperabilidad minera, que busca desarrollar y promover la adopción y aplicación de estándares de interoperabilidad internacionales abiertos para operaciones mineras eficientes y seguras, aumentando la capacidad de las compañías de integrar e interconectar soluciones de distintos proveedores. El presupuesto total asciende a US\$10 millones para los primeros 3 años, de los cuales el 60% corresponde a financiamiento público a través de CORFO.

Esta es una iniciativa destinada a aumentar en las compañías mineras el control y la capacidad de interconexión de soluciones mineras entre distintos proveedores, permitiendo incrementos en la productividad, reducción de costos y riesgos de las operaciones. Uno de los primeros pasos es elaborar un mapa técnico de interoperabilidad minera, para luego priorizar las áreas relevantes para las compañías mineras. Con estos resultados se podrá determinar los estándares a adoptar y/o desarrollar, y junto con la participación de las compañías mineras y proveedores nacionales e internacionales facilitar su adopción. En Chile ya se han desarrollado estándares nacionales de interoperabilidad en otras industrias como las telecomunicaciones, y también el sector público en pos de acercarse a un gobierno electrónico y un mayor número de trámites en línea.

Recomendación 10.9. Fomentar la interoperabilidad entre los sistemas de comunicaciones e información en todos los procesos de la producción minera mediante el desarrollo de instrumentos para ello (por ejemplo, estándares de interoperabilidad) en conjunto con los proveedores y empresas mineras del sector.

10.4. Conclusiones

Considerando la evidencia en términos de productividad dentro de la faena expuesta en el Capítulo 4, se observa un espacio de mejora importante con respecto al trabajo efectivo consistente con lo expuesto en el Capítulo 3. Asimismo, los tiempos de acreditación y la homologación de requisitos son áreas donde tanto proveedores como empresas mineras pueden verse beneficiados de una mayor coordinación entre las partes en temas de la Inducción General Básica en Seguridad, Vehículos Livianos, y Evaluación de Salud Pre Ocupacional. Un pasaporte minero a corto plazo ayudaría sustancialmente a la competitividad del país.

En el ámbito de los proveedores y su rol en innovación se detecta una serie de iniciativas relevantes. El Programa de Proveedores de Clase Mundial fue uno de los vínculos más famosos, pero enfrenta desafíos relevantes para su escalamiento. En ese sentido, la Plataforma de Innovación Abierta constituye un bien público sectorial que disminuye los costos de transacción mediante la creación de un espacio de coordinación con múltiples instrumentos para poder hacer frente a los diversos objetivos. La principal barrera al escalamiento es precisamente la conexión entre desafíos productivos (empresas mineras y grandes proveedores) y capacidades para resolverlos (proveedores). Complementariamente, se está desarrollando un programa de internacionalización de proveedores para ayudar a fomentar las exportaciones de los proveedores.

Al mismo tiempo, existen dos barreras adicionales relevantes a la productividad e innovación en proveedores. La primera radica en la existencia de espacios de prueba y pilotaje para la minería. Ello existe en países referentes como Australia y Canadá, mientras que en Chile se está realizando avances en esa línea en conjunto con el uso de la mediana minería como un laboratorio natural para la innovación y el ensayo. La segunda consiste en el desarrollo y adopción de estándares de interoperabilidad permitiendo que los sistemas de información de los equipos y proceso mineros intercambien datos pudiendo trabajar en conjunto.

Es fundamental resaltar que la continuidad de los programas de asociatividad público privados vayan más allá del ciclo político, para que este esfuerzo pueda ser evaluado adecuadamente. En especial, cuando se ha logrado comprometer una gran cantidad de recursos por parte del sector privado.

Finalmente, recalcar que el rol de las empresas proveedores de la minería es fundamental para sustentar la competitividad y productividad futura del sector. Debido al elevado nivel de externalización por parte de las empresas mineras, no parece que esta situación vaya a cambiar en el futuro. Considerando los desafíos clave que enfrenta la minería, los proveedores son parte integral de la solución.

10.3.1. Resumen de Hallazgos

Hallazgo 10.1. Existe un amplio espacio de mejora en términos de homologación de requisitos a proveedores y contratistas en pos de una mayor eficiencia global del sector, reduciendo los tiempos de acreditación y los costos.

Hallazgo 10.2. Los proveedores son parte relevante en la innovación que genera el sector minero y se han desarrollado programas de manera incipiente para aprovechar este potencial.

Hallazgo 10.3. A diferencia de países referentes, Chile no posee espacios de prueba y pilotaje relevantes para nuevas innovaciones en minería, lo cual representa una barrera para el desarrollo de nuevas tecnologías.

Hallazgo 10.4. No existen estándares de interoperabilidad en la industria, lo cual inhibe las posibilidades de intercambio de datos e innovación.

10.3.2. Resumen de Recomendaciones

Recomendación 10.1. Modificar el Decreto Supremo N° 99 de 19.3.2015 del Ministerio de Minería para establecer un criterio claro y la opción para las empresas de retirarse del registro del Curso Homologado de Inducción Básica en Faenas Mineras.

Recomendación 10.2. Fijar un estándar común sobre las características técnicas, y otros criterios mínimos, que deben cumplir los vehículos livianos. Si un acuerdo entre las empresas no es posible, fijarlo en la normativa de Seguridad Minera e incorporarlo en el Reglamento de Seguridad Minera (DS 132).

Recomendación 10.3. Considerar como examen preocupacional y ocupacional vigente todo aquel que tenga un trabajador con el fin de evitar duplicar esfuerzos.

Recomendación 10.4. Implementar un Pasaporte Minero que otorgue movilidad en el corto plazo a los trabajadores de empresas mineras y contratistas con especial énfasis en su escalamiento.

Recomendación 10.5. Dar continuidad a los esfuerzos de asociatividad público privados como el Programa Nacional de Minería Alta Ley, y sus componentes, evaluando su desempeño y posibilidades de mejoras a 5 años.

Recomendación 10.6. Establecer indicadores de innovación claros que permitan dar seguimiento al impacto de la Plataforma de Innovación Abierta.

Recomendación 10.7. Asegurar la disponibilidad de espacios de prueba, pilotaje y capacitación para innovaciones. Fomentar el uso de yacimientos abandonados y periodos de capacidad ociosa en la mediana minería.

Recomendación 10.8. Alinear las características de dichos espacios con las brechas priorizadas en la Hoja de Ruta Tecnológica.

Recomendación 10.9. Fomentar la interoperabilidad entre los sistemas de comunicaciones e información en todos los procesos de la producción minera mediante el desarrollo de instrumentos para ello (por ejemplo, estándares de interoperabilidad) en conjunto con los proveedores y empresas mineras del sector.

Referencias

- APRIMIN (2016). Informe de Productividad Aprimin – Resultados Preliminares. Octubre 2016.
- BRAVO ORTEGA C. & MUÑOZ L. (2015). Knowledge Intensive Mining Services in Chile: Challenges and Opportunities for Future Development. IADB Discussion Paper N° IDB DP 418.
- CHESBROUGH H. (2008). Open Innovation: Researching a New Paradigm.
- FUNDACIÓN CHILE (2014). Proveedores de la Minería Chilena. Estudio de Caracterización 2014.
- FUNDACIÓN CHILE Y PROCHILE (2015). Proveedores de la Minería Chile. Reporte de Exportaciones 2010 2014. Disponible en: [http://www.fch.cl/wp-content/uploads/2015/10/Reporte de Exportaciones VD 25.08.2015.pdf](http://www.fch.cl/wp-content/uploads/2015/10/Reporte-de-Exportaciones-VD-25.08.2015.pdf)
- FUNDACIÓN CHILE (2016A). Desde el cobre a la innovación: Roadmap Tecnológico 2015–2035.
- FUNDACIÓN CHILE (2016B). Casos de Innovación de Proveedores en la Minería Chilena.
- MELLER P. & PARODI P. (2017). Del Programa de Proveedores a la Innovación Abierta en Minería. Borrador presentado en Workshop Internacional CAF CIEPLAN: Cómo Acelerar la Innovación en los Recursos Naturales. Santiago, 29 de marzo; Talca, 30 de marzo.
- NAVARRO L. (2015). The World Class Supplier Program for Mining in Chile: Assessment and Perspectives (DRAFT). IADB Mining Global Value Chains Project RG-K1396. Final Report.
- PHIBRAND (2016). El sistema de innovación minero en la Región de Antofagasta.
- STUBRIN L. (2016). “Innovation, learning and competence building in the mining industry. The case of knowledge intensive mining suppliers (KIMS) in Chile” Discussion Paper – Inter American Development Bank.
- URZÚA O., WOOD A., LIZUKA M., VARGAS F., & BAUMANN J. (2016). Discovering new Public Private Partnerships for productive and technological development in emerging mining countries. Documento de Trabajo N° 5/2016–2017. Serie Documentos de Base del Reporte Recursos Naturales y Desarrollo.



Capítulo 11

Una estrategia minera para Chile Resumen de hallazgos y recomendaciones



Síntesis

En la elaboración de este informe se ha logrado identificar una serie de espacios de mejora en la Gran Minería del Cobre. Estos hallazgos conducen a la elaboración de una lista de recomendaciones. En este capítulo se presenta una estrategia minera basada en las 53 recomendaciones del estudio para 6 campos de acción de “bienes públicos” y 6 campos de acción de “bienes club”, además de sugerencias a las empresas privadas en la adopción de prácticas de gestión similares a las faenas internacionales de mejor práctica (bienes “privados”). La implementación de la estrategia beneficiaría a la Gran Minería del Cobre, la mediana minería y la minería no cobre, así como a otros sectores de la economía.

Abstract

During the grounding of this report, a series of areas for improvement in the Chilean Copper Mining Industry were identified. These findings lead to the development of a list of recommendations. In this chapter, and based on the 53 recommendations of the study, a mining strategy is submitted for six fields of action of “public goods” and six fields of action of “club goods”, as well as suggestions to private companies in the adoption of management procedures similar to the best international practices (“private” goods). The implementation of the strategy would benefit the large scale Copper Mining industry, medium sized mining and non copper mining, as well as other sectors of the economy.

Puntos Claves

- Se presenta una estrategia minera basada en las 53 recomendaciones del estudio para 6 campos de acción de “bienes públicos” y 6 campos de acción de “bienes club”, además de la adopción, por parte de las empresas, de prácticas de gestión similares a las faenas internacionales de mejor práctica (bienes “privados”).
- De hacerse por separado, cada una de las recomendaciones tendría un impacto limitado, pero en su conjunto se potenciarán y entregarán el máximo beneficio.
- La implementación de la estrategia beneficiaría a la Gran Minería del Cobre, la mediana minería y la minería no cobre, así como a otros sectores de la economía.
- Varias de las medidas propuestas deberán ser definidas en mayor detalle, y la implementación requerirá un importante esfuerzo.

11.1. Pilares de la estrategia

Tres son los pilares principales a los que apunta la estrategia que presentamos en un conjunto de recomendaciones y hallazgos en este informe: 1) eficiencia en la gestión pública y calidad regulatoria (bienes “públicos”); 2) mayor colaboración y coordinación de las empresas entre sí, con sus contratistas y proveedores, y con las comunidades (bienes “club”); y 3) gestión de las empresas según las mejores prácticas internacionales (bienes “privados”). Por ser las últimas de responsabilidad fundamental de las empresas, nos concentraremos en las 54 recomendaciones referidas a los primeros dos ámbitos, donde el Estado tiene responsabilidad principal (los bienes “públicos”) o tiene un potencial rol catalizador y coordinador (los bienes “club”). Cada uno de estos ámbitos se organiza en torno a 6 campos de acción.

Es importante recalcar que devolver a Chile el liderazgo no solo en producción de cobre sino también en productividad, requiere de mejoras en los tres ámbitos, con un esfuerzo conjunto de todos los actores, empresas, trabajadores, proveedores, contratistas, comunidades y el Estado. En efecto, más que la implementación de medidas separadas y aisladas, se requiere de una estrategia para la minería, y de un diseño para su implementación.

Hay varios pasos necesarios para implementar tal estrategia. Primero, dado el ámbito de aplicación de las intervenciones sugeridas, la implementación requiere de un esfuerzo conjunto a nivel del Estado, con múltiples agencias públicas, ministerios, y otras entidades, por lo que se recomienda que el liderazgo en la coordinación e implementación de la estrategia se asigne a un Ministerio multisectorial. Segundo, se requerirá definir un plan de acción e implementación que asigne responsables, prioridades, metas y plazos. Tercero, será oportuno ordenar las intervenciones según el grado de complejidad, partiendo por las acciones administrativas y regulatorias, y por convencer a los principales actores sobre la necesidad de los cambios legales.

El impacto global de las reformas se sentirá en el largo plazo y será acumulativo, si bien se verán frutos de corto y mediano plazo. (Ver tabla 11.1).

Esta Comisión está a disposición del Estado y sus organismos para apoyar en la implementación de las recomendaciones, y se encargará del monitoreo de la implementación de la estrategia propuesta.

Secuencia de intervenciones

Además de la importancia de la coordinación, la implementación de la estrategia se beneficiaría de un plan de acción que priorice y secuencie las intervenciones. El grueso

de las ganancias de corto plazo está asociado a mejoras en la gestión de las empresas según las mejores prácticas internacionales. Sin embargo hay intervenciones públicas que pueden dar frutos en el corto plazo. Es el caso de aquellas que requieren acciones al interior de las agencias, como cambios de gestión o administrativos. Ejemplos de estas son la digitalización del proceso de jornadas excepcionales, la redacción de un reglamento sanitario para procesos de desalinización, y la actualización de varios reglamentos (SERNAGEOMIN, Seremi de Salud, DGA, Dirección del Trabajo).

Otras intervenciones en el ámbito público requieren cambios legales que deben ser aprobados por el Congreso, lo que demanda mayor periodo de implementación. Otros como la mejora en el recurso humano del sector requiere no solo cambios de ley y la gestión, pero también cambios culturales en empresas y trabajadores.

En términos de impacto esperado, el establecimiento de los “pactos de adaptabilidad”, la simplificación del proceso de formalización de Jornadas Excepcionales, y la homologación de criterios para acreditación de proveedores, tendría el mayor impacto de mediano plazo. La institucionalización de la Oficina de Grandes Proyectos, y las modificaciones al sistema de pertenencias mineras, la disponibilidad de recurso humano formado y certificado, y los mecanismos que mejoren el relacionamiento con la comunidad tendrían el mayor impacto en el largo plazo.

El mayor grado de complejidad en la implementación de la estrategia está en la modificación en torno al sistema de concesiones mineras, lo que requiere de un cambio legal, un periodo de transición, y tendrá efecto en el largo plazo pues no puede aplicarse de manera retroactiva. En esta área debe partirse con las modificaciones en los precios y diferencias en torno a las patentes, los aspectos técnicos relativos al mapa geológico y la mensura, y seguir con la modificación de plazos y duración, así como la implementación de la patente mixta y las exigencias en torno a ella. Cambios en la estructura, funciones, y responsabilidades de algunas agencias públicas serán necesarios para esto.

La Figura 11.1 es una primera aproximación para identificar los probables plazos de impacto de nuestras 53 recomendaciones, agrupadas en 6 campos de acción, tanto para los bienes “públicos” como para los bienes “club”. La Figura 11.2 agrupa las 53 recomendaciones según las instituciones y agencias que nos parece deben actuar. La Figura 11.3 resume los hallazgos.

Este informe es el primero de su tipo realizado en el país, pero no debe ser el último. Entidades públicas como la Comisión Chilena del Cobre, o privadas como el Consejo Minero y la SONAMI deben monitorear la evolución de indicadores de productividad de alta y mediana frecuencia, lo que permitiría evaluar de manera constante la evolución del sector y el impacto de las medidas implementadas.

Figura 11.1. Políticas referidas a Bienes Públicos.

Campo de Acción	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
1. Aprobación o rechazo de proyectos (1.1, 3.1, 5.1,5.4)	Reglamento de Plantas Desaladoras	Implementar las recomendaciones del Consejo Asesor para el SEIA	Oficina de Grandes Proyectos
2. Exploración minera (8.1 a 8.15))	Las relativas a la mensura y mapeo de pertenencias.	Unificación del precio de patente y su aumento.	Implementación del amparo mixto, y requisitos para mantener o renovar pertenencias.
3. Continuidad operacional (7.3, 7.6, 7.7)	Toma de razón por parte de la DT de las jornadas 4x4/ 7x7.	Pactos de Adaptabilidad.	
4. Mercado laboral (7.4, 7.5, 10.4)	Extensión de las Jornadas Excepcionales del mandante a contratistas.	Pasaporte minero.	Capacitación y certificación.
5. Recurso humano (7.8 a 7.10, 9.5)	Capacitación multifuncional.	Pertinencia en la capacitación.	Pertinencia en las carreras.
6. Seguridad (7.1, 7.2)	Curso de seguridad común y válido.		Trabajo en altura.

Figura 11.2. continuada Políticas referidas a Bienes Club (o sectoriales).

Campo	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
1. Innovación (10.7, 10.8, 10.9)			Espacios de prueba. Protocolos de inter operabilidad.
2. Infraestructura (5.2, 5.3, 5.4, 9.6, 9.7)		Desaladoras para varias faenas.	Acceso a infraestructura privada a la mediana minería. Esfuerzo multimodal.
3. Relación empresas proveedores (10.1, 10.2, 10.3)		Homologación de criterios para la acreditación.	
4. Intervenciones privadas con apoyo público (10.5, 10.6)			Alta Ley, Plataforma de Innovación Abierta.
5. Mediana minería (8.11, 9.1 a 9.4, 9.8)		Acceso financiero.	Financiamiento del cierre de faenas.
6. Relación empresas comunidades (6.1 a 6.4, 9.9)	Guía de participación para grandes proyectos	Implementación de recomendaciones del Consejo Asesor del SEIA y el de Conflictos de Interés, Tráfico de Influencia y Corrupción	Valor Minero, mecanismo de relacionamiento y arbitraje.

Figura 11.3. Resumen de Recomendaciones y responsable de implementación.

#	Tipo	Recomendación	Instituciones
1,1	Pública	Establecer una Oficina de Grandes Proyectos con la función de reducir los plazos de aprobación o rechazo de proyectos mediante una mayor eficiencia y coordinación entre las diversas agencias públicas, nacionales y regionales, que participan en el proceso. La OGP debe ser institucionalizada y dotada de mecanismos de acción similares a los de mejores prácticas internacionales, incluyendo criterios de transparencia.	1. Servicio de Evaluación e Impacto Ambiental. 2. Ministerio de Hacienda. 3. SERNAGEOMIN. 4. Ministerio de Obras Públicas. 5. Ministerio de Salud.
3,1	Pública	A través de la Comisión Chilena del Cobre, u otra agencia que el gobierno estime conveniente, producir indicadores y estudios periódicos de productividad del sector minero similares a los de este capítulo, tal que complementen los estudios periódicos de competitividad que la Comisión Chilena del Cobre ya viene haciendo.	1. Ministerio de Minería. 2. Comisión Chilena del Cobre.
5,1	Público	Establecer la obligatoriedad de informar a la Dirección General de Aguas un hallazgo de aguas del minero, pero evitar generar un permiso de aprovechamiento en torno a ellas.	1. Ministerio de Obras Públicas. 2. Dirección General de Aguas.
5,2	Sectorial	Promover un mayor uso de infraestructura compartida en temas hídricos (desalinizadoras, tuberías, entre otros), sea a través de las empresas mineras coordinándose entre sí, sea a través de un tercero que construya la infraestructura y asuma los costos de coordinación, u otra alternativa factible, como podría ser un sistema de interconexión hídrico.	1. Ministerio de Obras Públicas. 2. Dirección General de Aguas.
5,3	Público	Establecer una hoja de ruta clara de los permisos y tiempos requeridos para la aprobación de proyectos de plantas desalinizadoras.	1. Ministerio de Defensa 2. Subsecretaría de FF.AA. 3. Departamento Asuntos Marítimos.
5,4	Público	Establecer un capítulo específico en los reglamentos respecto de los residuos de las plantas de tratamientos de aguas, relativo a las plantas desalinizadoras, en cumplimiento con los estándares internacionales en materia de medio ambiente.	1. Ministerio de Defensa 2. Subsecretaría de FF.AA. 3. Departamento Asuntos Marítimos
6,1	Público	Implementar las propuestas del Consejo Asesor Presidencial Contra los Conflictos de Interés, el Tráfico de Influencias y la Corrupción respecto a los fondos recibidos por gobiernos locales, para hacer que los gobiernos locales establezcan mejor marco institucional, con mayor transparencia y eficiencia.	1. Municipalidades 2. SEREMIs regionales (vinculadas a decisiones con la comunidad)
6,2	Público	A través del Ministerio de Minería, favorecer y fomentar modelos de diálogo permanente para grandes proyectos entre empresas y comunidades mediante la elaboración de una guía de estándares de participación para grandes proyectos mineros de manera análoga a lo realizado por el Ministerio de Energía para proyectos energéticos.	1. Ministerio de Minería

Continuación Figura 11.3

Figura 11.3. Resumen de Recomendaciones y responsable de implementación.

#	Tipo	Recomendación	Instituciones
6,3	Público	Avanzar en la implementación de las 25 medidas de la Comisión Asesora Presidencial para el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental con el objetivo de disponer de la mejor evaluación ambiental posible facilitando un mejor diálogo entre empresas y comunidades. En particular las propuestas: Relacionamento Temprano, Consulta Indígena y Fortalecimiento de la participación ciudadana en el SEIA.	1. Municipalidades 2. SEREMIS regionales (vinculadas a decisiones con la comunidad) 3. Servicio de Evaluación e Impacto Ambiental
6,4	Sectorial	Implementar un sistema de resolución de controversias y conflictos, como el promovido por Valor Minero, en el cual los actores puedan solicitar una mediación, arbitraje o conciliación así como establecer una entidad certificadora que habilite y potencie a las organizaciones que participan en el proceso de diálogo.	1. CORFO 2. Fondo de Inversión Estratégica
7,1	Sectorial	Mejorar los resultados de seguridad en conjunto con producción y productividad. Para ello resulta necesario el esfuerzo conjunto de empresas, trabajadores, proveedores y el gobierno.	1. SERNAGEOMIN
7,2	Público	Adaptar el Decreto Supremo 594 del Ministerio de Salud respecto al trabajo en altura a la luz de los resultados que el estudio de la Superintendencia de Seguridad Social irá arrojando en el futuro respecto al tema.	1. Ministerio de Salud 2. Superintendencia de Seguridad Social.
7,3	Público	El Ministerio de Salud debe establecer criterios únicos, y de manera explícita, para que el establecimiento de comedores móviles no esté sujeto a interpretaciones, y de esta forma hacer expedito el proceso de aprobación/rechazo de la solicitud.	1. Ministerio de Salud
7,4	Público	Simplificar la Orden de Servicio N° 5 del 20.11.2009 de la Dirección del Trabajo respecto a la autorización de sistemas excepcionales, marco de distribución de jornada de trabajo y descansos haciendo más expedita la autorización de jornadas excepcionales para contratistas y proveedores.	1. Dirección del Trabajo.
7,5	Público	La Dirección del Trabajo debe continuar con los esfuerzos de incorporar tecnologías de la información al proceso de autorización de la Jornada Excepcional de tal forma que el proceso resolutorio sea más eficiente.	1. Dirección del Trabajo.
7,6	Público	Restablecer los "pactos de adaptabilidad" discutidos en la reciente reforma laboral, pero vetados en el texto final. Esto facilitaría el acuerdo entre empresa y trabajadores para asegurar la "continuidad operacional".	1. Ministerio del Trabajo
7,7	Público	Agregar a la posibilidad estipulada en el Artículo 375 del Código del Trabajo las jornadas excepcionales del tipo 4x4 y 7x7, para que así dichas jornadas se vean beneficiadas con la resolución exenta por parte de la Dirección del Trabajo.	1. Ministerio del Trabajo
7,8	Sectorial	Vincular la preparación de las especialidades mineras en la Educación Media Técnico Profesional y Centros de Formación Técnicas con las definidas por el Marco de Cualificaciones de la Minería desarrollado para el sector por parte del Consejo de Competencias Mineras, condicionando el egreso (así como el subsidio al arancel) a la certificación en las mismas.	1. Ministerio del Trabajo. 2. Ministerio de Educación. 3. ChileValora.

Continuación Figura 11.3

Figura 11.3. Resumen de Recomendaciones y responsable de implementación.

#	Tipo	Recomendación	Instituciones
7,9	Sectorial	Inducir en el sector una mayor adhesión al Marco de Cualificaciones de la Minería. También incrementar la capacitación acorde al mismo marco, y llevar a cabo mayores esfuerzos en certificar sus trabajadores.	1. Ministerio del Trabajo. 2. Ministerio de Educación. 3. ChileValora.
7,10	Sectorial	Actualizar los perfiles de competencias por especialidad con las necesidades de un mundo cada vez más automatizado y digitalizado.	1. Ministerio del Trabajo. 2. Ministerio de Educación. 3. ChileValora.
8,1	Público	Aumentar la Patente Anual pasando de una lineal a una progresiva, que aumenta a través del tiempo, tanto en exploración como en explotación, pero permitiendo una rebaja del pago de la patente mediante mecanismos de contraprestación por parte del concesionario minero (información geológica, trabajos, entre otros).	1. Ministerio de Minería.
8,2	Público	Equiparar la Patente Anual de explotación de sustancias no metálicas con el nivel de las de sustancias metálicas.	1. Ministerio de Minería.
8,3	Público	Establecer incentivos y sanciones al incumplimiento de la obligación de información geológica prevista en el artículo 21 del Código de Minería.	1. Ministerio de Minería.
8,4	Público	Fortalecer el SERNAGEOMIN, otorgando facultades más amplias y parámetros claros de fiscalización a los departamentos que posee, todo ello con el objetivo de maximizar el impacto de los ámbitos de trabajos de cada uno de ellos.	1. Ministerio de Minería. 2. SERNAGEOMIN.
8,5	Sectorial	Homologar las condiciones entre peritos e ingenieros habilitados para realizar labores de mensura, y que la calificación anual a la que es sometida su labor esté a disposición del público.	1. Ministerio de Minería. 2. SERNAGEOMIN. 3. Consejo de Competencias Mineras.
8,6	Público	Restringir la solicitud consecutiva e inmediata de concesiones de exploración entre personas relacionadas.	1. Ministerio de Minería.
8,7	Público	Reducir los plazos envueltos en el procedimiento de solicitud, evaluación y constitución de concesiones.	1. Ministerio de Minería.
8,8	Público	Rediseñar el proceso de remates por desamparo de concesiones mineras, mediante acciones que propendan a la coordinación y transmisión rápida de información entre todos los involucrados en dichos procesos.	1. Ministerio de Minería.
8,9	Público	Actualizar el sistema de coordenadas y datum de derechos mineros desde PSAD56/SAD69 a WGS84.	1. Ministerio de Minería. 2. SERNAGEOMIN.
8,10	Público	Adoptar un sistema de cuadrícula para la solicitud de concesiones mineras en el mediano plazo.	1. Ministerio de Minería.
8,11	Sectorial	Desarrollar un programa de formación en financiamiento de proyectos en exploración y minería con el objetivo de disminuir las brechas de información entre el sector financiero y el minero.	1. Ministerio de Minería. 2. SERNAGEOMIN. 3. CORFO. 4. Fondo de Inversión Estratégica.

Continuación Figura 11.3

Figura 11.3. Resumen de Recomendaciones y responsable de implementación.

#	Tipo	Recomendación	Instituciones
8,12	Público	Establecer un amparo mixto, traducido en el pago de una patente, el otorgamiento de información geológica al Estado y la formulación de planes mínimos de trabajo para la solicitud y renovación de derechos de exploración, así como evidencia de mineralización y planes mínimos de trabajo para los derechos de explotación.	1. Ministerio de Minería. 2. SERNAGEOMIN.
8,13	Público	Aumentar el periodo de la concesión de exploración de 2 a 3 años y permitir dos prórrogas en vez de una, totalizando 9 años máximo.	1. Ministerio de Minería.
8,14	Público	Establecer un límite temporal a la concesión de explotación de 30 años como máximo, susceptible de renovaciones prioritarias e ilimitadas por igual periodo.	1. Ministerio de Minería.
8,15	Público	Modificar las disposiciones del artículo 15 y siguientes del Código de Minería, que exceptúan a algunas actividades (viñedos y arboledas) de la regla general de someter al Juez competente la solicitud de permiso para catar y cavar ante la negativa del dueño, con el fin de igualar tratamiento judicial para resolver conflictos entre todas las actividades; privilegiando siempre la convivencia entre ellas con estándares medioambientales adecuados y la determinación de la compensación debida.	1. Ministerio de Minería.
9,1	Público	Consensuar entre los diversos actores del sector una definición clara del segmento de mediana minería que permita elaborar estadísticas públicas y periódicas. Dicha definición debiese enfocarse más en producción que en empleo.	1. SERNAGEOMIN. 2. ENAMI. 3. COCHILCO.
9,2	Público	Encomendar a la Comisión Chilena del Cobre que continúe con sus esfuerzos, como la primera caracterización del segmento, con el objetivo de aumentar la comprensión sobre la mediana minería dada su importancia creciente a futuro para Chile.	1. SERNAGEOMIN. 2. COCHILCO.
9,3	Público	Complementar el análisis de brechas para la gran minería realizado en este estudio con un análisis similar para la mediana minería en Chile, idealmente con empresas similares en países referentes. Ello permitirá definir una línea base para monitorear la evolución del segmento.	1. SERNAGEOMIN. 2. COCHILCO.
9,4	Público	Incorporar las directrices de la OCDE (2011) para empresas públicas a ENAMI, modernizando su gobierno corporativo y fomentando la transparencia de la empresa.	1. Ministerio de Minería. 2. ENAMI. 3. Sistema de Empresas Públicas.
9,5	Sectorial	Establecer una política local de formación minera en ciudades donde el empleo de la minería es relevante, en especial en las zonas donde opera la mediana minería. Se debe potenciar a los liceos locales con formación minera (abriendo especialidades en minería, junto con apoyar con la infraestructura y materiales necesarios), así como aprovechar de impulsar carreras mineras en los CFT en zonas donde la mediana minería es importante.	1. Ministerio de Educación. 2. Ministerio de Minería.

Continuación Figura 11.3

Figura 11.3. Resumen de Recomendaciones y responsable de implementación.

#	Tipo	Recomendación	Instituciones
9,6	Público	Aumentar la cantidad y calidad de infraestructura en carreteras, ferroviaria y marítima, junto con invertir en intermodalidad entre los 3 medios siguiendo los lineamientos del Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (2015).	1. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. 2. Ministerio de Obras Públicas. 3. Empresa de Ferrocarriles del Estado. 4. Empresas Portuarias Estatales.
9,7	Sectorial	Facilitar e incentivar la incorporación de la mediana minería a proyectos de infraestructura privados de la gran minería (puertos, desaladoras, entre otros), en los cuales existan potenciales economías de escala.	1. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. 2. Ministerio de Obras Públicas.
9,8	Público	Ampliar las opciones de instrumentos financieros para garantizar el cierre de faenas mineras. Siguiendo el modelo de Western Australia, analizar la posibilidad de incorporar un fondo común de garantías que también sirve para recuperar relaves y botaderos abandonados.	1. SERNAGEOMIN. 2. Ministerio de Minería.
9,9	Público	Implementar las recomendaciones de la Comisión Asesora Presidencial para la Evaluación del SEIA (2016). La mayoría requiere solo modificaciones de reglamento, lo que favorece su rápida implementación.	1. Ministerio del Medio Ambiente. 2. Ministerio de Minería.
10,1	Sectorial	Modificar el Decreto Supremo N° 99 de 19.3.2015 del Ministerio de Minería para establecer un criterio claro y la opción para las empresas de retirarse del registro del Curso Homologado de Inducción Básica en Faenas Mineras.	1. Ministerio de Minería, 2. SERNAGEOMIN
10,2	Sectorial	Fijar un estándar común sobre las características técnicas, y otros criterios mínimos, que deben cumplir los vehículos livianos. Si un acuerdo entre las empresas no es posible, fijarlo en la normativa de Seguridad Minera e incorporarlo en el Reglamento de Seguridad Minera (DS 132).	1. Ministerio de Minería, 2. SERNAGEOMIN
10,3	Sectorial	Considerar como examen pre ocupacional y ocupacional vigente todo aquel que tenga un trabajador con el fin de evitar duplicar esfuerzos.	1. Ministerio del Trabajo, 2. Superintendencia de Seguridad Social, 3. Ministerio de Salud
10,4	Sectorial	Implementar un Pasaporte Minero que otorgue movilidad en el corto plazo a los trabajadores de empresas mineras y contratas con especial énfasis en su escalamiento.	1. Ministerio de Minería, 2. Ministerio del Trabajo, 3. Superintendencia de Seguridad Social, 4. Ministerio de Salud
10,5	Sectorial	Dar continuidad a los esfuerzos de asociatividad público privados como el Programa Nacional de Minería Alta Ley, y sus componentes evaluando su desempeño y posibilidades de mejoras a 5 años.	1. Ministerio de Economía, 2. Ministerio de Minería, 3. CORFO
10,6	Sectorial	Establecer indicadores de innovación claros que permitan dar seguimiento al impacto de la Plataforma de Innovación Abierta.	1. Ministerio de Economía, 2. Ministerio de Minería, 3. CORFO

Continuación Figura 11.3

Figura 11.3. Resumen de Recomendaciones y responsable de implementación.

#	Tipo	Recomendación	Instituciones
10,7	Sectorial	Asegurar la disponibilidad de espacios de prueba, pilotaje y capacitación para innovaciones. Fomentar el uso de yacimientos abandonados y periodos de capacidad ociosa en la mediana minería.	Alta Ley, CORFO
10,8	Sectorial	Alinear las características de dichos espacios con las brechas priorizadas en la Hoja de Ruta Tecnológica.	Alta Ley, CORFO
10,9	Sectorial	Fomentar la interoperabilidad entre los sistemas de comunicaciones e información en todos los procesos de la producción minera mediante el desarrollo de instrumentos para ello (por ejemplo, estándares de interoperabilidad) en conjunto con los proveedores y empresas mineras del sector.	Alta Ley, CORFO

Figura 11.4. Resumen de Hallazgos.

Número	Hallazgo
1,1	Minería y sus proveedores constituyen el sector más importante de la economía chilena en una serie de indicadores relevantes para el desarrollo económico y social. Chile presenta una clara ventaja comparativa en el sector minero en general, y en minería de cobre en particular. El país no alcanzará los niveles de desarrollo económico y social deseados si no expande la actividad del sector, y ello no ocurrirá sin el esfuerzo de actores públicos y privados.
1,2	El ecosistema en torno a la minería es completo en términos de organismos y funciones, y muy complejo en su interacción. Ningún otro se le compara a nivel nacional: i) empresas grandes, medianas y pequeñas, ii) de propiedad del Estado, de empresas transnacionales y de capitales locales, iii) un importante sector de proveedores, nacionales y extranjeros, iv) grupos organizados de trabajadores, v) asociaciones que representan a empresas, proveedores y trabajadores, y vi) agencias especializadas del Estado y el Gobierno. Por su complejidad, el sector está en una posición privilegiada para lograr acuerdos e implementar políticas de largo plazo en una estrategia minera, que serían determinantes en el desarrollo del país.
2,1	Durante el periodo 2000–2014, el país elevó su producción de cobre fino equivalente un 19%; un 17% se dio entre 2000 y 2004, el 2% restante entre 2007 y 2014. En este periodo la productividad parcial del trabajo muestra una caída de 54% si se considera cobre fino por trabajador, pero de 15% si se considera material movido por trabajador. Otros países muestran dinámicas similares.
2,2	Durante el periodo 2000–2014, el consumo de energía creció 79%, la contratación de mano de obra 157%, y la inversión de capital 178%. Entre 2000 y 2007 el crecimiento de la demanda por capital, mano de obra y energía fue balanceado en torno a 5 6% anual. Entre 2007 y 2014 el uso de energía creció 4% al año, mientras que la inversión de capital y la contratación de mano de obra crecieron en torno al 9–10% anual.
2,3	La productividad total de factores del sector minero de cobre, corregido por factores endógenos y exógenos a la operación, muestra una caída de 1% anual entre 2000 y 2014, acumulando una reducción de 14% en el periodo.
2,4	Los factores que contribuyeron positivamente a la producción fueron el material mineral (3.6% al año), la energía (0,9% al año) y la mano de obra (0.5% al año). Mientras que la ley del mineral (3%) y la productividad de los factores (~1%) aportaron negativamente.

Continuación Figura 11.4

Figura 11.4. Resumen de Hallazgos.	
Número	Hallazgo
2,5	Utilizando un indicador de productividad laboral que considera las horas-hombre requeridas para mover mil toneladas de material, se aprecian importantes brechas en las faenas chilenas, y se constata un empeoramiento generalizado de la productividad durante todo el periodo de análisis (2000-2014). Cuando las brechas aumentan es porque el grupo menos eficiente (en términos relativos) incrementa su ineficiencia a una tasa mayor respecto al otro grupo. Por el contrario, cuando las brechas disminuyen es porque el grupo más eficiente (en términos relativos) empeora más rápido su productividad.
2,6	La evolución de las brechas, así como la tendencia a que la productividad caiga es un resultado robusto, independiente de la muestra asociada a la gran minería, confirmado incluso en las faenas que producen sobre 100.000 toneladas anuales, en su mayoría explotadas por grandes empresas de clase mundial.
2,7	Las estimaciones de productividad total de factores (PTF) muestran de manera consistente brechas importantes entre faenas chilenas, y una caída permanente durante el periodo de análisis similar al entregado por la productividad parcial de trabajo, lo que confirma los resultados encontrados en el análisis anterior.
2,8	La caída en la PTF oscila en una tasa anual promedio de 0.7% y 2.2% según el nivel inicial de productividad de las faenas.
3,1	Existe gran dispersión en el desempeño productivo de las operaciones chilenas evaluadas. La operación más eficiente utiliza 43 horas-hombre por mil toneladas de material movido, mientras que la menos eficiente utiliza 115 horas. En promedio se requirió 67 horas-hombre en una faena para mover mil toneladas de material durante 2015, aunque la mayoría (mediana) utiliza 53 horas-hombre.
3,2	Al comparar con las operaciones internacionales se aprecian importantes brechas en los niveles de productividad. En promedio, las operaciones de la muestra internacional realizan la misma labor ocupando 37 horas-hombre menos que el promedio nacional (67), y 23 horas menos que la mayoría de las operaciones nacionales.
3,3	Los resultados sugieren que las operaciones menos productivas presentan una composición más heterogénea de horas-hombre entre áreas. Las operaciones menos productivas tienden a tener o una mayor proporción de horas-hombre de planta respecto a mina, o una mayor proporción de servicios de apoyo respecto a mina. En promedio, una faena nacional tiene 1,8 horas-hombre en planta y apoyo por una hora-hombre en mina, en el caso internacional dicho indicador toma el valor 1,3.
3,4	La brecha de productividad entre la mejor nacional (43) y la mejor internacional (18) es de 25 horas-hombre por kilo tonelada movida. Es decir, la mejor faena nacional resulta ser un 139% más ineficiente respecto a la mejor de la muestra internacional. Si se compara entre la operación nacional de mejor desempeño con el promedio internacional, dicha diferencia se reduce a 13 horas-hombre. Es decir, la faena nacional más eficiente es un 44% más ineficiente respecto al promedio de la muestra internacional.
3,5	La productividad en Mina muestra que, en promedio, las operaciones nacionales utilizan 24 horas-hombre por mil toneladas de material movido. Las brechas entre operaciones locales resultan importantes (221% más ineficiente respecto a la de mejor desempeño). Respecto a la muestra internacional, en promedio, estas últimas operaciones realizan la misma labor utilizando 11 horas-hombre menos, nuevamente una brecha superior al 100%.
3,6	La productividad en Planta Concentradora muestra que, en promedio, las operaciones nacionales utilizan 47 horas-hombre para procesar mil toneladas de material. La diferencia entre la faena más y la menos productiva es de 62 horas-hombre, es decir, la menos productiva es un 214% más ineficiente respecto a la mejor.

Continuación Figura 11.4

Figura 11.4. Resumen de Hallazgos.	
Número	Hallazgo
3,7	La productividad en Planta Hidrometalúrgica muestra que, en promedio, las operaciones nacionales utilizan 119 horas-hombre para apilar mil toneladas de material. La diferencia entre la faena más y la menos productiva es de 116 horas-hombre, es decir, la menos productiva es un 177% más ineficiente respecto de la mejor.
3,8	La productividad asociada a carguío presenta brechas importantes a nivel nacional: en uso eficiente del activo la brecha es de 28 puntos porcentuales. Las detenciones explican la mayor diferencia de esta brecha, seguido por mantención.
3,9	En promedio, la muestra internacional utiliza un 24% más el activo respecto al promedio nacional. Ello equivaldría a utilizar 49 días adicionales al año el activo por parte de la muestra internacional, si el uso del activo fuese de 24 horas los 365 días del año.
3,10	La productividad asociada a transporte presenta brechas importantes a nivel nacional: en uso eficiente del activo la brecha es de 32 puntos porcentuales. La mayor diferencia de esta brecha la explican las detenciones seguido de mantenciones.
3,11	En promedio, la muestra internacional utiliza un 10% más el activo respecto al promedio nacional. Ello equivaldría, si el uso del activo fuese de 24 horas los 365 días del año, a utilizar 23 días adicionales al año el activo por parte de la muestra internacional.
3,12	La brecha nacional en el uso eficiente de la Planta Concentradora es de 13 puntos porcentuales. Se destaca la proporción del tiempo posible utilizado: promedio de 89%.
3,13	La mayor fuente de heterogeneidad en el uso eficiente de la Planta Concentradora de la muestra nacional proviene de las mantenciones.
3,14	En promedio, la muestra internacional utiliza un 13% más los equipos en Molienda y un 6% más en el Chancado Primario, respecto al promedio nacional.
4,1	Existe una importante desaceleración desde 2013 a 2014 en las ventas a mineras por parte de empresas proveedoras, en especial las ventas asociadas a proyectos.
4,2	Los proveedores de la minería chilena se encuentran concentrados. En promedio, los dos principales proveedores concentran en torno a la mitad de las ventas en las siete categorías analizadas. Esto sugiere la existencia de economías de escala.
4,3	Los proveedores de la minería chilena concentran sus casas matrices en la Región Metropolitana. Sin embargo, aquellos con mayor intensidad de ventas a la minería poseen mayor presencia de sus casas matrices en regiones mineras.
4,4	Un tercio de los proveedores de la minería chilena son grandes empresas bajo la clasificación por ventas. Pero en nivel de empleo, un 90% son medianas y pequeñas.
4,5	Los proveedores de la minería aumentaron su productividad laboral en el periodo 2013 2014 con mayores variaciones en los proveedores de menor tamaño. Esto se debe a una mayor variación en ventas de dicho segmento.
4,6	En general, los proveedores más grandes presentan mayores niveles de productividad laboral que proveedores pequeños y medianos.
4,7	Existe un espacio de mejora en la disponibilidad de tiempo de trabajo efectivo en Chile entre 10% a 20% en el largo plazo. Parte de estas ganancias puede producirse al interior de las empresas, sin acción pública.
4,8	Existe una dispersión considerable en los tiempos de acreditación en operaciones de la gran minería del cobre en Chile. La empresa más eficiente demora 15 días, mientras que la menos eficiente demora 75 días.

Continuación Figura 11.4

Figura 11.4. Resumen de Hallazgos.	
Número	Hallazgo
5,1	La gran minería del cobre en Chile utiliza de manera relativamente eficiente la energía, tanto eléctrica como de combustible, respecto de sus competidores internacionales.
5,2	Existen espacios para mejoras en los costos relacionados con el abastecimiento eléctrico, debido al uso especulativo de concesiones mineras de terceros alrededor del área de emplazamiento de proyectos eléctricos de generación o transmisión, dado que aumentan los costos tanto en materia de negociaciones sobre los derechos de los terrenos utilizados, como en materia de juicios a través del amparo de derechos mineros en su calidad de inmuebles (servidumbres legales mineras, denuncia de obra nueva).
5,3	La minería del cobre utiliza de manera eficiente el recurso hídrico. Dicha eficiencia aumentó en el periodo 2009 2015 con una reducción del 25% en el consumo de agua fresca por tonelada mineral procesado en la concentradora, y un 33% en hidrometalurgia; y con el aumento en la recirculación de agua de 68,7% a 72,5%.
5,4	Existen importantes costos de inversión y operación en habilitar el uso de agua de mar, debido a la altura de los yacimientos y la distancia desde las áreas de extracción, lo que abre espacio para el aprovechamiento de economías de escala entre empresas mineras de faenas cercanas para la construcción de desalinizadoras, generación eléctrica y tuberías.
5,5	El sector requiere de una política clara sobre desalinización por parte del Gobierno, y de un marco normativo transparente y expedito.
5,6	No existe una hoja de ruta clara sobre permisos y trámites para la instalación de plantas desalinizadoras.
5,7	Existe un vacío regulatorio respecto de la expulsión de salmuera en las plantas desalinizadoras al medio marino común, que hoy es subsanado mediante el uso de legislación de carácter general.
6,1	La claridad regulatoria, en aspectos como los derechos de agua, tierras, etc., es fundamental para establecer un marco base sobre el que los actores puedan conversar.
6,2	La información temprana, continua, certera y confiable entre las partes es fundamental para la creación de confianza entre comunidades y empresas mineras.
6,3	El Estado y los gobiernos locales son actores fundamentales en la relación empresa comunidad. La transparencia y credibilidad de estos, además de su capacidad de gestión, resultan determinantes para viabilizar soluciones de largo plazo y mutuo beneficio.
6,4	El Estado no es el único que puede acudir de garante a un proceso de relacionamiento empresa comunidad, otras instituciones pueden suplir ese rol.
7,1	En un contexto de aumento de producción y empleo, la industria minera, y en particular la gran minería, han mejorado sus resultados en los indicadores de accidentabilidad en el trabajo respecto del año 2000. No obstante, la tasa de fatalidad sigue siendo elevada respecto a otros sectores de la economía. La tasa de accidentes en trayecto, si bien es una de las más bajas entre sectores, también se ha ido incrementando. El desafío de la industria es mejorar sus indicadores de seguridad mientras que aumenta producción y productividad.
7,2	Existe evidencia que la exposición intermitente a niveles de altura sobre 3.000 msnm demanda cuidados especiales y monitoreo a la salud de los trabajadores.
7,3	Las prácticas organizacionales difieren entre faenas dentro de Chile, y significativamente respecto de faenas internacionales. En Chile existen más niveles jerárquicos, menores niveles de amplitud en la supervisión, y escasa movilidad entre niveles. A nivel nacional, la remuneración variable tiende a incentivar producción por sobre productividad.

Continuación Figura 11.4

Figura 11.4. Resumen de Hallazgos.

Número	Hallazgo
7,4	Debido a las características y escala de los yacimientos chilenos, los tiempos de traslado inciden en la productividad de las faenas, afectando las horas efectivamente trabajadas y el uso de los equipos. Es posible reducir los tiempos de traslado mediante el uso de comedores móviles pero la demora en la tramitación de estos limita la eficacia de esta solución.
7,5	La jornada habitual de trabajo en la gran minería es una jornada excepcional, la cual debe ser aprobada por la Dirección del Trabajo para cada caso. La reciente reforma laboral modifica esto para turnos 4x3, requiriendo solo registro y no aprobación.
7,6	El trámite de autorización de una jornada excepcional ante la Dirección del Trabajo toma en promedio 40 días corridos. Ello afecta la rapidez con la que pueden iniciar las actividades en faena impactando especialmente a los proveedores mineros.
7,7	La normativa vigente de la Dirección del Trabajo que regula las Jornadas Excepcionales permite dictar resoluciones de sistemas excepcionales marco para ser utilizada por las empresas contratistas y subcontratistas que laboran en una determinada empresa principal. A pesar del potencial ahorro en tiempo que este instrumento ofrece, no es utilizado de manera regular.
7,8	El 85% de la dotación del sector trabaja en jornadas excepcionales de 4x4 o 7x7, y un 80% los evalúa de manera positiva, siendo el turno 7x7 el preferido.
7,9	A pesar de acuerdos entre empresas y sindicatos para asegurar la continuidad operacional, esta se mantiene como un desafío permanente, especialmente en el área mina.
7,10	Existe una importante brecha de capital humano en la industria minera a nivel cualitativo y cuantitativo. A nivel cualitativo, existen diferencias entre los perfiles formativos (grupos de competencias) y las necesidades de la industria. A nivel cuantitativo, existen diferencias entre la cantidad ofrecida y la demandada de ciertos profesionales y técnicos.
7,11	Llama la atención el bajo nivel de adherencia por parte de la oferta, especialmente en lo formativo, al Marco de Cualificaciones de la Minería. Por el lado de la demanda -empresas- está empezando a haber mayor adherencia al Marco de Cualificaciones, aunque queda bastante espacio por avanzar.
7,12	Llama la atención el bajo nivel de certificaciones de competencias laborales en la industria minera. Alrededor del 0,3% del total de certificaciones emitidas entre 2002 y septiembre de 2015 son de minería, según cifras de ChileValora.
8,1	La participación de Chile en el mercado de exploración minera es inferior a su participación en producción y reservas.
8,2	Existe baja disponibilidad de territorio para exploración en las principales franjas metalogénicas del país. Esto debido al área que abarcan las concesiones vigentes, y a la facilidad de mantenerlas por su bajo costo, en especial si son solicitadas para minería no metálica.
8,3	Existen indicios de niveles de concentración importantes en la propiedad minera tanto metálica como no metálica. Aunque algunos casos pueden ser fundados en la necesidad de economías a escala del sector, esta concentración actúa en la práctica como una barrera de entrada.
8,4	Existe un mal uso de la concesión minera por parte de algunos agentes, con fines especulativos y como seguro contra potenciales litigios perjudicando a los concesionarios efectivamente mineros. Estos objetivos son distintos a los que la ley considera para entregar en concesión el subsuelo, y por los que el Estado transfiere su propiedad a privados.
8,5	El proceso de constitución de concesiones mineras implica plazos elevados, con demoras de 6 a 8 meses para exploración y 24 a 29 meses para explotación.
8,6	El actual sistema de amparo por patente no constituye un incentivo hacia la ejecución de labores de exploración y explotación, tanto por no exigirlo directamente como por el bajo monto de la patente.

Continuación Figura 11.4

Figura 11.4. Resumen de Hallazgos.	
Número	Hallazgo
8,7	El costo de la patente minera en Chile es bajo en comparación con otros países, más aún si se considera que en otras jurisdicciones se solicitan obligaciones adicionales al pago de una patente para mantener la concesión minera.
8,8	Chile muestra un atraso importante tanto en disponibilidad como en calidad de la información geológica precompetitiva.
8,9	Chile posee una brecha importante respecto de países referentes tanto a nivel de participación de empresas juniors en el gasto en exploración como en el vínculo entre el sector minero y el sector financiero.
8,10	Existe un retraso en el estándar del sistema de coordenadas utilizado en los derechos mineros tanto a nivel nacional como internacional.
9,1	No existe consenso sobre una definición clara y precisa del segmento de mediana minería. Diversos organismos utilizan definiciones heterogéneas (tamaño de dotación y/o producción), lo que repercute en estadísticas de productividad poco consistentes.
9,2	Existe una importante brecha de productividad –medida como horas-hombre por kilo tonelada de material movido –entre mediana y gran minería. Esta brecha existe desde el año 2000, y se ha acentuado a partir de 2007. En los últimos quince años la productividad de la mediana minería ha caído anualmente el doble que la gran minería, y en el acumulado la triplican en términos porcentuales. En 2014 la brecha registrada es la mayor de la serie disponible.
9,3	ENAMI, principal actor estatal de fomento de la pequeña y mediana minería, posee espacios relevantes de modernización.
9,4	La competencia por capital humano en el mercado laboral con la gran minería ha llevado a una escasez de mandos medios (supervisores) en la mediana minería.
9,5	El mercado laboral relevante para la mediana minería nacional se concentra en los poblados cercanos a las faenas, adonde los trabajadores regresan después de la jornada (pocas operan con campamentos), pero en estos existe poca oferta de trabajadores, y no existe formación técnica y profesional vinculada a la minería.
9,6	Existe un déficit en Chile de infraestructura en cantidad y calidad, así como también escasa capacidad instalada para intermodalidad de cargas. Para la mediana minería, la falta de infraestructura en las regiones III y IV se radica principalmente en la falta de puertos.
9,7	La gran minería debido a su escala, ha generado soluciones logísticas a nivel de individual construyendo puertos propios para el transporte de su producción. No obstante, hay espacio para aprovechar economías de escala en algunos puertos por la vía de dar acceso a la mediana minería y aumentar el volumen transportado.
9,8	El procedimiento de cierre de faenas en Chile no difiere significativamente de las mejores prácticas internacionales. Sin embargo, una restricción al sector son las garantías financieras para el proceso de cierre de faenas donde la única alternativa disponible son boletas de garantías.
9,9	El proceso del SEIA supera las capacidades internas de gestión de las empresas de mediana minería. En particular, este problema se acentúa en ampliaciones menores donde los beneficios son menores en relación con el tiempo y recursos requeridos.
10,1	Existe un amplio espacio de mejora en términos de homologación de requisitos a proveedores y contratistas en pos de una mayor eficiencia global del sector, reduciendo los tiempos de acreditación y los costos.
10,2	Los proveedores son parte relevante en la innovación que genera el sector minero y se han desarrollado programas de manera incipiente para aprovechar este potencial.

Continuación Figura 11.4

Figura 11.4. Resumen de Hallazgos.	
Número	Hallazgo
10,3	A diferencia de países referentes, Chile no posee espacios de prueba y pilotaje relevante para nuevas innovaciones en minería, lo cual representa una barrera para el desarrollo de nuevas tecnologías.
10,4	No existen estándares de interoperabilidad en la industria lo cual inhibe las posibilidades de intercambio de datos e innovación.

Resumen de hallazgos y recomendaciones

Resumen hallazgos		
Número	Capítulo	Hallazgo
1,1	1	Minería y sus proveedores constituyen el sector más importante de la economía chilena en una serie de indicadores relevantes para el desarrollo económico y social. Chile presenta una clara ventaja comparativa en el sector minero en general, y en minería de cobre en particular. El país no alcanzará los niveles de desarrollo económico y social deseados si no expande la actividad del sector, y ello no ocurrirá sin el esfuerzo de actores públicos y privados.
1,2	1	El ecosistema en torno a la minería es completo en términos de organismos y funciones, y muy complejo en su interacción. Ningún otro se le compara a nivel nacional: i) empresas grandes, medianas y pequeñas, ii) de propiedad del Estado, de empresas transnacionales y de capitales locales, iii) un importante sector de proveedores, nacionales y extranjeros, iv) grupos organizados de trabajadores, v) asociaciones que representan a empresas, proveedores y trabajadores, y vi) agencias especializadas del Estado y el Gobierno. Por su complejidad, el sector está en una posición privilegiada para lograr acuerdos e implementar políticas de largo plazo en una estrategia minera, que serían determinantes en el desarrollo del país.
1,3	1	El proceso institucional chileno de aprobación o rechazo de grandes proyectos es innecesariamente largo y engorroso, poco a tono con las mejores prácticas internacionales.
2,1	2	Durante el periodo 2000-2014, el país elevó su producción de cobre fino equivalente un 19%; un 17% se dio entre 2000 y 2004, el 2% restante entre 2007 y 2014. En este periodo la productividad parcial del trabajo muestra una caída de 54% si se considera cobre fino por trabajador, pero de 15% si se considera material movido por trabajador. Otros países muestran dinámicas similares.
2,2	2	Durante el periodo 2000-2014, el consumo de energía creció 79%, la contratación de mano de obra 157%, y la inversión de capital 178%. Entre 2000 y 2007 el crecimiento de la demanda por capital, mano de obra y energía fue balanceado en torno a 5-6% anual. Entre 2007 y 2014, el uso de energía creció 4% al año, mientras que la inversión de capital y la contratación de mano de obra crecieron en torno al 7-8% anual.
2,3	2	La productividad total de factores del sector minero de cobre, corregido por factores endógenos y exógenos a la operación, muestra una caída de 1% anual entre 2000 y 2014, acumulando una reducción de 14% en el periodo.
2,4	2	Los factores que contribuyeron positivamente a la producción fueron el material mineral (3.6% al año), la energía (0.9% al año) y la mano de obra (0.5% al año). Mientras que la ley del mineral (-3%) y la productividad de los factores (-1%) aportaron negativamente.

Resumen hallazgos		
Número	Capítulo	Hallazgo
2,5	2	Utilizando un indicador de productividad laboral que considera las horas-hombre requeridas para mover mil toneladas de material, se aprecian importantes brechas en las faenas chilenas, y se constata un empeoramiento generalizado de la productividad durante todo el periodo de análisis (2000-2014). En nuestra muestra, cuando las brechas aumentan es porque el grupo menos eficiente (en términos relativos) incrementa su ineficiencia a una tasa mayor respecto al otro grupo. Por el contrario, cuando las brechas disminuyen es porque el grupo más eficiente (en términos relativos) empeora más rápido su productividad.
2,6	2	La evolución de las brechas durante el periodo de análisis, así como la tendencia a que la productividad caiga es un resultado robusto, independiente de la muestra asociada a la gran minería, confirmado incluso en las faenas que producen sobre 100.000 toneladas anuales, en su mayoría explotadas por grandes empresas de clase mundial.
2,7	2	Las estimaciones de productividad total de factores (PTF) muestran de manera consistente brechas importantes entre faenas chilenas, y una caída permanente durante el periodo de análisis similar al entregado por la productividad parcial de trabajo, lo que confirma los resultados encontrados en el análisis anterior.
2,8	2	La caída en la PTF oscila en una tasa anual promedio de 1.0% y 1.9% según el nivel inicial de productividad de las faenas.
3,1	3	Existe gran dispersión en el desempeño productivo de las operaciones chilenas evaluadas. La operación más eficiente utiliza 43 horas-hombre por mil toneladas de material movido, mientras que la menos eficiente utiliza 115 horas. En promedio se requirió 67 horas-hombre en una faena para mover mil toneladas de material durante el 2015, aunque la mayoría (mediana) utiliza 53 horas-hombre.
3,2	3	Al comparar con las operaciones internacionales se aprecian importantes brechas en los niveles de productividad. En promedio, las operaciones de la muestra internacional realizan la misma labor ocupando 37 horas-hombre menos que el promedio nacional (67), y 23 horas menos que la mayoría de las operaciones nacionales.
3,3	3	Los resultados sugieren que las operaciones menos productivas presentan una composición más heterogénea de horas-hombre entre áreas. Las operaciones menos productivas tienden a tener o una mayor proporción de horas-hombre de planta respecto a mina, o una mayor proporción de servicios de apoyo respecto a mina. En promedio, una faena nacional tiene 1.8 horas-hombre en planta y apoyo por una hora-hombre en mina, en el caso internacional dicho indicador toma el valor 1.3.
3,4	3	La brecha de productividad entre la mejor nacional (43) y la mejor internacional (18) es de 25 horas-hombre por kilo tonelada movida. Es decir, la mejor faena nacional resulta ser un 139% más ineficiente respecto a la mejor de la muestra internacional. Si se compara entre la operación nacional de mejor desempeño con el promedio internacional, dicha diferencia se reduce a 13 horas-hombre. Es decir, la faena nacional más eficiente es un 44% más ineficiente respecto al promedio de la muestra internacional.
3,5	3	La productividad en Mina muestra que, en promedio, las operaciones nacionales utilizan 24 horas-hombre por mil toneladas de material movido. Las brechas entre operaciones locales resultan importantes (221% más ineficiente respecto a la de mejor desempeño). Respecto a la muestra internacional, en promedio, estas últimas operaciones realizan la misma labor utilizando 11 horas-hombre menos, nuevamente una brecha superior al 100%.

Resumen hallazgos		
Número	Capítulo	Hallazgo
3,6	3	La productividad en Planta Concentradora muestra que, en promedio, las operaciones nacionales utilizan 47 horas-hombre para procesar mil toneladas de material. La diferencia entre la faena más y la menos productiva es de 62 horas-hombre, es decir, la menos productiva es un 214% más ineficiente respecto a la mejor.
3,7	3	La productividad en Planta Hidrometalúrgica muestra que, en promedio, las operaciones nacionales utilizan 119 horas-hombre para apilar mil toneladas de material. La diferencia entre la faena más y la menos productiva es de 116 horas-hombre, es decir, la menos productiva es un 177% más ineficiente respecto de la mejor.
3,8	3	La productividad asociada a carguío presenta brechas importantes a nivel nacional: en uso eficiente del activo la brecha es de 28 puntos porcentuales. Las detenciones explican la mayor diferencia de esta brecha, seguido por mantención.
3,9	3	En promedio, la muestra internacional utiliza un 24% más el activo respecto al promedio nacional. Ello equivaldría a utilizar 49 días adicionales al año el activo por parte de la muestra internacional, si el uso del activo fuese de 24 horas los 365 días del año.
3,10	3	La productividad asociada a transporte presenta brechas importantes a nivel nacional: en uso eficiente del activo la brecha es de 32 puntos porcentuales. La mayor diferencia de esta brecha la explican las detenciones seguido de mantenciones.
3,11	3	En promedio, la muestra internacional utiliza un 10% más el activo respecto al promedio nacional. Ello equivaldría, si el uso del activo fuese de 24 horas los 365 días del año, a utilizar 23 días adicionales al año el activo por parte de la muestra internacional.
3,12	3	La brecha nacional en el uso eficiente de la Planta Concentradora es de 13 puntos porcentuales. Se destaca la proporción del tiempo posible utilizado: promedio de 89%.
3,13	3	La mayor fuente de heterogeneidad en el uso eficiente de la Planta Concentradora de la muestra nacional proviene de las mantenciones.
3,14	3	En promedio, la muestra internacional utiliza un 13% más los equipos en Molienda y un 6% más en el Chancado Primario, respecto al promedio nacional.
4,1	4	Existe una importante desaceleración desde 2013 a 2014 en las ventas a mineras por parte de empresas proveedoras, en especial las ventas asociadas a proyectos.
4,2	4	Los proveedores de la minería chilena se encuentran concentrados. En promedio, los dos principales proveedores concentran en torno a la mitad de las ventas en las siete categorías analizadas. Esto sugiere la existencia de economías de escala.
4,3	4	Los proveedores de la minería chilena concentran sus casas matrices en la Región Metropolitana. Sin embargo, aquellos con mayor intensidad de ventas a la minería poseen mayor presencia de sus casas matrices en regiones mineras.
4,4	4	Un tercio de los proveedores de la minería chilena son grandes empresas bajo la clasificación por ventas. Pero en nivel de empleo, un 90% son medianas y pequeñas.
4,5	4	Los proveedores de la minería aumentaron su productividad laboral en el periodo 2013 2014 con mayores variaciones en los proveedores de menor tamaño. Esto se debe a una mayor variación en ventas de dicho segmento.
4,6	4	En general, los proveedores más grandes presentan mayores niveles de productividad laboral que proveedores pequeños y medianos.

Resumen hallazgos		
Número	Capítulo	Hallazgo
4,7	4	Existe un espacio de mejora en la disponibilidad de tiempo de trabajo efectivo en Chile entre 10% a 20% en el largo plazo. Parte de estas ganancias pueden producirse al interior de las empresas, sin acción pública.
4,8	4	Existe una dispersión considerable en los tiempos de acreditación en operaciones de la gran minería del cobre en Chile. La empresa más eficiente demora 15 días, mientras que la menos eficiente demora 75 días.
5,1	5	La gran minería del cobre en Chile utiliza de manera relativamente eficiente la energía, tanto eléctrica como de combustible, respecto de sus competidores internacionales
5,2	5	Existen espacios para mejoras en los costos relacionados con el abastecimiento eléctrico, debido al uso especulativo de concesiones mineras de terceros alrededor del área de emplazamiento de proyectos eléctricos de generación o transmisión, dado que aumentan los costos tanto en materia de negociaciones sobre los derechos de los terrenos utilizados como en materia de juicios a través del amparo de derechos mineros en su calidad de inmuebles (servidumbres legales mineras, denuncia de obra nueva).
5,3	5	La minería del cobre utiliza de manera eficiente el recurso hídrico. Dicha eficiencia aumentó en el periodo 2009-2015 con una reducción del 25% en el consumo de agua fresca por tonelada mineral procesado en la concentradora, y un 33% en hidrometalurgia; y con el aumento en la recirculación de agua de 68,7% a 72,5%.
5,4	5	Existen importantes costos de inversión y operación en habilitar el uso de agua de mar, debido a la altura de los yacimientos y la distancia desde las áreas de extracción, lo que abre espacio para el aprovechamiento de economías de escala entre empresas mineras de faenas cercanas para la construcción de desalinizadoras, generación eléctrica y tuberías.
5,5	5	El sector requiere de una política clara sobre desalinización por parte del Gobierno, y de un marco normativo transparente y expedito.
5,6	5	No existe una hoja de ruta clara sobre permisos y trámites para la instalación de plantas desalinizadoras.
5,7	5	Existe un vacío regulatorio respecto de la expulsión de salmuera en las plantas desalinizadoras al medio marino común, que hoy es subsanado mediante el uso de legislación de carácter general.
6,1	6	La claridad regulatoria, en aspectos como los derechos de agua, tierras, etc., es fundamental para establecer un marco base sobre el que los actores puedan conversar.
6,2	6	La información temprana, continua, certera y confiable entre las partes es fundamental para la creación de confianza entre comunidades y empresas mineras.
6,3	6	El Estado y los gobiernos locales son actores fundamentales en la relación empresa comunidad. La transparencia y credibilidad de estos, además de su capacidad de gestión, resultan determinantes para viabilizar soluciones de largo plazo y mutuo beneficio.
6,4	6	El Estado no es el único que puede acudir de garante a un proceso de relacionamiento empresa-comunidad, otras instituciones pueden suplir ese rol.

Resumen hallazgos		
Número	Capítulo	Hallazgo
7,1	7	En un contexto de aumento de producción y empleo, la industria minera, y en particular la gran minería, ha mejorado sus resultados en los indicadores de accidentalidad en el trabajo respecto del año 2000. No obstante, la tasa de fatalidad sigue siendo elevada respecto a otros sectores de la economía. La tasa de accidentes en trayecto, si bien es una de las más bajas entre sectores, también se ha ido incrementando. El desafío de la industria es mejorar sus indicadores de seguridad mientras que aumenta producción y productividad.
7,2	7	Existe evidencia que la exposición intermitente a niveles de altura sobre 3.000 msnm demanda cuidados especiales y monitoreo a la salud de los trabajadores.
7,3	7	Las prácticas organizacionales difieren entre faenas dentro Chile, y significativamente respecto de faenas internacionales. En Chile existen más niveles jerárquicos, menores niveles de amplitud en la supervisión, y escasa movilidad entre niveles. A nivel nacional, la remuneración variable tiende a incentivar producción por sobre productividad.
7,4	7	Debido a las características y escala de los yacimientos chilenos, los tiempos de traslado inciden en la productividad de las faenas, afectando las horas efectivamente trabajadas y el uso de los equipos. Es posible reducir los tiempos de traslado mediante el uso de comedores móviles pero la demora en la tramitación de estos limita la eficacia de esta solución.
7,5	7	La jornada habitual de trabajo en la gran minería es una jornada excepcional, la cual debe ser aprobada por la Dirección del Trabajo para cada caso. La reciente reforma laboral modifica esto para turnos 4x3, requiriendo solo registro y no aprobación.
7,6	7	El trámite de autorización de una jornada excepcional ante la Dirección del Trabajo toma en promedio 40 días corridos. Ello afecta la rapidez con la que pueden iniciar las actividades en faena impactando especialmente a los proveedores mineros.
7,7	7	La normativa vigente de la Dirección del Trabajo que regula las Jornadas Excepcionales permite dictar resoluciones de sistemas excepcionales marco para ser utilizada por las empresas contratistas y subcontratistas que laboran en una determinada empresa principal. A pesar del potencial ahorro en tiempo que este instrumento ofrece, no es utilizado de manera regular.
7,8	7	El 85% de la dotación del sector trabaja en jornadas excepcionales de 4x4 o 7x7, y un 80% los evalúa de manera positiva, siendo el turno 7x7 el preferido.
7,9	7	A pesar de acuerdos entre empresas y sindicatos para asegurar la continuidad operacional, esta se mantiene como un desafío permanente, especialmente en el área mina.
7,10	7	Existe una importante brecha de capital humano en la industria minera a nivel cualitativo y cuantitativo. A nivel cualitativo, existen diferencias entre los perfiles formativos (grupos de competencias) y las necesidades de la industria. A nivel cuantitativo, hay diferencias entre la cantidad ofrecida y la demandada de ciertos profesionales y técnicos.
7,11	7	Llama la atención el bajo nivel de adherencia por parte de la oferta, especialmente en lo formativo, al Marco de Cualificaciones de la Minería. Por el lado de la demanda -empresas- está empezando a haber mayor adherencia al Marco de Cualificaciones, aunque queda bastante espacio por avanzar.
7,12	7	Llama la atención el bajo nivel de certificaciones de competencias laborales en la industria minera. Alrededor del 0,3% del total de certificaciones emitidas entre 2002 y septiembre de 2015 son de minería, según cifras de ChileValora.

Resumen hallazgos		
Número	Capítulo	Hallazgo
8,1	8	La participación de Chile en el mercado de exploración minera es inferior a su participación en producción y reservas.
8,2	8	Existe baja disponibilidad de territorio para exploración en las principales franjas metalogénicas del país. Esto debido al área que abarcan las concesiones vigentes, y a la facilidad de mantenerlas por su bajo costo, en especial si son solicitadas para minería no metálica.
8,3	8	Existen indicios de niveles de concentración importantes en la propiedad minera tanto metálica como no metálica. Aunque algunos casos pueden ser fundados en la necesidad de economías a escala del sector, esta concentración actúa en la práctica como una barrera de entrada.
8,4	8	Existe un mal uso de la concesión minera por parte de algunos agentes, con fines especulativos y como seguro contra potenciales litigios perjudicando a los concesionarios efectivamente mineros. Estos objetivos son distintos a los que la ley considera para entregar en concesión el subsuelo, y por los que el Estado transfiere su propiedad a privados.
8,5	8	El proceso de constitución de concesiones mineras implica plazos elevados, con demoras de 6 a 8 meses para exploración y 24 a 29 meses para explotación.
8,6	8	El actual sistema de amparo por patente no constituye un incentivo hacia la ejecución de labores de exploración y explotación, tanto por no exigirlo directamente como por el bajo monto de la patente.
8,7	8	El costo de la patente minera en Chile es bajo en comparación con otros países, más aún si se considera que en otras jurisdicciones se solicitan obligaciones adicionales al pago de una patente para mantener la concesión minera.
8,8	8	Chile muestra un atraso importante tanto en disponibilidad como en calidad de la información geológica precompetitiva.
8,9	8	Chile posee una brecha importante respecto de países referentes tanto a nivel de participación de empresas juniors en el gasto en exploración como en el vínculo entre el sector minero y el sector financiero.
8,10	8	Existe un retraso en el estándar del sistema de coordenadas utilizado en los derechos mineros tanto a nivel nacional como internacional.
9,1	9	No existe consenso sobre una definición clara y precisa del segmento de mediana minería. Diversos organismos utilizan definiciones heterogéneas (tamaño de dotación y/o producción), lo que repercute en estadísticas de productividad poco consistentes.
9,2	9	Existe una importante brecha de productividad –medida como horas-hombre por kilo tonelada de material movido –entre mediana y gran minería. Esta brecha existe desde el año 2000, y se ha acentuado a partir de 2007. En los últimos quince años la productividad de la mediana minería ha caído anualmente el doble que la gran minería, y en el acumulado la triplican en términos porcentuales. En 2014 la brecha registrada es la mayor de la serie disponible.
9,3	9	ENAMI, principal actor estatal de fomento de la pequeña y mediana minería, posee espacios relevantes de modernización.
9,4	9	La competencia por capital humano en el mercado laboral con la gran minería ha llevado a una escasez de mandos medios (supervisores) en la mediana minería.

Resumen hallazgos		
Número	Capítulo	Hallazgo
9,5	9	El mercado laboral relevante para la mediana minería nacional se concentra en los poblados cercanos a las faenas, adonde los trabajadores regresan después de la jornada (pocas operan con campamentos), pero en estos existe poca oferta de trabajadores, y no hay formación técnica y profesional vinculada a la minería.
9,6	9	Existe un déficit en Chile de infraestructura en cantidad y calidad, así como también escasa capacidad instalada para intermodalidad de cargas. Para la mediana minería la falta de infraestructura en las regiones III y IV se radica principalmente en la falta de puertos.
9,7	9	La gran minería debido a su escala, ha generado soluciones logísticas a nivel individual construyendo puertos propios para el transporte de su producción. No obstante, hay espacio para aprovechar economías de escala en algunos puertos por la vía de dar acceso a la mediana minería y aumentar el volumen transportado.
9,8	9	El procedimiento de cierre de faenas en Chile no difiere significativamente de las mejores prácticas internacionales. Sin embargo, una restricción al sector son las garantías financieras para el proceso de cierre de faenas donde la única alternativa disponible son boletas de garantía.
9,9	9	El proceso del SEIA supera las capacidades internas de gestión de las empresas de mediana minería. En particular, este problema se acentúa en ampliaciones menores donde los beneficios son menores en relación con el tiempo y recursos requeridos.
10,1	10	Existe un amplio espacio de mejora en términos de homologación de requisitos a proveedores y contratistas en pos de una mayor eficiencia global del sector, reduciendo los tiempos de acreditación y los costos.
10,2	10	Los proveedores son parte relevante en la innovación que genera el sector minero y se han desarrollado programas de manera incipiente para aprovechar este potencial.
10,3	10	A diferencia de países referentes, Chile no posee espacios de prueba y pilotaje relevantes para nuevas innovaciones en minería, lo cual representa una barrera para el desarrollo de nuevas tecnologías.
10,4	10	No existen estándares de interoperabilidad en la industria, lo cual inhibe las posibilidades de intercambio de datos e innovación.

Resumen recomendaciones públicas y sectoriales				
Número	Capítulo	Tipo	Recomendación	Instituciones Públicas encargadas de implementación
1,1	1	Pública	Establecer una Oficina de Grandes Proyectos con la función de reducir los plazos de aprobación o rechazo de proyectos mediante una mayor eficiencia y coordinación entre las diversas agencias públicas, nacionales y regionales, que participan en el proceso. La OGP debe ser institucionalizada, y dotada de mecanismos de acción similares a los de mejores prácticas internacionales, incluyendo criterios de transparencia.	1. Servicio de Evaluación e Impacto Ambiental. 2. Ministerio de Hacienda. 3. SERNAGEOMIN. 4. Ministerio de Obras Públicas. 5. Ministerio de Salud.
3,1	3	Pública	A través de la Comisión Chilena del Cobre, u otra agencia que el gobierno estime conveniente, producir indicadores y estudios periódicos de productividad del sector minero similares a los de este capítulo, tal que complementen los estudios periódicos de competitividad que la Comisión Chilena del Cobre ya viene haciendo.	1. Ministerio de Minería. 2. Comisión Chilena del Cobre.
5,1	5	Público	Establecer la obligatoriedad de informar a la Dirección General de Aguas un hallazgo de aguas del minero, pero evitar generar un permiso de aprovechamiento en torno a ellas.	1. Ministerio de Obras Públicas. 2. Dirección General de Aguas.
5,2	5	Sectorial	Promover un mayor uso de infraestructura compartida en temas hídricos (desalinizadoras, tuberías, entre otros), sea a través de las empresas mineras coordinándose entre sí, sea a través de un tercero que construya la infraestructura y asuma los costos de coordinación, u otra alternativa factible, como podría ser un sistema de interconexión hídrico.	1. Ministerio de Obras Públicas. 2. Dirección General de Aguas.
5,3	5	Público	Establecer una hoja de ruta clara de los permisos y tiempos requeridos para la aprobación de proyectos de plantas desalinizadoras.	1. Ministerio de Defensa. 2. Subsecretaría de FF.AA. 3. Departamento Asuntos Marítimos.
5,4	5	Público	Establecer un capítulo específico en los reglamentos respecto de los residuos de las plantas de tratamiento de aguas, relativo a las plantas desalinizadoras, en cumplimiento con los estándares internacionales en materia de medio ambiente.	1. Ministerio de Defensa. 2. Subsecretaría de FF.AA. 3. Departamento Asuntos Marítimos.
6,1	6	Público	Implementar las propuestas del Consejo Asesor Presidencial Contra los conflictos de Interés, El Tráfico de Influencias y la Corrupción respecto a los fondos recibidos por gobiernos locales, para hacer que los gobiernos locales establezcan mejor marco institucional, con mayor transparencia y eficiencia.	1. Municipalidades. 2. SEREMIs regionales (vinculadas a decisiones con la comunidad).

Resumen recomendaciones públicas y sectoriales				
Número	Capítulo	Tipo	Recomendación	Instituciones Públicas encargadas de implementación
6,2	6	Público	A través del Ministerio de Minería, favorecer y fomentar modelos de diálogo permanente para grandes proyectos entre empresas y comunidades mediante la elaboración de una guía de estándares de participación para grandes proyectos mineros de manera análoga a lo realizado por el Ministerio de Energía para proyectos energéticos.	1. Ministerio de Minería
6,3	6	Público	Avanzar en la implementación de las 25 medidas de la Comisión Asesora Presidencial para el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental con el objetivo de disponer de la mejor evaluación ambiental posible facilitando un mejor diálogo empresas y comunidades. En particular las propuestas: Relacionamiento Temprano, Consulta Indígena y Fortalecimiento de la participación ciudadana en el SEIA.	1. Municipalidades. 2. SEREMIs regionales (vinculadas a decisiones con la comunidad). 3. Servicio de Evaluación e Impacto Ambiental.
6,4	6	Sectorial	Implementar un sistema de resolución de controversias y conflictos, como el promovido por Valor Minero, en el cual los actores puedan solicitar una mediación, arbitraje o conciliación así como establecer una entidad certificadora que habilite y potencie a las organizaciones que participan en el proceso de diálogo.	1. CORFO. 2. Fondo de Inversión Estratégica.
7,1	7	Sectorial	Mejorar los resultados de seguridad en conjunto con producción y productividad. Para ello resulta necesario el esfuerzo conjunto de empresas, trabajadores, proveedores y el Gobierno.	1. SERNAGEOMIN.
7,2	7	Público	Adaptar el Decreto Supremo 594 del Ministerio de Salud respecto al trabajo en altura a la luz de los resultados que el estudio de la Superintendencia de Seguridad Social irá arrojando en el futuro respecto al tema.	1. Ministerio de Salud 2. Superintendencia de Seguridad Social.
7,3	7	Público	El Ministerio de Salud debe establecer criterios únicos, y de manera explícita, para que el establecimiento de comedores móviles no esté sujeto a interpretaciones, y de esta forma hacer expedito el proceso de aprobación/rechazo de la solicitud.	1. Ministerio de Salud
7,4	7	Público	Simplificar la Orden de Servicio N° 5 del 20.11.2009 de la Dirección del Trabajo respecto a la autorización de sistemas excepcionales marco de distribución de jornada de trabajo y descansos haciendo más expedita la autorización de jornadas excepcionales para contratistas y proveedores.	1. Dirección del Trabajo.
7,5	7	Público	La Dirección del Trabajo debe continuar con los esfuerzos de incorporar tecnologías de la información al proceso de autorización de la Jornada Excepcional, de tal forma que el proceso resolutivo sea más eficiente.	1. Dirección del Trabajo.

Resumen recomendaciones públicas y sectoriales				
Número	Capítulo	Tipo	Recomendación	Instituciones Públicas encargadas de implementación
7,6	7	Público	Restablecer los “pactos de adaptabilidad” discutidos en la reciente reforma laboral, pero vetados en el texto final. Esto facilitaría el acuerdo entre empresa y trabajadores para asegurar la “continuidad operacional”.	1. Ministerio del Trabajo
7,7	7	Público	Agregar a la posibilidad estipulada en el Artículo 375 del Código del Trabajo las jornadas excepcionales del tipo 4x4 y 7x7, para que así dichas jornadas se vean beneficiadas con la resolución exenta por parte de la Dirección del Trabajo.	1. Ministerio del Trabajo
7,8	7	Sectorial	Vincular la preparación de las especialidades mineras en la Educación Media Técnico-Profesional y Centros de Formación Técnica con las definidas por el Marco de Cualificaciones de la Minería desarrollado por el Consejo de Competencias Mineras. Más concretamente, condicionar la acreditación del programa, la subvención correspondiente, y el egreso de los estudiantes a la certificación en las mismas.	1. Ministerio del Trabajo. 2. Ministerio de Educación. 3. ChileValora.
7,9	7	Sectorial	Incrementar en la industria los niveles de capacitación, los cuales deben estar alineados con el Marco de Cualificaciones de la Minería. De igual forma, llevar a cabo mayores esfuerzos en la industria para certificar sus trabajadores, estableciendo compromisos y cronogramas claros.	1. Ministerio del Trabajo. 2. Ministerio de Educación. 3. ChileValora.
7,10	7	Sectorial	Actualizar los perfiles de competencias por especialidad con las necesidades de un mundo cada vez más automatizado y digitalizado.	1. Ministerio del Trabajo. 2. Ministerio de Educación. 3. ChileValora.
8,1	8	Público	Aumentar la Patente Anual pasando de una lineal a una progresiva, que aumenta a través del tiempo, tanto en exploración como en explotación, pero permitiendo una rebaja del pago de la patente mediante mecanismos de contraprestación por parte del concesionario minero (información geológica, trabajos, entre otros).	1. Ministerio de Minería.
8,2	8	Público	Equiparar la Patente Anual de explotación de sustancias no metálicas con el nivel de las de sustancias metálicas.	1. Ministerio de Minería.
8,3	8	Público	Establecer incentivos y sanciones al incumplimiento de la obligación de información geológica prevista en el artículo 21 del Código de Minería.	1. Ministerio de Minería.
8,4	8	Público	Fortalecer el SERNAGEOMIN, otorgando facultades más amplias y parámetros claros de fiscalización a los departamentos que posee, todo ello con el objetivo de maximizar el impacto de los ámbitos de trabajos de cada uno de ellos.	1. Ministerio de Minería. 2. SERNAGEOMIN.

Resumen recomendaciones públicas y sectoriales				
Número	Capítulo	Tipo	Recomendación	Instituciones Públicas encargadas de implementación
8,5	8	Sectorial	Homologar las condiciones entre peritos e ingenieros habilitados para realizar labores de mensura, y que la calificación anual a la que es sometida su labor esté a disposición del público.	1. Ministerio de Minería. 2. SERNAGEOMIN. 3. Consejo de Competencias Mineras.
8,6	8	Público	Restringir la solicitud consecutiva e inmediata de concesiones de exploración entre personas relacionadas.	1. Ministerio de Minería.
8,7	8	Público	Reducir los plazos envueltos en el procedimiento de solicitud, evaluación y constitución de concesiones.	1. Ministerio de Minería.
8,8	8	Público	Rediseñar el proceso de remates por desamparo de concesiones mineras, mediante acciones que propendan a la coordinación y transmisión rápida de información entre todos los involucrados en dichos procesos.	1. Ministerio de Minería.
8,9	8	Público	Actualizar el sistema de coordenadas y datum de derechos mineros desde PSAD56/SAD69 a WGS84.	1. Ministerio de Minería. 2. SERNAGEOMIN.
8,10	8	Público	Adoptar un sistema de cuadrícula para la solicitud de concesiones mineras en el mediano plazo.	1. Ministerio de Minería.
8,11	8	Sectorial	Desarrollar un programa de formación en financiamiento de proyectos en exploración y minería con el objetivo de disminuir las brechas de información entre el sector financiero y el minero.	1. Ministerio de Minería. 2. SERNAGEOMIN. 3. CORFO. 4. Fondo de Inversión Estratégica.
8,12	8	Público	Establecer un amparo mixto, traducido en el pago de una patente, el otorgamiento de información geológica al Estado y la formulación de planes mínimos de trabajo para la solicitud y renovación de derechos de exploración, así como evidencia de mineralización y planes mínimos de trabajo para los derechos de explotación.	1. Ministerio de Minería. 2. SERNAGEOMIN.
8,13	8	Público	Aumentar el periodo de la concesión de exploración de 2 a 3 años y permitir dos prórrogas en vez de una, totalizando 9 años máximo.	1. Ministerio de Minería.
8,14	8	Público	Establecer un límite temporal a la concesión de explotación de 30 años como máximo, susceptible de renovaciones prioritarias e ilimitadas por igual periodo.	1. Ministerio de Minería.

Resumen recomendaciones públicas y sectoriales				
Número	Capítulo	Tipo	Recomendación	Instituciones Públicas encargadas de implementación
8,15	8	Público	Modificar las disposiciones del artículo 15 y siguientes del Código de Minería, que exceptúan a algunas actividades (viñedos y arboledas) de la regla general de someter al Juez competente la solicitud de permiso para catar y cavar ante la negativa del dueño, con el fin de igualar tratamiento judicial para resolver conflictos entre todas las actividades; privilegiando siempre la convivencia entre ellas con estándares medioambientales adecuados y la determinación de la compensación debida.	1. Ministerio de Minería.
9,1	9	Público	Consensuar entre los diversos actores del sector una definición clara del segmento de mediana minería que permita elaborar estadísticas públicas y periódicas. Dicha definición debiese enfocarse más en producción que en empleo.	1. SERNAGEOMIN. 2. ENAMI. 3. COCHILCO.
9,2	9	Público	Encomendar a la Comisión Chilena del Cobre que continúe con sus esfuerzos, como la primera caracterización del segmento, con el objetivo de aumentar la comprensión sobre la mediana minería dada su importancia creciente a futuro para Chile.	1. SERNAGEOMIN. 2. COCHILCO.
9,3	9	Público	Complementar el análisis de brechas para la gran minería realizado en este estudio con un análisis similar para la mediana minería en Chile, idealmente con empresas similares en países referentes. Ello permitirá definir una línea base para monitorear la evolución del segmento.	1. SERNAGEOMIN. 2. COCHILCO.
9,4	9	Público	Incorporar las directrices de la OCDE (2011) para empresas públicas a ENAMI, modernizando su gobierno corporativo, y fomentando la transparencia de la empresa.	1. Ministerio de Minería. 2. ENAMI. 3. Sistema de Empresas Públicas.
9,5	9	Sectorial	Establecer una política local de formación minera en ciudades donde el empleo de la minería es relevante, en especial las zonas donde opera la mediana minería. Se debe potenciar a los liceos locales con formación minera (abriendo especialidades en minería, junto con apoyar con la infraestructura y materiales necesarios), así como aprovechar de impulsar carreras mineras en los CFT en zonas donde la mediana minería es importante.	1. Ministerio de Educación. 2. Ministerio de Minería.

Resumen recomendaciones públicas y sectoriales				
Número	Capítulo	Tipo	Recomendación	Instituciones Públicas encargadas de implementación
9,6	9	Público	Aumentar la cantidad y calidad de infraestructura en carreteras, ferroviaria y marítima, junto con invertir en intermodalidad entre los tres medios siguiendo los lineamientos del Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (2015).	1. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. 2. Ministerio de Obras Públicas. 3. Empresa de Ferrocarriles del Estado. 4. Empresas Portuarias Estatales.
9,7	9	Sectorial	Facilitar e incentivar la incorporación de la mediana minería a proyectos de infraestructura privados de la gran minería (puertos, desaladoras, entre otros), en los cuales existan potenciales economías de escala.	1. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. 2. Ministerio de Obras Públicas.
9,8	9	Público	Ampliar las opciones de instrumentos financieros para garantizar el cierre de faenas mineras. Siguiendo el modelo de Western Australia, analizar la posibilidad de incorporar un fondo común de garantías que también sirve para recuperar relaves y botaderos abandonados.	1. SERNAGEOMIN. 2. Ministerio de Minería.
9,9	9	Público	Implementar las recomendaciones de la Comisión Asesora Presidencial para la Evaluación del SEIA (2016). La mayoría requiere solo modificaciones de reglamento, lo que favorece su rápida implementación.	1. Ministerio del Medio Ambiente. 2. Ministerio de Minería.
10,1	10	Sectorial	Modificar el Decreto Supremo N° 99 de 19.3.2015 del Ministerio de Minería para establecer un criterio claro y la opción para las empresas de retirarse del registro del Curso Homologado de Inducción Básica en Faenas Mineras.	1. Ministerio de Minería, 2. SERNAGEOMIN
10,2	10	Sectorial	Fijar un estándar común sobre las características técnicas, y otros criterios mínimos, que deben cumplir los vehículos livianos. Si un acuerdo entre las empresas no es posible, fijarlo en la normativa de Seguridad Minera e incorporarlo en el Reglamento de Seguridad Minera (DS 132).	1. Ministerio de Minería, 2. SERNAGEOMIN
10,3	10	Sectorial	Considerar como examen pre ocupacional y ocupacional vigente todo aquel que tenga un trabajador con el fin de evitar duplicar esfuerzos.	1. Ministerio del Trabajo, 2. Superintendencia de Seguridad Social, 3. Ministerio de Salud
10,4	10	Sectorial	Implementar un Pasaporte Minero que otorgue movilidad en el corto plazo a los trabajadores de empresas mineras y contratistas, con especial énfasis en su escalamiento.	1. Ministerio de Minería, 2. Ministerio del Trabajo, 3. Superintendencia de Seguridad Social, 4. Ministerio de Salud

Resumen recomendaciones públicas y sectoriales				
Número	Capítulo	Tipo	Recomendación	Instituciones Públicas encargadas de implementación
10,5	10	Sectorial	Dar continuidad a los esfuerzos de asociatividad público privados como el Programa Nacional de Minería Alta Ley, y sus componentes evaluando su desempeño y posibilidades de mejoras a 5 años.	1. Ministerio de Economía, 2. Ministerio de Minería, 3. CORFO
10,6	10	Sectorial	Establecer indicadores de innovación claros que permitan dar seguimiento al impacto de la Plataforma de Innovación Abierta.	1. Ministerio de Economía, 2. Ministerio de Minería, 3. CORFO
10,7	10	Sectorial	Asegurar la disponibilidad de espacios de prueba, pilotaje y capacitación para innovaciones. Fomentar el uso de yacimientos abandonados y periodos de capacidad ociosa en la mediana minería.	1. Alta Ley, CORFO
10,8	10	Sectorial	Alinear las características de dichos espacios con las brechas priorizadas en la Hoja de Ruta Tecnológica.	1. Alta Ley, CORFO
10,9	10	Sectorial	Fomentar la interoperabilidad entre los sistemas de comunicaciones e información en todos los procesos de la producción minera mediante el desarrollo de instrumentos para ello (por ejemplo, estándares de interoperabilidad) en conjunto con los proveedores y empresas mineras del sector.	1. Alta Ley, CORFO

Glosario

El siguiente es el glosario de algunas de las palabras que recurrentemente son utilizadas a través del informe. No obstante, invitamos al lector ir a la página web original de CODELCO Educa para buscar alguna otra palabra que le resulten de interés (https://www.codelcoeduca.cl/glosario/glosario_o.asp).

Acuífero: es una formación geológica permeable que es capaz de almacenar y producir agua subterránea.

Ánodos: placas metálicas de cobre o plomo que se instalan en la celda electrolítica por las cuales entra la corriente eléctrica (carga positiva). En la electrorrefinación los ánodos son placas gruesas de cobre producto de la etapa de fundición, los cuales se someten a refinación mediante electrólisis, en la cual todo el cobre que los constituye se disuelve y se deposita en el cátodo de cobre puro, que es un producto de alta pureza, y las impurezas que contiene (metales nobles como oro, plata, etc.) quedan depositadas en el fondo de la celda en la forma de barro anódico.

Botaderos: son lugares especialmente destinados para recibir el material estéril de la mina a rajo abierto y los ripios que se obtienen al desarmar las pilas de lixiviación.

Cátodos de cobre: son las placas de cobre de alta pureza que se obtienen en el proceso de electrorrefinación y de electroobtención. Estos cátodos también se llaman cátodos de cobre electrolítico de alta pureza y tienen una concentración de 99,9%.

Celdas de electroobtención: son las celdas electrolíticas en las que se realiza el proceso de electro obtención.

Celdas de flotación: son espacios cerrados donde se realiza la concentración del cobre mediante el burbujeo de aire en una solución. Las partículas de cobre que son hidrofóbicas se adhieren a las burbujas de aire y suben a la superficie desde donde rebasan a canaletas que se encuentran a los costados.

Chancado: proceso mediante el cual se disminuye el tamaño de las rocas mineralizadas triturándolas en chancadoras y molinos. El material extraído pasa por tres

tipos de chancadoras (chancador primario, secundario y terciario) hasta llegar a tamaños de menos de 1/2 pulgada.

Chancador primario: es la maquinaria que realiza el primer proceso de chancado del material. Este puede ser un chancador giratorio, el que está formado por una superficie fija y una superficie móvil, ambas con la forma de un cono invertido. La superficie móvil gira con un movimiento excéntrico en un eje de rotación diferente al de la pieza fija y, por tanto, las rocas son trituradas cuando las dos superficies se encuentran.

Cobre blíster: cobre producido a partir de la fusión de la mata o eje en los hornos convertidores con una pureza de 99,5%. Este cobre es llevado a los hornos de refinación y de moldeo desde donde se obtiene el cobre anódico que va a la electrorrefinación. Su nombre proviene del aspecto que tienen los productos moldeados en su superficie (blister = ampolla).

Concentración: es la etapa del proceso productivo del cobre que continúa a la extracción del mineral sulfurado. En esta etapa se realiza el proceso de chancado, molienda y flotación, del que se obtiene el concentrado de cobre.

Concentrado de cobre: pulpa espesa obtenida de la etapa de flotación en el proceso productivo, en la que se encuentra una mezcla de sulfuro de cobre, fierro y una serie de sales de otros metales. Su proporción depende de la mineralogía de la mina.

Concentrador: planta de tratamiento o beneficio de mineral, donde se produce la concentración de las partículas de minerales de cobre u otro elemento, dando como resultado el concentrado por un lado y el relave o cola, por otro. En yacimientos de cobre se utiliza el proceso de flotación para los minerales sulfurados, logrando concentrar estos desde valores cercanos al 1% hasta valores de 30%. Existen otros métodos de concentración que se utilizan para otros metales, como por ejemplo el magnético para los minerales de hierro, o el gravitatorio para metales pesados, como el oro.

Depósito: parte o fracción de la corteza terrestre donde a través de procesos geológicos se formaron, forman o acumulan, sustancias minerales útiles que pueden ser explotadas con beneficio económico, con los medios técnicos disponibles.

Electrometalurgia: término que abarca todos los procesos eléctricos para trabajar los metales, como por ejemplo: electroobtención, electrorrefinación, etc., donde se utiliza el principio de la electrólisis.

Electroobtención: proceso electrometalúrgico que se realiza en celdas electrolíticas, donde se disponen alternadamente un ánodo (placa de plomo o de acero

inoxidable) y cátodos (placa de acero inoxidable) dentro de la solución electrolítica previamente concentrada. Las placas metálicas están conectadas formando un circuito en que la corriente entra por los ánodos (polo positivo), viaja a través del electrolito y sale por los cátodos. El proceso se realiza mediante la aplicación de una corriente eléctrica de baja intensidad, la cual provoca que los cationes de Cu, de carga +2 (Cu^{+2}) sean atraídos hacia el polo negativo o cátodo y se depositen sobre este en forma metálica y de carga cero (Cu^0), con una pureza de 99,99% de cobre.

Electrorrefinación: este proceso se lleva a cabo en las celdas electrolíticas en donde se ponen alternadamente un ánodo de cobre blister y un cátodo inicial de cobre puro en una solución de ácido sulfúrico. A esta instalación se le aplica una corriente eléctrica continua de baja intensidad, que hace que se disuelva el cobre del ánodo y se deposite en el cátodo inicial, lográndose cátodos de 99,97% de pureza mínima.

Escoria: material constituido en un 90% o más por sílice y hierro, con algún contenido de cobre residual, que se separa de la mezcla fundida en el interior de hornos de reverbero o convertidores por gravedad, quedando esta en la parte superior desde donde es retirada en forma separada de la parte donde está el cobre por vaciado del horno.

Estéril: se refiere al material que no tiene cobre (su ley está bajo la ley de corte), el cual es enviado a botaderos.

Flotación: procedimiento que permite concentrar el cobre de la pulpa de material mineralizado que viene del proceso de molienda. En las celdas de flotación se hace burbujear oxígeno desde el fondo de manera que las partículas de cobre presentes en la pulpa se adhieren a las burbujas de aire y así suben con ellas y se acumulan en una espuma. La espuma rebasa hacia canaletas que bordean las celdas y que lo llevan al proceso de decantación.

Fundición: el proceso de fundición va desde la recepción y clasificación del concentrado de cobre hasta la producción de ánodos de 99,6 a 99,7%. El principal objetivo de la fundición es separar en el concentrado de cobre otros minerales e impurezas. Para esto el concentrado de cobre se funde en hornos de reverbero desde donde se obtiene la escoria y el eje (o mata) que contiene 45 a 48% de cobre. El eje o mata es llevado a los hornos convertidores donde se separa el azufre y el hierro obteniéndose metal blanco que contiene hasta un 75% de cobre. El metal blanco es llevado a un proceso de conversión desde donde se obtiene el cobre blister que tiene un 96% de cobre. Finalmente, este cobre es llevado

al proceso de pirorrefinación donde se obtiene el cobre anódico que contiene 96,6 a 96,7% de cobre.

Granulometría: se refiere al tamaño de los granos que forman la mezcla.

Hidrometalurgia: rama de la metalurgia en la cual el elemento de interés es extraído desde una solución que lo contiene. En la metalurgia del cobre esta metodología es aplicada a los minerales oxidados, mediante la lixiviación en pilas o en bateas.

Ley de cobre: es el porcentaje de cobre que encierra una determinada muestra. Cuando se habla de una ley del 1% significa que en cada 100 kilogramos de roca mineralizada hay 1 kilogramo de cobre puro.

Ley de corte: corresponde a la ley más baja que puede tener un cuerpo mineralizado para ser extraído con beneficio económico. Todo el material que tiene un contenido de cobre sobre la ley de corte se clasifica como mineral y es enviado a la planta para ser procesado, en tanto que el resto, que tiene un contenido de cobre más bajo, se considera estéril o lastre y debe ser enviado a botaderos.

Ley de mineral: se refiere a la concentración de oro, plata, cobre, estaño, etc., presente en las rocas y en el material mineralizado de un yacimiento.

Ley de un yacimiento: la distribución de una mineralización dentro de un yacimiento no es uniforme, existiendo zonas con menas de análogas o idénticas mineralogías, pero distintas leyes. La ley de un yacimiento es la media ponderada de las leyes correspondientes a las menas de las distintas zonas del yacimiento.

Línea de los óxidos: son los procesos y procedimientos que se aplican para obtener cobre de los minerales oxidados. Los minerales oxidados de cobre se encuentran sobre la corteza o muy cerca de ella y son fácilmente atacables por las soluciones ácidas. Por eso es que la línea de los óxidos incluye el proceso de lixiviación y no el de fundición. La línea de los óxidos incluye los procesos de extracción, chancado, molienda, lixiviación y electroobtención.

Línea de los sulfuros: conjunto de procesos y procedimientos que se aplican para extraer el cobre a partir de los minerales sulfurados. En este tipo de roca el cobre se encuentra en combinación con azufre y otros metales. La línea de los sulfuros consiste en: extracción, chancado, molienda, flotación, secado, fundición y electrorrefinación.

Lixiviación: proceso hidrometalúrgico mediante el cual se provoca la disolución de un elemento desde el mineral que lo contiene para ser recuperado en etapas posteriores mediante electrólisis. Este proceso se aplica a las rocas que contienen minerales oxidados, ya que estos son fácilmente atacables por los ácidos. En la lixiviación del cobre se utiliza una solución de ácido sulfúrico (H_2SO_4).

Minas a rajo abierta: estas minas se explotan en la superficie utilizando una línea de explosivos. Luego de la tronadura, que remueve el material mineralizado, se realiza el carguío en camiones o en cintas transportadoras, usando cargadores frontales o palas mecánicas, que lo llevan hasta la Planta de Chancado para iniciar el proceso de concentración.

Minas subterráneas: son las minas cuya explotación se realiza bajo tierra. En estas minas el sistema de explotación que se utiliza para extraer las rocas es el de hundimientos por bloques.

Mineral: compuesto químico inorgánico, de origen natural, que posee una estructura interna y composición química característica, formado como resultado de procesos geológicos. Un mineral puede estar constituido por un solo elemento (nativos, como por ejemplo: oro, plata, cobre) o, más comúnmente, por una asociación de distintos elementos (sulfuros, carbonatos, óxidos, etc). En la actualidad se han reconocido más de 3.000 especies de minerales. Término minero que se refiere a la masa rocosa mineralizada o recurso que es susceptible de extraerse y procesarse con beneficio económico. De esta manera, se diferencia entre mineral y estéril o lastre, que no tiene valor económico.

Mineral oxidado: se refiere a los óxidos de cobre, que es una de las formas en las que se encuentra el cobre en la naturaleza.

Mineral primario: zona primaria. Corresponde a la parte profunda de un yacimiento en que se han preservado las características de su formación original, con minerales formados a grandes presiones y temperaturas, por lo que las rocas son en general duras e impermeables. En yacimientos de cobre los minerales de mena característicos son los sulfuros bornita, calcopirita y pirita.

Mineral secundario: zona secundaria. Corresponde a la parte que se ubica inmediatamente sobre la primaria, en que los minerales han sido alterados por efecto de la circulación de aguas de origen superficial, lo cual produce disolución de algunos minerales (por ejemplo, anhidrita) y enriquecimiento de los sulfuros, lo cual consiste en el aumento del contenido de cobre, pasando a constituir otro mineral (por ejemplo, transformación de calcopirita, con un 35% de cobre, a calcosina, con un 80% de cobre). Generalmente constituyen las zonas de mejores leyes en sulfuros de un yacimiento.

Mineral sulfurado de cobre: se refiere a un mineral que tiene cobre en forma de sulfuros.

Minerales de cobre: los minerales de cobre pueden ser minerales sulfurados (o sulfuros) y minerales oxidados (u óxidos).

Molienda: proceso mediante el cual se reduce el tamaño del material mineralizado a menos de 0.2 milímetros, de manera que sea adecuado para la flotación. Al material mineralizado que viene de la planta de chancado se le agrega agua y algunos reactivos y se lleva a los molinos de barra y de bolas. Los molinos giran y las barras o bolas muelen el material.

Molino SAG -molino Semi Autógeno: este es un molino de gran capacidad que recibe material directamente del chancador primario. El molino tiene en su interior bolas de acero de manera que, cuando el molino gira, el material cae y se va moliendo por efecto del impacto. La mayor parte del material que sale de este molino pasa a la etapa de flotación para obtener el concentrado de cobre, y una menor proporción vuelve a la molienda en el molino de bolas para seguir moliéndolo.

Óxidos: en sentido estricto, se refiere a minerales formados por el enlace entre metales y metaloides con oxígeno. En minería, se utiliza este término para referirse a todos los minerales derivados del proceso de oxidación de un yacimiento, es decir, el ataque del mineral por parte del oxígeno proveniente de la atmósfera bajo la forma de fluidos oxidantes (agua, aire). Por esta razón estos minerales se forman cerca de la superficie. Entre los minerales oxidados de cobre u óxidos más comunes se tiene los carbonatos (malaquita y azurita), los sulfatos (brochantita y antlerita), el oxiclورو (atacamita y el silicato hidratado crisocola).

Pilas de lixiviación: son las acumulaciones de material mineralizado que se realizan en forma mecanizada, formando una especie de torta o terraplén continuo de 6 a 8 m de altura, levemente inclinada para permitir el escurrimiento y captación de las soluciones, sobre la que se riega una solución de ácido sulfúrico para extraer el cobre de los minerales oxidados.

Plan minero: programa de producción de corto, mediano y largo plazo de una faena minera, que contempla a lo menos el ritmo de producción (toneladas de mineral y estéril), sectores por explotar, leyes y destinos de los diferentes materiales que se extraen.

Planimetría: parte de la topografía que comprende los métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala sobre una superficie plana, de todos los detalles interesantes del terreno prescindiendo de su relieve.

Planos topográficos: representación gráfica de una superficie, identificando aspectos esenciales para la planificación de una obra, como son coordenadas, alturas y pendientes.

Planta: se refiere a todas las instalaciones industriales en que se realizan los procesos de beneficio de mineral para la extracción del cobre. Cada área también es nombrada como planta; por ejemplo, planta de chancado, planta de secado, etc.

Polifuncional: es una característica de los trabajadores de la mina. Los operarios polifuncionales están capacitados y aptos para asumir responsabilidades, trabajos y manejo de todos los equipos y herramientas que se requieren en cualquier parte del proceso extractivo del cobre.

Pórfido cuprífero: tipo de yacimiento de gran tamaño y ley baja, originado por el emplazamiento de un cuerpo intrusivo a gran temperatura en la corteza terrestre. La mineralización se encuentra distribuida en toda la roca en forma diseminada (partículas) y en estructuras (vetas, fracturas y fallas). Generalmente tiene contenidos entre 0,3% y 2,5% de cobre total y tonelajes de entre 200 y 5.000 millones de toneladas.

Proceso de producción de los óxidos: las etapas del proceso de producción de óxidos son: extracción, chancado, lixiviación y electroobtención.

Proceso de producción de los sulfuros: las etapas del proceso de producción de los sulfuros son: extracción, chancado, concentración, fundición y electrorrefinación.

Proceso electrometalúrgico: en un proceso de electrometalurgia se usa la electricidad para extraer el metal valioso desde el concentrado.

Relave: corresponde al residuo, mezcla de mineral molido con agua y otros compuestos, que queda como resultado de haber extraído los minerales sulfurados en el proceso de flotación. Este residuo, también conocido como cola, es transportado mediante canaletas o cañerías hasta lugares especialmente habilitados o tranques, donde el agua es recuperada o evaporada para quedar dispuesto finalmente como un depósito estratificado de materiales finos (arenas y limos).

Ripios: se refiere al material que queda como residuo del mineral una vez que todo el cobre ha sido lixiviado, el cual es desechado en áreas especiales o botaderos de ripios. Corresponde a la cola del proceso de lixiviación.

Roca mineral: denominación que se le da a la roca de cierta calidad (ley).

Roca estéril: denominación a la roca de menor calidad a la requerida o sin ley.

Sistema de despacho: conjunto de elementos tecnológicos que permiten monitorear en forma satelital (GPS) y mejorar todo el movimiento de equipos mineros en faenas a rajo abierto. Consta principalmente de antenas y sistemas computacionales ubicados tanto en los equipos como en las oficinas, permitiendo una conexión permanente.

Sondeos y testigos de sondajes: son muestras de rocas que permanecen como testimonio de la exploración.

Sondajes: perforaciones de pequeño diámetro y gran longitud que se efectúan para alcanzar zonas inaccesibles desde la superficie o laboreos mineros. Los sondajes permiten obtener muestras de dichas zonas a profundidades de hasta 1.200 m para ser estudiadas y analizadas por los geólogos. Las técnicas más utilizadas actualmente son la perforación con recuperación de testigos o diamantina y la con recuperación de detritos o aire reverso. En la primera se utiliza una tubería engastada en diamantes en la punta, obteniéndose un cilindro de roca de un diámetro entre 2 y 5 pulgadas, en tanto que la segunda se realiza con herramientas que van moliendo la roca, permitiendo obtener solo trozos de roca de hasta 1 cm.

Stock pile: acumulación de mineral que generalmente se utiliza en aquellos periodos en los que la mina debe parar (condiciones climáticas), permitiendo mantener el ritmo de producción y de alimentación a la planta de procesamiento.

Sulfuros: minerales constituidos por el enlace entre el azufre y elementos metálicos, tales como el cobre, hierro, plomo, zinc, etc. Los minerales sulfurados de cobre más comunes son calcopirita (CuFeS_2), bornita (Cu_5FeS_4), calcosina (Cu_2S), covelina (CuS) y enargita (Cu_3AsS_4). Un subproducto importante de estos yacimientos es el molibdeno, que está en la forma de molibdenita (MoS_2).

Topografía: conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto realizar la representación gráfica de una parte de la superficie terrestre, con sus formas y detalles tanto naturales como artificiales. Procede de topo (lugar) y grafos (descripción).

Tranque de relave: el agua que se ha utilizado en el proceso de concentración de cobre y, en general, en todo el proceso productivo, no puede ser vertida a las corrientes naturales porque tiene contaminantes. Esta agua industrial se lleva a los tranques de relave donde lentamente los contaminantes se van depositando en el fondo y el agua se va limpiando, hasta hacerla utilizable por los seres vivos.

Tronadura: la tronadura es la fragmentación instantánea que se produce en la roca por efecto de la detonación de explosivos depositados en su interior. La tronadura primaria es la que se realiza directamente en el macizo rocoso para separar y fragmentar parte de este, ya sea en minas a rajo abierto o subterráneas, en tanto que se denomina tronadura secundaria a la que se realiza sobre fragmentos de gran tamaño o colpas ya separados del macizo, de manera de lograr su reducción al tamaño adecuado para ser cargadas y transportadas a la planta.

Veta: masa tubular de material mineral, depositada en fisuras, grietas o hendiduras de un cuerpo rocoso y de composición distinta a la sustancia en que está incrustada.

Yacimiento: masa de roca localizada en la corteza terrestre que contiene uno a varios minerales en cantidad suficiente como para ser extraídos con beneficio económico. Existen yacimientos de diferentes tipos, pero en el caso del cobre, los de mayor volumen corresponden a los denominados pórfidos cupríferos.

