

MINERÍA

2030

EN MÁS DE

CARACTERES

Información
para un debate
fundado

TABLA DE CONTENIDOS

Glosario de acrónimos y abreviaciones 5



Cambio Climático 7

1. Rol de la minería para un futuro bajo en carbono.
La transición energética y el cobre.
2. Riesgos del cambio climático: Impacto en la minería.
3. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de la minería.
 - Emisiones directas de la minería (7%).
 - Emisiones indirectas de la minería (10%).
4. Acciones de mitigación y de adaptación al cambio climático impulsadas desde la minería.
 - Acciones de mitigación al cambio climático impulsadas desde la minería (ejemplos).
 - Acciones de adaptación al cambio climático impulsadas desde la minería (ejemplos).
5. Compromiso de la minería para combatir el cambio climático.

Conceptos de interés e información de contexto: 14

- Emisiones de Chile
- Compromiso global contra el cambio climático
- Ley Marco de Cambio Climático
- Hidrógeno verde y minería



Aporte de la minería al país y las regiones mineras 16

1. Negocio minero: Incierto, de alto riesgo, y con altos montos de inversión.
2. Aporte de la minería al país, más allá de los impuestos: PIB; Ingresos fiscales; Exportaciones; Inversión; Empleo.
3. Cómo se distribuyen los ingresos de la minería.
4. Pago de impuestos por parte de la gran minería: Plataforma de Impuestos del CM; Principales impuestos pagados por las empresas de la gran minería privada (Impuesto de Primera Categoría, Impuesto Global Complementario o Adicional, Impuesto Específico a la Actividad Minera (IEAM) o Royalty Minero); Otros impuestos pagados por las empresas de la gran minería (Patentes mineras de exploración y explotación, Varios, Impuesto verde o Impuesto a las emisiones, Contribución para el desarrollo regional, Impuesto específico a los combustibles; Carga tributaria total.
5. Encadenamiento productivo: Ejemplos de iniciativas que apuntan al desarrollo y la contratación de proveedores locales.
6. Desarrollo y calidad de vida: Ejemplos de iniciativas emblemáticas y colaborativas en este sentido, publicadas en la Plataforma Social del Consejo Minero.

Conceptos de interés e información de contexto 24

- Precio del cobre y presupuesto público
- Impacto de fluctuaciones del precio del cobre en la recaudación
- Ingresos fiscales provenientes de las grandes mineras privadas, en 2022
- Precios de los commodities y costos de producción
- Invariabilidad tributaria
- Mercado de transacciones del cobre
- Fondo de Estabilización Económica y Social (FEES)



Trabajadores y trabajadoras de la minería 28

1. Seguridad y minería.
2. Empleos de calidad: Consejo de Competencias Mineras y Programa Eleva (alianza CCM-Eleva).
3. Empleo: Cifras; Empleo regional.
4. Mujer y Minería: Participación de mujeres en minería.
5. Empleo local: Algunos ejemplos de iniciativas que apuntan a impulsar la contratación de trabajadores locales.
6. Trabajadores y trabajadoras contratistas: Empleo directo de la minería; Beneficios de la subcontratación.
7. Nuevas tecnologías: Estudio de Fuerza Laboral de la gran Minería Chilena 2021 – 2030 de la alianza CCM - Eleva

Conceptos de interés e información de contexto: 35

- El trabajo en minería
- Pandemia por Covid-19



Modelo mixto de la minería chilena 37

1. Beneficios del modelo mixto: Desarrollo más amplio del potencial minero del país; Generación de valor por sobre las capacidades del Estado; Marco de comparación de gestión entre la industria pública y la privada.
2. Implicancias de una eventual nacionalización de la minería
 - Financiamiento: Externo (endeudamiento); Interno (re inversión de utilidades).
 - Gestión, gobierno corporativo, estándares y oportunidad.
 - Costo de la expropiación, judicialización y riesgo reputacional.



Medio Ambiente 43

1. Biodiversidad.
2. Impactos ambientales: Principales impactos ambientales de la minería.
3. Evaluación ambiental.
4. Regulación y fiscalización: Principales regulaciones ambientales aplicables a la minería; Principales servicios que fiscalizan a la minería en materia ambiental.
5. Aporte en avances regulatorios en materia ambiental.
6. Los estándares ambientales actuales son más altos que los del pasado.

Conceptos de interés e información de contexto 49

- Discusión sobre mejoras al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).
- Requisitos medioambientales en el financiamiento de los grandes proyectos



Agua 50

1. Uso de agua en la minería: En qué usa el agua la minería del cobre.
2. Crisis hídrica.
3. Consumo de agua en minería: Consumo de agua; Extracción de agua; Agua continental; Agua de mar; Consumos globales de la minería en los últimos 5 años; Proyección de consumo de agua esperada para el periodo 2021 – 2032.
4. Eficiencia hídrica en minería: Reutilización; Relaves.
5. Uso de agua de mar en minería: Proyecciones hacia el 2032.
6. Gestión e información: Plataforma de Aguas del CM.

Conceptos de interés e información de contexto: 57

- Ley del mineral
- Sulfuros y óxidos
- Áreas de consumo de agua de la industria minera del cobre
- Principales fuentes de agua
- Aguas del minero
- Regulación del agua: Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA)
- Regulación del agua: Reforma al Código de Aguas (2022)



Glaciares 60

1. Glaciares y cambio climático: Ejemplos del impacto del cambio climático en glaciares, a nivel nacional e internacional.
2. Glaciares y minería: historia.
3. Glaciares y minería sustentable.
4. Protección legal de los glaciares: Otros avances en la protección de glaciares.
5. Ley especial de glaciares: discusión legislativa.

Conceptos de interés e información de contexto: 67

- Definiciones
- Tipos de glaciares
- Inventario Público de Glaciares (IPG)



Relaves 69

1. Minería y relaves.
2. Seguridad de los depósitos de relaves.
3. Regulación de los depósitos de relaves.
4. Medidas globales para evitar nuevas catástrofes.
5. Medidas más allá de lo técnico: Plataforma de Relaves del CM.

Conceptos de interés e información complementaria: 74

- Qué son los relaves
- Tipos de depósitos de relaves
- Principales terremotos en Chile desde 1965, en zonas mineras
- Adaptación al cambio climático en depósitos de relaves



Energía 76

1. Consumo de energía por parte de la minería: Tendencias que han presionado al alza el consumo.
2. Eficiencia energética y minería.
3. Energía renovable y minería.
4. Costo de la energía.

Conceptos de interés e información complementaria: 80

- Sistema Eléctrico Nacional
- Clientes libres

Referencias 81

MINERÍA EN MÁS DE 280 CARACTERES

Información para un debate fundado

Este documento recopila y sistematiza antecedentes y datos sobre la gran minería en Chile, con foco en ámbitos de especial relevancia para la discusión pública nacional. De esta manera, se busca aportar una fuente de información de fácil acceso, tanto como referencia frente a preguntas o concepciones que las personas puedan tener respecto al sector minero, como para dar cuenta de cómo es la industria minera hoy.

Todo lo anterior, en un contexto en que el sector ha debido adaptarse y anticiparse a desafíos cambiantes. Estos cambios y adecuaciones tienen distintos orígenes, unos surgen de fenómenos y desafíos globales urgentes, como lo es el cambio climático, relevando el papel que tiene el sector, y particularmente los minerales que se producen en Chile para asegurar una transición energética que permita al mundo avanzar a una economía descarbonizada, así como en el desarrollo de tecnologías e innovaciones que ayudan a mitigar este fenómeno.

Otros provienen de la propia realidad operacional de la industria, como el hecho de enfrentar el creciente envejecimiento de los yacimientos, la caída en las leyes de mineral o la mayor dureza de la roca extraída, mejorando su eficiencia, incorporando importantes innovaciones y desarrollos tecnológicos, para de esa manera mantener su competitividad a nivel global.

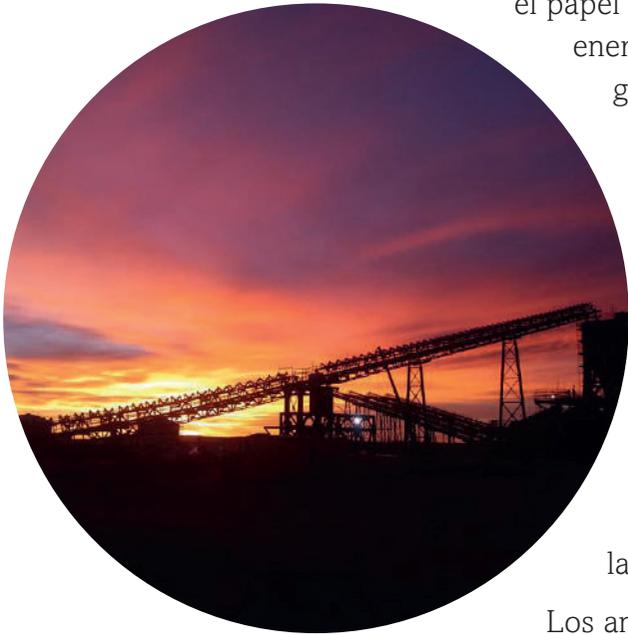
Existen algunos que también muestran cómo la industria ha mejorado continuamente sus procesos para disminuir su huella ambiental y mitigar sus impactos en distintos ámbitos, en línea con un mundo y una sociedad cada vez más consciente de la necesidad de lograr un desarrollo sostenible.

Otros factores surgen del compromiso del sector por seguir creando valor y aportando de manera significativa al bienestar de las personas y de sus trabajadores y trabajadoras, así como al desarrollo del país, de las regiones mineras y en especial de las comunidades que acogen a sus operaciones.

Los antecedentes recogidos en este documento resaltan el compromiso y el vínculo indisoluble de la minería con Chile y su gente. Pero por sobre todo permiten que distintos actores y la opinión pública en general cuenten con información actualizada para hacerse una idea precisa de lo que la industria realmente es y sobre todo de su futuro. De esta manera, esperamos contribuir a un debate y a un diálogo informado sobre el sector minero y sobre cuáles serán los caminos que llevarán al país a un desarrollo sustentable y responsable, donde la minería sin duda tiene y tendrá un rol importante que jugar.

La información, datos y antecedentes que forman parte de este documento han sido recogidos de diversas fuentes, buscando privilegiar fuentes públicas e independientes, respondiendo además a inquietudes recogidas en entrevistas con actores externos y en las redes sociales, en colaboración con las Comisiones de Trabajo del Consejo Minero.

La información, datos y antecedentes que forman parte de este documento han sido recogidos de diversas fuentes, buscando privilegiar aquellas públicas e independientes, respondiendo además a inquietudes recogidas en entrevistas con actores externos y en las redes sociales, en colaboración con las Comisiones de Trabajo del Consejo Minero.



1

capítulo



Cambio Climático



1. ROL DE LA MINERÍA PARA UN FUTURO BAJO EN CARBONO

El liderazgo de Chile en la producción de cobre y litio lo sitúa en una posición privilegiada para aportar a una economía baja en emisiones, dado que estos metales son claves en la transición energética hacia fuentes más limpias. De acuerdo a estudios y publicaciones del Banco Mundial, un futuro bajo en carbono no es posible sin minería². De hecho, mientras más ambiciosas sean las metas de reducción de emisiones, más minerales se necesitarán³.

Una economía baja en carbono requiere avances en electromovilidad y generación eléctrica con fuentes renovables, ambas industrias intensivas en el uso de minerales. Por su parte, la mitigación del cambio climático a través de la reducción de emisiones requiere más minerales como el cobre, litio y cobalto, principalmente por sus ventajas para la generación, conducción y almacenamiento de electricidad. El Banco Mundial estima que se necesitarán más de 3 mil millones de toneladas de minerales y metales para poder impulsar el uso de energías como la solar, la eólica y la geotérmica, así como también para el almacenamiento de energía⁴.

Las tecnologías asociadas a las energías de bajas emisiones, particularmente la producción de paneles solares y turbinas de viento, así como baterías de

almacenamiento de energía, son más intensivas en el uso de minerales que las tecnologías asociadas a combustibles fósiles. A pesar de requerir más minerales, la huella de carbono de la producción de estas tecnologías asociadas a las energías renovables representará sólo un 6% de las emisiones generadas por tecnologías basadas en combustibles fósiles⁵.

La **proyección de demanda** de cada mineral es distinta según se trate de minerales requeridos de manera transversal, esto es, para una amplia variedad de tecnologías limpias, o minerales requeridos para tecnologías específicas o “concentrados”⁶. Desde ya, la demanda asociada a los minerales que se obtienen en Chile está aumentando, lo que plantea el desafío de mantener la participación de mercado del país.

❖ **Minerales “concentrados”** o específicos: Minerales como el grafito, el litio y el cobalto están asociados principalmente al almacenamiento de energía, por lo que su demanda está más expuesta a impactos significativos ante posibles cambios tecnológicos. Se proyecta que el uso de estos minerales se intensificará hasta incluso un aumento del 450% a 2050, en relación a 2018.

❖ **Minerales “transversales”**: El cobre y el molibdeno, por ejemplo, son utilizados en más de ocho tecnologías de generación y almacenamiento de energías renovables. La consultora CRU estima que a 2050 el

consumo de cobre aumentaría más de 2 millones de toneladas al año⁷, y en el corto plazo, se proyecta que la demanda de cobre destinada sólo a electromovilidad crecerá 2,5 veces a 2025⁸. Por su parte, el Instituto de Ingenieros de Minas de Chile destaca que la transición energética requiere duplicar la oferta de cobre en 18 años, para reducir el calentamiento global⁹.

² *The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future* (World Bank, 2017)

³ *Minerals for Climate Action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition* (World Bank, 2020)

⁴ *Minerals for Climate Action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition* (World Bank, 2020)

⁵ <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2020/05/11/mineral-production-to-soar-as-demand-for-clean-energy-increases>

⁶ *Minerals for Climate Action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition* (World Bank, 2020)

⁷ *Revista Minería Chilena*, 14 de abril 2021. <https://www.mch.cl/2021/04/14/dos-tercios-del-crecimiento-de-la-demanda-mundial-de-cobre-refinado-iran-a-energias-renovables-y-vehiculos-electricos/#>

⁸ <http://generadoras.cl/prensa/maria-teresa-gonzalez-statkraft-la-demanda-de-cobre-destinada-a-electromovilidad-crecera-25-veces-a-2025>

⁹ <https://www.iimch.cl/index.php/noticias2/jueves-minero/3016-copper-2022-santiago-chile-la-transicion-energetica-requiere-duplicar-la-oferta-de-cobre-a-en-18-anos-para-reducir-el-calentamiento-global-transformandolo-en-un-mineral-clave-para-este-proposito>

Las energías renovables, especialmente solar y eólica, necesitan entre cuatro y seis veces más cobre que la energía convencional.

La transición energética y el cobre:

- ❖ Todos los escenarios que limitan el aumento de temperatura a 1,5°C o menos de 2°C demuestran una futura dependencia de las energías renovables, especialmente solar y eólica, las que necesitan entre cuatro y seis veces más cobre que la energía convencional.
- ❖ La reducción o eliminación de emisiones en el sector de transporte requiere pasar de vehículos con motores de combustión interna a vehículos eléctricos. Los vehículos eléctricos usan cuatro veces más cobre que los automóviles de gasolina, y también necesitarán más infraestructura para conectar las estaciones de carga a la red.
- ❖ En las próximas dos décadas, alrededor de dos tercios del crecimiento anual en el consumo de cobre refinado se espera que sea por el incremento en el uso de energías renovables.

2. RIESGOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Todos estamos expuestos a los riesgos derivados del cambio climático, y la industria minera ya ha experimentado impactos en sus procesos. Según el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022, entre los eventos climáticos más importantes a nivel nacional se encuentran: precipitaciones extremas, aumento del nivel del mar y frecuencia/intensidad de marejadas, aluviones/escurrimiento, olas de calor, sequía, acidificación del mar. Del mismo modo, la Estrategia Climática de Largo Plazo es clara en señalar que una de las principales amenazas climáticas que enfrenta la minería se refiere a los cambios en las precipitaciones por aumento en la ocurrencia de fenómenos climáticos extremos, como aluviones o sequías prolongadas.

La minería se ve afectada por el cambio climático principalmente por una **menor disponibilidad de agua y mayor ocurrencia de eventos climáticos extremos en las zonas donde se ubica**, como lluvias esporádicas y muy intensas en el norte y centro del país, o aluviones. Lo anterior afecta directamente en la productividad y continuidad operacional de las faenas mineras.

3. EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) DE LA MINERÍA ¹⁰

Los procesos productivos del sector minero emiten el 7% de los GEI totales del país (Alcance 1). Adicionalmente, por el consumo de energía eléctrica, las emisiones indirectas se estiman en un 10% (Alcance 2)¹¹, de acuerdo al Ministerio de Medio Ambiente.

Las emisiones se categorizan en tres grandes grupos:

- ❖ Emisiones Directas (Alcance 1): Corresponden a las emisiones por la combustión de combustibles fósiles en procesos térmicos, fundiciones, generación de respaldo y en el transporte de mineral en grandes camiones, entre otros.
- ❖ Emisiones Indirectas (Alcance 2): Corresponden a las emisiones asociadas a la generación de electricidad, contratada por la minería al sector eléctrico.
- ❖ Emisiones Indirectas (Alcance 3): Contemplan las emisiones de proveedores y servicios externos.

Al sumar sus emisiones directas y las indirectas de Alcance 2, el sector minero produce el 17% de las emisiones generadas a nivel nacional¹².

¹⁰ Cifras en base a *Inventario de Gases de Efecto Invernadero 2018*.

¹¹ *Visión y Acción Climática del mundo empresarial para Chile (CPC - EY, 2020)*. Páginas 356 – 419 <https://consejominero.cl/wp-content/uploads/2020/03/Visi%C3%B3n-y-acci%C3%B3n-clim%C3%A1tica-%C2%B7-CPC-EY-2020-low.pdf>

¹² Cifras en base a *Inventario de Gases de Efecto Invernadero 2018*.

Emisiones directas de la minería (7%)

Cerca del 80% de las emisiones directas de la minería provienen de los grandes camiones de extracción minera (CAEX) que operan en los rajos y que utilizan diésel. El restante 20% de las emisiones de la minería proviene de equipos menores de apoyo, fundiciones, y consumo de gas en plantas, entre otros.

❖ Por el envejecimiento de las minas, los rajos son cada vez más profundos, los camiones deben recorrer distancias mayores y, en consecuencia, hay una tendencia al aumento de estas emisiones.

❖ La solución de fondo es un cambio tecnológico de los CAEX para lograr que tengan cero emisiones, lo que está esencialmente en manos de los grandes fabricantes de camiones, pero el sector minero está contribuyendo a través de iniciativas de investigación tanto en Chile (programas CORFO, por ejemplo), como a nivel internacional (ICMM). En el siguiente punto, sobre acciones de mitigación y de adaptación al Cambio Climático impulsadas desde la minería, se detallan algunas iniciativas de empresas que buscan acelerar el desarrollo de soluciones tecnológicas. La obtención de resultados es aún incierta, sin embargo, se proyecta que antes del año 2040 estarían comercialmente disponibles camiones de bajas o cero emisiones.

❖ Además de CAEX cero emisiones, otras alternativas tecnológicas para mitigar las emisiones directas de la minería son el uso de trollies, equipos de menor tamaño que actualmente son eléctricos, o correas transportadoras, entre otras soluciones.



Entre el 2020 y el 2050 se prevé un aumento del 78% en el consumo de combustibles, debido a la disminución de leyes del mineral y aumento en la profundidad de los rajos de extracción. Este aumento en el consumo de combustible generaría el principal aumento de las emisiones directas del sector minero al año 2050. El desarrollo e integración de soluciones tecnológicas bajas en emisiones para el movimiento de carga en mina rajo es clave para contrarrestar y mitigar este eventual aumento de emisiones directas del sector minero.

Emisiones indirectas de la minería (asociadas al consumo de energía eléctrica) (10%)

En la minería del cobre, las emisiones se deben principalmente a la energía eléctrica utilizada en la reducción de tamaño de mineral, especialmente los procesos de chancado y molienda.

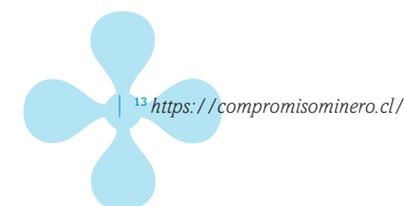
A medida que las empresas mineras renuevan sus contratos de abastecimiento eléctrico están optando crecientemente por fuentes renovables. Esto permite una reducción en las emisiones indirectas provenientes del consumo de electricidad. Al 2022 las energías renovables representan en torno al 60% del suministro

de la gran minería. La industria apunta a llegar al 90% al año 2030¹³.

Entre los años 2020 y 2030, el consumo de energía eléctrica del sector minero aumentaría en un 40%. Sin embargo, con el retiro paulatino de centrales a carbón y su eventual reemplazo de consumos por fuentes renovables, las emisiones del sector generación eléctrica se reducirán y con ello las emisiones indirectas de los usuarios de la red, entre ellos la minería. Si además consideramos que las empresas mineras están renovando sus contratos de suministro eléctrico con fuentes exclusivamente renovables, las emisiones indirectas del sector van a disminuir más aceleradamente.

4. ACCIONES DE MITIGACIÓN Y DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO IMPULSADAS DESDE LA MINERÍA

La industria minera no sólo provee los minerales y metales necesarios para un futuro bajo en carbono, sino que además está comprometida en tener un rol en la reducción de emisiones de GEI de manera de alcanzar el objetivo del Acuerdo de París de mantener el calentamiento global por debajo de los 2°C. Así, las compañías mineras y sus proveedores han realizado, y continúan realizando, acciones tanto de mitigación como de adaptación al cambio climático.



Las iniciativas de mitigación frente al cambio climático se refieren a reducir o minimizar las emisiones de GEI, potenciar los sumideros de GEI o controlar sustancias precursoras de GEI.

El proceso de adaptación al cambio climático busca moderar o evitar el daño o explotar oportunidades beneficiosas. Se fundamenta en que la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima previsto y sus efectos. Las actividades deben apuntar a generar resultados tangibles en la práctica, mediante la reducción de la vulnerabilidad e incrementando la resiliencia de los sistemas humanos y naturales para responder a los impactos del cambio climático.

Acciones de mitigación al cambio climático impulsadas desde la minería:

En los últimos diez años, el sector minero en Chile ha ejercido un liderazgo en relación a la mitigación de emisiones directas¹⁴. Inicialmente éste se realizó a través de la medición de su huella de carbono y la aplicación de diversas medidas, como la eficiencia en el uso de equipos y la incorporación de nuevas tecnologías. Ello le ha permitido a la industria minera alcanzar un desempeño comparable con países como Australia, Canadá, y Estados Unidos¹⁵.

La principal fuente de las emisiones directas de las operaciones mineras (emisiones de Alcance 1) es la quema de combustibles fósiles en camiones mineros de alto tonelaje o CAEX. El envejecimiento de las minas implica un aumento de las emisiones directas ya que se traduce en mayores distancias de transporte. Por su parte, las emisiones indirectas o de Alcance 2 (las asociadas al consumo eléctrico, que se han reducido por la entrada de energías renovables y/o la eficiencia en el uso de equipos), también se ven impactadas al alza por el envejecimiento de las minas, ya que ese hecho conlleva mayores cantidades de material a procesar. Ante esto, la industria minera se encuentra trabajando de manera innovadora y colaborativa con nuevos y existentes proveedores y desarrolladores de equipos mineros de alto tonelaje, además de estudiar nuevas formas de obtención, procesamiento y transporte de material, que permitirían igualmente reducir las emisiones. El desarrollo de dichas tecnologías escapa a la experiencia y conocimientos mineros, pero dado el compromiso de la industria en reducir sus emisiones, las empresas mineras están impulsando distintas iniciativas en colaboración con otros actores.

Ejemplos de iniciativas de mitigación impulsadas por empresas socias del CM¹⁶:

- ❖ Plan piloto para el uso de hidrógeno en grandes equipos mineros (Antofagasta Minerals): Proyecto impulsado por el Consorcio Hydra con el objetivo de desarrollar y probar la tecnología necesaria para reemplazar el uso de diésel en los vehículos de gran tonelaje, reduciendo así las emisiones de GEI. El proyecto considera la instalación de

celdas de combustible y un prototipo de tren motriz a batería para simular el funcionamiento de un CAEX a hidrógeno en Minera Centinela.

- ❖ Desafío de innovación para impulsar electrificación de CAEX – The Charge On Innovation Challenge (BHP, Rio Tinto, Codelco, Antofagasta Minerals, Teck, Freeport McMoRan, Gold Fields, y Barrick): Con el objetivo de descarbonizar significativamente las operaciones mineras, BHP y Rio Tinto, junto a la minera Vale, plantearon inicialmente este desafío para acelerar la comercialización de soluciones efectivas para la carga de futuros camiones eléctricos. El desafío planteado fue la carga segura de CAEX dentro del ciclo de extracción, siendo un elemento fundamental para contar con camiones eléctricos con una productividad aceptable.

- ❖ Red de Eficiencia Energética y Reducción de Emisiones de la Minería (Teck, Anglo American, Codelco, KGHM, Lundin Mining): La red reúne 14 pequeñas, medianas y grandes empresas de la minería, con el objetivo de generar un intercambio de experiencias y recibir asesorías especializadas. La iniciativa busca fomentar planes de acción para la reducción de emisiones de GEI en la minería, mediante la eficiencia energética. Esta red se lanzó en marzo 2021, impulsada por el Programa de Energías Renovables y Eficiencia Energética (4E por sus siglas en alemán; clúster de proyectos de la Cooperación Alemana implementados por la Deutsche

¹⁴ Visión y Acción Climática del mundo empresarial para Chile (CPC - EY, 2020).

¹⁵ Visión y Acción Climática del mundo empresarial para Chile (CPC - EY, 2020).

¹⁶ Proyectos de empresas socias del Consejo Minero analizados en la Comisión de Energía y Cambio Climático, años 2021 y 2022.



Las acciones de adaptación apuntan a **la construcción de resiliencia** frente a los impactos físicos del cambio climático.

Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit – GIZ), en conjunto con el Ministerio de Energía y la Agencia de Sostenibilidad Energética.

- ✦ Alianza con Komatsu para desarrollar camiones de bajas emisiones (Codelco, BHP, Rio Tinto): Las empresas mineras, junto a Boliden, son miembros fundadores de la Alianza Komatsu para GEI, la cual busca generar una alianza entre el fabricante japonés y sus clientes con miras a colaborar activamente en la planificación de productos, el desarrollo, las pruebas y el despliegue de la próxima generación de equipos e infraestructuras mineras de emisiones cero. El objetivo inicial es desarrollar un camión minero electrificado que pueda funcionar con diversas fuentes de energía.
- ✦ Convocatoria para centrales de autogeneración de energía renovable (BHP): El objetivo es generar plantas de autogeneración de renovables a subestaciones eléctricas que suministran energía a instalaciones tales como plantas concentradoras. La convocatoria es a empresas que estén interesadas en desarrollar, implementar, operar y mantener plantas de autogeneración de energía renovable en Minera Escondida y Pampa Norte.
- ✦ Primer camión minero propulsado por hidrógeno

verde (Anglo American, Sudáfrica): El 6 de mayo de 2022 se estrenó a nivel global en la mina de platino Mogalakwena, en Sudáfrica, el primer camión minero propulsado por hidrógeno verde. Este camión fue diseñado para su plena operación gracias a su sistema de propulsión híbrido de una batería de hidrógeno de 2 MW, generando más energía que su predecesor a diésel. Este camión es parte de la iniciativa Zero Emission Haulage Solution, un sistema integrado de producción, transporte y combustible de hidrógeno verde que alimentará las operaciones de Anglo American en el futuro.

- ✦ Calculadora de Emisiones CO2 para Proveedores (Collahuasi): Esta herramienta tiene por finalidad facilitar a las empresas que participen en las licitaciones de servicios y compras de bienes de la compañía, así como calcular su huella de carbono mediante un sencillo proceso. Este proyecto permite a Collahuasi profundizar en la incorporación del atributo de economía circular en los procesos de contratación de servicios y compras de bienes.
- ✦ Innovation for Cleaner Safer Vehicles (ICSV), del ICMM: Impulso al desarrollo de tecnologías de reemplazo de combustible en camiones, tales como las que incorporan hidrógeno como combustible y la tecnología de vehículos eléctricos con baterías. El ICSV es un proyecto colaborativo impulsado por el ICMM donde, junto con las empresas mineras, participan las principales empresas proveedoras de camiones del mundo. Se estima que estas tecnologías estarán disponibles en el mercado al año 2040.

Acciones de adaptación al cambio climático impulsadas desde la minería:

Las acciones de adaptación apuntan a la construcción de resiliencia frente a los impactos físicos del cambio climático. Su objetivo es enfrentar dos tipos de desafíos: i) la disponibilidad de agua futura para las operaciones mineras y para las localidades del entorno; y ii) asegurar que las instalaciones e infraestructura de las empresas sean capaces de hacer frente a eventos climáticos más extremos.

El trabajo en materia de adaptación tiene especial atención en los depósitos de relaves y, particularmente, en asegurar su estabilidad ante eventos climáticos extremos, como mayores precipitaciones máximas diarias. En el capítulo de relaves se puede encontrar más información sobre las medidas de adaptación al cambio climático relacionadas con los depósitos de relaves.

Ejemplos de iniciativas de adaptación impulsadas por la minería¹⁷:

- ✦ En respuesta a las condiciones de escasez hídrica, se ha procurado diversificar las fuentes de captación y disminuir el riesgo asociado a los ciclos hidrológicos y los efectos del cambio climático. Se ha reducido el uso de agua continental, especialmente a través de





la recirculación y se ha aumentado el uso creciente de agua de mar, tanto salada como desalinizada, así como de aguas servidas tratadas.

❖ Se han establecido planes de gestión y resiliencia frente a eventos climáticos extremos, desarrollando estudios de evaluación de riesgos de cambio climático y economía circular.

❖ Las empresas además han apoyado medidas de adaptación al cambio climático en las comunidades aledañas a las operaciones mineras, en el marco de los procesos de relacionamiento y creación de valor compartido.

5. COMPROMISO DE LA MINERÍA PARA COMBATIR EL CAMBIO CLIMÁTICO

Las compañías mineras y sus proveedores han realizado importantes esfuerzos por reducir emisiones directas e indirectas, y han trabajado intensamente en la adaptación al cambio climático. El compromiso de la gran minería es continuar contribuyendo a los esfuerzos globales contra el cambio climático.

En diciembre de 2020 la gran minería se convirtió en el primer sector productivo que voluntariamente comprometió metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). **Las metas de**

reducción de emisiones de las empresas socias del Consejo Minero se encuentran publicadas en el [sitio web del Consejo Minero](#)¹⁸. Estas metas son de distinto tipo: algunas son de alcance global y otras son específicas para nuestro país; algunas están definidas como una reducción en el nivel de emisiones y otras incluyen carbono neutralidad; algunas fijan objetivos de corto plazo y otras para horizontes más largos. Un factor común es que gran parte de las reducciones comprometidas están asociadas a contratos de suministro eléctrico con fuentes renovables, y por lo tanto, involucran menores emisiones indirectas de Alcance 2. Al respecto, el compromiso del sector es que al 2030 el 90% del suministro eléctrico de la gran minería vendrá de fuentes renovables.

También hay metas para reducir las emisiones directas o de Alcance 1, asociadas a sustitución de combustibles, por ejemplo, a través de la electromovilidad, y a eficiencia energética. Otras metas en forma implícita o explícita incluyen emisiones de Alcance 3, que provienen de la cadena de valor fuera del control directo de las empresas mineras.

Otros avances a destacar:

❖ Los [principios sobre cambio climático](#) del Consejo Minero son otro reflejo del compromiso de la

industria por la mitigación de las emisiones de GEI y por la adopción de medidas de adaptación ante los efectos del cambio climático.

❖ Con ocasión de la COP26 (1-12 Noviembre 2021, Glasgow), las **empresas socias del ICMM** anunciaron el compromiso de lograr cero emisiones netas de GEI de Alcance 1 y 2 para el año 2050 o antes, alineando sus objetivos con el Acuerdo de París. Además, se comprometieron a tener fijada una meta para emisiones de Alcance 3 para fines de 2023 o lo antes posible¹⁹.

¹⁸ <https://consejominero.cl/prensa/grandes-mineras-cierran-inedito-acuerdo-para-reducir-sus-emisiones/>

¹⁹ El compromiso de las empresas socias del ICMM en materia de Alcance 3 es el siguiente: "Agilizar las medidas respecto de las emisiones de GEI de Alcance 3: Reconocemos que el Alcance 3 es fundamental para reducir nuestro impacto general al mínimo y estableceremos los objetivos de Alcance 3 lo antes posible, a más tardar, para 2023. Si bien todas las medidas de Alcance 3 dependen de los esfuerzos aunados de los productores, proveedores y clientes, algunas materias primas plantean mayores barreras tecnológicas y de colaboración que otras. Asumiremos el liderazgo en la superación de estas barreras y la promoción de asociaciones que permitan establecer objetivos creíbles y reducciones de emisiones en todas las cadenas de valor."

<https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/mining-principles/es/climate-change.pdf?cb=11579>

Conceptos de interés e información de contexto

CAMBIO CLIMÁTICO



EMISIONES DE CHILE

❖ El Ministerio del Medio Ambiente mide y publica las emisiones para todos los sectores económicos, a través del Informe Bienal de Actualización de Chile sobre Cambio Climático, donde se publica el **Inventario de Gases de Efecto Invernadero (INGEI)**. En base al INGEI 2018 y en lo que respecta a las emisiones directas o de Alcance 1, el principal emisor de GEI en la economía nacional es el sector de energía, con un 77% de las emisiones de CO₂ directas del país, mayoritariamente por las emisiones producto de la quema de carbón mineral y gas natural para la generación eléctrica, y de combustibles líquidos para el transporte terrestre. Le siguen los sectores de agricultura (11%), procesos industriales (6%) y residuos (6%).

❖ El 77% correspondiente al sector de energía considera las emisiones de la industria de generación eléctrica (30% de las emisiones totales), del transporte (25%), de la industria manufacturera y construcción (14%), de la minería (7%) y emisiones fugitivas (1%)²⁰.

❖ A su vez, del 30% correspondiente a la industria de generación eléctrica, 10% corresponde a minería²¹.

❖ Chile genera el 0,25% de las emisiones de GEI totales mundiales²².

COMPROMISO GLOBAL CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO

La adopción del Acuerdo de París en 2015 en la 21ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP21), supuso uno de los mayores hitos en materia de cambio climático de la historia: 196 Partes (195 países, más la Unión Europea) realizaron un pacto por el que se comprometían a tomar medidas drásticas a corto, mediano y largo plazo para luchar contra el cambio climático. Entre los objetivos de este Acuerdo destaca el evitar que el incremento de la temperatura media global del planeta supere los 2°C respecto a los niveles preindustriales, promoviendo además esfuerzos adicionales que hagan posible que el calentamiento global no supere los 1,5°C.

Con miras a cumplir con los objetivos del Acuerdo, los países presentan Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés). Las NDC son compromisos voluntarios de medidas y acciones que las Partes del Acuerdo de París planean realizar para reducir sus emisiones de GEI y adaptarse al cambio climático. Se trata de las herramientas clave para medir qué está haciendo cada país en materia de cambio climático, a la vez que son los principales instrumentos que guían la acción climática en la búsqueda por detener el aumento de la temperatura promedio global, de aumentar la resiliencia del planeta y de movilizar inversiones públicas y privadas. La revisión de las NDC se hace cada cinco años, momento en el que cada país debe volver a entregar un nuevo documento con planes y objetivos más ambiciosos.

La Contribución de Chile frente al cambio climático para el año 2030 fue actualizada en 2020. Se estima que las acciones comprometidas implican un 30% de reducción del balance de GEI para 2030, con línea de base en 2016 (la anterior NDC consideraba una reducción del 30% en la intensidad de GEI respecto del PIB para 2030, comparado con 2007). Entre las acciones comprometidas se incluye un presupuesto de emisiones para el período 2020-2030 que no superará las 1.100 millones de toneladas de CO₂ equivalente, con un peak de emisiones en el año 2025, y alcanzar un nivel de emisiones de 95 millones de toneladas de CO₂ equivalente al año 2030 (la NDC de 2015 proyectaba 131 millones de toneladas).

❖ En adaptación frente a los efectos del cambio climático, lo más relevante para el sector es que el año 2023 debe comenzar la elaboración del plan de adaptación de minería, para concluir el año 2024.

❖ Para minería se contemplan medidas como: eficiencia energética, electrificación de usos motrices, uso de hidrógeno y sistemas solares térmicos.

²⁰ Cifras en base a Inventario de Gases de Efecto Invernadero 2018.

²¹ Estrategia Climática de Largo Plazo, 2021.

²² Tercer Informe Bienal de Actualización (IBA3, MMA2016). <https://mma.gob.cl/wp-content/>

Conceptos de interés e información de contexto

LEY MARCO DE CAMBIO CLIMÁTICO

- ❖ El 13 de junio de 2022 fue publicada la Ley Marco de Cambio Climático (Ley N°21.455) cuyo objetivo es transitar hacia un desarrollo bajo en emisiones hasta alcanzar la neutralidad al año 2050, adaptarse al cambio climático y dar cumplimiento a los compromisos internacionales del país.
- ❖ El diagnóstico en que se basó la ley consideró la falta de políticas de largo plazo que orienten la acción del Estado y de los privados, la falta de institucionalidad con facultades y obligaciones claras de los órganos del Estado, y la carencia de instrumentos de gestión del cambio climático.
- ❖ El Consejo Minero dio seguimiento al proceso de tramitación de esta ley, exponiendo su visión tanto a la Cámara de Diputados como al Senado. En dichas instancias hizo presente que compartía el diagnóstico y objetivos, apoyando el avance en la tramitación de la ley. En esta línea, se realizaron propuestas para precisar, aclarar y complementar algunos puntos.
- ❖ La ley establece la **Estrategia Climática de Largo Plazo**, hoja de ruta que detalla cómo el país cumplirá sus compromisos a través de acciones concretas, considerando un horizonte de 30 años. En esa línea, la ley obliga a la elaboración de planes sectoriales de mitigación y adaptación con medidas y acciones concretas para cumplir estas metas. Se mandata, además, el desarrollo de Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuenca para las 101 cuencas del país, y se incorporan obligaciones concretas para el Ministerio de Hacienda, instaurando la obligación por parte del Estado de reportar anualmente la inversión pública climática. Las Instituciones Financieras, por su parte, deben declarar anualmente los impactos y riesgos climáticos de sus proyectos de inversión privada.

HIDRÓGENO VERDE Y MINERÍA

La descarbonización de la industria minera se basa en estrategias que combinan electrificación, eficiencia energética, baterías, e hidrógeno verde. La electrificación es, en principio, la forma más barata y fácil de descarbonizar la mayor parte del consumo final de energía, pero no todos los procesos se pueden descarbonizar de esta manera.

- ❖ Históricamente el hidrógeno se ha obtenido usando combustibles fósiles para separar las moléculas de agua (H₂O) en oxígeno (O₂) e hidrógeno (H₂). El hidrógeno verde se produce generando esta separación usando energías renovables.
- ❖ La molécula de H₂ tiene alta intensidad energética por unidad de masa: tres veces más que la gasolina y 120 veces más que las baterías de litio.
- ❖ La reducción del costo de la electrólisis o el proceso de separación molecular es uno de los desafíos más grandes actuales, dada la potencial importancia del hidrógeno en la reducción de emisiones. Para estabilizar la tecnología se necesita tener más proyectos que puedan aprovechar las economías de escala.
- ❖ La gran minería chilena aparece como un sector que puede aportar a la economía de escala que se requiere para impulsar el desarrollo del hidrógeno verde. Además, en torno a los yacimientos mineros del país hay una alta presencia de recursos energéticos renovables. En este sentido, la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde considera a la industria como una candidata para incorporar este combustible limpio.
- ❖ El hidrógeno verde se vislumbra como una alternativa para lograr que el planeta llegue a cero emisiones de CO₂. La gran minería chilena podría



ser la clave para potenciar a Chile como el mayor exportador de hidrógeno verde en el mundo²³.

- ❖ Las perspectivas más prometedoras para el hidrógeno verde en el sector minero se relacionan principalmente con el procesamiento o su uso como combustible para los grandes camiones mineros.
- ❖ En agosto 2021 Anglo American inauguró la hidrogenera en Las Tórtolas para dispensar hidrógeno verde a una grúa horquilla, convirtiéndose en el proyecto que generó la primera molécula de hidrógeno verde para vehículos de faena minera.



²³ <https://www.mch.cl/2022/01/19/la-mineria-es-nuestra-palanca-para-desarrollar-en-chile-una-isla-de-hidrogeno-verde/>

2

capítulo



Aporte de la minería
al país y las regiones mineras



1. NEGOCIO MINERO: INCIERTO, DE ALTO RIESGO, Y CON ALTOS MONTOS DE INVERSIÓN

La actividad minera es esencialmente incierta y riesgosa. Es incierta en cuanto a la disponibilidad del recurso, debiendo invertirse altas sumas en exploración. Es riesgosa en cuanto a que los proyectos puedan desarrollarse: aún cuando se identifique el recurso mineral, hay que hacer estudios de factibilidad, desarrollo, etc. Y aún cuando se construya una mina, el desarrollo de ésta también está sujeto a múltiples factores de incertidumbre: precio del mineral, situación política-económica, cambio climático, etc. En este sentido, las cifras de inversión minera son muy altas y muchas veces difíciles de dimensionar. Lo mismo pasa con las cifras en torno a pagos de impuestos y aportes en general.

2. APOORTE DE LA MINERÍA AL PAÍS, MÁS ALLÁ DE LOS IMPUESTOS

El monto pagado en impuestos es sólo uno de los muchos aportes que realiza la industria al desarrollo y crecimiento del país. De hecho, el aporte del sector minero es significativamente mayor en las economías de regiones mineras.

La minería representa:

Producto Interno Bruto (PIB): 14,6% del PIB nacional en 2021 - Promedio últimos 10 años: 10,4%²⁴.

- ❖ La contribución del año 2021 es la más alta registrada en el país desde 2012.
- ❖ Este porcentaje es mucho más significativo en las regiones mineras: en Antofagasta 52%, en Tarapacá 34%, en Atacama 36%, en Coquimbo 24% y en O'Higgins 19%²⁵.
- ❖ La naturaleza cíclica del precio de los commodities implica que la participación de la minería en el PIB nacional también ha variado, con años en que representó el 8,1% (2003 y 2016) y otros en que alcanzó a representar más del 20% del PIB nacional (2006 y 2007).
- ❖ Al considerar el efecto multiplicador por encadenamiento productivo, se obtiene que la participación total del PIB minero en el PIB nacional alcanzó 26% en 2021, el más alto en el período considerado en el análisis (2008 – 2021)²⁶.

Ingresos fiscales: 13% en 2021 - Promedio últimos 10 años: 8%²⁷.

- ❖ Es el sector más importante.
- ❖ Con los altos precios de los commodities durante el superciclo, el aporte al Fisco incluso alcanzó a

ser un quinto o más del total (21% en 2010). En contraste, 2016 fue el año más bajo de la última década (2%).

Exportaciones: Más del 60% de las exportaciones de Chile provienen de la minería (2021)²⁸. Es por lejos el sector más importante.

- ❖ El total de exportaciones en 2021 alcanzó casi los US \$58.700 millones, de los cuales el 91% se relaciona con las ventas de cobre.

Inversión: 15% de la inversión total del país en 2020 fue en gran minería²⁹.

Empleo: En el capítulo de Trabajadores y trabajadoras de la minería se detallan cifras de empleo, directo e indirecto, nacional y regional.

²⁴ Banco Central de Chile, 2022. En Cifras Actualizadas de la Minería (Consejo Minero, mayo 2022).

²⁵ Banco Central de Chile, 2019. En Cifras Actualizadas de la Minería (Consejo Minero, mayo 2022).

²⁶ Cifras Actualizadas de la Minería (Consejo Minero, mayo 2022).

²⁷ COCHILCO y Dipres, 2022. En Cifras Actualizadas de la Minería (Consejo Minero, mayo 2022).

²⁸ Banco Central de Chile, 2022. En Cifras Actualizadas de la Minería (Consejo Minero, mayo 2022).

²⁹ COCHILCO y Banco Central de Chile. En Cifras Actualizadas de la Minería (Consejo Minero, mayo 2022).



3. CÓMO SE DISTRIBUYEN LOS INGRESOS DE LA MINERÍA

Al analizar las utilidades de la minería es importante considerar su destino, es decir, hacia dónde van los flujos generados por la minería³⁰.

❖ En el período 2013 – 2021, en torno al 87% de lo generado se distribuye entre trabajadores, proveedores, y el fisco.

- Compras a proveedores de bienes de capital: 19%³¹.
- Remuneraciones a trabajadores y trabajadoras, así como pagos a proveedores de insumos y servicios: 58%³².
- Aporte al fisco: 10%³³.

❖ El 13% de los flujos fueron a los accionistas de las empresas³⁴.

4. PAGO DE IMPUESTOS POR PARTE DE LA GRAN MINERÍA

La minería paga distintos impuestos, incluyendo los generales que paga toda empresa, además paga un impuesto específico. Junto con esto, paga patentes mineras de exploración y explotación. En el [sitio web del Consejo Minero](#) se puede encontrar detalle de los impuestos pagados por las empresas socias del gremio que operan faenas en Chile, para el período 2010 – 2021. También se encuentra información sobre la invariabilidad tributaria de dichas empresas³⁵.

Principales impuestos pagados por las empresas de la gran minería privada³⁶:

❖ **Impuesto de Primera Categoría:** 27% de la base imponible. En el período 2010 - 2021 la gran minería privada ha pagado por este concepto cerca de US\$ 23 mil millones.

- El pago de impuesto de primera categoría ha tenido la siguiente evolución de tasas: (i) 17% hasta 2010; (ii) 20% entre 2011 y 2013; (iii) 22,5% en 2015; 24% en 2016; 25,5% en 2017; 27% de 2018 en adelante.

- La información del pago de este impuesto proviene de los Formularios 22 que las empresas reportan al Servicio de Impuestos Internos (SII).

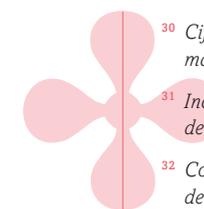
❖ **Impuesto Global Complementario o Adicional:** (según el dueño de la empresa resida en Chile o en el extranjero)

En el período 2010 - 2021, la gran minería ha pagado por este concepto más de US \$7 mil millones.

- El impuesto adicional es un impuesto de retención que grava a las rentas o beneficios obtenidos por contribuyentes personas naturales o jurídicas que no tengan un domicilio ni residencia en Chile, y cuya fuente esté dentro del país. Es el impuesto

que pagan las empresas al distribuir utilidades y dividendos, con una tasa de 35% tratándose de inversionistas extranjeros de países con convenios de doble tributación, como sucede con casi todas las empresas mineras del Consejo Minero. En estos casos, el impuesto de primera categoría opera como crédito.

- Una empresa puede tener utilidades positivas, pero tener un pago de impuesto adicional bajo o nulo. Esto se explica principalmente porque las utilidades han sido reinvertidas en Chile y, por lo tanto, se generará un mayor pago de impuestos en el futuro. Para tener un orden de magnitud al respecto, en el período 2010 – 2019, la gran minería privada invirtió US \$64.727 millones, tanto con recursos frescos como a partir de la reinversión de utilidades.



³⁰ Cifras Actualizadas de la Minería (Consejo Minero, mayo 2022).

³¹ Incorporación de activos fijos según los estados de flujo de efectivo compilados de las empresas socias.

³² Costos de ventas de acuerdo a los estados de resultados de las empresas socias del CM.

³³ Tributación de las 10 mayores empresas mineras privadas (impuesto a la renta y royalty) y aporte de Codelco, según Anuario COCHILCO.

³⁴ Se refiere a la minería privada. En el caso de Codelco, los excedentes van al Estado.

³⁵ Plataforma de Impuestos. <https://consejominero.cl/comunicaciones/plataforma-de-impuestos/>

³⁶ Estos impuestos son los considerados en la Plataforma de Impuestos del Consejo Minero.

- En la **Plataforma de Impuestos del Consejo Minero** se explican algunas consideraciones asociadas a la reportabilidad del impuesto adicional.

✦ **Impuesto Específico a la Actividad Minera (IEAM) o Royalty Minero:** Tasas progresivas de 5 al 14% del margen operacional minero (a mayor margen operacional, mayor es la tasa que se paga).

Por este concepto y en el período 2010 – 2021 la minería ha pagado más de US\$ 5,7 mil millones.

- El IEAM, también conocido como royalty minero, fue establecido en 2005 (Ley N°20.026) en consideración a la naturaleza no renovable de los minerales, cuyo dominio pertenece al Estado, quien lo entrega en concesión para su explotación. Posteriormente fue modificado en 2010 (Ley N°20.469) para financiar la reconstrucción después del terremoto de ese año.

- La creación del IEAM fue con el objetivo de crear un fondo de innovación para evitar que el agotamiento del recurso afecte la posibilidad de desarrollo. Durante el proceso legislativo que lo creó, el foco se centró en que se trataba de la explotación de recursos no renovables y la necesidad de establecer un impuesto sobre las rentas económicas obtenidas

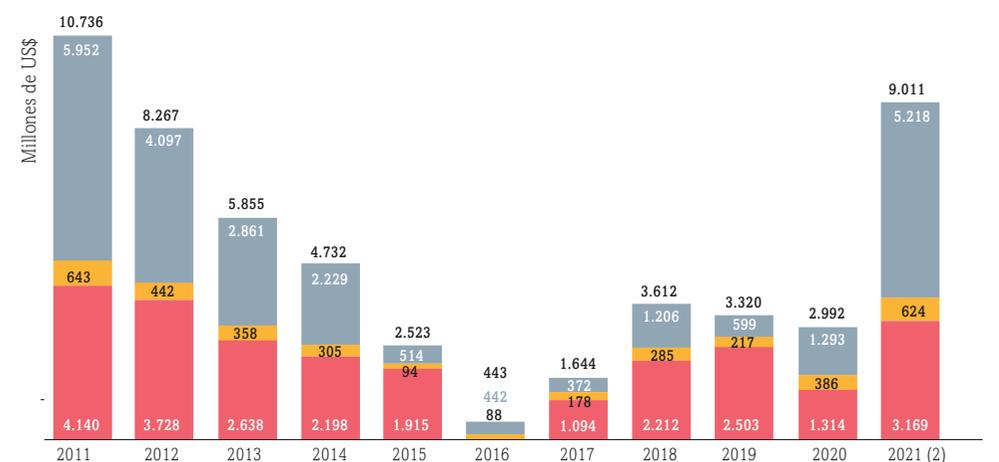
por el explotador minero, así como el derecho del Estado en el cobro de los impuestos asociados a la minería.

- El margen operacional refleja las utilidades obtenidas de las ventas, después de descontarle los costos asociados a la producción y los gastos de administración y ventas. Al ser aplicado al margen operacional, el IEAM se adapta de mejor forma a las condiciones de rentabilidad de cada yacimiento y al ciclo del negocio minero (el que está afecto a la fluctuación de los precios de los minerales), en comparación, por ejemplo, a un royalty a las ventas.

- Por otra parte, al ser un impuesto progresivo, el impuesto aumenta cuando aumenta la capacidad económica de la empresa. Así, a mayor margen operacional, mayor será el porcentaje de impuestos a pagar. Es decir, en ciclos de precios altos de los commodities, con alta rentabilidad de las empresas, las empresas mineras pagan un monto mayor por concepto de IEAM tanto porque la base de cálculo (el margen operacional) es mayor, como porque la tasa que se aplica sobre esta base, también es mayor. Esto se ve graficado en la recaudación histórica por concepto de IEAM en relación al año 2021.



COMPOSICIÓN DEL APORTE NETO DE LA GRAN MINERÍA A LOS INGRESOS FISCALES



● Impuestos a la renta minería privada (1) ● Impuesto específico minería privada (royalty) ● Aporte Codelco neto de capitalización

(1) Los impuestos de la minería privada que aquí se reportan son los de 10 grandes empresas mineras privadas (conocidas como GMP-10), que representan el 80% de la producción privada de cobre.

(2) El aporte de Codelco considera una reinversión del 30% de las utilidades correspondientes a los ejercicios entre 2021 y 2024. El SII reporta un pago de Impuesto Específico de US\$1.360 millones, en contraste con los US\$ 624 millones reportados por la Dipres.

Fuente: Consejo Minero a partir de información de Dipres y Codelco.

Entre 2010 y 2020 las patentes implicaron un pago de la gran minería en torno a US \$230 millones.

- Debido a diversos esquemas transitorios que se establecieron en las leyes de 2005 y 2010, hay empresas que hasta la finalización de su invariabilidad tributaria han pagado tasas menores que la escala de 5% y 14%. Para más antecedentes se puede revisar la tabla de Invariabilidad del Impuesto Específico, disponible en la [Plataforma de Impuestos del Consejo Minero](#).

- La información del pago de este impuesto proviene de los Formularios 22 que las empresas reportan al SII.

Otros impuestos pagados por las empresas de la gran minería:

❖ **Patentes mineras de exploración y explotación**³⁷: En Chile, las concesiones mineras están bajo un régimen de amparo por patente. El derecho a explorar/explotar se otorga en base a un pago anual o patente. La definición del monto a pagar requiere distinguir:

- La patente de la concesión de explotación que no demuestre labores mineras aumentará progresivamente desde 4/10 UTM por hectárea, para los primeros 5 años de vigencia de la concesión, hasta 12 UTM por hectárea a partir del año 31 de vigencia³⁸.

- La patente de la concesión de explotación que demuestre labores mineras es de 1/10 UTM por hectárea.

- La patente de la concesión de explotación que no demuestre labores mineras, pero se encuentre bajo evaluación ambiental o cuente con una RCA, es de 3/10 UTM por hectárea.

- La patente de la concesión de exploración es de 3/50 UTM por hectárea.

- Dado que estas cantidades se multiplican por miles de hectáreas, entre 2010 y 2020 las patentes implicaron un pago de la gran minería en torno a US \$230 millones.

❖ **Varios**: Impuesto territorial (contribuciones de bienes raíces), Patentes comerciales, Impuesto de Timbres y Estampillas.

Por estos conceptos en total la gran minería pagó entre 2010 y 2020 cerca de US \$150 millones.

❖ **Impuesto Verde o Impuesto a las emisiones**³⁹: US\$ 5 por tonelada de CO₂.

- Las empresas mineras pagan este impuesto de dos maneras: (i) en forma directa, por las emisiones de algunos procesos mineros; y (ii), la principal, en forma indirecta, a través del mayor costo en el suministro eléctrico que les traspasan las empresas generadoras.

- Con la última modificación legal se sumaron al pago del impuesto otros procesos asociados a combustión de fuentes fijas⁴⁰.

❖ **Contribución para el desarrollo regional**: 1% sobre el valor de adquisición de todos los bienes físicos del activo inmovilizado que comprenda un mismo proyecto de inversión, en la parte que exceda la suma de US \$10 millones. Se aplica a proyectos de inversión y/o ampliaciones de proyectos existentes, que impliquen una inversión igual o mayor a US \$10 millones en activo fijo tangible, y que deban someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. A junio de 2022 aún no ha correspondido hacer el pago de este impuesto.



³⁷ Ley N° 21.420, publicada el 4 de febrero de 2022, que modifica el Código de Minería con el objetivo de aumentar la recaudación fiscal para la denominada Pensión Garantizada Universal y modernizar ciertos aspectos de la regulación minera. Posteriormente modificada por la Ley N° 21.462, publicada el 26 de julio de 2022.

³⁸ De acuerdo al artículo 142 bis del Código de Minería, incorporado por la Ley N° 21.420, la patente de la concesión de explotación que no demuestre labores mineras aumentará progresivamente de la siguiente manera: 4/10 UTM para los primeros 5 años, 8/10 UTM desde el año 6 al 10; 9/10 UTM desde el año 11 al 15, 1,2 UTM desde el año 16 al año 20; 3 UTM desde el año 21 al 25; 6 UTM desde el año 26 al 30; y 12 UTM a partir del año 31. Lo anterior son montos por hectárea.

³⁹ Ley N° 20.780 de Reforma Tributaria, que modifica el sistema de tributación de la renta e introduce diversos ajustes en el sistema tributario, publicada el 29 de septiembre 2014. En su artículo 8° se refiere al impuesto a emisiones al aire de material particulado.

⁴⁰ Ley N° 21.210 de Modernización Tributaria, publicada el 24 de febrero 2020.



- Este es un impuesto nuevo, que originalmente se aplicaría a proyectos cuyo proceso de evaluación de impacto ambiental se iniciara desde el 1 de marzo de 2020, fecha de entrada en vigencia de la Ley de Modernización Tributaria (Ley N°21.210, publicada en febrero de 2020). Fue posteriormente modificado por la Ley de Reactivación Económica COVID (Ley N°21.256, publicada en septiembre de 2020), la cual liberó de pago a los proyectos de inversión inicialmente afectos a dicho tributo, siempre y cuando: el proyecto sea sometido al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental hasta el 31 de diciembre de 2021; y se inicie la ejecución del proyecto o actividad dentro del plazo de tres años, contados desde la notificación de la resolución que lo califica ambientalmente de manera favorable.

- Por su parte, con fecha 8 de octubre de 2021 el SII dictó la circular N°55, la cual “imparte instrucciones sobre la contribución para el desarrollo regional introducida por el artículo trigésimo segundo de la Ley N°21.210”.

- El 1% se devenga una vez que el proyecto haya sido aprobado por el SEIA, haya recibido su recepción municipal y comience a generar ingresos operacionales.

- De lo recaudado por este impuesto, una parte se destinará al Fondo Nacional de Desarrollo Regional y dos tercios al Fondo de Contribución Regional.

En función de la cartera de proyectos mineros de COCHILCO para el período 2020 – 2028, el Consejo Minero estimó que las regiones entre Tarapacá y O’Higgins recibirían por este concepto, por parte de la minería, US\$ 434 millones para ser destinados a financiar obras de desarrollo.

✦ **Impuesto específico a los combustibles:** Diésel 1,5 UTM/m³. Gasolina 6 UTM/m³. Además, tiene un componente variable que se suma o resta con el objetivo de evitar variaciones abruptas en los precios finales.

- La minería paga el impuesto correspondiente al tránsito de vehículos por caminos públicos.

- Este impuesto fue creado para financiar la reconstrucción de las carreteras y caminos dañados durante el terremoto de marzo de 1985 y, por lo tanto, se cobra al uso de combustibles en vehículos que transitan en las vías públicas. En este sentido, por diseño no corresponde ser pagado en los usos industriales, como es el caso al interior de las faenas mineras o en otras industrias como la generación eléctrica.

La carga tributaria total de una empresa minera en Chile alcanza el 38,4%⁴¹.

Este tipo de medición puede cambiar según las variables que se tomen en cuenta para su cálculo pero, desde ya, refleja la tendencia en cuanto a que la tributación de la minería local está cercana a la media internacional y cercana a países mineros como Perú (49,7%), Australia (36,3%), Canadá (40%) y Estados Unidos (38,4%).

Al momento de determinar cuánto es el monto total de impuestos que paga una empresa minera no se debe tener en cuenta sólo las tasas respectivas, sino que también otros factores que influyen. Estos otros factores que inciden en la carga tributaria total son: base imponible; sistema de depreciación; sistema de amortización; integración entre impuestos corporativos y personales, y entre éstos y el IEAM; porcentajes de rentas retenidas versus distribuidas; franquicias tributarias; acuerdos de doble tributación.



⁴¹ Fondo Monetario Internacional (2022), “Perú. Propuestas para la reforma tributaria de 2022: régimen fiscal del sector minero, ganancias de capital e IGV a los servicios digitales”.

Un punto que hay que considerar al referirse a la tributación de la minería, es que generalmente se toma en cuenta la tasa de impuesto que se está aplicando a una empresa que ya está operando. Sin embargo, hay que comprender el negocio completo, y eso quiere decir que al principio de éste hay pérdidas, porque la inversión inicial es muy alta, así como al final de la vida de la mina ésta es poco productiva, por lo tanto las utilidades también bajan.

El Consejo Minero y sus compañías socias han señalado que están disponibles para realizar un mayor aporte en el caso de materializarse un incremento de la carga tributaria del país, con el fin de financiar un mayor gasto social y diversificar productivamente las regiones mineras. Para tales efectos, se estima importante tener en consideración al menos lo siguiente:

- Que el eventual aumento de carga tributaria no deje fuera de competencia a la minería chilena: las grandes inversiones mineras se destinan hacia los países que ofrecen las mayores rentabilidades, dentro de ciertos márgenes de riesgo; dado que los montos a invertir no son ilimitados, aún si un país ofrece una rentabilidad razonable, si ésta es menor a la ofrecida en otros países, las inversiones se dirigirán hacia estos últimos.
- Que se considere que las empresas tienen distintos costos y realidades geológicas: en caso contrario, podría ser más gravoso para empresas con altos costos que operan yacimientos de menor ley del mineral. En este sentido, establecer una progresión según los márgenes de la empresa permite evitar

que empresas de mayor costo paguen el mismo nivel de impuesto que las de menor costo.

- Que se mantenga el incentivo a la inversión: este punto se refiere a que se permitan deducciones como la depreciación o la amortización de los gastos de organización y puesta en marcha, por ejemplo.
- Que una parte significativa de la recaudación se destine directamente a las regiones donde operan las faenas.

5. ENCADENAMIENTO PRODUCTIVO

La minería busca potenciar el desarrollo y aumentar la contratación de proveedores locales. El desarrollo de éstos permite convertir a la industria en un motor de desarrollo sustentable en la región en que opera. De esta manera se fortalece el encadenamiento productivo “aguas arriba”, generando beneficios compartidos a las empresas de la región, a las comunidades y a las empresas mineras.

❖ **Dentro de un universo de más de 3.500 proveedores de la minería, se han identificado, por región, aquellos con base tecnológica y orientación a la innovación⁴²:**

- Tarapacá: 184.
- Antofagasta: 338.
- Atacama: 177.
- Coquimbo: 131.
- Valparaíso: 134.
- Metropolitana: 221.
- O'Higgins: 137.



❖ **Algunos ejemplos de iniciativas que apuntan al desarrollo y contratación de proveedores locales:**

Establecimiento de **programas de compras locales**, en que se ofrece apoyo a pequeñas y medianas empresas locales para que puedan establecer una relación comercial con la empresa minera. El objetivo es facilitar el acceso para suministrar bienes y servicios a las operaciones mineras, de una manera más simple, con procesos competitivos y condiciones de pago reducidas.

Planes de apoyo a proveedores que buscan trabajar con empresas locales, implementando un proceso que permita y favorezca la detección de oportunidades de negocios. Estos planes pueden considerar aspectos como: búsqueda de demanda potencial; búsqueda de PYMES locales y evaluación de las mismas; identificación de proveedores clave de la región para promover su crecimiento; de no existir proveedores locales, se

⁴² Fundación Chile, 2019. En Cifras Actualizadas de la Minería (Consejo Minero, Junio 2022).

El desarrollo territorial ha sido un foco de las empresas mineras con miras a aportar a la calidad de vida y el desarrollo sostenible de las localidades.

promueve la instalación de sucursales de empresas externas en la región; en el caso de empresas externas instaladas en la región, se promueve la contratación de subcontratos con empresas locales; desarrollo de paquete de herramientas para PYMES; capacitación en competencias básicas y ciclo de gestión de riesgos.

Reemplazo de la boleta de garantía por una póliza de garantía. Los contratos de servicio y suministro están amparados por una boleta de garantía por un porcentaje del valor del contrato y se aplican retenciones de un monto máximo acumulado del contrato original. Al reemplazar la boleta por una póliza de garantía se permite liberar las líneas de crédito y reducir costos financieros de la PYME, potenciando su competitividad y su posibilidad de optar a otros servicios.

6. DESARROLLO Y CALIDAD DE VIDA

El desarrollo territorial ha sido un foco de las empresas mineras con miras a aportar a la calidad de vida y el desarrollo sostenible de las localidades. En la relación empresa-territorio emerge el desafío central de cómo generar valor para todos los sectores que conviven en un territorio, en línea con sus prioridades e intereses y con una mirada colaborativa, integral y estable en el tiempo. Esto es fundamental para la empresa y su sostenibilidad, pero también para las comunidades, para las que puede implicar una mejora sustancial en su calidad de vida.

❖ **Ejemplo de iniciativas emblemáticas y colaborativas en este sentido, publicadas en la Plataforma Social del Consejo Minero:** Calama Plus (Codelco y Glencore/Lomas Bayas), Clúster Minero de la región de Antofagasta (Antofagasta Minerals), Acuerdo de Producción Limpia Logístico Minero Puerto Antofagasta (KGHM/Sierra Gorda, Glencore y Codelco), Consejo de Competencias Mineras (Empre-

sas mineras, proveedores y gremios), y Proveedores Mineros Chilenos de Exportación (BHP, Codelco, Antofagasta Minerals).

Hay además, múltiples casos de iniciativas de empresas mineras que apuntan a resolver desafíos específicos locales en materias tales como acceso al agua potable, infraestructura, programas deportivos, programas culturales y educativos, entre otros. En la **Plataforma Social del Consejo Minero**⁴³ se pueden encontrar más de 300 iniciativas destacadas en este sentido.



Conceptos de interés e información de contexto

APORTE DE LA MINERÍA AL PAÍS Y LAS REGIONES MINERAS



PRECIO DEL COBRE Y PRESUPUESTO PÚBLICO

El precio del cobre cumple un rol clave en la definición del presupuesto público en Chile. Desde 1987 se adoptó una política de manejo sistemático de los ingresos fiscales por cobre, la que fue perfeccionada y complementada en 2001. Esta **política fiscal de Balance Estructural o Balance Cíclicamente Ajustado** requiere estimar los ingresos que obtendría el Fisco excluyendo el efecto de fluctuaciones cíclicas, tanto de la actividad económica como del precio del cobre. Es así como antes de la elaboración del presupuesto público, el Ministerio de Hacienda se reúne con un Comité de Expertos Independientes que estima el precio de referencia del cobre, o precio de largo plazo, lo que permite la estimación de los ingresos estructurales del Estado.

Con estas políticas se busca evitar que el gasto público esté directamente relacionado a los efectos cíclicos del cobre, permitiendo, además, reducir la deuda pública y acumular activos a largo plazo en un fondo soberano.

IMPACTO DE FLUCTUACIONES DEL PRECIO DEL COBRE EN LA RECAUDACIÓN

Hay **distintos métodos para dimensionar cuánto impacta en la recaudación fiscal un cambio de un centavo de dólar en el precio promedio anual del cobre.**

Por una parte, hay expertos que indican que, manteniendo todo lo demás constante, cada centavo de dólar conlleva un efecto aproximado de US \$60 millones en recaudación fiscal. Esto surge de la multiplicación de ese centavo por la producción anual (pasando de centavos por libra, a dólares por toneladas) y aplicando una tasa de impuestos promedio entre minería privada y Codelco. Este cálculo es independiente de los costos, y por lo tanto sigue siendo válido mientras la producción sea cercana a 6 millones de toneladas.

Un cálculo distinto es el que hace la Dirección de Presupuestos (Dipres)⁴⁴ y que concluye que un centavo de dólar menos en el precio del cobre, cotizado en la Bolsa de Metales de Londres, se traduce en US \$39,8 millones de menor recaudación en cada año del período 2001 – 2018. Para este ejercicio sí se consideran los cambios en los costos, al menos implícitamente, ya que se comparan recaudaciones (que tienen los costos incorporados) y precios entre un año y otro.

Ambos métodos son distintos, pero correctos.

INGRESOS FISCALES PROVENIENTES DE LAS GRANDES MINERAS PRIVADAS, EN 2022

En 2021 el cobre alcanzó un histórico valor promedio de US \$4,23 la libra. Este hecho, junto con otros factores que impulsaron la actividad económica, llevó a que en el ejercicio comercial 2021 la recaudación del Impuesto Específico a la Actividad Minera (IEAM) o royalty minero, creciera un 220%, alcanzando un monto de US\$ 1.360 millones⁴⁵. Esta cifra representa una recaudación récord desde el inicio de la aplicación del IEAM, en línea con las condiciones más favorables que hubo en el año y con la estructura del royalty, a partir de la cual el Estado recauda más no sólo porque aumenta el margen operacional (que suele ser más alto con precios altos) sino que, además, porque se aplica una tasa mayor sobre dicho margen.

Asimismo, como parte del Impuesto de Primera Categoría, la tributación de las 10 grandes mineras privadas creció 125,9%, a US \$3.321 millones, es decir, más que duplicando su aporte del año anterior.

De esta manera, en 2022 más de un quinto de todos los ingresos fiscales provenientes de la recaudación de impuestos, por Operación Renta, provino de las grandes mineras privadas⁴⁶.

⁴⁴ Informe de Finanzas Públicas, segundo trimestre 2019.

⁴⁵ Operación Renta 2022 (SII).

⁴⁶ Ex - Ante, 26 de julio 2022. <https://www.ex-ante.cl/la-mineria-contribuyo-con-mas-de-un-quinto-de-los-ingresos-tributarios-totales-en-2022-es-el-mayor-aporte-en-una-decada/>

Conceptos de interés e información de contexto

PRECIOS DE LOS COMMODITIES Y COSTOS DE PRODUCCIÓN

La rentabilidad de las empresas mineras está estrechamente vinculada a los precios de los commodities, los que son esencialmente fluctuantes. Durante ciclos de precios excepcionalmente altos, las empresas mineras suelen tener rentas excepcionalmente altas también, y así como alto también es su aporte al fisco. Otro factor que influye directamente en la rentabilidad y aporte de la industria al fisco es el costo de producción. Este costo está determinado por distintas variables y se estima que en la medida que el precio de la materia prima sube, también tenderán al alza los costos⁴⁷.

Entre 1990 y 2005 se dio una fuerte expansión de la minería chilena con la puesta en marcha de un conjunto de nuevas operaciones mineras que cuadruplicaron la producción de cobre del país, permitiendo alcanzar un volumen de producción anual levemente superior a los 5 millones de toneladas métricas en 2005. Esta expansión ocurrió en un contexto de niveles de precios del cobre en sus mínimos históricos, alcanzando el mínimo en febrero de 1999 con un valor de US \$0,61 por libra.

Se habla de un súper ciclo de las materias primas cuando describimos un fenómeno sustancial de crecimiento de los precios por un período relativamente largo. En los últimos 120 años se han observado sólo tres súper ciclos del cobre.

Si bien no hay un consenso de cuándo se inició y terminó el último súper ciclo del cobre, un hito

relevante se marcó en diciembre de 2003 cuando la libra alcanzó un precio de US\$ 1 por primera vez en seis años, desde el estallido de la crisis asiática. En noviembre de 2005 la libra de cobre alcanzó por primera vez en la historia los US\$ 2, y en 2008 superó los US\$ 4 por primera vez. Este ciclo de precios altos llegó a un máximo histórico a inicios de 2011, transándose en más de US\$ 4,6 la libra. En 2011 se registró, además, un histórico promedio anual de US\$ 3,99 la libra. A partir de este año los precios comenzaron a caer gradualmente hasta alcanzar en 2016 niveles cercanos a los US \$2 – 2,5 la libra (bajando incluso de los US \$2 en enero de ese año). Este súper ciclo estuvo asociado a la rápida expansión productiva y comercial de China.

Con un promedio anual de US \$4,23 por libra, el precio del cobre en 2021 fue el más alto desde el año 2011, y en marzo 2022 llegó a transarse a un precio cercano a los US \$5 la libra, empujado por la guerra en Ucrania. La perspectiva de la mayoría de los especialistas es que este ciclo alcista es transitorio.

Durante ciclos de precios altos de las materias primas, las empresas mineras suelen aumentar sus ganancias, lo que implica también un fuerte aumento de su aporte al fisco. Así, si en 2020 la recaudación minera significó en torno al 6% de los ingresos fiscales, en 2010 llegó a superar el 20%. En 2007 la industria minera anotó su mayor aporte al fisco del que se tenga registro: US \$14.120 millones, con un cobre promedio de US \$3,23. De



En los últimos años, el aporte de la industria a las arcas fiscales ha estado en torno a los US\$3 mil millones.

ahí en más los aportes fueron bajando ya que los costos subieron, bajando, por tanto, las ganancias. En los últimos años, el aporte de la industria a las arcas fiscales ha estado en torno a los US \$3 mil millones⁴⁸.

En 2021 el costo de producción (costo de caja) de las empresas de la gran minería del cobre aumentó 8,1% en relación al 2020. Esta alza se asoció al menor valor del tipo de cambio, aumentos de los precios de los combustibles, energía, fletes y ácido sulfúrico, y la disminución de las leyes de mineral, entre otros factores⁴⁹.

⁴⁷ *Relación precio del cobre y costos de extracción.* Saud Soto, C. (2017). Disponible en <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/144334>

⁴⁸ <https://www.emol.com/noticias/Economia/2021/02/23/1013056/Super-ciclo-cobre-hitos-cifras.html>

⁴⁹ *Observatorio de Costos de la Gran Minería del Cobre (COCHILCO).*

Conceptos de interés e información de contexto

INVARIABILIDAD TRIBUTARIA

La decisión de ejecutar un proyecto minero sustentable por parte de un inversionista extranjero implica un completo análisis de los aspectos sociales, ambientales y económicos que involucra el desarrollo del mismo. Respecto de este último componente, la estabilidad de las políticas de los países es especialmente relevante.

Dentro de estas políticas, la Invariabilidad Tributaria ha jugado un rol preponderante en el impulso de inversiones en nuestro país para todos los sectores productivos, a través del Decreto Ley N°600 (DL 600), Estatuto de la Inversión Extranjera⁵⁰. Este régimen consiste en que el Estado, a través de contratos-ley suscritos con los inversionistas, se compromete a mantener una tasa impositiva sin variaciones durante un período determinado, orientado a entregar certeza jurídica a las inversiones de capitales extranjeros.

La minería se ha acogido a estas normas de invariabilidad tributaria en distintos momentos a partir del DL 600. Con posterioridad y conforme a las leyes de royalty de 2005 y 2010, se extendió la invariabilidad a las empresas mineras a cambio de pagar mayores impuestos. Si bien este sistema subsiste, ello no impide que la gran mayoría de las

empresas paguen tasas mayores de royalty minero o impuesto específico, en un rango que va entre un 5% y un 14%, a medida que su margen operacional es mayor. Cabe destacar que este royalty es adicional al régimen general de impuestos sobre las utilidades, que pagan las empresas (tanto mineras como de otros sectores), los que no están afectos a cláusulas de invariabilidad.

El régimen de invariabilidad para el royalty minero tiene un sustento de forma y otro de fondo. En lo formal, la invariabilidad tiene una base contractual-legal, en primer lugar, con el Estado y luego en el cumplimiento de reglas explícitas establecidas en leyes aprobadas democráticamente. En cuanto al fondo, el disponer de un régimen como éste permite al inversionista extranjero internalizar, desde sus inicios, los elevados costos de inversión y la incertidumbre geológica y de mercado que representa el desarrollo de proyectos que se caracterizan por ser de muy largo plazo.

Adicionalmente, la carga tributaria es un factor de competitividad que las compañías internacionales analizan y tienen a la vista al momento de evaluar las condiciones de los países en los cuales es posible desarrollar sus proyectos. Por tanto, variaciones significativas en las reglas del juego en esta materia

podría impactar de forma importante a nuestro país si analizamos el aporte fundamental que la minería hace al desarrollo de Chile.

En virtud de lo anterior, y conscientes de la importancia de que se conozca la información sobre invariabilidad tributaria de las empresas de la gran minería (que si bien es pública no es de fácil acceso) el Consejo Minero la recolectó, consolidó y difundió en la Plataforma de Impuestos publicada su sitio web⁵¹. Con la disponibilidad de estos antecedentes se busca nutrir el debate y contribuir a un análisis informado y simétrico en esta materia.



⁵⁰ La Ley N°20.780 sobre Reforma Tributaria (publicada el 29 de septiembre de 2014), en su artículo 9 derogó el DL 600 a partir del 1 de enero de 2016. Desde esa fecha el Comité de Inversiones Extranjeras dejó de poder celebrar nuevos contratos de inversión extranjera. Posteriormente, la Ley N°20.848 (publicada el 25 de junio de 2015) estableció un Marco para la Inversión Extranjera Directa y creó la Agencia de Promoción de Inversiones, que sustituyó al Comité de Inversiones Extranjeras creado por el DL 600.

⁵¹ Plataforma de Impuestos. <https://consejominero.cl/comunicaciones/plataforma-de-impuestos/>

Conceptos de interés e información de contexto

MERCADO DE TRANSACCIONES DEL COBRE

La **Bolsa de Metales de Londres** (LME, por sus siglas en inglés) es el mayor mercado de transacciones donde se transa y determina el precio de cátodos de cobre diariamente para contratos para entrega inmediata o futuras hasta 10 años, además de opciones de compra y venta de varios metales no ferrosos. Este precio se utiliza como referente para determinar el precio de venta del cobre y otros minerales (aluminio, zinc, níquel, plomo y estaño), tanto para cátodos como otros productos con mayor o menor valor agregado, los que ajustan este precio con descuentos (para concentrados, blíster y ánodos), o premios o sobrepuestos (para cátodos, alambrón, alambres, tubos, etc). La LME ofrece dos plataformas de transacciones: el proceso Electrónico (London Metal Exchange Select) y la Rueda a viva voz.

También se transan cátodos de cobre en otras 2 bolsas de metales, una en Nueva York (Estados Unidos), y otra en Shanghai (China), las que operan en forma electrónica y son utilizadas para las transacciones domésticas en Norteamérica y China⁵².

FONDO DE ESTABILIZACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL (FEES)

El FEES es un fondo soberano que se creó a inicios de 2007 para financiar déficits fiscales que puedan generarse en períodos de bajo crecimiento y/o

bajo precio del cobre, lo que ayuda a reducir las fluctuaciones en el gasto fiscal. El FEES recibió su primer aporte de US \$2.850 millones en marzo 2007, de los cuales US \$2.563,7 millones provenían del saldo antiguo del Fondo de Estabilización de los Ingresos del Cobre, que terminó su operación fundiéndose en el FEES. El aporte inicial al FEES vino principalmente de los ingresos extraordinarios del cobre durante el súper ciclo de precios.

Los recursos del FEES permiten financiar eventuales déficits fiscales y realizar amortizaciones de la deuda pública, contribuyendo a que el gasto fiscal no se vea mayormente afectado por los vaivenes de la economía mundial y la volatilidad de los ingresos que provienen de los impuestos, el cobre y otras fuentes. Así, ante eventuales ciclos adversos de la economía que afecten los ingresos del fisco, el presupuesto público podría financiarse en parte con los recursos del FEES sin la necesidad de acudir al endeudamiento⁵³.

La utilización del FEES se pudo apreciar durante la pandemia por COVID-19. Así, en marzo de 2021, por ejemplo, se anunció un programa fiscal por US \$6 mil millones para financiar ayudas sociales y económicas para combatir la crisis originada por la pandemia. Se estableció que el financiamiento de dicho programa se basaría en los mayores ingresos que el Estado esperaba conseguir por el aumento del precio del cobre, y por el FEES. Además, durante 2020 se realizaron retiros desde el fondo por

US \$4.090 millones, los que fueron utilizados para apoyar las necesidades de financiamiento asociadas a la pandemia y a la crisis social de fines de 2019⁵⁴.

El valor de mercado del FEES alcanzó un máximo de US \$20.211 millones en 2008, cerrando en 2021 en US \$2.458 millones. Al cierre de abril 2022 aumentó a US\$ 7.751 millones⁵⁵. Desde su creación ha recibido aportes por casi US \$28 mil millones. Al año 2021 se habían efectuado retiros por más de US \$24 mil millones.

⁵² Codelco Educa https://www.codelcoeduca.cl/codelcoeduca/site/edic/base/port/como_se vende.html

⁵³ Ministerio de Hacienda.

⁵⁴ <https://www.elmostrador.cl/mercados/2021/08/13/hacienda-informa-retiro-por-us-1-000-millones-del-fondo-de-estabilizacion-economica-y-social-en-agosto/>

⁵⁵ El saldo incluye aportes, retiros, intereses, costo de administración, y ganancias y pérdidas de capital.

3

capítulo



Trabajadores y trabajadoras de la minería



1. SEGURIDAD Y MINERÍA

La minería es una industria que tiene procesos complejos, mueve grandes volúmenes de materiales y opera equipos igualmente grandes. Además, se desarrolla en general en la alta montaña, con un clima complejo y a distancias alejadas de los centros urbanos. Estas características explican de cierta forma el hecho que la seguridad sea central en la cultura minera.

La industria opera con los más altos estándares de seguridad, lo que le ha permitido mantener la tasa de accidentabilidad más baja entre los sectores económicos del país. En tanto, la tasa de mortalidad ha caído más de un 70% en los últimos 10 años, pero aún se mantiene como la quinta más alta después de transportes y comunicaciones, electricidad, gas y agua, construcción, y agricultura y pesca⁵⁶. Este punto es crucial, y existen esfuerzos diarios por parte de la industria para resguardar a las personas. Lo anterior ha implicado una mejora en la cifra en los últimos 10 años, pero aún lejos del objetivo de cero fatalidades.

- ❖ La **tasa de accidentabilidad** de la minería es de 1 accidente por cada 100 trabajadores (el promedio de los sectores económicos del país es 2,6 con datos 2021).
- ❖ La **tasa de mortalidad** de la minería es de 5,1

fatalidades por cada 100.000 trabajadores (el promedio de los sectores económicos del país es 2,9 con datos 2021). En los últimos 10 años ha caído más de un 70%⁵⁷.

- ❖ Las nuevas tecnologías son herramientas que han permitido reforzar aún más la seguridad.
- ❖ Los protocolos relativos a seguridad exigen un cumplimiento estricto. Esto ha permitido desarrollar una cultura de seguridad minera que se puede apreciar más allá de las faenas.

2. EMPLEOS DE CALIDAD

La minería ofrece empleos de calidad, no solo con una buena remuneración sino que también con altos estándares de seguridad y beneficios para sus trabajadores y trabajadoras. Además, ofrece un gran espacio de desarrollo y crecimiento laboral.

- ❖ El **ingreso imponible mensual** de los trabajadores mineros es el más alto entre los sectores económicos del país, con un promedio de \$1,9 millones (el promedio del país es \$927 mil)⁵⁸.
- ❖ Las tasas de **sindicalización** en las empresas de la gran minería superan el 70%.

❖ La minería promueve la **capacitación** de sus trabajadores, siendo una de las industrias que más invierte en este punto. En 2020, las horas promedio de capacitación por trabajador fueron de casi 25 horas. Esto se dio durante el período de la crisis sanitaria, en que las capacitaciones mediante e-learning aumentaron de un 8% a un 64%. De esta manera, entre 2018 y 2020 se aumentó de 2,4 a 5,5 capacitaciones al año por trabajador y trabajadora, duplicando el promedio de participación.

❖ A través del **Consejo de Competencias Mineras y el Programa Eleva (alianza CCM-Eleva)**, las empresas mineras y proveedoras han desarrollado estándares y herramientas que permiten que la formación se adecúe a lo que se necesita saber (y saber hacer) para desempeñarse en minería.

⁵⁶ Superintendencia de Seguridad Social, 2021
⁵⁷ SERNAGEOMIN, 2022.
⁵⁸ Superintendencia de Pensiones, 2021.

Hacia finales de la década 2021-2030 se necesitarán 25.338 trabajadores y trabajadoras en los distintos cargos en la minería.

El CCM fue creado en 2012 y es el primer Consejo de Competencias de Chile. Con esta iniciativa, se busca aportar a la productividad de la industria, fortalecer la formación técnica del país, aportar a la empleabilidad de las personas y a la eficiencia en la inversión en capacitación. Desde diciembre de 2020, el CCM se unió al Programa Eleva, formando la alianza CCM-Eleva. Entre sus iniciativas principales destacan las siguientes:

- ❖ Estudio de Fuerza Laboral de la Gran Minería Chilena, el cual desde el año 2012 a la fecha presenta cada dos años un estudio de caracterización de la dotación minera y proyecciones de demanda de trabajadores, tanto en número como en perfil. Además, describe la evolución de la oferta formativa disponible para el rubro de la minería y los desafíos de la industria en materia de capital humano para la próxima década.

En diciembre 2021 se publicó la octava versión del Estudio de Fuerza Laboral de la Gran Minería

Chilena para el período 2021-2030, destacándose los siguientes hallazgos:

- Hacia finales de la década 2021-2030 se necesitarán 25.338 trabajadores y trabajadoras en los distintos cargos de la cadena de valor principal de la minería (extracción, mantenimiento, procesamiento y transporte).
- El 73% de la demanda acumulada para los próximos 10 años se concentra en cuatro cargos principalmente: mantenedores/as mecánicos; mantenedores/as eléctricos; operadores/as de equipos móviles; y operadores/as de equipos fijos. Estos continúan siendo los perfiles con mayor brecha entre la oferta formativa disponible y la demanda requerida por la industria.

Otros productos y/o programas del CCM son:

- ❖ Poblamiento Minero del Marco de Cualificaciones Técnico Profesional (TP): El poblamiento de minería del Marco de Cualificaciones TP fue el primero en desarrollarse en Chile. Este trabajo permite la identificación de las competencias y perfiles necesarios por los trabajadores y trabajadoras de la minería, estableciendo rutas de desarrollo.

Hoy este poblamiento es referente no solo a nivel nacional, sino también en países vecinos como Perú.

- ❖ Sello de Calidad CCM: Certifica-

ción que reconoce a los programas de formación y a los cursos impartidos por empresas mineras que cumplen con los estándares de la industria identificados en el Marco de Cualificaciones TP.

- ❖ Asistencia Técnica: Apoyo directo a organismos de formación (Liceos TP, Centros de Formación Técnica, Institutos profesionales, y Universidades) para fortalecer la calidad y pertinencia de sus programas formativos, bajo los estándares de la industria. Esta asistencia habilita a los organismos de formación para la obtención del Sello de Calidad CCM.

- ❖ Modelo de Prácticas y Aprendices: Metodología que busca apoyar a las empresas mineras en el desarrollo e implementación de sus programas de prácticas y aprendices, en línea con los estándares de la industria. A la fecha este modelo ha generado más de 500 cupos de prácticas y aprendices, con un 60% de contratación (versus el 20% a nivel nacional).

- ❖ Centros Tecnológicos: Creación de 6 Centros Piloto de Tecnología (CPT) habilitados para asegurar el acceso de Liceos Técnico Profesionales a la tecnología más actualizada.

- ❖ Ser Minería: Portal informativo y de orientación vocacional en apoyo a las personas que buscan conocer la oferta formativa vinculada a la minería en Chile y así poder elegir de manera más informada qué especialidades o carreras pueden estudiar (www.sermineria.cl).



10,4% de los
trabajadores y las
trabajadoras del país
están asociados al
sector minero.

3. EMPLEO: CIFRAS

10,4% de los trabajadores del país están asociados al sector minero, ya sea de manera directa o indirecta⁵⁹. Abarcando a más de 900 mil personas.

❖ Empleo directo: 2,9% (259 mil personas)

El empleo directo considera trabajadores y trabajadoras propios de las empresas mineras, así como a trabajadores y trabajadoras contratistas.

❖ Empleo indirecto: 7,5% (659 mil personas)

Se refiere a empleos creados en otros sectores productivos, principalmente proveedores de la minería. Se calcula que, por cada empleo directo de la minería, se generan 2,55 empleos indirectos.

Empleo regional⁶⁰:

❖ Tarapacá: 31% del empleo total de la región corresponde a empleo minero (directo e indirecto):

- Empleo directo: 15 mil personas.
- Empleo indirecto: 37 mil personas.

❖ Antofagasta: 57% del empleo total de la región corresponde a empleo minero (directo e indirecto):

- Empleo directo: 50 mil personas.
- Empleo indirecto: 127 mil personas.

❖ Atacama: 69% del empleo total de la región corresponde a empleo minero (directo e indirecto):

- Empleo directo: 26 mil personas.
- Empleo indirecto: 66 mil personas.

❖ Coquimbo: 37% del empleo total de la región corresponde a empleo minero (directo e indirecto):

- Empleo directo: 34 mil personas.

- Empleo indirecto: 88 mil personas.

❖ Valparaíso: 12% del empleo total de la región corresponde a empleo minero (directo e indirecto):

- Empleo directo: 29 mil personas.
- Empleo indirecto: 73 mil personas.

❖ Metropolitana: 3% del empleo total de la región corresponde a empleo minero (directo e indirecto):

- Empleo directo: 27 mil personas.
- Empleo indirecto: 68 mil personas.

❖ O'Higgins: 15% el empleo total de la región corresponde a empleo minero (directo e indirecto):

- Empleo directo: 17 mil personas.
- Empleo indirecto: 42 mil personas.

4. MUJER Y MINERÍA

La minería es una industria a la que cada día se están sumando más mujeres. Hasta no hace muchos años atrás, la industria minera estaba integrada principalmente por hombres. Esto no se debía solo a razones culturales, sino que incluso existía una restricción legal para que las mujeres ingresaran a los yacimientos, ya que se creía que ellas “traían mala suerte en los piques”. Recién en 1996 se eliminó del Código del Trabajo esta restricción, permitiendo a las mujeres acceder a trabajar en la principal industria del país.

La participación de la mujer en minería aún es baja,

pero mantiene una tendencia al alza, transformándose en uno de los focos importantes para el desarrollo de este sector. Lo anterior, no solo por razones básicas de equidad, sino que también atendido al aporte a la productividad que conlleva contar con ambientes de trabajo más diversos e inclusivos, así como la necesidad de la industria de contar con el mejor talento posible: el dejar fuera a las mujeres sería dejar fuera el 50% del talento disponible en el país. Además, no existen hoy razones estructurales para que una mujer no pueda desempeñarse en faena, lo que se refuerza aún más a partir de la incorporación de nuevas tecnologías.

❖ **Participación de mujeres en minería**, según datos de la alianza CCM-Eleva, publicados en agosto 2022⁶¹:

- La participación de mujeres en minería, considerando tanto empresas mineras como empresas proveedoras, es de 15%. Esta cifra viene a confirmar la aceleración del crecimiento a partir del 2018, año en el cual la participación de las mujeres en minería transitaba en torno al 9%. Este resultado muestra el compromiso del sector en torno a la equidad de oportunidades para hombres y mujeres.

⁵⁹ INE, trimestre móvil enero-marzo 2022. En Cifras Actualizadas de la Minería (Consejo Minero, mayo 2022).

⁶⁰ INE y COCHILCO, 2022. En Cifras Actualizadas de la Minería (Consejo Minero, junio 2022).

⁶¹ Monitoreo de Indicadores de Empleo Local y Género (elaborado por la alianza CCM-Eleva, agosto 2022). Análisis elaborado en base a los reportes dotacionales de 29 empresas mineras y proveedoras, con fecha corte al 31 de mayo 2022.



- La participación de las mujeres en empresas mineras alcanza el 16,6%, un incremento de 1,1 puntos porcentuales respecto a la medición de diciembre de 2021.

- La participación de la mujer en el mundo de los proveedores alcanza el 9,6%, superando en 1,6 puntos porcentuales la medición de diciembre de 2021. Sin embargo, hay que tener presente que esta medición corresponde a una muestra de empresas que solo participa en la Cadena de Valor Principal de la industria minera⁶², que es el foco de análisis del CCM.

Junto a la Asociación de Proveedores de la Minería (APRIMIN) se realizó un primer ejercicio colaborativo para visualizar conjuntamente la participación laboral femenina, tanto en la Cadena de Valor Principal (CCM – Eleva) como en la Cadena de Valor Total⁶³ (APRIMIN). Los datos de APRIMIN – Cadena de Valor Total muestran un incremento sostenido y rápido en la participación laboral de la mujer desde su primera observación, en 2014, aumentando 11,3 puntos porcentuales para alcanzar un 19% en 2021.

- Un punto destacable es que la contratación de mujeres por parte de la industria va en alza, y, en concreto, se duplicó en los últimos tres años. Así, si en 2018 el 11,4% de las contrataciones eran mujeres,

en el año 2021 este porcentaje alcanzó el 26,8% (considerando empresas mineras y proveedoras). En el caso de las empresas mineras, en el primer semestre de 2022 esta cifra alcanzó el 34,6%. En otras palabras, prácticamente una de cada tres personas contratadas por empresas mineras en el primer semestre 2022, fue mujer.

- Entre 2018 y el primer semestre del 2022 se contrataron más de 4.500 mujeres en la minería.

- Al mes de agosto 2022 trabajan más de 8.300 mujeres en empresas mineras.

Estos avances hacia la equidad de género se deben principalmente a un fuerte compromiso del sector que, a través de diversas estrategias, incluyendo la definición de metas de incorporación y acciones de intervención organizacional para asegurar condiciones de base para que las mujeres puedan incorporarse y desarrollarse en minería. A la vez, el trabajo de la industria se ve reafirmado por una alianza virtuosa entre el sector público y privado, donde se han establecido mesas de trabajo formales entre el Ministerio de Minería, Ministerio de la Mujer y la Equidad de Género, y toda la representación del sector, que conforman la **Mesa Nacional de Mujer y Minería**. En esta instancia, en agosto de 2021, sus integrantes firmaron un compromiso que

busca seguir incorporando mujeres en la industria y lograr una mayor representación del género. Así, las empresas y organizaciones firmantes se comprometieron a adoptar una serie de medidas, entre las que se incluyen:

- Registrar avances según los indicadores propuestos en la Mesa, con el objeto de participar en la medición conjunta que se realice anualmente.

- Garantizar un mínimo de un 30% de participación de hombres o mujeres, según sea el caso, en la realización de seminarios y charlas, evitando dejar a las mujeres en un rol únicamente de moderación.

- Identificar posiciones masculinizadas, mediante la metodología realizada por la alianza CCM-Eleva, y junto con ello implementar acciones que permitan incorporar a más mujeres en dichos puestos de trabajo.

⁶² La Cadena de Valor Principal de la industria minera involucra los procesos de extracción, procesamiento y mantenimiento.

⁶³ La Cadena de Valor Total involucra a todos los servicios asociados al soporte y operaciones de la industria minera: servicios de hotelería, aseo, casino, entre otros (algunos de ellos culturalmente feminizados).

El empleo local en la industria ha sido relativamente estable en torno al 70%. Esto significa que 7 de cada 10 personas que trabaja en la minería viven en la región donde trabajan.

4. EMPLEO LOCAL

Las empresas mineras buscan fomentar la contratación de trabajadores locales, implementando distintas políticas y programas en ese sentido, incluyendo la promoción para que sus empresas contratistas y proveedoras también privilegien el empleo local. Un elemento que suele ser fundamental en esta materia es la necesidad de contar con las cualificaciones requeridas para desempeñarse en la industria, por lo que se impulsan también distintos programas de formación y capacitación, con miras a aumentar el empleo y también la empleabilidad local.

El empleo local se calcula como la proporción de trabajadoras y trabajadores que viven y trabajan en la misma región. Según los **Indicadores de Empleo Local y Género, publicados por el Consejo de Competencias Mineras y el Programa Eleva (alianza CCM-Eleva)**, en agosto de 2022, en la última década se observa que el empleo local en la industria ha sido relativamente estable en torno al 70%, con pequeñas variaciones año a año.

Esto significa

que 7 de cada 10 personas que trabaja en la minería viven en la región donde trabajan.

- ❖ De acuerdo a la última medición, con fecha de corte mayo de 2022, el empleo local en la industria (considerando empresas mineras y empresas proveedoras) es de 67,9%.
- ❖ El empleo local en empresas mineras se mantiene en torno a 69% en el primer semestre del 2022. Por su parte, la evolución del empleo local en empresas proveedoras tuvo un descenso durante el primer semestre del 2022, alcanzando un 62,7%.
- ❖ El indicador global de contratación local de la industria, es decir, el porcentaje de trabajadores y trabajadoras contratados y contratadas respecto al total, alcanzó el 62% el primer semestre del 2022. De esta manera, se observa que 3 de cada 5 personas contratadas fueron locales. En el mismo período, este porcentaje fue de 61,7% en empresas mineras y 62,5% en empresas proveedoras.

Algunos ejemplos de iniciativas que apuntan a impulsar la contratación de trabajadores locales⁶⁴:

- ❖ Programas de reclutamiento local de aprendices, con foco en reducir la brecha entre el conocimiento de los vecinos y el nivel requerido para la dotación, ampliando las posibilidades reales de trabajo.
- ❖ Prácticas laborales para estudiantes de centros de formación técnica locales. Un ejemplo

de programa es la iniciativa de Antofagasta Minerals en Minera Antucoya, donde en 2018 se impulsó el primer piloto de prácticas laborales diseñado en conjunto por la empresa con el Programa Eleva y el Consejo de Competencias Mineras (CCM). Este programa estuvo dirigido a estudiantes de centros de formación técnica de la comuna de María Elena, a los que se los capacitó bajo los estándares definidos por la industria en el CCM. Los nueve jóvenes participantes fueron contratados indefinidamente por la empresa. Este programa se insertó en el marco del acuerdo entre la empresa y el Clúster Minero de Antofagasta con el objetivo de contribuir a la formación de capital humano local.

- ❖ Programas para aumentar la empleabilidad local. Se pueden encontrar ejemplos de iniciativas en este sentido, impulsadas por las empresas socias del Consejo Minero, en el sitio web del gremio consejominero.cl, y particularmente en la [Plataforma Social](#)⁶⁵.

5. TRABAJADORES Y TRABAJADORAS CONTRATISTAS

Los trabajadores y trabajadoras contratistas son fundamentales en la operación minera por razones operacionales, como el alto grado de especialización

⁶⁴ Plataforma social del Consejo Minero.
⁶⁵ Plataforma Social del Consejo Minero
<https://consejominero.cl/plataforma-social/>



Los trabajadores y trabajadoras

contratistas son fundamentales en la operación minera.

requerido en ciertas actividades, así como por las economías de escalas de los contratistas, el carácter cíclico del negocio minero y los peaks de alta demanda de personal.

❖ Empleo directo de la minería

- 28% trabajadores propios (66 mil).
- 72% trabajadores de empresas contratistas (169 mil)⁶⁶.

❖ Las condiciones de trabajo de los trabajadores y trabajadoras contratistas en relación a los trabajadores propios tienen en los hechos algunas diferencias. En todo caso, los estándares han aumentado en relación con años pasados, pero aún queda espacio por avanzar.

❖ Las remuneraciones de los trabajadores contratistas en minería son mayores que en otros sectores.

❖ Beneficios de la subcontratación:

- Eficiencia, continuidad y seguridad de la operación.
- Creación de empleo en empresas contratistas, ya que no todo se internalizaría si no existiera la subcontratación.
- Desarrollo de otras empresas. Al respecto se destaca que las empresas contratistas de la minería tienen estándares más altos que las de otros sectores, además que hay transferencias tecnológicas y de buenas prácticas (esto último, en la seguridad en el trabajo, por ejemplo).
- Fomento del emprendimiento.

Bajo el régimen de subcontratación, la empresa principal, en este caso la empresa minera, tiene los siguientes derechos y deberes, entre otros, los que implican un resguardo para los trabajadores:

- Responsabilidad solidaria por las obligaciones la-

borales y previsionales que afecten a los contratistas en favor de sus trabajadores.

- Derecho a información por los contratistas sobre el monto y estado de cumplimiento de sus obligaciones laborales y previsionales.

- Derecho de retención cuando el contratista no acredite oportunamente el cumplimiento íntegro de estas obligaciones.

- Deber de adoptar las medidas necesarias para proteger eficazmente la vida y salud de todos los trabajadores que trabajen en su obra, empresa, faena o establecimiento.

6. NUEVAS TECNOLOGÍAS

Las nuevas tecnologías vinculadas con la llamada revolución industrial 4.0 ofrecen beneficios tanto para la productividad como para la seguridad del sector. Pero, además, a diferencia de las revoluciones industriales anteriores donde el foco de la tecnología disruptiva apuntaba a intensificar el rendimiento de los insumos, las tecnologías 4.0 no solo mejoran la eficiencia de una organización, sino que a la vez potencian el cuidado del medio ambiente. Junto con lo anterior, favorecen la diversidad de los grupos de trabajo.

❖ Las tecnologías tienen y tendrán un impacto en la forma de trabajar, con un aumento en la tele

operación y automatización.

❖ La capacitación o reconversión de las competencias de los trabajadores del sector será clave para aprovechar los beneficios que ofrecen las nuevas tecnologías.

❖ La adopción de las nuevas tecnologías implica un impacto en las competencias requeridas por los trabajadores y trabajadoras. Este impacto fue analizado en un estudio del Consejo de Competencias Mineras (CCM), identificando las competencias que deberán cambiar, así como las nuevas competencias que se requerirán⁶⁷.

❖ Según el **Estudio de Fuerza Laboral de la Gran Minería Chilena 2021 – 2030 de la alianza CCM-Eleva**, un 76% de las empresas declaran como primera opción optar por capacitar a quienes ya trabajan en minería en las nuevas tecnologías (upskilling). Le sigue con un 62% de las respuestas la reconversión, es decir, capacitar a los trabajadores y las trabajadoras actuales para que realicen otras funciones. Posteriormente, con un 45% le sigue la opción de contratar a nuevas personas con las competencias ajustadas a los nuevos requerimientos.

El Consejo Minero, junto a Fundación Chile y Alta Ley, desarrollaron un Roadmap de Innovación Tecnológica para la Minería 4.0, el que busca aportar orientaciones a nivel sectorial e identificar aquellas áreas donde las nuevas tecnologías pueden agregar más valor⁶⁸.

⁶⁶ COCHILCO, 2021.

⁶⁷ Impacto de las nuevas tecnologías en las competencias requeridas por la industria minera (CCM, 2018).

⁶⁸ Resultados de este trabajo en: <https://static11.fidelizador.com/fch/lanzamiento.v2r1.pdf>

Conceptos de interés e información de contexto

TRABAJADORES Y TRABAJADORAS DE LA MINERÍA



EL TRABAJO EN MINERÍA

El proceso productivo de la minería requiere ser continuo, es decir, su operación no puede detenerse diariamente, a diferencia de lo que ocurre, por ejemplo, cuando se trabaja en una tienda que abre y cierra a ciertas horas del día. Además, las faenas mineras se encuentran generalmente alejadas de centros urbanos. Estos dos hechos (la continuidad del proceso productivo y la distancia de las faenas), son particularidades que explican la necesidad de trabajar en turnos y que **las principales jornadas de trabajo en la minería son excepcionales**. Las jornadas excepcionales de trabajo son aquellas referidas a sistemas laborales que escapan de la generalidad de la distribución de trabajo y descanso e intermediación laboral.

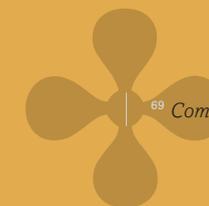
- ❖ Para contar con jornadas excepcionales se requiere acuerdo del sindicato respectivo y la aprobación de la Dirección del Trabajo.
- ❖ En el sector minero existen distintas modalidades de turnos de trabajo. Dependiendo de las funciones desempeñadas, las trabajadoras y los trabajadores de la minería pueden cumplir jornadas distribuidas en sistemas de turnos de 7x7, 4x4, 4x3, y 5x2, por

ejemplo, lo que se refiere a días de trabajo por días de descanso. En términos generales, operadores y operadoras suelen tener turnos 7x7 ó 4x4; profesionales, supervisores, supervisoras, ejecutivas y ejecutivos generalmente tienen jornadas 4x3; y a nivel corporativo prevalece el 5x2. A modo de ejemplo, el turno 4x3 implica trabajar de lunes a jueves y ese día “bajar” para descansar de viernes a domingo.

- ❖ Estas jornadas de trabajo han ido evolucionando a las actuales en base al diálogo entre las empresas y las organizaciones de trabajadores y trabajadoras, de manera tal que hoy las jornadas más comunes para los operadores y operadoras son las que tienen igual número de días de trabajo que días de descanso posteriores, siendo la jornada más común la 7x7, es decir, 7 días de trabajo seguidos por 7 días de descanso. En faenas alejadas de centros urbanos (principalmente norte del país), estos turnos cubren a más del 85% de trabajadores y trabajadoras de la minería⁶⁹.
- ❖ El turno de trabajo 7x7 considera jornadas de 12 horas de trabajo en faena, las que incluyen una hora para colación que se entrega en los casinos de los campamentos. De esta manera, y al considerar el

período de 7 días de descanso posterior, se calcula que el promedio de horas semanales de trabajo son 42 horas. Ahora bien, a diferencia de las jornadas ordinarias, la hora de colación está incluida en la jornada.

- ❖ Los tipos de turnos asignados van a depender específicamente de aspectos como el tipo de operación que se lleve a cabo, distancias, plazos de ejecución de una actividad para otorgar continuidad a la operación, número de trabajadores y trabajadoras disponibles para la ejecución, y rol a desarrollar en faena. Otros elementos que influyen son la distancia a los centros urbanos, si se cuenta con campamentos mineros, los tiempos de traslados, la operación y cómo mantener la continuidad del trabajo respecto a los turnos que se ejecutan.



⁶⁹ Comisión Nacional de Productividad, 2017.

Conceptos de interés e información de contexto



PANDEMIA POR COVID-19

La gran minería logró mantener su operación durante los meses más complejos de la pandemia por COVID-19. Esto requirió un gran esfuerzo, coordinación y compromiso por parte de trabajadoras, trabajadores y las empresas. La minería es un sector que siempre ha tenido como centro el cuidado y la salud de sus trabajadores. Esto significa una disciplina y una cultura de cuidados que las trabajadoras y los trabajadores tienen internalizadas, lo que permitió la implementación de protocolos con mayor rapidez y efectividad.

Desde el inicio de la pandemia, las empresas mineras tomaron medidas tendientes a controlar los contagios en faenas, aplicando protocolos y medidas sanitarias correspondientes en materia de transporte, distanciamiento social, residencias sanitarias, identificación de los grupos de contacto estrecho, desmovilización de personal perteneciente a grupos de riesgo, aplicación de test rápidos y PCRs (incluso preventivos), encuestas, mediciones de temperatura, entre otros.

La pandemia implicó hacer adecuaciones en múltiples ámbitos, como ajustar los sistemas de turnos para controlar contagios y reforzar la capacitación en base a metodología e-learning. En relación a esto último, la capacitación virtual pasó de un 8% en 2018 a representar el 59% en el año 2020, y el promedio anual de asistencias a capacitaciones por trabajadora o trabajador pasó de 2,7 a 5,7, en el mismo período⁷⁰. Además, se operó con reducciones de dotaciones de hasta un 50%, paralizando la mayoría de los proyectos de construcción. Todo lo anterior permitió que la industria tuviera muy bajos niveles de contagio en faena, pese a haber continuado operando como ningún otro sector en el país.

Además, el trabajo colaborativo ha sido clave en este proceso. Las empresas mineras han compartido buenas prácticas en el control de contagios y cuidado de las personas. Es destacable también la coordinación con el sector público, así como la colaboración con las comunidades más cercanas y con las autoridades regionales.

En línea con la solidaridad que caracteriza a la minería, el sector destinó fondos para prestar apoyo en diversos ámbitos, aportando equipos de protección personal, ventiladores, equipos para hacer PCR, equipamiento de laboratorio para la red coordinada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, y apoyo a proveedores, entre otras iniciativas.

La importancia de la minería para el país se evidenció en las declaraciones del presidente del Banco Central en 2020 en el sentido que había que hacer todo lo posible para que la minería no se detuviera. Las empresas mineras y las personas que la conforman lograron mantener esta necesaria continuidad operacional, teniendo siempre al centro el cuidado de la salud.



⁷⁰ Estudio de Fuerza Laboral de la Gran Minería Chilena 2021 – 2030, Consejo de Competencias Mineras.

4

capítulo



Modelo mixto de la minería chilena



1. BENEFICIOS DEL MODELO MIXTO

El modelo mixto de la minería chilena se refiere a la estructura público-privada de la industria, en la que operan empresas privadas y una empresa estatal como Codelco. Además, según su producción, las empresas clasifican como grande, mediana o pequeña minería.

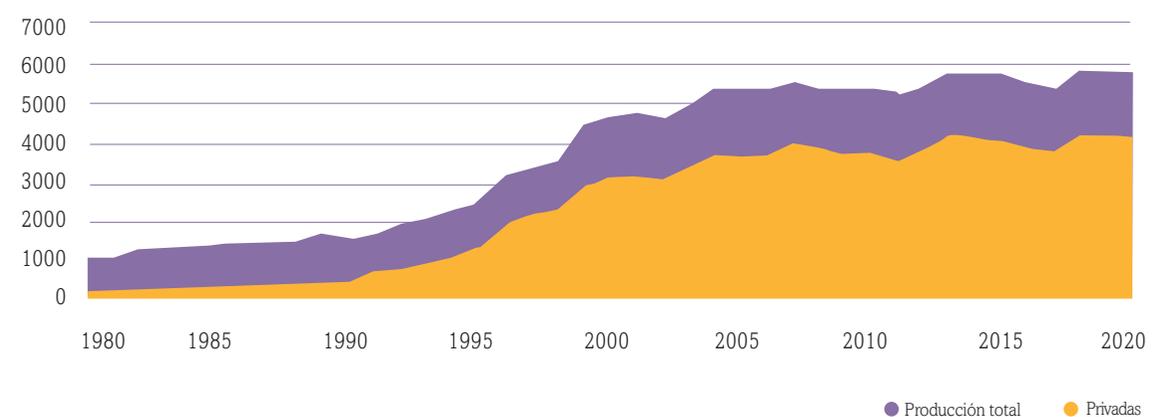
El modelo mixto ha permitido maximizar el aporte de la industria al país. Entre los principales beneficios del modelo mixto se destacan:

❖ **Desarrollo más amplio del potencial minero del país:** Esto se ve claramente reflejado en el aumento de la producción nacional a contar de la década de los 90, momento en que la inversión minera despegó de la mano de los aportes del sector privado (64% proviene de la minería privada). En esta década, Chile captura y consolida un tercio del mercado del cobre, siendo la minería privada responsable del 95% de este incremento. Por otra parte, el aumento de las reservas mineras generadas desde el año 2000 se explican principalmente por el sector privado.

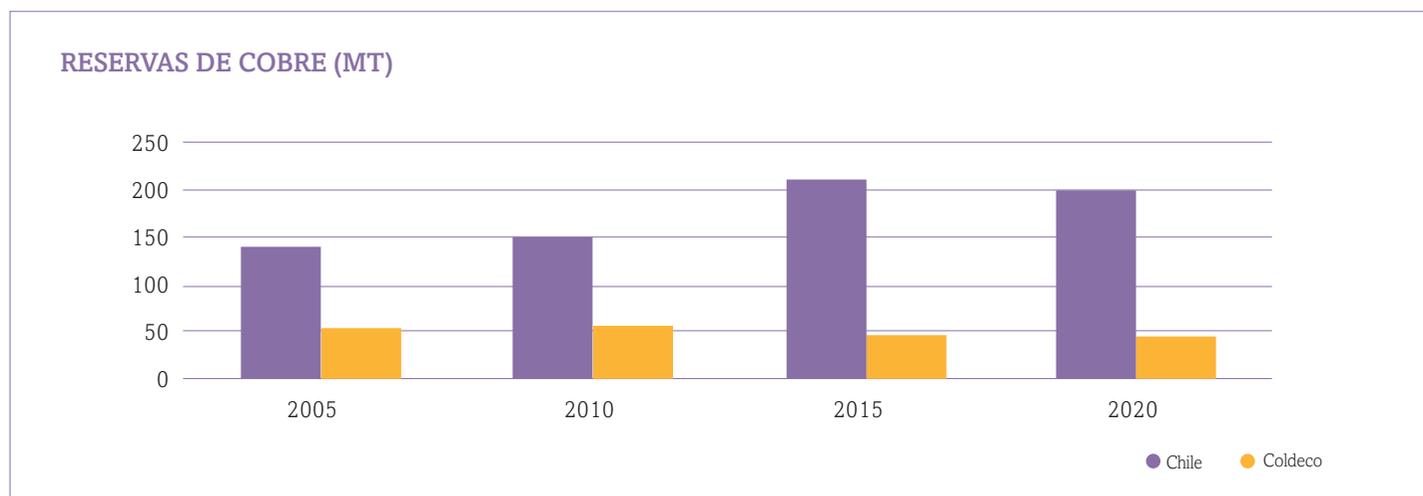
OPERACIONES DE EMPRESAS MINERAS PRIVADAS INICIADAS EN LA DÉCADA DE LOS 90

Nombre	Año de inicio de operaciones	Producción cobre 2021 (tons)
Minera Escondida	1990	984.000
Minera Candelaria	1993	151.720
Cerro Colorado	1994	57.300
Quebrada Blanca	1994	11.600
Minera Zaldívar	1995	44.000
El Abra	1996	72.653
Carmen de Andacollo	1996	44.800
Lomas Bayas	1998	74.135
Collahuasi	1999	630.000
Minera Los Pelambres	1999	324.700

PRODUCCIÓN DE COBRE EN CHILE 1980 - 2020 (KTON)



El aumento de las reservas mineras generadas desde el año 2000 se explican principalmente por el sector privado.



❖ **Generación de valor por sobre las capacidades del Estado:** La ampliación de inversión y toma de riesgos habría sido más compleja de ser alcanzada por el Estado por sí solo. Entre 1990 y 2013 la producción de cobre de Chile creció casi cuatro veces, con tres nuevas minas de Codelco y 14 del sector privado. La inversión privada ha generado impactos positivos en el PIB, empleo y la sociedad.

❖ **Marco de comparación de gestión entre la industria pública y la privada:** La existencia de un distrito minero público-privado ha permitido contar con un ecosistema altamente competitivo, con implicancias positivas en términos de rendimiento operacional, desarrollo de institucionalidad y mayores estándares y de gobernanza. Este marco refuerza la legitimidad de la industria y la mejora continua. La falta de competencia local no permite

identificar qué tan bien o mal se están haciendo las cosas; no existe un benchmark o marco de comparación que permita identificar los espacios de mejora e incentivar desempeño en base a la competencia. Este argumento aplica tanto a la gestión de la propia empresa, como a la eficacia de los organismos públicos reguladores y fiscalizadores.

❖ Por el contrario, si la industria minera fuera desarrollada solamente por el Estado, implicaría contar con una minería estatal monopólica, donde los proveedores se encontrarían con un único cliente, los trabajadores con un único empleador y los organismos reguladores y fiscalizadores ante una única entidad sujeta a su vigilancia. Habría también una alta dependencia de las zonas mineras frente a un único operador minero. De esta manera, se abrirían espacios de abuso o falta de diligencia por parte de la minería estatal.

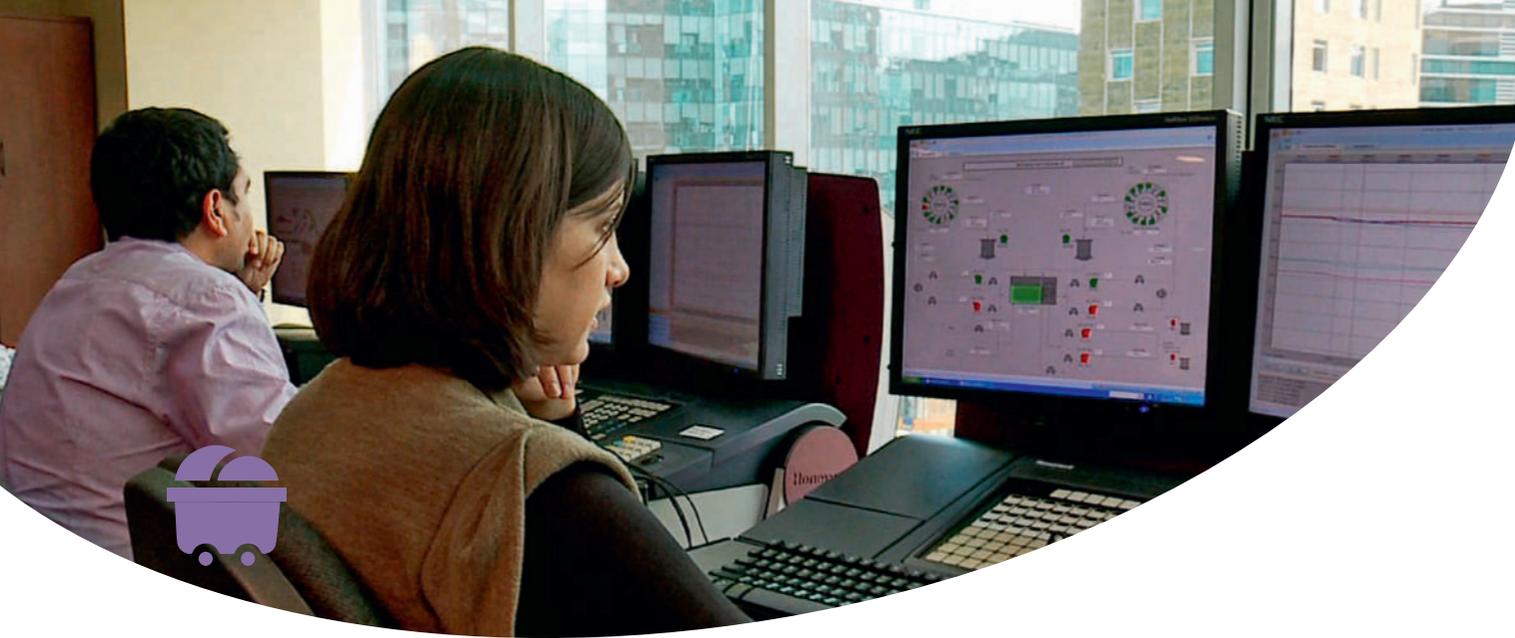
2. IMPLICANCIAS DE UNA EVENTUAL NACIONALIZACIÓN DE LA MINERÍA

En algunas ocasiones se ha planteado la discusión sobre una eventual nacionalización de la gran minería chilena, insinuando que presentaría beneficios para la ciudadanía local. Sin embargo, frente a la consideración de una iniciativa de este tipo se deben tener presente diversas complejidades y problemas, particularmente en relación a: (1) financiamiento; (2) gestión, gobierno corporativo, estándares y oportunidad; y (3) costo de la expropiación, judicialización y riesgo reputacional.

Financiamiento

Mantener la producción de la minería nacional requiere de una alta inversión anual, a lo que se suma la inversión requerida para la exploración, que es fundamental para el desarrollo y futuro de la industria. Frente a una eventual nacionalización, el Estado debería hacerse cargo de esta inversión, ya sea destinando fondos públicos a la industria minera y/o aumentando su deuda.

La sola mantención de la producción nacional privada de cobre a niveles actuales requiere una inversión anual en torno a los US \$5.200 millones (equivalente a 2% del PIB). Esto sin considerar el agotamiento natural de los yacimientos actuales, con la respectiva pérdida de producción que eso significaría en el mediano plazo.



✦ En el caso que la industria del cobre no realice inversiones en proyectos de reposición, expansión y nuevos, la producción de cobre pasaría de 5,7 millones de toneladas en 2020 a 4,1 millones de toneladas en 2030 o un 28% de caída (no considera las inversiones mínimas de sustentabilidad).

✦ Si el objetivo del país es no solo evitar una caída en los niveles actuales de producción de cobre en la década, sino que aumentarlos a en torno 7 millones de toneladas hacia el 2030, Chile necesitaría -como mínimo- una estrategia de financiamiento para los US\$ 47.448 millones en proyectos de reposición, expansión y nuevos actualmente en manos del sector privado; además de los US\$ 17.824 millones necesarios en inversión en Codelco. La suma de estos montos equivale a US\$ 6.527 millones anuales o un 2,2% del PIB⁷¹.

✦ La cartera de proyectos de inversión en minería 2022 – 2031 es de casi US\$ 74 mil millones⁷², considerando 53 proyectos de la minería del cobre, oro, hierro, litio y minerales industriales⁷³.

Además de mantener la producción, el crecimiento y la sustentabilidad de la industria a futuro se basa en el descubrimiento de nuevos yacimientos. Para esto,

es fundamental llevar a cabo actividades de exploración, las que requieren inversiones millonarias cuyo resultado no está garantizado. A modo de referencia, **en 2021 el presupuesto para exploración minera en Chile alcanzó US\$ 548 millones**⁷⁴. La falta de inversión en exploración afectaría seriamente el desarrollo de la industria.

En caso de implementarse una nacionalización, las cifras anteriores dan un orden de magnitud de los montos que debieran ser desembolsados por el Estado sólo para efectos de mantener la producción y proyecciones de crecimiento actuales, así como la sustentabilidad del sector. **El acceso a financiamiento** es fundamental, y este se obtiene principalmente mediante endeudamiento o reinversión de las utilidades.

✦ **Financiamiento externo - Endeudamiento:** Hay un monto máximo por el que una empresa se puede endeudar sin poner en peligro su integridad financiera y su capacidad de enfrentar compromisos. El límite de endeudamiento es una importante restricción para la capacidad de financiamiento de una eventual empresa estatal que aglomere distintos proyectos mineros.

✦ **Financiamiento interno - Reinversión de utilidades:** El destino de los recursos públicos es definido por el gobierno. Así, la decisión de reinversión de utilidades de una empresa estatal compete con alternativas políticamente más urgentes, como el gasto social u otros gastos de contingencia. Las presiones por recursos para atender demandas sociales actuales y concretas hace difícil que se asuman inversiones de negocio, más aún cuando considera actividades

⁷¹ Inversión en la minería chilena - Cartera de proyectos 2022 - 2031 (COCHILCO, 2022)

⁷² La diferencia con los US\$ 47.448 millones mencionados en el párrafo anterior es que aquellos se refieren sólo a proyectos de cobre, del sector privado.

⁷³ Inversión en la minería chilena - Cartera de proyectos 2022 - 2031 (COCHILCO, 2022)

⁷⁴ Catastro de empresas exploradoras en Chile 2021. COCHILCO, enero 2022.



tan inciertas como la exploración. Esta fue justamente la razón esgrimida por el gobierno peruano en 2019 para no crear una minera estatal, alegando que los recursos públicos tienen mejor destino en el cierre de brechas, mientras que las inversiones de alto riesgo, como la exploración, es mejor que sean asumidas por los privados.

La sostenibilidad de la industria se basa también en la innovación para mejorar permanentemente la productividad y los estándares, así como hacer viables yacimientos de baja ley. La minería actual es altamente compleja e intensiva en tecnologías, demandando constante innovación y siendo una puerta natural para el desarrollo de sectores sofisticados.

Y por último, las necesidades de financiamiento existen tanto en ciclos de precios altos como bajos.

Gestión, gobierno corporativo, estándares y oportunidad

Considerando los niveles de producción de la gran minería privada, una nacionalización implicaría contar con una empresa estatal Codelco más que triplicada en su tamaño, o varias “Codelco”. De esta manera, junto al desafío de financiamiento e inversión, el que

el Estado asuma el desarrollo de los proyectos de la gran minería conlleva enfrentar otras complejidades:

✦ **Capacidad de gestión:** Impulsar y desarrollar un proyecto minero demanda una importante capacidad de gestión y competencias. Esto se ve ciertamente multiplicado cuando se trata de más proyectos, cada uno diferente, con características, tradiciones y culturas propias. Aglomerar varios proyectos bajo una gran empresa es una tarea altamente compleja, que requeriría mucho tiempo, recursos y no tendría un resultado óptimo garantizado.

✦ **Gobierno corporativo:** El gobierno corporativo es el conjunto de normas, principios y procedimientos que regulan la estructura y el funcionamiento de los órganos de gobierno de una empresa. El buen gobierno de las empresas favorece la credibilidad, la estabilidad y contribuye a impulsar el crecimiento y la generación de riqueza.

El gobierno corporativo de Codelco inició en marzo de 2010 y en este tiempo ha sido reconocido a nivel internacional. La modificación del Estatuto Orgánico de Codelco significó una de las mayores reformas realizadas con el objeto de ingresar a la OCDE. Lo que se hizo fue adaptar el gobierno corporativo de

Codelco a las guías de gobiernos corporativos de empresas públicas de la OCDE, las que recomiendan que tales empresas sean administradas como empresas privadas que se cotizan en bolsas, con información abierta y transparente.

Aumentar el tamaño de Codelco, o generar nuevas “Codelco”, presenta el desafío de generar un gobierno corporativo adecuado, con la demanda de tiempo, recursos y el riesgo de pérdida de control.

✦ **Estándares:** Codelco es una empresa estatal destacada a nivel mundial, con altos estándares internacionales. Aumentar su tamaño considerablemente afectaría sin duda sus estándares y capacidades actuales. Por otra parte, la alternativa de generar varios “Codelco” es en extremo compleja, más aún buscando mantener dichos estándares, siendo imposible generarlos en un período de gobierno, por ejemplo.

✦ **Oportunidad:** La creación de una o varias empresas estatales que operen las grandes minas privadas no sólo enfrenta las complejidades de financiamiento, gestión y administración comentadas, sino que requerirían tiempo; tiempo en el cual seguramente se afectaría la capacidad productiva, con todo el



impacto en actividad económica directa e indirecta. El Banco Mundial identificó ciertas **condiciones necesarias para que una empresa estatal sea exitosa en el sector extractivo**⁷⁵. Entre estos elementos se destacan:

- ❖ Un directorio independiente, con miembros con la suficiente experiencia y conocimiento del sector minero.
- ❖ La minería, y particularmente una industria que incorpora prácticas sustentables, requiere permanente reinversión en exploración y desarrollo.
- ❖ El mundo político debe conocer la naturaleza de largo plazo y eminentemente internacional de la minería. Esto implica saber que los proyectos mineros son a largo plazo y de alto riesgo.
- ❖ Junto con ser un negocio de largo plazo, la minería es intensiva en capital, con un alto riesgo de que un nuevo proyecto no prospere. Los riesgos son diversos (geológicos, de mercado, regulatorios, acceso al capital, entre otros).
- ❖ Una empresa estatal debe estar sujeta a las mismas condiciones competitivas que sus pares internacio-

nales, de manera de no afectar la competitividad en el largo plazo.

Costo de la expropiación, judicialización y riesgo reputacional

Además de la inversión requerida para mantener la producción y crecimiento del sector, una eventual nacionalización requiere compensar a las empresas expropiadas. Una estimación de piso mínimo, sólo al valor contable del patrimonio (esto es, sin cálculo de ganancias futuras) de las faenas actualmente activas, significaría al país un desembolso aproximado de US\$ 35 mil millones, o un 14% del PIB⁷⁶.

La expropiación minera es un caso especial de expropiación ya que tiene una regulación distinta que no ha sido aplicada en la práctica, y consta de una normativa legal especial para efectos de calcular su monto, buscándose indemnizar el daño patrimonial efectivamente causado⁷⁷. Esto, además de la protección internacional a la inversión extranjera que se pueda aplicar en esta materia. La expropiación es posible siempre y cuando sea por interés público, no discriminatoria, y mediante una compensación justa.

Una eventual nacionalización tendría un impacto en la credibilidad del país, afectando el costo de deuda y las inversiones futuras. La falta de credibilidad y la persistencia de altos riesgos pueden impactar la reputación internacional de Chile de manera de hacer imposible atraer nueva inversión o el acceso a deuda, afectando la sostenibilidad no sólo del sector minero, sino que del país en el largo plazo. A esto se le suma las potenciales sanciones económicas que los países afectados puedan aplicar a Chile.

Una restitución de las confianzas y capacidades necesarias para aumentar el beneficio del Estado desde la industria minera solo sería posible mediante una lenta y profunda transformación institucional, lo que podría significar décadas sacrificadas.

⁷⁵ *Overview of State Ownership in the Global Minerals Industry. The World Bank. Mayo 2011.*

⁷⁶ *Plusmining, 2021.*

⁷⁷ *El daño patrimonial efectivamente causado corresponde al valor presente de los flujos netos de caja de la concesión, es decir, el valor de cambio que el titular de la concesión podría haber obtenido si la explotación de la mina no le hubiera sido expropiada.*

5

capítulo



Medio Ambiente



1. BIODIVERSIDAD

Los proyectos de explotación minera deben gestionar la biodiversidad de forma respetuosa con los hábitats donde operan, controlando los riesgos y consecuencias para la biodiversidad y los ecosistemas en sus actividades. Para esto, las empresas mineras en general aplican la jerarquía de mitigación, con el objetivo de evitar las pérdidas netas. La aplicación de la jerarquía de mitigación es un compromiso de las empresas socias del ICMM que implica, en lo posible, evitar los efectos negativos y mitigarlos cuando no se pueda⁷⁸.

La biodiversidad es extremadamente compleja. Nuestros conocimientos sobre la biodiversidad y la mejor manera de medirla y gestionarla evolucionan permanentemente. Si bien medir las consecuencias y los beneficios en la biodiversidad plantea problemas técnicos, la aplicación de la jerarquía de mitigación sigue siendo el principal medio para que las empresas colaboren con los esfuerzos mundiales por detener la pérdida de la biodiversidad.

La jerarquía de mitigación fundamenta las medidas

que se toman durante la vida útil de una mina. Tiene cuatro etapas que determinan las decisiones en cuanto al uso y la gestión de la tierra, y la conservación de las zonas fuera del yacimiento:

- ❖ Evitar: Implica garantizar que las especies y los procesos naturales no sean afectados, en particular, los que no puedan recuperarse fácilmente luego de ser alterados. Esto suele hacerse absteniéndose de utilizar zonas del terreno que tengan un hábitat importante o evitando perturbar dichas zonas en momentos fundamentales, como la época de cría de las aves migratorias.
- ❖ Reducir al mínimo: Puede abarcar una reducción de la contaminación acústica y del polvo o la construcción de pasos subterráneos para la fauna en las carreteras, de modo que las especies puedan continuar con sus comportamientos habituales a pesar de la presencia de una mina o de su infraestructura.
- ❖ Restaurar: Apunta a reponer el suelo y la vegetación de una zona en la que ha habido extracción minera para permitir que se regeneren la biodiversidad y los ecosistemas. En conjunto, evitar, reducir al mínimo

y restaurar son medidas que ayudan a disminuir al máximo los efectos residuales que tiene un proyecto en la biodiversidad.

- ❖ Compensar: Es una medida que controla los efectos restantes, mejorando la conservación del mismo valor, a menudo en otras áreas, para evitar la pérdida neta de la biodiversidad en general.
- ❖ Medir y comparar la biodiversidad y los ecosistemas es una tarea compleja desde el punto de vista técnico. Además, puede haber un desfase entre las actividades de gestión, medición y presentación de informes sobre la biodiversidad y el tiempo que tardan en concretarse los efectos y beneficios para la biodiversidad. Una mina puede incluso cerrar antes de que se concreten los beneficios reales de sus actividades.



⁷⁸ ICMM. Biodiversidad y ecosistemas: Aplicar la jerarquía de mitigación con el objetivo de evitar las pérdidas netas.



A nivel global, la biodiversidad se está perdiendo a un ritmo alarmante. Los cálculos varían, pero los científicos estiman que todos los años se producen al menos 200 extinciones. En este contexto, es particularmente relevante que del 7 al 19 de diciembre de 2022 en Montreal (Canadá), los gobiernos de todo el mundo se reunieron con el objetivo de concertar un nuevo conjunto de metas que orientarán las medidas e iniciativas mundiales hasta 2040, centradas en proteger y restaurar la naturaleza⁷⁹. Se trata de la 15° Conferencia de las Partes en el Convenio sobre Diversidad Biológica (COP 15), ocasión en que se negoció el **nuevo Marco Mundial de la Diversidad Biológica posterior a 2020**.

Este Marco pretende ser un nuevo acuerdo mundial encaminado a detener y revertir la pérdida de biodiversidad y ecosistemas del planeta. De esta manera, el Marco permite orientar la acción mundial en favor de la naturaleza y las personas, estableciendo un conjunto de metas globales e indicadores que guiarán los esfuerzos de conservación por los próximos 10 años. Reemplazará y actualizará las Metas de Aichi, el anterior plan estratégico global para la biodiversidad, creado en 2010. Además de acordar este nuevo Marco, en la COP 15 los países también negociaron acuerdos financieros y establecieron un mecanismo para implementar el plan de acción⁸⁰.

El proyecto de ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (Boletín N°9.404-12), ingresó al Congreso en 2014 y actualmente se encuentra en su etapa final de tramitación. Este proyecto reorganiza la institucionalidad asociada a

la conservación y restauración de la naturaleza en Chile, a partir de la creación de un servicio público que lidere la conservación de la biodiversidad nacional, la creación de un Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), y la promoción e incentivo de la conservación de la naturaleza también fuera de las áreas protegidas.

Así, el establecimiento del Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas permitirá contar con un solo organismo público, dependiente del Ministerio del Medio Ambiente, que administre las áreas silvestres protegidas, dando coherencia a la administración de estos bienes desde una perspectiva ambiental y eliminando la dispersión institucional de gestión y administración de la biodiversidad y áreas protegidas en la que participan distintos organismos.

Por otro lado, el proyecto de ley establece categorías de áreas protegidas conforme a criterio internacional (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, por sus siglas en inglés IUCN), y permite la creación de áreas protegidas privadas, prácticas productivas sustentables, entre otras actividades de gestión privada para la conservación de la biodiversidad y la mantención de servicios ecosistémicos, lo que habilita alternativas de cooperación entre la minería, la autoridad y las comunidades.

2. IMPACTOS AMBIENTALES

Como toda actividad económica la minería produce impactos ambientales. Una de las características de la actividad minera es que los recursos mineros se encuentran en una ubicación determinada, no susceptible de ser trasladada a otro lugar, debiendo la actividad minera adaptarse al medio ambiente donde los minerales están insertos. Para extraer estos minerales de bajo la superficie se requieren complejos procesos industriales y proyectos que utilizan grandes espacios.

Principales impactos ambientales de la minería:

- ❖ Ocupación del territorio: (Ejemplo: rajo, depósitos de relaves, botaderos de estériles).
 - En general los proyectos se emplazan lejos de centros poblados.
 - No se pueden afectar áreas protegidas oficialmente por el Estado sin las debidas autorizaciones, y, en caso de incidir en territorios de Pueblos Originarios, los proyectos mineros son sometidos al procedimiento de consulta indígena (Convenio 169 de la OIT).
- ❖ Generación de residuos: (Ejemplo: relaves, estériles, insumos utilizados).

⁷⁹ <https://www.unep.org/es/conferencia-de-las-naciones-unidas-sobre-diversidad-biologica-cop-15>

⁸⁰ <https://www.conservation.org/events/biodiversity-negotiations>

La industria minera se ha comprometido con ser eficiente en el uso del agua, y ha buscado fuentes alternativas como el agua de mar para utilizar en sus procesos.

- Existen normas específicas que la minería debe cumplir en materia de emisiones, y gestión de residuos como resultado de sus procesos productivos.
- En consecuencia, se evita, minimiza, reutiliza y dispone de manera adecuada los residuos que se producen. Para aquellos de mayor complejidad de tratamiento y/o volumen, se han incorporado regulaciones específicas que aseguran el cumplimiento de altos estándares.
- Todas las emisiones al aire y agua son monitoreadas para verificar el cumplimiento de las normas, y sus resultados son informados periódicamente a las autoridades, quedando a disposición pública.
- Los relaves son almacenados en depósitos que cuentan con sistemas de manejo de aguas, con el fin de evitar contacto con aguas superficiales o subterráneas del entorno. Lo anterior es monitoreado e informado a autoridades, quedando dicha información a disposición de cualquier ciudadano.

- ❖ Consumo intensivo de energía:
 - La minería es un consumidor relevante de energía para sus procesos mineros, y también en otros como la desalación y el bombeo del agua a faena.
 - El sector ha ido privilegiando energía que provenga de fuentes renovables y eficientes en términos de sustentabilidad.
- ❖ Consumo de agua:
 - El agua es un recurso estratégico y escaso, especialmente en el contexto de sequía que afecta al país.
 - La industria minera se ha comprometido con ser eficiente en el uso del agua, y ha buscado fuentes alternativas como el agua de mar para utilizar en sus procesos.

3. EVALUACIÓN AMBIENTAL

Todos los proyectos mineros, en cada uno de sus procesos y cadena productiva, son sometidos a una evaluación ambiental dirigida por servicios del Estado, que aplican estándares cada vez más altos. Son estos los que definen cuándo y cómo los impactos de la actividad minera deben ser mitigados, y también cuándo deben ser compensados y reparados. Estos mismos

servicios son los que definen cuándo una actividad no debe ser implementada porque sus impactos no son aceptables. Esta evaluación no es sólo técnica, sino que además busca incorporar la opinión y conocimiento de todos los actores del territorio, a través del proceso de participación ciudadana.

La actividad minera está sometida al **Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)**. Esto significa que antes de la ejecución de un proyecto de desarrollo minero, y de sus modificaciones, se deben evaluar todos sus impactos, para todas sus etapas, mediante un proceso en que participa el titular del proyecto (la empresa), la ciudadanía y los organismos con competencia en estas materias, de acuerdo a la normativa ambiental y otras normas regulatorias sectoriales específicas.

Durante este procedimiento se verifica que la ubicación y justificación de los proyectos cumpla con la regulación territorial, y se pondera que los impactos que se producirán no resulten nocivos o irreversibles para el medio ambiente en cada una de sus expresiones, debiendo siempre mitigarse, repararse o compensarse sus efectos mediante medidas y planes cuya implementación también está sujeta a fiscalización por la autoridad.

Este es un procedimiento reglado, entregado en cuanto a su control a los organismos especializados





con que cuenta el Estado y en el que las comunidades ubicadas en torno a los proyectos deben disponer de la información necesaria para presentar sus observaciones y reclamos. El proceso cumplido debidamente conduce a una autorización de funcionamiento que entrega el Estado, denominada Resolución de Calificación Ambiental (RCA).

En relación a las comunidades indígenas, la Ley establece la obligación de que la consulta se realice bajo el principio de buena fe. Éste se expresa en la “igualdad de herramientas”, es decir, que la comunidad indígena cuente con asesores técnicos y legales que les permitan comprender el proyecto, así como participar en igualdad de condiciones con la empresa minera en la evaluación ambiental de éste. El Estado dispone de fondos para que las comunidades puedan contar con una asesoría técnica-legal apropiada, concretándose así este principio de buena fe. Asimismo, empresas privadas también entregan recursos a las comunidades para que éstas, libre e informadamente, elijan a sus asesores y participen del proceso de consulta.

La ponderación y consideración de las observaciones ciudadanas está sometida a control jerárquico administrativo y, además, existe un tribunal especializado y técnico que resuelve las controversias que puedan producirse.

El sector también debe cumplir con exigentes obligaciones respecto del cierre de faenas mineras. Las empresas tienen que hacerse cargo del cierre de sus operaciones al término de su vida útil y, para garantizar que las empresas cumplan con esta obligación, éstas deben asegurar ahora la disponibilidad de recursos que se requerirán para financiar este cierre a futuro. Esto permite que el cierre de la faena se haga aunque una empresa quiebre o se retire del país, para lo cual se usan garantías financieras que las empresas entregan al Estado. En el punto 5.5 se detalla más sobre la ley de cierre de faenas.

4. REGULACIÓN Y FISCALIZACIÓN

La minería es uno de los sectores económicos más regulados y fiscalizados de Chile. No sólo por la exigencia de las normativas a la que se ve sometida sino que, además, se encuentra regulada desde el inicio a su fin, es decir, desde la exploración, construcción y operación, hasta el cierre.

- ❖ Un proyecto minero grande necesita más de 1.000 permisos, ante más de 30 entidades públicas, antes de entrar en funcionamiento.
- ❖ En los hechos, el desarrollo de un proyecto minero toma, en general, más de 10 años para empezar a operar.

- ❖ La minería es el único sector económico que tiene que entregar garantías financieras para asegurar los recursos que se requerirán para su cierre.

- ❖ **Principales regulaciones ambientales aplicables a la minería:** Ley de Bases Generales del Medio Ambiente; Reglamento del SEIA; Reglamento de Seguridad Minera; Ley de Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras; Código de Minería; Ley sobre Concesiones Mineras; Norma de Emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico; Reglamento de Construcción, Operación y Cierre de los Depósitos de Relaves; Código de Aguas; Ley General de Servicios Eléctricos y su Reglamento; Ley sobre Monumentos Nacionales, entre otras.

- ❖ **Principales servicios que fiscalizan a la minería en materia ambiental:** Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN); Superintendencia del Medio Ambiente (SMA); Dirección General de Aguas (DGA); Corporación Nacional Forestal (CONAF); Ministerio de Salud; Consejo de Monumentos Nacionales; Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), entre otros.

- ❖ Estos organismos de fiscalización cuentan con amplias facultades de revisión de cumplimiento de permisos ambientales y sectoriales, con potestades de persecución y sanciones. Esta es una gran diferencia con ciertos países donde las normas existen, pero la efectiva fiscalización del nuestro hace la diferencia.



5. APORTE EN AVANCES REGULATORIOS EN MATERIA AMBIENTAL

La minería ha sido impulsor y participe de los avances regulatorios en materia ambiental que ha realizado el país.

Con el proceso de expansión de la minería nacional iniciado en los '90, y ante la carencia de políticas y normas nacionales, las empresas de la gran minería adoptaron normas de las legislaciones medioambientales de sus países de origen, aportando lineamientos para una futura regulación en Chile, especialmente en materia de emisiones y calidad del aire, donde la minería aportó conocimiento para las futuras normas de emisión y para el diseño de los planes de descontaminación.

En 1992 se puso en funcionamiento un sistema voluntario de evaluación de impacto ambiental, al que se sometieron todos los proyectos mineros de envergadura y el cual se mantuvo en aplicación hasta 1997, año en que entró en vigencia el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Los ecosistemas son sistemas muy complejos que incluyen la acción humana y su relación con el entorno biótico y abiótico. Al igual que la sociedad, los ecosistemas están en constante cambio y adaptación a esos cambios. Se requiere desarrollar investigación y estudios para conocerlos e interactuar de manera sustentable. En este sentido, la minería puede ser un

aporte a la valoración fundada de los ecosistemas que le rodean ya que conoce su entorno ambiental a partir de estudios de hidrología e hidrogeología local, de glaciares, de humedales y de flora y fauna, por ejemplo.

6. LOS ESTÁNDARES AMBIENTALES ACTUALES SON MÁS ALTOS QUE LOS DEL PASADO

Al evaluar el desempeño del sector minero en el pasado, tanto en Chile como en el mundo, aplicando los criterios medioambientales actuales, se debe reconocer que el balance no es bueno y sin duda hay casos que se dieron y que al día de hoy no cumplirían ni con las normas ni con los estándares que implementa la industria, no obstante haberse enmarcado en la ley en su momento.

Los requerimientos y estándares ambientales actuales son reconocidamente más altos que los del pasado, en todo ámbito, incluyendo el minero. Esto, tanto por una mayor conciencia, que se ve reflejada en mejoras y avances en los requisitos que se exigen por ley y los estándares que implementa la industria, como por el surgimiento de nuevas tecnologías más amigables con el medioambiente.

Un ejemplo de avances en la regulación es la **Ley de Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras** (en vigencia desde el 11 de noviembre de 2012) que obliga a que todas las faenas mineras cuenten con un plan

de cierre aprobado por el SERNAGEOMIN, previo al inicio de sus operaciones y abarcando la totalidad de las instalaciones de la faena. Antes de esta ley no había una manera de exigir a una empresa el debido cierre ambiental de sus operaciones, ni de exigir que garantizara con antelación los costos, tanto del cierre futuro como de su monitoreo y mantención. Es así como se dieron casos de faenas mineras abandonadas o paralizadas, incluyendo sus residuos, que son un riesgo para el medio ambiente, y para la salud y seguridad de las personas. Estas faenas o instalaciones abandonadas son conocidas como **Pasivos Ambientales Mineros** (PAM) y representan un riesgo que ha sido complejo de regular, particularmente porque no se ubica (o no existe) un dueño, ni herramienta legal, para exigir que se haga responsable. Un ejemplo de PAM son los depósitos de relaves abandonados: en Chile hay 173⁸¹ (37 de los cuales no tienen un dueño identificado). Los PAM son una herencia compleja que se asocia a la industria, a pesar de no tener vínculo con las empresas que actualmente operan en nuestro país.

La ley de cierre de faenas impide la generación de nuevos PAM, materializando el concepto de “el que contamina, paga”.



⁸¹ Programa Tranque <https://fch.cl/iniciativa/programa-tranque/>

Conceptos de interés e información de contexto

MEDIO AMBIENTE



DISCUSIÓN SOBRE MEJORAS AL SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

EL SEIA ha sido revisado y discutido en distintas instancias, para el análisis de sus posibles mejoras.

La posición del Consejo Minero al respecto apunta a fortalecer el componente técnico en todos los aspectos de la evaluación ambiental de los proyectos, para lo que el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) requiere de mayores recursos humanos y financieros. Asimismo debe garantizarse una participación ciudadana amplia e informada, de manera tal que el procedimiento de evaluación sea autosuficiente y se evite la excesiva judicialización de materias que pueden y deben ser resueltas dentro del SEIA.

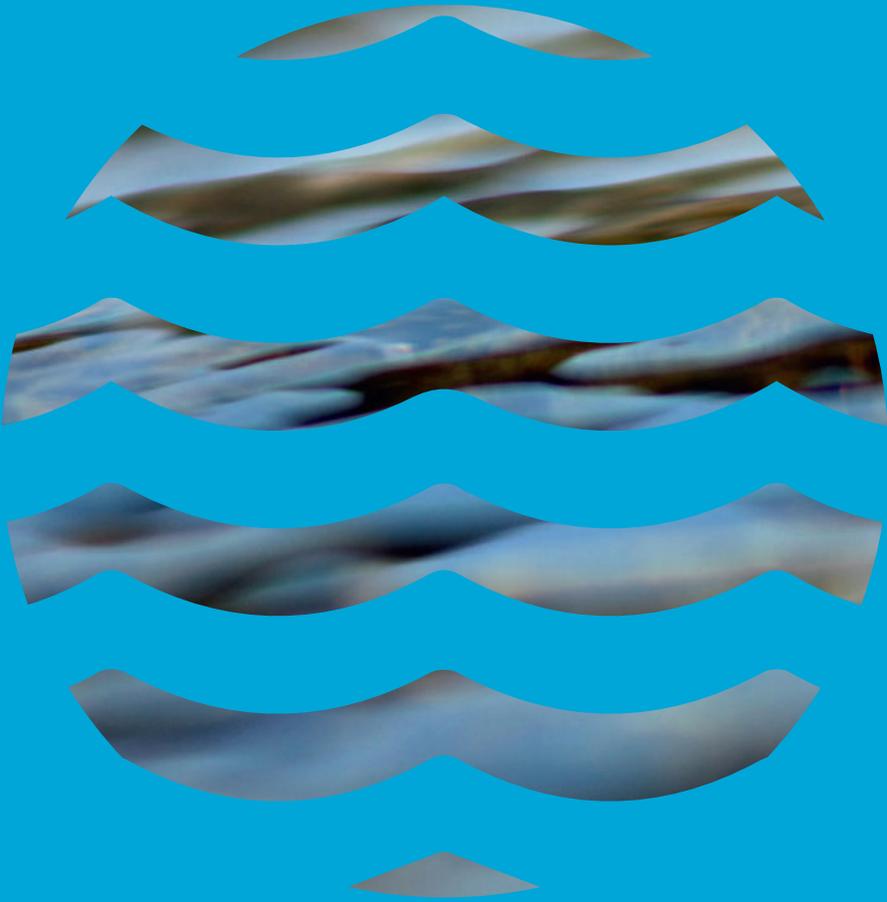
REQUISITOS MEDIOAMBIENTALES EN EL FINANCIAMIENTO DE LOS GRANDES PROYECTOS

El financiamiento de grandes proyectos mineros exige el cumplimiento de requisitos medioambientales. Así, las principales fuentes de financiamiento son:

- ✦ Bancos internacionales, los cuales establecen estrictos requisitos ambientales, en derechos humanos y sociales para otorgar financiamiento a proyectos de esta envergadura; y
- ✦ Las propias empresas mineras, muchas de las cuáles están sujetas a tratados internacionales y a acuerdos que regulan la forma en que se desarrollan estos proyectos, y sus impactos ambientales y sociales.

El financiamiento de grandes proyectos mineros exige el **cumplimiento de requisitos medioambientales.**





Agua



1. USO DE AGUA EN LA MINERÍA

El agua es clave para los sectores productivos y es sin duda un recurso estratégico para la minería donde tiene múltiples usos, especialmente en el procesamiento de los minerales.

En qué usa el agua la minería del cobre: El principal proceso donde se utiliza agua es en la concentración, sobre todo en el proceso de flotación. Además, el agua se usa en casos como: supresión de polvo en caminos, extracción y bombeo desde labores subterráneas, transporte de minerales, enfriar ambientes y máquinas.

❖ Consumo de agua continental en la minería del cobre, por proceso⁸²:

- Concentración: 59%
- Servicios varios⁸³: 19%
- Hidrometalurgia: 11%
- Área mina: 4%
- Área fundición y refinería: 3%
- Cesión de aguas a terceros: 3%

El método de extracción que se utilice no es antojadizo, sino que dependerá del tipo de mineral con que se cuente, esto es, óxidos o sulfuros. Los sulfuros se encuentran generalmente a mayor profundidad y para su procesamiento se utiliza el método de

concentración, obteniendo como resultado concentrados de cobre. Por su parte, los minerales oxidados permiten obtener cátodos a partir del proceso de hidrometalurgia. En la sección de conceptos de interés e información de contexto se pueden encontrar más detalles sobre esta materia.

2. CRISIS HÍDRICA

La minería en Chile se encuentra principalmente en la zona centro norte del país, considerada una de las zonas más áridas del mundo, por lo que el abastecimiento de agua ha sido siempre una preocupación central de la industria. Además, el cambio climático ha aumentado considerablemente este desafío, ya que sus consecuencias se manifiestan en un aumento de eventos extremos, como lluvias esporádicas pero muy intensas, y mayor escasez hídrica debido a períodos más largos de sequía. Los resultados de la actualización del año 2020 del Balance Hídrico Nacional⁸⁴ para las macrozonas norte y centro proyectan una fuerte reducción en la disponibilidad de agua, estimándose que en algunas cuencas las disminuciones del caudal serían cercanas a 30% e incluso podrían disminuir hasta 50% para el período 2030 – 2060.

La disponibilidad de agua varía mucho según zonas geográficas. En los últimos años se ha observado una

disminución sostenida y creciente en la disponibilidad de recursos hídricos, de un 20% en el sur y un 50% en la macrozona norte-centro. Se proyecta que estas zonas sigan en déficit en los próximos 30 años⁸⁵.

El aumento de la población y el crecimiento de las industrias más importantes del país (agricultura y minería), suponen una mayor demanda de agua. Así como a las personas y a sectores como la agricultura y el industrial, el cambio climático y la sequía afectan a la minería de manera directa, particularmente en la productividad y continuidad operacional de las faenas. La falta de agua ha llevado a las operaciones a tener que restringir el procesamiento del mineral, impactando en una menor producción.

⁸² Recursos hídricos en la minería del cobre – Actualización 2020 (COCHILCO, 2021)

⁸³ Incluye aguas utilizadas en campamentos, para riego, y otros procesos de menor consumo de agua.

⁸⁴ Actualización del Balance Hídrico Nacional, 2020, encargado por la DGA y elaborado por el área de Hidrología del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile. Participaron además investigadores del Departamento de Geofísica y Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2); del Centro Avanzado de Tecnología para la Minería (AMTC); y del Departamento de Geología de la Casa de Bello. También fueron parte del estudio en distintas fases investigadores de la Pontificia Universidad Católica y de la Universidad Austral.

⁸⁵ Recursos hídricos en la minería del cobre – Actualización 2020 (COCHILCO, 2021), en base a DGA.



Las acciones de la minería relacionadas con adaptación al cambio climático, y particularmente a las condiciones de escasez hídrica, se han focalizado en aumentar la eficiencia en el uso del agua, aumentando las aguas que se reutilizan y en asegurar su suministro. En este sentido, se ha reducido la dependencia del agua continental, especialmente a través de la reutilización y el uso creciente de agua de mar, tanto salada como desalinizada, y de aguas servidas tratadas.

Otro foco de las empresas ha sido apoyar medidas de adaptación al cambio climático en las comunidades aledañas a las operaciones mineras, en el marco de los procesos de relacionamiento y creación de valor compartido.

En 2019 el gobierno convocó a representantes de los ámbitos público y privado, además de la academia, a una Mesa Nacional del Agua, para hacer frente a la crisis hídrica del país y establecer una política hídrica de largo plazo de manera colaborativa. El Consejo Minero participó en la Mesa de Eficiencia Hídrica y en la de Investigación e Información Públi-

ca, constituida al alero de la anterior con el objetivo de incorporar a la política pública aspectos relacionados con la eficiencia hídrica y educación sobre uso del agua. La Mesa Nacional del Agua sesionó periódicamente hasta diciembre 2021 y presentó su informe final en marzo 2022, dando cuenta de los resultados en cuatro ejes: (i) seguridad hídrica, (ii) calidad de las aguas y ecosistemas relacionados, (iii) marco legal e institucional, y (iv) ejes transversales, financiamiento, eficiencia hídrica y educación e investigación e información hídrica⁸⁶.

Más información sobre cambio climático y minería en el capítulo de Cambio Climático.

3. CONSUMO DE AGUA EN MINERÍA

En comparación con otros sectores económicos, la minería representa un muy bajo porcentaje de consumo de agua a nivel nacional pero, por otro lado, está ubicada principalmente en la zona norte y centro, donde se encuentra el desierto más árido del mundo y donde la disponibilidad de agua es menor que en la zona sur. En este sentido, la actividad minera debe ser muy eficiente en el uso del agua, por lo que su adecuada gestión, es y ha sido, un pilar fundamental para el sector.

A nivel nacional y en comparación con otros sectores, la minería consume el 4% del agua de fuente continental. Es, por tanto, el cuarto sector en términos de consumo de agua, después de la agricultura (72%), el consumo humano (12%), y la industria (7%). El 5% restante está asociado al sector pecuario y al uso consuntivo en generación eléctrica⁸⁷.

Una mayor demanda de agua está asociada a una mayor producción. Así, en su conjunto, las regiones de Tarapacá, Antofagasta y Atacama concentran el 74% de la producción de cobre a nivel nacional, mientras que el consumo de agua continental de estas regiones representa el 54%. Por su parte, la región de Antofagasta es fuente del 54% de la producción de cobre nacional y es, por tanto, la que presenta un mayor consumo de agua, con un 32%.

La Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO) elabora **informes de consumo y proyección de consumo de agua en la minería del cobre** con el objetivo de monitorear el uso de agua en los distintos procesos, aumentar la disponibilidad y transparencia de información del sector en temas críticos, y servir como base para el análisis de discusiones públicas.

❖ Consumo de agua (porcentaje y cantidad por fuente de suministro) (2020):

- Agua continental: 19%	12,09 m ³ /seg
- Agua de mar: 8%	5,28 m ³ /seg
- Agua reutilizada: 73%	46,98 m ³ /seg

❖ Extracción de agua (porcentaje por fuente de suministro) (2020):

- Aguas Superficiales: 28%
- Aguas Subterráneas: 33%



⁸⁶ Mesa Nacional del Agua. Informe Final. Marzo 2022 (Ministerio de Obras Públicas, 2022)

⁸⁷ COCHILCO, 2021.

En 2020 el 73% del agua utilizada por la minería en sus procesos fue agua reutilizada.

- Aguas adquiridas a terceros: 9%
- Aguas de mar: 30%
- ❖ Es destacable la distinción entre extracción y consumo. En 2020 la minería contó con 64,34 m³/seg de agua, de lo cual 46,98m³/seg fue agua reutilizada, es decir, el 73% del agua utilizada por la minería en sus procesos fue agua reutilizada⁸⁸.
- ❖ **El agua continental consumida por la minería tiene distintas fuentes de abastecimiento:**
 - Aguas superficiales: 40%
 - Aguas subterráneas: 48%
 - Aguas adquiridas a terceros: 12%
- ❖ **Agua de mar:** Del total de agua de mar consumida por la minería, hay casos en que pasa por el proceso de desalación y otros en que el agua de mar se usa directamente en los procesos.
 - Agua desalinizada: 63%
 - Agua sin desalar: 37%

Consumos globales de la minería en los últimos 5 años:

- ❖ Agua continental: Tasa de decrecimiento del orden del 1% promedio anual, con tendencia a la baja⁸⁹.
- ❖ Agua de mar: Tasa de crecimiento del orden del 20% promedio anual, con tendencia al alza⁹⁰.
- ❖ Agua reutilizada: Mantiene variaciones año a año, con una tendencia inestable principalmente por la dificultad en encontrar una definición estandarizada en la metodología, alcance y concepto.

Proyección de consumo de agua esperada para el período 2021 – 2032⁹¹:

Tres factores a considerar:

- La proyección de producción de cobre para el 2032 es 21,15% mayor que en 2020, esperando alcanzar los 6,95 millones de toneladas.
- Este aumento de producción está principalmente basado en minerales de sulfuros, que deben ser procesados en plantas concentradoras, proceso intensivo en agua. La producción de concentrados aumentará un 49,7%, en contraste con la producción hidrometalúrgica que pasaría de una participación de 25,6% de la producción total en 2020, a un 8% en 2032.
- La caída en las leyes de los minerales conlleva la necesidad de procesar una mayor cantidad de mineral para conseguir la misma cantidad de cobre fino, presionando al alza la demanda.

Por otra parte, el consumo de agua continental tendría una disminución de un 45% respecto al consumo 2020, mientras que el consumo de agua de mar aumentaría 167%. Al 2032, se espera que el agua de mar represente un 68% del agua consumida por la minería, y el agua continental represente un 32%.

Más información sobre uso de agua de mar y minería, a continuación.

El creciente uso de agua de mar por parte de la minería implica que para conocer la intensidad de uso de agua en cada proceso se hace cada vez más necesario utilizar el indicador de make up⁹², esto es, el agua (continental y/o de mar) necesaria para tratar una tonelada de mineral. El make up considera la cantidad de agua que debe entrar al proceso, excluyendo las aguas recirculadas.

⁸⁸ Cabe destacar que el agua reutilizada presenta dificultades para su correcta medición, partiendo por la falta de consenso de una definición común.

⁸⁹ Entre 2019 y 2020, el uso de agua continental en minería disminuyó en un 3% (COCHILCO, 2021)

⁹⁰ Entre 2019 y 2020, el uso de agua de mar en minería aumentó un 30% (COCHILCO, 2021).

⁹¹ Proyección de consumo de agua en la minería del cobre - Período 2021 – 2032 (COCHILCO, 2021)

⁹² COCHILCO levanta información respecto al make up desde 2018, no habiendo suficiente data histórica aún, por lo que es un indicador en proceso. El make up es calculado como el volumen total de agua consumida por tonelada/unidad de material retirado, mineral extraído, mineral procesado y/o producto final, según corresponda para la instalación operativa.



4. EFICIENCIA HÍDRICA EN MINERÍA

La eficiencia en el uso del agua permite bajar la cantidad de agua necesaria para funcionar. Los excedentes de agua del procesamiento de minerales pueden ser reutilizados dentro de un mismo proceso, en etapas diferentes, o enviados desde y hacia procesos distintos, de acuerdo a los requerimientos de calidad y cantidad de cada uno de ellos.

✦ **Reutilización.** La minería debe ser eficiente con el uso de agua, por lo que la reusa y la recicla lo más posible. Así, el 73% del agua que se consume en la minería es reutilizada, es decir, del total de agua utilizada por la minería, menos de un 30% es agua nueva.

En la última década la recirculación de agua en el proceso de concentración pasó de niveles bajo 60% a 75%. Estos avances, junto al mayor uso de agua de mar, permitieron que el consumo de agua continental por tonelada de cobre obtenido en el proceso de concentración disminuyera en un 46% en la última década.

El sector presenta los mejores promedios de la industria mundial, con algunas plantas que recirculan el 85% del recurso. El consumo de agua continental por material procesado está disminuyendo. Así como el consumo de agua continental por tonelada de mineral procesado en las plantas concentradoras ha bajado persistentemente, desde 0,57 m³/ton en 2013, a 0,36 m³/ton en 2020.

En la última década el uso de **agua de mar** en minería pasó de representar un **2% a un 30%** de las extracciones de agua, y se proyecta que al 2032 ésta represente casi un **70%**.

✦ **Relaves.** El procesamiento de minerales sulfurados tiene un impacto en la demanda de agua (dado que se procesan mediante concentración, que es el proceso más intensivo en agua), pero además producen relaves. Los relaves son un residuo que genera la minería al obtener el mineral de las rocas, por lo que contiene roca molida y agua del proceso. A la fecha, al menos, no se puede tener minería sin tener relaves, por lo que las empresas mineras están implementando tecnologías que permiten utilizar menos agua en los relaves. En esta línea, hay relaves espesados y filtrados, cada uno de los cuales tiene menos agua que el anterior. En el capítulo de Relaves hay más información.

Todas las medidas que se puedan tomar para lograr una mayor eficiencia en la gestión del agua, contribuyen a mejorar al sector y al país en su conjunto.

5. USO DE AGUA DE MAR EN MINERÍA

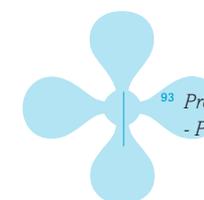
El abastecimiento de agua ha sido históricamente desde fuentes de aguas continentales (superficiales y subterráneas). Sin embargo, dada su creciente escasez, la minería está comprometida con extraer

la menor cantidad posible de agua continental, tanto siendo eficiente en el uso del agua extraída como buscando fuentes de agua distintas, como el agua de mar. En la última década el uso de agua de mar en minería pasó de representar un 2% a un 30% de las extracciones de agua, y se proyecta que al 2032 ésta represente casi un 70%. La creciente inversión en desalación y sistemas de impulsión de agua de mar ha llevado a que la minería sea uno de los pocos sectores que a futuro proyecte un consumo menor de agua continental, sustituida por agua de mar. Esto permitiría una mayor disponibilidad de agua continental para los actores del territorio.

La minería ha sido pionera y es líder en Chile en materia de desalinización. El uso de agua de mar, desalinizada o no, ha venido aumentando crecientemente y, a 2020, representaba el 30% del agua extraída por la gran minería.

Proyecciones hacia el 2032⁹³:

✦ Se espera que el agua de mar represente un 68% del agua consumida por la minería, y el agua continental un 32%.



⁹³ Proyección de consumo de agua en la minería del cobre - Período 2021 - 2032 (COCHILCO, 2021)



❖ Distribución esperada del uso de agua de mar a nivel regional:

- Región de Antofagasta: 62,7%
- Región de Atacama: 15,7%
- Región de Tarapacá: 13,5%
- Región de Coquimbo: 8,1%

❖ Disminución de consumo de agua continental esperada a nivel regional (respecto consumo 2020):

- Región de Antofagasta: 74%
- Región de Tarapacá: 73%
- Región de Coquimbo: 72%
- Región de Atacama: 7%

Las estimaciones futuras de consumo de agua de mar se basan en que se concreten las **plantas desalinizadoras y los sistemas de impulsión de agua de mar**, actualmente consideradas en los proyectos de inversión.

Las plantas desalinizadoras y los sistemas de impulsión de agua de mar implican una importante inversión y costos operacionales, especialmente porque hay que llevar el agua desalada desde el nivel del mar a las faenas, las que no sólo están alejadas de la costa sino que, además, suelen estar en altura.

Un desafío que tiene la desalación es su alto requerimiento de energía eléctrica, tanto para la planta desalinizadora en sí como, y especialmente, para los sistemas de impulsión de agua. Además, el transporte de esta agua requiere de una red de tuberías con longitudes entre 150 y 200 km.

Otros datos al respecto:

- ❖ El agua desalada puesta en planta tiene un costo entre cinco y diez veces superior al agua continental.
- ❖ A las complejidades indicadas se suman las particularidades y localización de cada operación, lo que en conjunto puede derivar en que el uso de agua de mar no siempre es factible desde el punto de vista técnico, económico, social y/o ambiental.
- ❖ Una crítica al uso de las plantas desalinizadoras se refiere a su impacto en el ecosistema marino, particularmente por la salmuera concentrada de descarte, esto es, la sal que se remueve del agua extraída y cuya devolución se hace al mar; al estar en flujos más concentrados, podría generar efectos en el ecosistema marino. Sin embargo, estos efectos son gestionados mediante el uso de tecnologías de filtros y existen diseños estudiados de los sistemas de descarga. Así, simulaciones realizadas en base

al modelo matemático de dispersión Cormix, han permitido verificar la rápida dilución (en segundos) de la salmuera, y que el efecto de la salinidad de la descarga de salmuera en el medio marino se circunscribe a un radio acotado de 20 a 30 metros, dependiendo del caudal de descarga y la velocidad de la corriente marina⁹⁴. Junto con lo anterior, las plantas desalinizadoras deben cumplir con la normativa ambiental, pasando por el Sistema de Evaluación Ambiental y la obtención de una concesión marítima. En el Seminario de Desalinización y Gestión Sostenible se afirmó que “las herramientas de monitoreo ambiental desarrolladas en Chile, permiten demostrar a priori los efectos ecológicos, fisiológicos y metabólicos restringidos a la zona de influencia, nunca superando umbrales de tolerancia de las especies (...) A esos niveles de salinidad, esos

⁹⁴ Nota de prensa de El Mercurio de Antofagasta. 26 de octubre 2022, citando al Dr. Javier Quispe, jefe de Carrera Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica del Norte (UCN), en exposición realizada en el Seminario Desalinización y Gestión Sostenible, organizado por Cramsa y UCN.

Las empresas socias del Consejo Minero publican desde 2013 la información anual de las extracciones de agua de sus faenas.

organismos siguen siendo viables, siguen sobreviviendo y desarrollándose de la misma manera que hacían antes que existiera el efecto de la salmuestra⁹⁵. De esta manera, las medidas de mitigación y compensación adoptadas para reducir el impacto medioambiental permiten aprovechar los beneficios económicos y sociales de la desalación. En un estudio del Banco Mundial, de marzo 2019⁹⁶, se hace un análisis equilibrado de este fenómeno.

6. GESTIÓN E INFORMACIÓN

La gestión transparente en los temas relacionados al agua es fundamental y particularmente necesaria en un escenario de menor disponibilidad de este recurso. El contar con información oportuna y confiable es clave para construir confianzas y permitir la cooperación entre los distintos actores. Con miras a aportar a la transparencia de información, en el sitio web del Consejo Minero está publi-

cada la extracción de agua de todas las faenas de las empresas socias, información que es actualizada anualmente. Además, reconociendo que la disponibilidad de agua es un desafío nacional y también local, del cual la industria minera es parte, las empresas mineras participan de instancias público privadas que buscan fortalecer la gestión, así como atender las necesidades más urgentes de las comunidades.

Las empresas socias del Consejo Minero publican desde 2013 la información anual de las extracciones de agua de sus faenas. Se incluyen datos oficiales de extracciones por región, cuenca y faena, además por el tipo de fuente. Para permitir una comparación general, la plataforma también da a conocer la información oficial disponible de otros sectores. Esta plataforma digital está publicada en el sitio web del [Consejo Minero](#) y la información contenida está en un formato descargable⁹⁷.

El ICMM elaboró **una guía⁹⁸ para identificar, evaluar y responder a los riesgos que presenta el agua en áreas de captación, con un enfoque integral y sistemático.** Esta guía parte de la noción de que la gestión exitosa debe basarse en la comprensión de todos los problemas hídricos dentro del área de la cuenca, y en la búsqueda de soluciones que sirvan tanto al negocio como a los

usuarios del agua. En este sentido, se destaca que es fundamental considerar a otros usuarios y comunidades, así como reconocer la demanda de agua para la conservación de ecosistemas funcionales. La guía incluye un marco de reportabilidad común al que se han adherido sus empresas socias, considerando que la elaboración de informes permite realizar análisis comparativos y supervisar el desempeño, así como fomentar la transparencia, concientización y la comunicación interna. En agosto de 2021 se publicó una segunda versión de la guía actualizada y planteando una serie de orientaciones prácticas para la entrega de información interna y externa de los reportes de agua. Tener reportes consistentes y comparables sobre uso de agua de las empresas es un desafío que tienen la mayor parte de las industrias, incluyendo la minera. La guía permite avanzar en ese sentido, fortaleciendo la transparencia de información de la industria.

⁹⁵ Nota de prensa de El Mercurio de Antofagasta. 26 de octubre 2022, citando al Dr. Claudio Sáez, director del Centro de Investigación Hub Ambiental de la Universidad de Playa Ancha de Valparaíso, con ocasión del Seminario Desalinización y Gestión Sostenible, organizado por Cramsa y UCN.

⁹⁶ The role of desalination in an increasingly water-scarce world.

⁹⁷ Plataforma de Aguas del CM <https://consejominero.cl/agua/>

⁹⁸ Water Reporting: Good practice guide, Primera edición (ICMM, marzo 2017)

Conceptos de interés e información de contexto



LEY DEL MINERAL

La ley del mineral es un factor geológico que se refiere a la concentración de un mineral presente en la roca. En la medida que un yacimiento va envejeciendo, la ley del mineral tiende a bajar, es decir, hay menos concentración de mineral en el material removido. Una menor ley conlleva el procesamiento de una mayor cantidad de mineral, lo que significa un mayor uso de agua para obtener la misma cantidad de cobre por roca procesada. Históricamente la minería ha logrado vencer el desafío de tener que tratar mayores cantidades de mineral sin aumentar en la misma proporción el agua consumida, al aumentar la recuperación y recirculación de agua desde sus procesos, así como el incremento en el uso de agua de mar.

SULFUROS Y ÓXIDOS

De acuerdo a las características de los procesos geológicos, el cobre está presente en la corteza terrestre en forma de minerales sulfurados (sulfuros) u óxidos. Las características de cada uno determinan su posterior forma de procesamiento para extraer el mineral.

Los óxidos están en la superficie del yacimiento o cerca de ella y contienen óxidos de cobre, los que comúnmente tienen un color verde o azul. Los minerales oxidados se forman por acción del oxígeno y otros agentes. Los sulfuros se encuentran

generalmente a mayor profundidad, ya que están presentes en la zona donde ocurrió el encuentro del magma con la corteza, y contienen minerales formados por combinaciones de cobre, azufre y hierro, que les otorgan a las rocas un aspecto metálico.

El tratamiento tradicional que se les da a los sulfuros de cobre es el de concentración por flotación, lo que deriva en la generación de concentrado de cobre, que tiene una pureza entre 20% y 30% de mineral (es decir, desde la ley original de menos de 1%, llega a esta concentración). Este concentrado puede ser exportado en esa forma o pasar a las siguientes etapas del procesamiento, que son la fundición (de donde se obtienen ánodos o cobre blíster, con una pureza entre 98% y 99,5%, en planchas que en general pesan entre 225 y 260kg, pero que pueden incluso superar los 400kg), seguido por la electrorrefinación (de donde se obtienen cátodos, con 99,9% de pureza). Los óxidos, por su parte, son procesados por hidrometalurgia (que considera las etapas de lixiviación, extracción por solventes y electroobtención), obteniéndose cátodos de cobre.

El concentrado es la principal forma en que se exporta el cobre desde Chile.

Los sulfuros de cobre son cada vez más abundantes, mientras que los óxidos de cobre son cada vez más escasos.

ÁREAS DE CONSUMO DE AGUA DE LA INDUSTRIA MINERA DEL COBRE⁹⁹:

❖ Área mina: Incluye la mina (a cielo abierto o subterránea) y el transporte del material hasta el chancado primario. En esta área el agua es utilizada principalmente para la supresión de polvo en caminos y en la extracción y bombeo desde labores subterráneas.

❖ Área planta concentradora: Comprende el procesamiento de minerales, involucrando la conminución del mineral (reducción de tamaño del material), la flotación, clasificación y espesamiento. Esta área representa el mayor consumo de agua respecto a los volúmenes totales. Una parte importante del agua que se utiliza en el proceso de flotación pasa a formar parte de los relaves, que se envían a la etapa de espesamiento para recuperar una parte del agua que contienen y devolverla al proceso productivo. Asimismo, desde el depósito de relaves también se recupera agua para ser reutilizada en el proceso.

❖ Área planta hidrometalurgia: Considera los procesos de lixiviación en pilas, la extracción por



Conceptos de interés e información de contexto

solventes y la electroobtención para la producción de cátodos. En este proceso el principal consumo de agua resulta como consecuencia de la evaporación de las pilas de lixiviación.

- ❖ **Fundición y refinación:** El concentrado seco se somete a un proceso de pirometalurgia para obtener placas gruesas, de forma de ánodos. Este es comercializado directamente, o enviado al proceso de refinación el cual se lleva a cabo en las celdas electrolíticas en una solución de ácido sulfúrico, donde se aplica una corriente eléctrica que hace que se disuelva el cobre del ánodo y se deposite en el cátodo inicial, lográndose cátodos de alta pureza.

- ❖ **Cesión o venta a terceros:** Corresponde a flujos de agua que son entregados mediante venta o cesión a un tercero. Este tercero puede ser otra faena minera, comunidades, o ciudades, por ejemplo.

- ❖ **Área servicios:** Bajo esta definición se agrupan actividades con volúmenes de consumo de agua poco significativos frente al total consumido en una operación minera, principalmente para abastecer los servicios. El principal uso del agua es para bebida, lavado, riego y baños en los campamentos.

PRINCIPALES FUENTES DE AGUA

- ❖ **Agua continental** se refiere a todos los cuerpos de agua permanentes que se encuentran en el interior del continente. Pueden ser aguas superficiales (como aguas lluvias, escorrentías, embalses superficiales, lagos y ríos), aguas subterráneas

(como las aguas alumbradas y acuíferos), y aguas adquiridas a terceros (esto es, obtenida a partir de compra directa a terceros con sus derechos respectivos, es decir, se compra el agua y no los derechos; aguas de sanitarias son un ejemplo de proveedores).

- ❖ **Aguas de mar** son aquellas provenientes del mar, ya sean desalinizadas o utilizadas directamente en el proceso.

- ❖ **Aguas reutilizadas** son todos los flujos de agua utilizados o trabajados en alguna tarea que son utilizados nuevamente en el mismo u otro proceso dentro del modelo operacional.

AGUAS DEL MINERO

Con ocasión de los trabajos mineros es común que se encuentre agua, la cual debe extraerse por razones de seguridad, principalmente, para evitar derrumbes en túneles y rajos. Estas aguas “halladas” (no buscadas) son conocidas como aguas del minero, y por ser de naturaleza variable e imprevista, su gestión es imprescindible para evitar problemas de seguridad y operaciones, entre otros. En este sentido, hay que prever su captación, canalización y bombeo para evitar inundaciones. Las empresas mineras informan la extracción de las aguas del minero a COCHILCO, a la SMA cuando son parte de las RCA y, con la entrada en vigencia de la reforma al Código de Aguas también deberán informarse a la DGA, para su registro.

REGULACIÓN DEL AGUA: DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS (DAA)

La ley chilena establece que el agua es un bien nacional de uso público respecto del cual se otorga a los privados un Derecho de Aprovechamiento de Aguas (DAA). El carácter de bien nacional de uso público estaba consagrado antes de la reforma al Código de Aguas publicada en 2022, pero esta reforma vino a ratificar y darle contenido a esta noción. En lo que respecta a los DAA, aquellos constituidos antes de la publicación de la reforma continúan estando vigentes; se extinguen por no uso en cinco o diez años, según sean consuntivos o no consuntivos, respectivamente; y, en general, caducan si no se inscriben en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces, dentro de un plazo de 18 meses desde la publicación de la reforma.

Por su parte, los nuevos DAA tendrán entre sus características, las siguientes: (i) constitución en función del interés público; (ii) carácter temporal (30 años, pero dependiendo tanto de la disponibilidad de la fuente de abastecimiento como de la sustentabilidad del acuífero); (iii) se prorrogarán por el solo ministerio de la ley y sucesivamente, a menos que la DGA acredite el no uso efectivo del recurso o que existe una afectación a la sustentabilidad de la fuente que no ha podido ser superada; (iv) podrán extinguirse por el no uso efectivo del recurso, total o parcialmente (cinco o diez años, según sean consuntivos o no consuntivos, respec-

Conceptos de interés e información de contexto



tivamente). La nueva ley sustituye el concepto de dueño por titular de los DAA.

La minería es una actividad que debe someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), lo que hace que los derechos tengan, a partir de ese proceso, limitaciones que no tienen otras actividades económicas (como la agricultura, por ejemplo, que es además la actividad que más utiliza agua en nuestro país). En otras palabras, los Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA) usados en la minería tienen más restricciones que los derechos usados para otras actividades. En algunos casos, incluso, están imposibilitados de usarse.

REGULACIÓN DEL AGUA: REFORMA AL CÓDIGO DE AGUAS (2022)

El 6 de abril de 2022 se publicó en el Diario Oficial la Ley N°21.435 sobre Reforma del Código de

Aguas. Esta reforma se asienta sobre tres pilares fundamentales: (i) la priorización del consumo humano y saneamiento; (ii) el uso efectivo del agua; y (iii) la conservación de los recursos hídricos. La nueva ley, además, viene a fortalecer las atribuciones de la DGA.

Entre los puntos destacados que introdujo la reforma se pueden mencionar los siguientes:

- (i) Reconoce el acceso al agua y saneamiento como un derecho humano esencial e irrenunciable, que debe ser amparado por el Estado.
- (ii) Reafirma que el agua es un bien nacional de uso público, cuyo dominio y uso pertenecen a todos los habitantes de la nación.
- (iii) Consagra que siempre prevalecerá el uso para el consumo humano, el uso doméstico de subsistencia y el saneamiento, tanto en el otorgamiento

como en la limitación al ejercicio de los derechos de aprovechamiento de aguas.

(iv) Prohíbe la constitución de derechos de aprovechamiento en glaciares, como asimismo en las áreas declaradas bajo protección oficial para la protección de la biodiversidad, como los parques nacionales, reserva nacional, reserva de regiones vírgenes, monumento natural, santuario de la naturaleza, humedales de importancia internacional.

(v) En el caso de los territorios indígenas, el Estado velará por la integridad entre tierra y agua y protegerá las aguas existentes para beneficio de las comunidades indígenas, de acuerdo a las leyes y a los tratados internacionales ratificados por Chile y que se encuentren vigentes.

7

capítulo



Glaciares



1. GLACIARES Y CAMBIO CLIMÁTICO

La mayoría de los glaciares de Chile están retrocediendo en respuesta al cambio climático¹⁰⁰. Efectivamente, se ha registrado que durante las últimas décadas hubo importantes pérdidas de masa de los glaciares producto del calentamiento del clima en la alta montaña (0,25 a 0,33 °C/década). De hecho, casi todos los glaciares en el mundo han retrocedido preocupantemente en los últimos años.

En el análisis del año 2011 del Centro de Estudios Científicos para la Dirección General de Aguas (DGA) sobre 147 glaciares en el país, se identificó que el 98% está retrocediendo en su masa. Muchos de ellos muestran una aceleración de esta tendencia, especialmente en Patagonia donde las tasas de retroceso se han duplicado en las últimas décadas, con algunos glaciares que han tenido retrocesos frontales de más de 20km en los últimos 100 años, como el glaciar Jorge Montt o el San Rafael¹⁰¹.

Ejemplos del impacto del cambio climático en glaciares, a nivel nacional e internacional:

- ❖ El campo de glaciares Olivares en la Región Metropolitana ha perdido cerca del 25% de su extensión en los últimos 60 años.
- ❖ El Glaciar Universidad se ha reducido en 2,5 km² en el periodo 1976-2013, con un incremento constante

de la superficie anual de derretimiento¹⁰².

- ❖ Los glaciares de las regiones de Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins están perdiendo cada vez más masa debido a que, con el paso del tiempo, el hielo se oscurece cada vez más, generando una mayor absorción de radiación solar, lo que se traduce en la aceleración de su derretimiento.
- ❖ El Glaciar Grey ha perdido 19 mil km² de hielo entre 1986 y 2015¹⁰³.
- ❖ A nivel internacional, el glaciar Collado Sur, cercano al Monte Everest, con aproximadamente dos mil años y ubicado a 7.900 metros de altura, ha perdido cerca de 55 centímetros de espesor en tan sólo 28 años. Esto significa que la capa de hielo pierde espesor 80 veces más rápido que en el momento de su formación. Científicos aseguran que, producto del calentamiento global, este glaciar probablemente va a desaparecer en algunas décadas¹⁰⁴. Por otra parte, un estudio de la Universidad Autónoma de Madrid en 2022, reveló que los glaciares de los Alpes han perdido un 17% de hielo en los últimos 20 años. El estudio explica que los glaciares son siempre inestables, pero no en este volumen.
- ❖ El 24 de septiembre de 2019, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) publicó un reporte especial sobre la situación de los océanos y la criosfera. Este reporte fue lanzado en la 51ª sesión

del IPCC celebrada en Mónaco, a partir del trabajo de académicos provenientes de diferentes países, con el objetivo de apoyar con datos científicos a los tomadores de decisiones frente al serio cuadro climático. Entre sus conclusiones, se destaca que los casquetes de hielo y los glaciares del mundo están perdiendo masa. Los glaciares en su conjunto, exceptuando Antártica y Groenlandia, pierden masa a una velocidad de 220+/2,3% gigatoneladas por año, medidos entre el 2006 y 2015¹⁰⁵.

¹⁰⁰ Variaciones recientes de glaciares en Chile, según principales zonas glaciológicas. Informe final realizado por el Centro de Estudios Científicos, para la DGA (2011).

¹⁰¹ Universidad de Chile Podcast. Académicos Andrés Rivera Ibáñez y María Christina Fragkou (Junio 2021) <https://www.uchile.cl/noticias/177419/el-retroceso-de-glaciares-en-la-cordillera-de-los-andes>

¹⁰² Glacier albedo reduction and drought effects in the extratropical Andes, 1986 – 2020. (Cambridge University Press, 17 de diciembre 2020).

¹⁰³ <https://efeverde.com/el-glaciar-grey-ha-perdido-19-kilometros-cuadrados-de-hielo-en-los-ultimos-30-anos/>

¹⁰⁴ Mt. Everest's highest glacier is a sentinel for accelerating ice loss (Potocki, M., Mayewski, P.A., Matthews, T. et al. Nature Portfolio Journals, Febrero 2022)

¹⁰⁵ Fundación Glaciares Chilenos (1 Octubre, 2019). <https://www.glaciareschilenos.org/ciencia/reporte-especial-del-ipcc-sobre-el-oceano-y-la-criosfera/> El informe del IPCC se puede encontrar en <https://www.ipcc.ch/srocc/download/>

Los actuales proyectos mineros, desde su diseño mismo, toman medidas para no alterar los glaciares en su área de influencia.

❖ La dinámica en la pérdida en volumen de hielo ante el cambio climático es distinta según el tipo de glaciar de que se trate. Los glaciares rocosos, por ejemplo, están aislados térmicamente por lo que responden de forma más lenta a estos cambios. Del mismo modo, el depósito de polvo no afecta su tasa de derretimiento potencial y, de hecho, el cubrimiento de un glaciar rocoso puede preservar el hielo y las condiciones térmicas del suelo presente.

2. GLACIARES Y MINERÍA: HISTORIA

Sin perjuicio de que el cambio climático es la principal amenaza para los glaciares, en el pasado hubo proyectos y operaciones mineras que afectaron glaciares rocosos. En general, se trata de casos desarrollados bajo una regulación y estándares distintos a los actuales. Además, hubo casos emblemáticos que llevaron a generar una asociación negativa más directa con la actividad minera.

La institucionalidad ambiental entró en vigencia en Chile en 1997. Antes de eso, había una importante dispersión, tanto de leyes sectoriales como de competencias públicas, y el principal avance había sido en 1992, con un sistema voluntario de evaluación de impacto ambiental al que se sometieron todos los proyectos mineros de envergadura.

En el pasado, la minería, sujeta a otros estándares legales, ambientales y sociales, afectó glaciares rocosos.

❖ Los únicos tipos de glaciares impactados por empresas mineras en Chile corresponden a glaciares rocosos¹⁰⁶.

❖ Se estima que el área afectada de glaciares rocosos en Chile es de aproximadamente 3,3 km². Esto, de un total de 24.000 km² de superficie glaciar en Chile¹⁰⁷.

❖ En los últimos años los glaciares rocosos han comenzado a ser apreciados por la sociedad cada vez en forma más relevante como recursos hídricos, aunque esta opinión no es plenamente compartida por el mundo científico¹⁰⁸.

Entre los casos emblemáticos de proyectos mineros asociados a la afectación de glaciares se suele contar proyectos que consideraron en algún nivel dicha afectación pero que, por distintas razones, no se concretaron, por lo que no tuvieron un impacto efectivo.

En la actualidad la gran minería no presenta casos de impacto significativo en glaciares mediante la intervención directa sobre éstos.

Los estándares medioambientales de la industria son cada vez más altos. Su impacto negativo en el medioambiente es cada vez menor, gracias a una mejor legislación, cambios de visión, códigos de responsabilidad y nuevas tecnologías. En esto la tarea y el compromiso de la minería son permanentes.

3. GLACIARES Y MINERÍA SUSTENTABLE

La protección de los glaciares es un aspecto clave para la sustentabilidad de la actividad minera. Y entendemos que esta actividad es compatible con esa protección. Los actuales proyectos mineros, desde su diseño mismo, toman medidas para no alterar los glaciares en su área de influencia. De hecho, hay constancia de ajustes que se han hecho en los procesos de evaluación ambiental, adecuando la disposición de

¹⁰⁶ *Minería y glaciares rocosos: Impactos ambientales, antecedentes políticos y legales, y perspectivas futuras* (Alexander Brenning y Guillermo Azócar, *Revista de Geografía Norte Grande*, 2010).

¹⁰⁷ *Minería y glaciares rocosos: Impactos ambientales, antecedentes políticos y legales, y perspectivas futuras* (Alexander Brenning y Guillermo Azócar, *Revista de Geografía Norte Grande*, 2010).

¹⁰⁸ "Una ley de glaciares para Chile". Presentación de la Unidad de Glaciología y Nieves, DGA. Agosto 2020.





partes y obras, así como las principales actividades en etapa de operación, no conociéndose de empresas de la gran minería chilena que estén causando un impacto significativo sobre glaciares mediante la intervención directa sobre éstos.

La presencia de proyectos mineros en el norte de Chile interactúa con menos del 1% de la extensión de glaciares en Chile.

La presencia de la actividad minera en sectores más extremos ha facilitado el conocimiento y monitoreo de los glaciares, que no podría haberse hecho a esa escala sin esa ayuda. Dicha información es transmitida a la DGA u otros órganos del Estado, permitiendo tener un mejor conocimiento de la criosfera nacional/regional.

Bajo la normativa actual, si un proyecto minero o de cualquier naturaleza es susceptible de afectar un glaciar, se debe hacer previamente una evaluación de su impacto, exigiéndose las medidas de mitigación y compensación pertinentes. En este sentido, si una empresa no acepta cumplir con las medidas de mitigación y compensación que la autoridad establezca en relación a uno o más glaciares concretos, su proyecto no será autorizado y no podrá continuar.

El Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) es un instrumento que sin duda admite mejoras pero, en relación a la protección de glaciares, bajo su institucionalidad no se han autorizado ni ejecutado proyectos que hayan generado daño a glaciares con impacto perceptible en aporte hídrico, biodiversidad o belleza escénica.

A la protección de glaciares que otorga el SEIA (referida como una protección indirecta, por no ser una ley especial para proteger glaciares), se suman también el Código de Aguas, el Sistema de Áreas Protegidas y los instrumentos para la conservación de la biodiversidad. En este sentido, la actividad minera es compatible con la protección de los glaciares, según los estándares ambientales vigentes desde hace algunos años en el país.

La experiencia internacional indica que es posible compatibilizar protección de glaciares y actividad minera, sin prohibiciones absolutas. En países desarrollados que destacan por su buen comportamiento ambiental, como es el caso de Finlandia y Suecia, por ejemplo, se explotan minas de oro y cobre a cielo abierto, dentro del Círculo Polar Ártico, en el cual se ubican glaciares y ambientes periglaciares. También en Canadá hay experiencias similares.

4. PROTECCIÓN LEGAL DE LOS GLACIARES

Los glaciares hoy están protegidos en la ley. Más allá de que a la fecha no haya una ley específica de glaciares, esta protección se realiza en base a la evaluación de impactos ambientales en cada caso, lo que va en línea con un enfoque de desarrollo sustentable y con

la aproximación de la mayoría de los países. Además, hay distintas normas y herramientas regulatorias que resguardan a los glaciares.

Más del 80% de la superficie de glaciares del país está en parques nacionales o bajo protección oficial del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE - Parques Nacionales protegidos por la Convención de Washington de 1940). El porcentaje restante no puede ser afectado a menos que se tenga una autorización del Servicio de Evaluación Ambiental.

Desde el año 2010 la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente contempla que los proyectos ubicados en o próximos a glaciares deben ingresar al SEIA vía Estudio de Impacto Ambiental, para identificar si existen impactos y, de haberlos, el modo de mitigarlos. Desde el año 2013 el reglamento del SEIA profundiza sobre la materia¹⁰⁹.

¹⁰⁹ Reglamento SEIA Decreto 40, 2012. Artículo 3 y Artículo 18.
 Art. 3 "Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al SEIA" incluyen "a los glaciares que se encuentren incorporados como tales en un Inventario Público a cargo de la DGA."
 Art 18, e.1. Entre los aspectos que deberán incorporar las áreas de riesgo con ocasión de la ocurrencia de fenómenos naturales, se incluye "...ubicación geográfica, área superficial, espesor, topografía superficial, características superficiales como reflectancia y cobertura detrítica, caracterización a través de un testigo de hielo, estimación de las variaciones geométricas (área y longitud) a través del tiempo usando imágenes de alta resolución, y cálculo de caudales y de aportes hídricos".



Otros avances en la protección de glaciares se refieren a:

- ❖ Política Nacional de Glaciares (2008).
- ❖ Estrategia Nacional de Glaciares (2009).
- ❖ Unidad de Glaciología y Nieves de la Dirección General de Aguas – DGA: Unidad creada en 2008 con el objeto de establecer un Programa Glaciológico Nacional, tendiente a realizar el Inventario de Glaciares del país e implementar una Red de Monitoreo de Glaciares en diferentes zonas geográficas.
- ❖ Inventario Público de Glaciares (IPG 2022) – DGA: El primer Inventario Público de Glaciares (IPG) lo realizó la DGA entre los años 2008 y 2014 y se puso a disposición para consulta pública en 2014. Se conoció como el IPG2014. Entre los años 2019 y 2021 el servicio actualizó dicho Inventario, surgiendo el IPG2022. La importancia de este trabajo radica en que, “para conocer la respuesta futura de los glaciares al calentamiento global, es fundamental determinar el número y la superficie de glaciares existentes en el territorio nacional”¹¹⁰. Esta información es incorporada a este inventario público único, exclusivo, autónomo y que se actualiza periódicamente.

En 2022 entró en vigencia la **reforma al Código de Aguas y la Ley Marco de Cambio Climático**, en la que se incluyó normas que apuntan a fortalecer la

protección de los glaciares, como la prohibición de constituir nuevos derechos de aprovechamiento de aguas en glaciares o el establecimiento de que las aguas, en cualquiera de sus estados, es bien nacional de uso público. Además, el proyecto de ley de Biodiversidad y Áreas Protegidas, actualmente en discusión en el Congreso, permitiría que la efectividad de esta protección “indirecta” (en el sentido que no es a través de una ley especial de glaciares), será aún mayor. Las herramientas de protección de glaciares existentes en la regulación han logrado resultados efectivos: por largos años no se conocen casos de daño a glaciares con efectos perceptibles en disponibilidad hídrica, biodiversidad o sitios de belleza escénica.

5. LEY ESPECIAL DE GLACIARES: DISCUSIÓN LEGISLATIVA

En los últimos años se han planteado diversas discusiones legislativas en torno a una posible ley específica para proteger a los glaciares. Siempre es posible mejorar la protección que otorga la regulación, incluso a través de una ley especial, pero esta protección va a ser efectiva sólo en la medida que se considere la evidencia científica, las particularidades de cada glaciar y se apunte a medidas efectivas y proporcionadas al beneficio buscado.

De implementarse una regulación especial, la minería y expertos han propuesto que:

Se evalúe caso a caso las medidas y restricciones a implementar para proteger un glaciar específico, en vez de considerar prohibiciones absolutas a priori. Este tipo de prohibiciones serían una excepción en relación a lo que establecen otros países en su regulación, donde privilegian una protección efectiva a través de una evaluación caso a caso, atendiendo características específicas y consideraciones técnicas. La prohibición a priori de toda actividad que pueda afectar un glaciar, sin siquiera evaluar la magnitud del impacto y la posibilidad de aplicar medidas de mitigación y/o compensación, parece una restricción en extremo severa y hasta desproporcionada. En el caso de la minería, además, esto parece más crítico dado que el potencial minero, considerando los yacimientos actualmente identificados, se está moviendo desde el norte al centro sur del país, donde hay más glaciares, por lo que este potencial podría

110 Resolución exenta número 698 Ministerio de Obras Públicas, de 2022.- Deja sin efecto resolución N° 239 exenta, de 2022, y establece nuevo formato de información relativa al inventario público de glaciares de la Dirección General de Aguas (DGA).

La industria minera ha respaldado públicamente varias modificaciones legales que refuerzan la protección de los glaciares.

verse limitado completamente sin mediar siquiera una evaluación que lo justifique.

La evaluación caso a caso también hace sentido considerando que el aporte hídrico de un glaciar puede variar en función del tipo de glaciar y la cuenca que se trate, así como la cantidad de lluvia y acumulación de nieve en un período determinado.

En otras palabras, no se trata de no restringir la minería sólo por su importancia económica, sino que de hacerlo en la medida que esta restricción implique un resguardo efectivo de un glaciar y su potencial aporte. Se destaca además la importancia de que los objetos de protección y las definiciones tengan **un sustento científico**, de manera tal que se protejan los servicios ambientales que efectivamente prestan y los resguarden ante una afectación irreversible. Lo anterior requiere un debate **sustentado en la ciencia y criterios técnicos**.

El uso de herramientas normativas de protección indirecta de glaciares (SEIA y Sistema de Áreas Protegidas del Estado, por ejemplo), en vez de una ley específica, no es una anomalía o excepción del caso chileno, sino la regla a nivel internacional. El único país con ley de protección directa de glaciares es Argentina¹¹¹.

La industria minera ha respaldado públicamente varias modificaciones legales que refuerzan la protección de los glaciares, como las referidas a prohibir la constitución de derechos de agua sobre glaciares y a declararlos bienes nacionales de uso público.

El actual proyecto de ley sobre protección de glaciares¹¹² no sólo busca proteger estos últimos, sino que también el entorno glaciar y el permafrost. Se prohíbe desarrollar todo tipo de actividades en glaciares, salvo aquellas que especifica, tales como investigación científica o turismo.

Entre las principales observaciones del CM al proyecto de ley, se destacan las siguientes:

- ❖ Parece positivo establecer expresamente que los glaciares son bienes nacionales de uso público, que se encuentran protegidos oficialmente, son inapropiables y no concesionables, así como que no se podrá constituir ningún tipo de concesión ni derecho sobre glaciares, salvo casos de permisos para la investigación científica.
- ❖ Lo esencial es la protección de glaciares y ese debiera ser el objeto de protección de la ley. La protección por parte de esta ley de otros elementos, tales como del entorno glaciar y del permafrost, es necesaria en

la medida que sirva para proteger los glaciares.

- ❖ Se establece una prohibición absoluta a actividades distintas a las explicitadas en todo tipo de glaciar, sin considerar que los glaciares descubiertos, cubiertos y rocosos no tienen el mismo aporte hídrico, a la biodiversidad o a la belleza escénica. Esto implica un bloqueo a priori y a todo evento, sin siquiera permitir la evaluación de los aportes de un glaciar y los impactos que una actividad productiva pueda tener en esos aportes.
- ❖ Las definiciones deben ceñirse a los conceptos científicos, lo que no ocurre, por ejemplo, en el caso del tamaño mínimo de glaciar. En la versión aprobada por la Comisión de Medio Ambiente del Senado en marzo de 2022, se elimina la referencia al ambiente periglacial, cambiándola por entorno glaciar, lo que parece una definición más cercana a la correcta, pero

¹¹¹ El Parlamento de Kirguistán aprobó una Ley de Glaciares en 2014, pero ésta no ha sido promulgada por el Ejecutivo.

¹¹² Proyecto de Ley sobre protección de glaciares (Boletines N° 11.876-12 y 4.502-12, refundidos). Ingresado con fecha 4 de julio 2018, por los senadores Allende, Girardi y Órdenes.

El proyecto no considera los efectos del cambio climático en la afectación de los glaciares y asume que, prohibiendo actividades en glaciares, éstos se preservarán y conservarán.

sin llegar a ser precisa. Además, se establece que se considera parte constitutiva de un glaciar los cursos y cuerpos de agua en su superficie, interior y hasta la parte inferior a la base del glaciar, con una distancia mínima de 300 metros de profundidad.

❖ Sin perjuicio de las observaciones al objeto de protección de la ley y algunas definiciones, se valora que en el caso del entorno glaciar y del permafrost, los proyectos no se prohíben a priori, sino que pueden revisarse en el SEIA. Si persisten observaciones en cuanto a la implementación de esta revisión y del rol de las autoridades.

❖ También es positivo dar rango legal al inventario glaciológico, por la certeza que otorga, pero es necesario además mejorar el procedimiento de la norma

transitoria sobre posible impacto actual en glaciares.

❖ Parece inapropiado establecer una sanción penal en esta ley, cuando se están discutiendo otros proyectos sobre delitos ambientales de alcance transversal, a la vez que esta sanción no está debidamente acotada.

❖ Se establecen nuevas exigencias ambientales que pueden derivar en la paralización de actividades con autorizaciones en regla.

❖ El proyecto no considera los efectos del cambio climático en la afectación de los glaciares y asume que, prohibiendo actividades en glaciares, éstos se preservarán y conservarán como reservas estratégicas de recursos hídricos.

Además, en enero 2018 ingresó vía moción a la Cámara de Diputados el **proyecto de ley que modifica el Código de Aguas para impedir la constitución de derechos de aprovechamiento de agua sobre glaciares** (Boletín N°11.597-12). Dicho proyecto señala que los glaciares son bienes nacionales de uso público y no se podrán constituir derechos de aprovechamiento de aguas sobre ellos. Es del caso

señalar que, a partir de la entrada en vigencia de la última reforma al Código de Aguas¹¹³, los glaciares son reconocidos como bienes nacionales de uso público¹¹⁴ y se señala expresamente que no se podrán constituir derechos de aprovechamiento en estos cuerpos de hielo. Por otra parte, el proyecto de ley además define de modo general lo que se entenderá por glaciar y sus componentes, a la vez que prohíbe la realización en glaciares de actividades que generen impacto significativo o daño ambiental, detallando que se trata de actividades tales como su remoción, traslado o destrucción, actividades de superficie que afecten sus funciones dinámicas y propiedades, actividades bajo la superficie que alteren su condición natural, y el vertimiento de contaminantes, entre otras¹¹⁵.

¹¹³ Ley N°21.435, publicada el 6 de abril 2022.

¹¹⁴ El actual artículo 5 del Código de Aguas indica que las aguas, en cualquiera de sus estados, son bienes nacionales de uso público, lo que incluiría por tanto a los glaciares.

¹¹⁵ Comparado de proyectos de ley sobre glaciares y otros cuerpos legales vigentes sobre la materia. Eduardo Baeza – Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Mayo 2022.

Conceptos de interés e información de contexto



DEFINICIONES

❖ **Ambiente Periglacial:** Las condiciones, procesos y geoformas asociadas con ambientes fríos no cubiertos por glaciares¹¹⁶. Este término científico ha sido erróneamente utilizado como sinónimo del entorno del glaciar. Por otra parte, se utiliza a veces el concepto de “entorno glaciar” sin perjuicio de que no es un concepto propiamente definido.

❖ **Permafrost:** Capa de subsuelo de la corteza terrestre que se encuentra congelada de manera permanente debido a su naturaleza, no por algún incidente. Sin embargo, no se encuentra permanentemente cubierta de hielo o nieve y se halla en las regiones muy frías o periglaciares. El permafrost no es hielo, es suelo congelado, y puede ser extremadamente pobre de roca y arena, o bien, muy rico en materia orgánica; puede tener agua congelada o casi no contener líquido.

❖ Definiciones de glaciar

❖ El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2001) define glaciar como: “masa de hielo terrestre que fluye pendiente abajo (por deformación de su estructura interna y por el deslizamiento en su base), encerrado por los elementos topográficos que lo rodean, como las laderas de un valle o las cumbres adyacentes; la topografía del lecho de roca es el factor que ejerce mayor influencia en la dinámica de un glaciar y en la pendiente de su superficie. Un glaciar subsiste merced a la acumulación de nieve a

gran altura, que se compensa con la fusión del hielo a baja altura o la descarga en el mar”.

❖ Definición operativa de glaciar según la Estrategia Nacional de Glaciares, de la DGA de 2009: “Toda superficie de hielo y nieve permanente generada sobre suelo, que sea visible por períodos de al menos 2 años y de un área igual o superior a 0,01 km² (una hectárea). O cualquier superficie rocosa con evidencia superficial de flujo viscoso, producto de un alto contenido de hielo actual o pasado en el subsuelo”.

❖ **Glaciar rocoso:** Masa de fragmentos o bloques de roca y material fino que yace en una pendiente y contiene hielo intersticial o hielo macizo, presenta evidencias de movimiento pasado o presente, y en que su superficie presenta una cobertura completa o casi completa de detritos.

- Los glaciares rocosos representan un 1,6% del área total de glaciares en Chile, y un 11,7% del número total de glaciares.

- En los últimos años los glaciares rocosos han comenzado a ser crecientemente apreciados por la sociedad como fuente de recursos hídricos. Esta opinión es discutida en el mundo científico¹¹⁶.

TIPOS DE GLACIARES

Hay diferentes tipos de glaciares en el mundo, que se forman a partir de diferentes procesos dependiendo de la geografía y las condiciones locales del clima y el paisaje. Estos pueden ir desde las enormes capas de hielo en la Antártida que tienen kilómetros de profundidad, a los pequeños glaciaretes de montaña que pueden confundirse con parches de nieve. Chile tiene una variedad casi completa de tipos de glaciares.

Siguiendo criterios del GLIMS (Global Land Ice Measurements from Space), proyecto que monitorea los glaciares del mundo, podemos clasificar los glaciares en las siguientes categorías:

- Glaciarete (entre 0,1 a 25 hectáreas).
- Glaciar de montaña (más de 25 hectáreas).
- Glaciar de valle (más de 25 hectáreas).
- Glaciar efluente (más de 25 hectáreas).
- Glaciar rocoso (más de 1 hectárea).

Una clasificación más coloquial y simple distingue entre glaciares “blancos” y glaciares rocosos. Los glaciares “blancos” pueden a su vez ser descubiertos



¹¹⁶ Van Everdingen, International Permafrost Association, 2005.

Conceptos de interés e información de contexto

(prácticamente toda su superficie está libre de detritos rocosos) o cubiertos (parte o toda su zona de ablación está cubierta con detritos rocosos). Los glaciares rocosos, por su parte, pueden ser glaciogénicos (compuesto principalmente por hielo, y con toda su zona de ablación y toda o parte de su zona de acumulación, cubierta por detritos) o criogénicos (compuestos principalmente por detritos, y con toda su zona de ablación y toda su zona de acumulación, cubierta por detritos). En general, los glaciares rocosos aportan poca agua y se mantienen estáticos¹¹⁷.

INVENTARIO PÚBLICO DE GLACIARES (IPG)

El 82% de los glaciares de América del Sur están en Chile. El Inventario Público de Glaciares (IPG 2022) registró que en el país hay 26.169 glaciares que abarcan una superficie total de 21.009,8 km², lo que equivale al 2,8% del territorio nacional (excluyendo la Antártica chilena).

❖ El primer inventario (IPG 2014) elaborado por la DGA fue realizado entre el 2008 y 2014, inventariando 24.114 glaciares desde la región de Arica y Parinacota hasta Magallanes, representando en ese entonces un área de ocupación de 22.796,4 km², correspondiente al 3,0% de la superficie total del país (excluyendo el territorio Antártico chileno), con un volumen de 3.278,2 km³ y su equivalente en agua en 2.784,2 km³. En relación al IPG 2014, el de 2022 registra un aumento de un 8% en el número de glaciares debido, principalmente, a la fragmentación de algunos de ellos. Por otra parte, se identificó una disminución también de 8% en la superficie total.

❖ El inventario considera la clasificación primaria de UNESCO, que abarca las categorías glaciar de montaña (ubicado en la ladera de una montaña, mayor o igual a 25 hectáreas), glaciarete (glaciar menor a 25 hectáreas), glaciar de valle (cuyo cuerpo principal se ubica en un valle, mayor o igual a 25 hectáreas), glaciar efluente (que drena desde un campo de hielo, mayor o igual a 25 hectáreas), y glaciar rocoso (con cobertura total o casi total de rocas, independiente de su tamaño).

❖ El criterio de mapeo para glaciares “nuevos” fue un área mínima de 1 hectárea, según normativa UNESCO. Sin embargo, en el IPG 2022 se mantuvieron aquellos glaciares de hasta un área de 0,1 hectárea que ya se encontraban catastrados en el Inventario 2014.

❖ Para el IPG 2022 se utilizaron imágenes satelitales de mejor resolución, lo que permitió la incorporación de glaciares que no habían sido detectados anteriormente, así como la eliminación de manchones de nieve que fueron considerados como glaciares en el primer catastro. Para el mapeo de glaciares rocosos y las superficies de glaciares cubiertos por detritos se emplearon imágenes de alta resolución, entre 0,5 a 3 metros.

❖ En promedio, la fecha de las imágenes utilizadas en el IPG 2022 corresponden al 2017. Las empleadas en el IPG 2014 eran en general del año 2002.

❖ En cuanto a la distribución de los glaciares en el territorio, el IPG 2022 arrojó lo siguiente:

- Macrozona norte (Arica y Parinacota hasta Coquimbo): 2.357 glaciares con un área de 233,8 km², un volumen de hielo de 4,4 km³ y un volumen equivalente en agua de 2,8 km³.

- Macrozona centro (Valparaíso al Maule): 3.073 glaciares con un área de 910,7 km², un volumen de hielo de 36,5 km³ y un volumen equivalente en agua de 29,2 km³.

- Macrozona sur (Biobío a Los Lagos): 5.725 glaciares con un área de 1.180,3 km², un volumen de hielo de 43,7 km³ y un volumen equivalente en agua de 37,1 km³.

- Macrozona austral (Aysén y Magallanes): 15.014 glaciares, en un área de 18.685,1 km², un volumen de hielo de 2.945 km³ y un volumen equivalente en agua de 2.503 km³.

❖ Más del 88% de la superficie glaciar del país se encuentra en la zona austral (Aysén y Magallanes).

❖ Los glaciares de mayor extensión, esto es, más de 500 km², están en el área de Campos de Hielo, en la zona austral. El tamaño significativo de estos glaciares australes lleva a que su fragmentación sea menor que la de aquellos en la zona centro y norte del país, cuyo retroceso es más acelerado por sus reducidas dimensiones.

❖ El 5% de la superficie de glaciares del país está en la zona centro-norte, que coincide con algunos proyectos mineros, mientras el 95% está en las zonas sur y austral.



¹¹⁷ Universidad de Chile Podcast. Académicos Andrés Rivera Ibáñez y María Christina Fragkou (Junio 2021) <https://www.uchile.cl/noticias/177419/el-retroceso-de-glaciares-en-la-cordillera-de-los-andes>

8

capítulo



Relaves



1. MINERÍA Y RELAVES

El mineral de interés corresponde a una fracción muy reducida de las matrices rocosas (menos del 1%). El extraer esta fracción y desechar la mayor parte de la roca conlleva la generación de grandes volúmenes de residuos, lo anterior es una consecuencia inevitable de la explotación de recursos mineros. No hay minería sin relaves, por lo que su debida gestión es fundamental para la industria.

El ICMM y sus empresas socias, la mayoría presentes en Chile y socias del Consejo Minero, están trabajando en una iniciativa a largo plazo que apunta a investigar e identificar métodos alternativos de recuperación de minerales que permitan reducir o eliminar significativamente la generación de relaves.

Chile es el tercer país que tiene una mayor cantidad de tranques de relaves en el mundo, después de China y Estados Unidos. A 2019 nuestro país tenía un total de 742 depósitos de relaves, de los cuales hay 104 activos. De estos 104 depósitos activos, 21 pertenecen a la gran minería.

2. SEGURIDAD DE LOS DEPÓSITOS DE RELAVES

La seguridad de los depósitos de relaves es crítica para la minería. Es por esto que la gran minería busca implementar los más altos estándares para velar por que los relaves sean depositados de manera segura y ambientalmente responsable.

Ninguna operación minera puede operar si no cuenta con un sitio adecuado para disponer sus residuos. Este sitio de disposición debe ser apto para la formación de un depósito estable y sustentable respecto al medio en que se inserta y considerando las fases de cierre y post cierre. Se somete a estudios, campañas de recolección de información de todo tipo, revisiones de las autoridades, etc.

La gran minería ha venido diseñando, con altos factores de seguridad, sus depósitos desde hace mucho tiempo. Las empresas mineras han focalizado esfuerzos en mejorar de manera sustantiva el control de riesgos en estas obras, reforzando su gobernanza, procedimientos y controles. A modo de ejemplo, en 2016 el ICMM emitió un Position Statement para

evitar fallas catastróficas, generando una mayor conciencia de los controles que se deben implementar. Además del cumplimiento de una estricta regulación nacional, las empresas mineras asociadas al ICMM se han comprometido a cumplir con un nuevo estándar global para la seguridad de los depósitos de relaves (Global Industry Standard on Tailings Management, GISTM, Agosto 2020). Más información al respecto en el punto 8.4.

Desde el ICMM, además, la industria minera está trabajando para fortalecer controles críticos para el diseño, operación y cierre de los depósitos de relaves.

Por otra parte, la principal amenaza para la seguridad de las personas la constituyen los tranques de relaves abandonados, los que no cuentan con medidas de seguridad idóneas. Para abordar este problema se discute en el Congreso un proyecto de ley de Pasivos Ambientales.



En **Chile**, hay una **estricta regulación** para el diseño, construcción, operación y cierre de los depósitos de relaves, destacada a nivel mundial.

3. REGULACIÓN DE LOS DEPÓSITOS DE RELAVES

Los depósitos de relaves pueden tener un gran tamaño y su muro puede parecer amenazante, más aún ante casos de accidentes en que el muro ha cedido. En Chile, hay una estricta regulación para el diseño, construcción, operación y cierre de los depósitos de relaves, destacada a nivel mundial. El hecho de ser un país sísmico lo hace imprescindible.

El diseño, la construcción, la operación y el cierre de un depósito se ejecutan para asegurar su estabilidad en todos los aspectos estructurales, hidráulicos, químicos y ambientales, durante toda su existencia, y en todos los escenarios previsibles de cargas y solicitudes. Detrás de cada depósito de relaves hay un proyecto de ingeniería de gran envergadura, con especialistas, revisiones internas de las mineras y revisiones de la autoridad.

El cambio climático conlleva una gran sequía, y a su vez lluvias esporádicas pero muy intensas. Ante esto último la minería toma especiales resguardos en sus instalaciones, sobre todo en los tranques de relaves. El diseño y operación de los depósitos de relaves de las empresas mineras consideran los máximos eventos de precipitación probables. A la vez de tomar todas las medidas requeridas para evitar fallas, las empresas

han desarrollado planes de emergencia que permiten resguardar a las comunidades aledañas.

Se conocen tres formas de elevar los muros de los depósitos, pero en Chile sólo se permiten dos tipos: “Construcción Aguas Abajo” (el más seguro y más utilizado) y “Construcción de Eje Central”. **El método de “Construcción Aguas Arriba” está prohibido desde 1970.**

Este cambio en la regulación se estableció después de una tragedia que ocurrió en marzo de 1965, en la provincia de Quillota, donde después de un terremoto grado 7,4, el tranque “El Cobre” cedió, inundando con relaves el poblado del mismo nombre que estaba ubicado a sus pies. Se estima que hubo en torno a 250 muertos, además de daños ambientales. Este tranque estaba diseñado con la metodología Aguas Arriba.

Este hecho marcó significativamente a la minería en Chile, y se tradujo en la dictación del Reglamento sobre construcción y operación de los depósitos de relaves en 1970. Este reglamento fue posteriormente actualizado en 2006, refiriéndose ahora al diseño,

construcción, operación y el cierre de los depósitos de relaves.

❖ **Otros accidentes ocurridos posteriormente a 1965 están asociados principalmente a la pequeña y mediana minería, y a depósitos que no estaban debidamente cerrados.** Se destacan los ocurridos en 1985, después del sismo de 7,8 grados (Cerro Negro N°4 y Veta de Agua N°1, con diseño inadecuado y resultando en daño ambiental); en 2003 (Cerro Negro, con daño ambiental; el tranque no estaba en uso); y en 2010, después del sismo de 8,8 grados (Las Palmas, con el resultado de cuatro personas fallecidas y daños ambientales). El caso de Las Palmas era un tranque que no estaba operando y que no contaba con los refuerzos adecuados para el cierre.

4. MEDIDAS GLOBALES PARA EVITAR NUEVAS CATÁSTROFES

A nivel internacional, en los últimos años se han enfrentado tres catástrofes de relevancia vinculadas a depósitos de relaves. Estas catástrofes no debieran haber ocurrido, y en la minería, a nivel mundial, se están sacando lecciones y tomando las medidas correspondientes para asegurar que no vuelvan a ocurrir.



Las principales catástrofes vinculadas a depósitos de relaves ocurridas en los últimos años son las siguientes:

- ❖ Mount Polley, Canadá (4 de agosto, 2014): La falla del muro liberó los relaves al medio ambiente, particularmente a un lago cercano. Se estableció un panel independiente de investigación y revisión, el que concluyó que el muro cedió a partir de una falla en los cimientos, fundado principalmente en un error de diseño que no consideró debidamente las complejidades del sitio.
- ❖ Samarco, Brasil (5 de noviembre, 2015): 19 personas fallecieron, la mayoría en la propia mina y en la localidad de Bento Rodríguez, que fue cubierta por el relave, se afectó otras comunidades y se generó daño ambiental a lo largo de la cuenca del río Doce.
- ❖ Brumadinho, Brasil (25 de enero, 2019): A diciembre de 2019 se había confirmado el fallecimiento de 259 personas, habiendo 11 aún desaparecidas. La mayoría de las víctimas eran de la misma empresa minera. El gobierno emitió un decreto para prevenir desastres futuros y se ordenó dismantelar las represas mineras construidas con la misma técnica.

Ante las últimas catástrofes por fallas de depósitos de relaves, la industria minera mundial, convocada por el ICMM, inició un trabajo conjunto con Naciones Unidas (a través del PNUMA – Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente) y una agrupación de inversionistas (PRI – Principles for Responsible Investment), con la finalidad de adoptar un estándar global para la seguridad de los depósitos de relaves. Para estos efectos, se convocó a inicios de 2019 un panel de expertos independientes que revisó las buenas prácticas de la minería y analizó las lecciones de las catástrofes ocurridas recientemente, entre otros aspectos. Después de un amplio proceso de consulta pública, el 5 de agosto de 2020 se publicó el **Estándar Global de Gestión de Relaves para la Industria Minera (GISTM por sus siglas en inglés)**¹¹⁸. Se trata del primer estándar global para la gestión segura de los relaves mineros, aplicable a las instalaciones de relaves existentes como futuras, con miras a evitar daños a las personas y al medio ambiente. El estándar viene a fortalecer las prácticas actuales de la industria minera mediante la integración de consideraciones sociales, ambientales, económicas y técnicas locales,

cubriendo todo el ciclo de vida de las instalaciones de relaves. Además, eleva la responsabilidad a los niveles organizacionales más altos, agrega nuevos requisitos para la supervisión independiente, y establece expectativas claras en torno a los requisitos de transparencia y divulgación globales, lo que significa un aporte a la comprensión por parte de los actores interesados.

Desde el ICMM, además, la industria minera ha desarrollado una guía para fortalecer los controles críticos para el diseño, operación y cierre de los depósitos de relaves. Otra línea de trabajo busca promover el desarrollo de tecnologías para eliminar la humedad de los relaves y fortalecer sus propiedades geomecánicas, haciéndolos más seguros.

118 https://globaltailingsreview.org/wp-content/uploads/2020/08/global-industry-standard_ES.pdf

5. MEDIDAS MÁS ALLÁ DE LO TÉCNICO

Los aprendizajes no son sólo técnicos sino también sociales, y desde el sector minero se están haciendo esfuerzos de manera permanente para mejorar la información disponible para la comunidad. Esto forma parte, además, de los requerimientos del estándar global (GISTM).

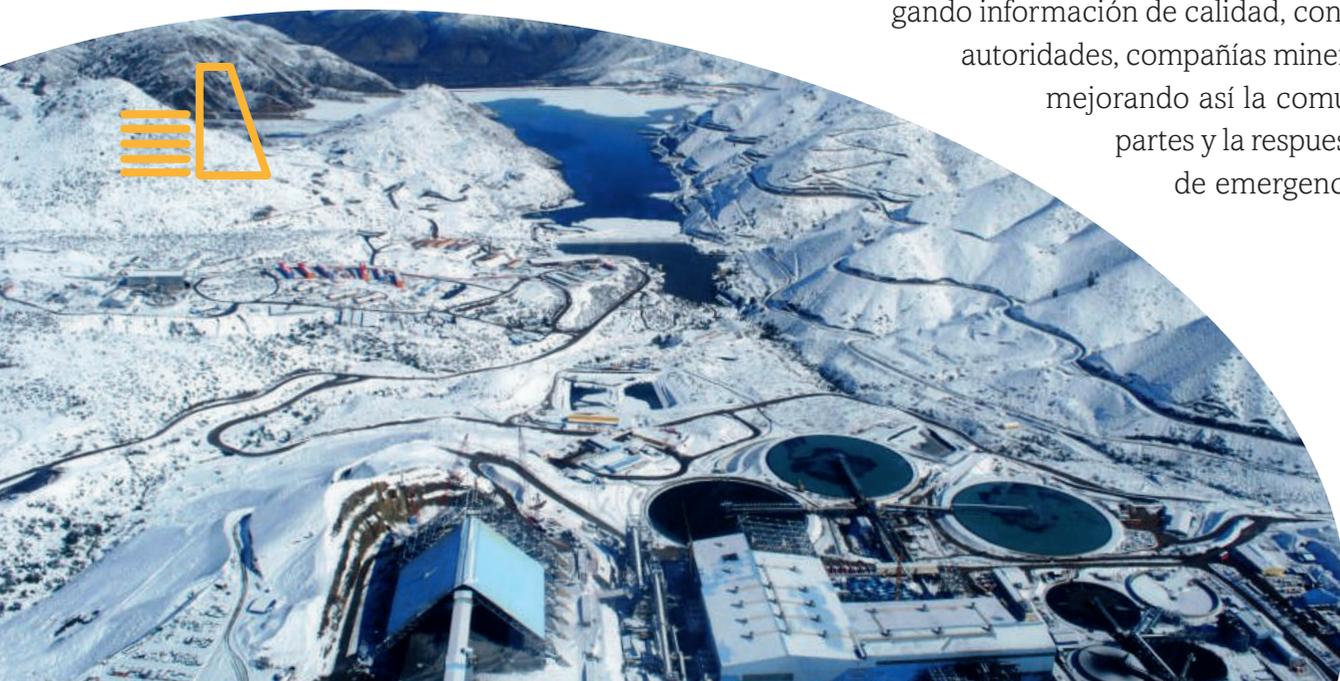
El Consejo Minero tiene una plataforma donde se publican datos de los depósitos de relaves de sus empresas socias, así como información complementaria de interés. Esta plataforma se actualiza anualmente.

Además de la **Plataforma de Relaves**, el Consejo Minero desarrolló una **guía con recomendaciones para abordar una adecuada gobernanza en materia de relaves**. Esta guía busca facilitar la implementación de un documento de posición del ICMM sobre la prevención de fallas

catastróficas de tranques de relaves. En dicho documento se establece un marco de gobernanza cuyo objetivo es gestionar elementos claves para mantener la integridad de los depósitos y minimizar el riesgo de fallas catastróficas. Los elementos clave son: (i) rendición de cuentas, responsabilidad y competencia; (ii) planificación y asignación de recursos; (iii) gestión de riesgos; (iv) gestión de cambios; (v) preparación y respuesta ante emergencias; (vi) revisión y verificación. Se cuenta también con una **Guía para la Elaboración de Manual de Preparación ante Emergencias para Depósitos de Relaves**.

Una iniciativa que destaca en Chile en materia de depósitos de relaves es el Programa Tranque¹¹⁹. Se trata de una iniciativa público privada, creada el año 2018, que busca contribuir a la operación segura y confiable de los depósitos de relaves, desarrollando herramientas para mejorar el monitoreo de la estabilidad física y el potencial impacto en las aguas circundantes, entregando información de calidad, confiable y oportuna a autoridades, compañías mineras y comunidades, mejorando así la comunicación entre las partes y la respuesta ante situaciones de emergencia.

El Consejo Minero desarrolló **una guía con recomendaciones** para abordar una adecuada gobernanza en materia de relaves.



Conceptos de interés e información de contexto

RELAVES



QUÉ SON LOS RELAVES

Los relaves son un residuo masivo que genera la minería al obtener el mineral de las rocas. Este residuo se genera específicamente en el proceso de concentración de minerales por flotación (es decir, está asociado a sulfuros de cobre).

- ✦ La minería extrae grandes cantidades de material (roca) del yacimiento, pero sólo una pequeña fracción corresponde al elemento de interés económico que se desea recuperar (menos del 1%).
- ✦ Una vez que la roca ha sido finamente molida y concentrada por procesos de flotación, se obtiene un material (el concentrado) con una concentración más alta de cobre (entre 20 y 30%), que se puede vender como concentrado o procesar hasta cobre metálico puro o cátodo.
- ✦ El resto del material es fundamentalmente roca molida, sustancias químicas y agua, muy pobre en cobre, y se denomina “relave”.
- ✦ El relave no es considerado un residuo peligroso.
 - El artículo 23 del Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos señala que los residuos masivos que provengan de las operaciones de extracción, beneficio o procesamiento de minerales, no serán considerados peligrosos. Menciona específicamente a los relaves.

- En todo caso, la autoridad sanitaria podrá, en casos calificados, requerir la caracterización de los residuos mineros masivos, y, toda vez que lo estime oportuno, podrá muestrear, analizar y caracterizar la peligrosidad de dichos residuos.

- Por su parte, el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, comprende la existencia de diferencias entre las denominaciones de peligrosidad que otorgan los países, reconociendo por otra parte que muchos residuos mineros, al ser masivos y encontrarse almacenados en grandes cantidades, requieren de un tratamiento especial.

TIPOS DE DEPÓSITOS DE RELAVES

Existen diversos tipos de depósitos de relaves, según la cantidad de agua que acompaña al relave (es decir, la densidad del relave), y según la forma de contener la depositación. El tipo de depósito a utilizar se debe evaluar caso a caso, no habiendo una solución única. Los principales tipos de depósitos de relaves son:

- Tranque de Relave: Depósito en el cual el muro es construido por la fracción más gruesa del relave, compactado, proveniente de un hidrociclón (operación que separa sólidos gruesos de sólidos más finos, mediante impulsión por flujo de agua).

La parte fina, denominada lama, se deposita en la cubeta del depósito.

- Embalse de relave: Es aquel depósito donde el muro de contención está construido de material de empréstito (tierra y rocas aledañas o estéril de la mina). También se llaman embalses de relaves aquellos depósitos ubicados en alguna depresión del terreno en que no se requiere construcción de un muro de contención.

- Relave Espesado: Depósitos en el que el relave es previamente sometido a un proceso de sedimentación (en un equipo denominado espesador), con el objetivo de retirar parte importante del agua contenida, la que puede ser re-utilizada para reducir el consumo hídrico de fuentes de agua limpia. Este tipo de depósitos requiere de equipos para espesar de gran tamaño y bombas especiales.

- Relave Filtrado: Es similar al espesado pero en que el material contiene aún menos agua, gracias al proceso de filtrado. Implica un alto consumo de energía.

- Relave en pasta: Corresponden a una mezcla de agua con sólido, que contiene abundantes partículas finas y bajo contenido de agua, de modo que la mezcla tenga una consistencia espesa, similar a una pulpa de alta densidad.

Conceptos de interés e información de contexto

PRINCIPALES TERREMOTOS EN CHILE DESDE 1965, EN ZONAS MINERAS

A continuación se indica año del terremoto, magnitud en grados Richter, y principales zonas de Chile, con presencia de la gran minería, donde tuvo impacto en las personas y/o material:

- 1985. 7,8 (dos minutos de duración). Regiones de Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Coquimbo.
- 1995. 8. Región de Antofagasta.
- 1997. 7,1. Región de Coquimbo.
- 1998. 7,1. Región de Antofagasta.
- 2002. 6,6. Regiones desde Antofagasta hasta el Maule.
- 2005. 7,9. Regiones del Norte Grande, especialmente Tarapacá.
- 2007. 7,7. Regiones de Tarapacá y Antofagasta.
- 2008. 6,1. Arica, Pozo Almonte y Huara.
- 2009. 6,5. Costa entre Arica e Iquique.
- 2010. 8,8 (de casi 3 minutos). Regiones de Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Biobío y La Araucanía.
- 2014. 8,2. Regiones de Arica, Parinacota y Tarapacá.
- 2014. 7,6. Arica e Iquique.
- 2014. 6,1. Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta.
- 2015. 6. Regiones de Atacama, Coquimbo y Valparaíso.
- 2015. 8,4. Región de Coquimbo.

- 2017. 6,9. Región de Valparaíso.
- 2019. 6,7. Región de Coquimbo.

ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN DEPÓSITOS DE RELAVES

La expresión del cambio climático en los depósitos de relaves tiene relación, principalmente, con asegurar que estén diseñados para **operar en forma segura en un contexto de aumento de los eventos extremos de precipitación**. Esto es relevante para evitar el riesgo sobre la infraestructura y la continuidad operacional, así como los potenciales impactos en las comunidades y medio ambiente.

Las proyecciones de cambio climático en algunas zonas del norte indican que los eventos hidrometeorológicos con precipitaciones van a ocurrir con una mayor intensidad, en menos tiempo, y por lo tanto serán más agresivos que la situación actual.

Para enfrentar esta situación, es indispensable contar con modelos que permitan generar proyecciones de escenarios climáticos, a partir de los cuales estimar los potenciales impactos y las acciones de gestión adecuadas. Estos modelos de proyecciones están basados en los escenarios futuros de emisiones de GEI, para lo cual se utiliza el último reporte de evaluación (Assessment Report N°6) del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés). Esto permite analizar los cambios en variables climáticas en el

corto y largo plazo, para así realizar modelaciones hidráulicas que apuntan a identificar zonas de riesgo, potenciales impactos en los niveles de inundación, y velocidad de desplazamiento de los flujos, entre otros aspectos. En base a este análisis se identifican los controles y las medidas de mitigación que se deben implementar. Estas medidas están principalmente relacionadas con la gestión del agua excedente, por medio de canales de contorno y vertederos de emergencia, por ejemplo. Además, se tiene especial atención de resguardar obras críticas como tuberías (ya sea de suministro de agua o de concentrado) y líneas eléctricas.

Considerar los escenarios de cambio climático no sólo es relevante para la seguridad y gestión hídrica del área de emplazamiento del depósito de relaves. También es relevante para el diseño de las acciones comprometidas en plan de cierre. Por ejemplo, una medida de cierre relacionada con fito remediación que requerirá riego, puede ser inviable en el largo plazo según las proyecciones de escenarios de cambio climático.

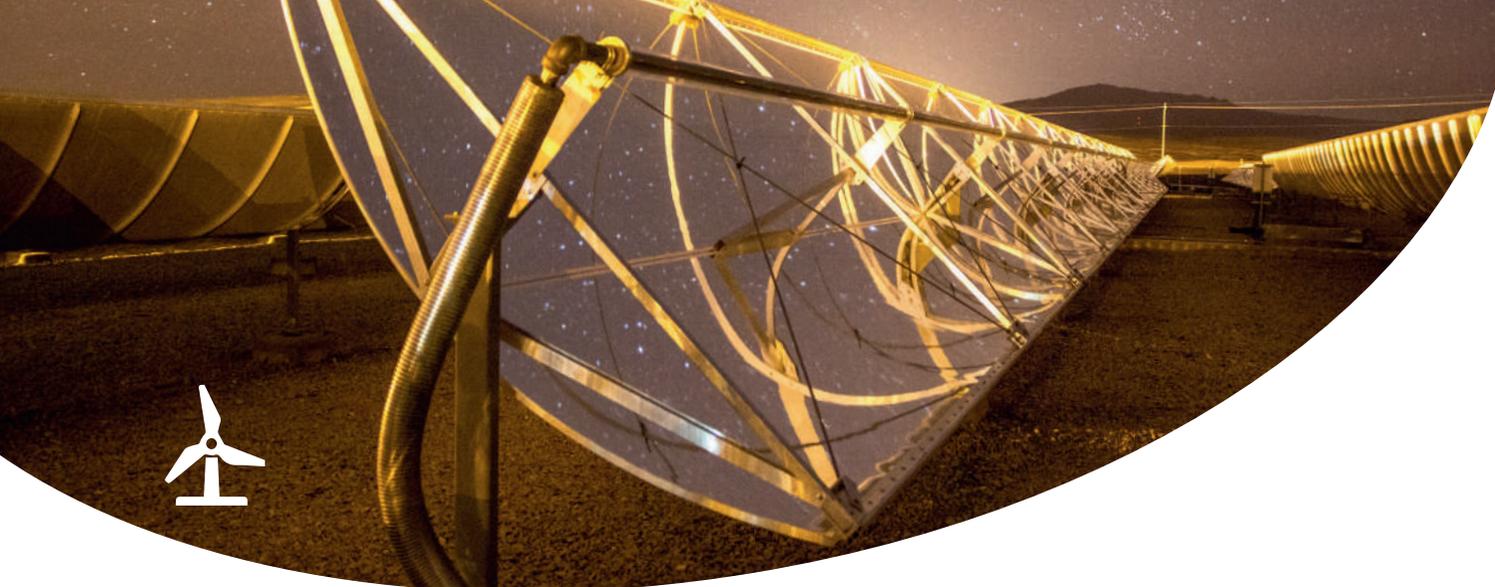
El trabajo de adaptación al cambio climático requiere una actualización permanente y revisión de la información hidrometeorológica del área de estudio. El objetivo primordial es asegurar que un depósito sea capaz de regular la crecida máxima probable en toda la etapa del ciclo de vida, especialmente el plan de cierre.

9

capítulo



Energía



1. CONSUMO DE ENERGÍA POR PARTE DE LA MINERÍA

La energía eléctrica es un insumo estratégico para la minería dado que se requiere en sus diversos procesos productivos y servicios. En promedio, en los últimos 15 años la minería ha tenido una participación de un tercio en el consumo nacional de energía eléctrica¹²¹. Las dos fuentes de gasto energético son energía eléctrica y combustibles.

- ❖ La minería es relevante en el consumo eléctrico del país (33%), no así en combustibles¹²² (4%).
- ❖ Del total de energía consumida por la minería, aproximadamente 53% corresponde a energía eléctrica, y el resto a combustibles.
- ❖ En términos de costos operacionales de la minería, 11% corresponden a electricidad y 4% a combustibles. Entre 2001 y 2020, la producción de cobre aumentó un 22%, mientras que el consumo de electricidad aumentó un 103%.

Hay tres tendencias que han presionado al alza el consumo de la minería:

- ❖ Caída progresiva en las leyes de cobre, lo que responde al envejecimiento de las minas y al incremento en la dureza del mineral. Esta situación ha significado

que las empresas tengan que extraer y procesar grandes y crecientes volúmenes de mineral para lograr mantener los niveles de producción de cobre fino esperados, situación que conlleva un incremento en el uso de energía.

- ❖ Creciente uso de agua de mar, dadas las restricciones para el abastecimiento de agua a través de fuentes continentales y también debido a la preponderancia progresiva en la producción de concentrados, que es más intensiva en recursos hídricos. Como el agua de mar debe ser impulsada desde la costa a las faenas mineras, se requiere energía eléctrica. La desalinización representa el 8,8% del consumo eléctrico total de la minería, esto es, casi 13 veces más que hace ocho años.
- ❖ Producción creciente de concentrados de cobre, proceso que tiene un uso intensivo de energía eléctrica. Entre 2001 y 2020 la producción de concentrados aumentó un 33%.

Entre el 2021 y el 2032 se proyecta que el consumo de energía eléctrica del sector minero aumente en un 31%, mientras que la producción de cobre aumente a un 21%. Esto implica que se requeriría agregar una capacidad de generación eléctrica de 1.154MW.

Al año 2032, el consumo esperado de la energía eléctrica de la minería del cobre tendría una participación

de un 34% respecto del consumo de energía eléctrica nacional. Esta participación es mayor en regiones con alta relevancia minera, así, Antofagasta, por ejemplo, concentra el 87% del consumo agregado regional mientras que en la Región Metropolitana representa el 6% del total.

La Concentradora es por lejos la principal fuente de consumo de energía esperado durante todo el periodo, aumentando un 50%.

La desalación e impulsión de agua de mar es otro proceso para el cual se proyecta un alza importante. Se espera que al 2032 represente un 13% del consumo energético de la industria, será el proceso de mayor intensidad en consumo energético después de la Concentradora.

¹²¹ Proyecciones de consumo de energía eléctrica y agua en la minería del cobre al 2032 (COCHILCO, 2022).

¹²² Combustibles: Diesel, ENAP 6 Kerosene, gas licuado, gas natural, gasolina, otros.

2. EFICIENCIA ENERGÉTICA Y MINERÍA

La Eficiencia Energética (EE) forma parte de las preocupaciones y el quehacer de las empresas de la gran minería, tanto a nivel individual como sectorial, esto último a través del Consejo Minero. Las empresas mineras tienen interés por avanzar permanentemente en eficiencia energética para mejorar su competitividad y sustentabilidad.

Dentro de los **Principios sobre Cambio Climático del Consejo Minero** está el de “mantener y profundizar el uso eficiente de la energía en las operaciones mineras, compartiendo los avances, las mejoras e innovaciones implementadas”.

El ICMM también incluye en su **Declaración sobre Cambio Climático** un compromiso hacia la EE: “Apoyamos el mayor uso de energía renovable y otras tecnologías costo-efectivas bajas en emisiones, y mejoras en EE, incluyendo en nuestras operaciones”.

Estas declaraciones se han manifestado en hechos concretos como, por ejemplo, en un **convenio entre el Consejo Minero y el Ministerio de Energía**, que entre 2014 y 2020 tuvo por objetivo impulsar a las empresas mineras a un uso más eficiente de la energía en sus operaciones a través del fomento de una gestión energética; del uso de equipos y sistemas más eficientes; y de la creación de una cultura de eficiencia en las empresas. Como resultado se realizaron auditorías energéticas de las operaciones, se identificaron medidas de eficiencia y se definieron



planes de implementación a corto y mediano plazo.

De este ejercicio se pudo comprobar que, relacionado con la importancia de la energía en los costos y el conocimiento sobre el consumo energético en los distintos procesos mineros, las empresas gestionan adecuadamente su energía. Esto también se ve reflejado en los indicadores de intensidad energética de la gran minería de Chile en comparación con países referentes. En efecto, tanto la intensidad del consumo de combustible en mina rajo, como el de electricidad en planta concentradora y planta de hidrometalurgia, es comparable, si no más baja, que en países mineros referentes.

En 2021 se dio oficialmente término al convenio a partir de la publicación de la **Ley de Eficiencia Energética** en febrero de 2021 (Ley N°21.305). Esta ley busca hacer un uso racional y eficiente de los recursos, abarcando prácticamente a todos los consumos energéticos del país (transporte; industria y minería; sector residencial, público y comercial). Entre las medidas que contempla se señala que el Ministerio

de Energía elaborará un Plan Nacional de EE cada cinco años y el primer plan deberá contemplar una meta de reducción de intensidad energética de al menos un 10% al 2030 respecto al 2019. Además, debe incluir una meta para los consumidores con capacidad de gestión de energía, consistente en la reducción promedio de su intensidad energética de al menos un 4% en el período de vigencia del plan. La experiencia con el convenio entre Consejo Minero y el Ministerio de Energía sentó las bases para un cumplimiento expedito del sector con la nueva ley.

3. ENERGÍA RENOVABLE Y MINERÍA

La minería ha impulsado el desarrollo de fuentes de energías renovables en la matriz eléctrica, principalmente a través de la suscripción de contratos de suministro que tienen como condición el uso de dichas fuentes. **Las energías renovables representan actualmente en torno a un 60% del suministro de la gran minería**¹²³. La minería ha impulsado este desarrollo principalmente mediante la suscripción de contratos de suministro que usan fuentes renovables. Asimismo, empresas mineras han estado involucradas en el desarrollo mismo de proyectos de energía renovable, apoyando de esta manera el

En 2021 el costo de la energía eléctrica para empresas mineras en Chile fue un 43% más alto que el promedio de los demás países relevantes en la producción de cobre.

desarrollo de plantas operadas por terceros y conectadas al sistema.

Las operaciones mineras necesitan un suministro constante para extraer y procesar minerales de manera continua. La energía solar y la eólica son intermitentes, por lo que los suministros de estas fuentes para la minería deben aún ser complementadas con energías convencionales. En este punto es clave el desarrollo de tecnologías de almacenamiento.

En la medida que las empresas tengan contratos de suministro eléctrico con generadores que abastecen al sistema, no sólo se reducen los costos de abastecimiento y riesgos para esa empresa sino también para todo el país, ya que

todos disponemos de una matriz de generación más diversificada.

En el capítulo sobre Cambio Climático hay más información sobre el impulso que la minería ha dado a la energía renovable.

4. COSTO DE LA ENERGÍA

En comparación con otros países mineros, el costo de la energía eléctrica para empresas mineras en Chile es de los más altos¹²⁴. En 2021 el costo de la energía eléctrica para empresas mineras en Chile fue un 43% más alto que el promedio de los demás países relevantes en la producción de cobre y, en particular, un 62% más alto que en Perú¹²⁵. En los últimos años el costo promedio de la energía eléctrica para la minería chilena ha fluctuado en torno a US\$ 100/MWh, representando un 11% de los costos operacionales en la minería del cobre.

Que el costo de la energía eléctrica no haya bajado lo que se esperaba a raíz de la irrupción de las energías renovables se explica porque, si bien efectivamente el componente puro de energía que

se obtiene de los contratos de suministro ha reducido su valor, esto se ha compensado con mayores costos sistémicos, principalmente transmisión, servicios complementarios y mínimos técnicos. Otros ejemplos recientes de mayores costos sistémicos son los derivados de la acumulación de reserva hídrica para enfrentar los riesgos de abastecimiento eléctrico causados por la sequía, que significó US\$ 8/MWh por dos meses durante el año 2022¹²⁶, y el cargo adicional de prácticamente US \$3/MWh por 10 años para saldar una deuda de los clientes regulados acumulada por un congelamiento tarifario durante la pandemia¹²⁷.

¹²⁴ *Análisis de la Evolución del Costo de Suministro Eléctrico para Grandes Usuarios (Moray Energy Consulting, 2020) – Estudio encargado por Comisión de Energía y Cambio Climático del Consejo Minero*

¹²⁵ *Wood Mackenzie.*

¹²⁶ *Modifica Decreto Supremo N°51, de 2021, del Ministerio de Energía, que decreta medidas preventivas que indica de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 163° de la Ley General de Servicios eléctricos (22 de marzo, 2022).*

¹²⁷ *Ley N° 21.472 de 2022).*



Conceptos de interés e información de contexto

ENERGÍA



SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL

La minería se abastece del **Sistema Eléctrico Nacional (SEN)**, el que nace en el año 2017 a partir de la unificación de los dos principales sistemas de energía en el país. Este sistema abarca casi la totalidad del territorio nacional y está conformado por un conjunto de instalaciones de centrales eléctricas generadoras, líneas de transporte, subestaciones eléctricas y líneas de distribución, interconectadas entre sí, que permiten generar, transportar y distribuir energía eléctrica, todo ello dirigido por el Coordinador Eléctrico Nacional.

Con el sistema interconectado el país puede optimizar el uso de los recursos de generación ya disponibles

y hacer un mayor aprovechamiento de las energías renovables, como la eólica, solar, hidráulica y geotérmica.

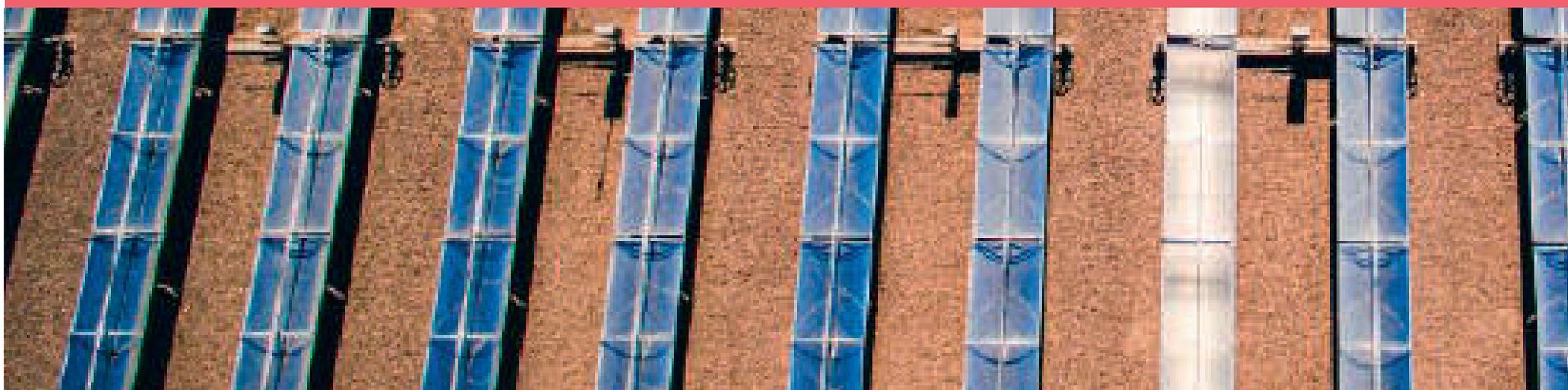
CLIENTES LIBRES

Las operaciones mineras son clientes libres, esto es, cada empresa, atendido que es un usuario de relevancia en términos de consumo de energía eléctrica, negocia de manera directa y libre los precios de suministro eléctrico con los generadores. Junto con este componente libre, hay un componente regulado por la autoridad relacionado con distintos costos del sistema.

❖ **La estructura de precio de un contrato de**

suministro para un cliente libre, en general, tiene una componente libremente negociada, correspondiente al costo de generación, y otra componente regulada asociada al traspaso de una serie de cargos regulados por la autoridad (costos sistémicos).

❖ **Los costos sistémicos** corresponden a todos aquellos servicios que son necesarios para mantener un suministro coordinado, seguro y económico a nivel de sistema interconectado. En algunos casos, la propia norma establece que los consumidores deben asumir los costos sistémicos (como por ejemplo en el caso de la transmisión) y en otros es traspasado a los usuarios desde los generadores.



REFERENCIAS

- ❖ Actualización del Balance Hídrico Nacional (Universidad de Chile, por encargo de la DGA, 2020). <https://radio.uchile.cl/2021/01/07/balance-hidrico-de-la-u-de-chile-proyecta-escasez-de-agua-en-zona-centro-y-sur/>
- ❖ Análisis de la Evolución del Costo de Suministro Eléctrico para Grandes Usuarios (Moray Energy Consulting, para Consejo Minero, 2020) – Estudio encargado por Comisión de Energía y Cambio Climático del Consejo Minero.
- ❖ Catastro de empresas exploradoras en Chile 2021. (COCHILCO, Enero 2022).
- ❖ Cifras Actualizadas de la Minería (Consejo Minero) <https://consejominero.cl/chile-pais-minero/cifras-actualizadas-de-la-mineria/>
- ❖ Codelco Educa <https://www.codelcoeduca.cl/codelcoeduca/site/edic/base/port/inicio.html>
- ❖ Consejo de Competencias Mineras (CCM) <https://www.ccm.cl/>
- ❖ Comparado de proyectos de ley sobre glaciares y otros cuerpos legales vigentes sobre la materia. Eduardo Baeza – Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Mayo 2022.
- ❖ Consumo de agua en la minería del cobre (COCHILCO, 2018).
- ❖ <https://www.cochilco.cl/Listado%20Temtico/Consumo%20de%20agua%20en%20la%20mineria%20del%20cobre%20al%202018%20-%20Version%20Final.pdf>
- ❖ El superciclo del cobre y sus efectos en la Región de Antofagasta (Centro de Sistemas Públicos, Ingeniería Industrial, Universidad de Chile; mayo 2019) <https://consejominero.cl/wp-content/uploads/2019/08/El-superciclo-del-cobre-y-sus-efectos-en-la-Regi%C3%B3n-de-Antofagasta.pdf>
- ❖ Estándar Global de Gestión de Relaves para la Industria Minera (Agosto 2020) https://globaltailingsreview.org/wp-content/uploads/2020/08/global-industry-standard_ES.pdf
- ❖ Estrategia Climática de Largo Plazo, 2021.
- ❖ Estudio Fuerza Laboral de la Gran Minería Chilena, 2021 – 2030 (Consejo de Competencias Mineras, 2011) <https://www.ccm.cl/estudio-fuerza-laboral/>
- ❖ Fundación Glaciares Chilenos, citando al reporte especial del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) sobre la situación actual de Océanos y la Criósfera (Octubre 2019) <https://www.glaciareschilenos.org/ciencia/reporte-especial-del-ipcc-sobre-el-oceano-y-la-criosfera/>
- ❖ Global Tailings Review <https://globaltailingsreview.org/?lang>
- ❖ Indicadores de Empleo Local y Género, publicados por la alianza Consejo de Competencias Mineras (CCM) – Programa Eleva (Agosto 2022)
- ❖ Impacto de las nuevas tecnologías en las competencias requeridas por la industria minera (CCM, 2018) <https://www.ccm.cl/wp-content/uploads/2018/04/impacto-de-las-nuevas-tecnologias.pdf>
- ❖ Inventario Público de Glaciares (DGA, 2022). <https://dga.mop.gob.cl/Paginas/InventarioGlaciares.aspx>
- ❖ Mesa Nacional del Agua. Informe Final. Marzo 2022 (Ministerio de Obras Públicas, 2022) <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefndmkaj/https://www.mop.cl/MesaAgua/docs/informeFinal2022.pdf>
- ❖ Minerals for Climate Action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition (World Bank, 2020)
- ❖ Minería y glaciares rocosos: Impactos ambientales, antecedentes políticos y legales, y perspectivas futuras (Alexander Brenning y Guillermo Azócar, Revista de Geografía Norte Grande, 2010). También mencionado en presentación de la DGA 2019, al hacer análisis crítico del proyecto de ley de glaciares del Senado.
- ❖ Overview of State Ownership in the Global Minerals Industry. The World Bank (Mayo 2011).
- ❖ “Perú. Propuestas para la reforma tributaria de 2022: régimen fiscal del sector minero, ganancias de capital e IGV a los servicios digitales” (Fondo Monetario Internacional, 2022).
- ❖ Plataforma de Aguas del Consejo Minero <https://consejominero.cl/agua/>
- ❖ Plataforma de Impuestos del Consejo Minero <https://consejominero.cl/comunicaciones/plataforma-de-impuestos/>
- ❖ Plataforma de Relaves del Consejo Minero <https://consejominero.cl/comunicaciones/plataforma-de-relaves/>
- ❖ Plataforma Social del Consejo Minero <https://consejominero.cl/plataforma-social/>
- ❖ Presentaciones del Consejo Minero <https://consejominero.cl/comunicaciones/presentaciones/>
- ❖ Programa Tranque <https://fch.cl/iniciativa/tranque/>
- ❖ Proyección de consumo de agua en la minería del cobre - Período 2021 – 2032 (COCHILCO, 2021)
 - ❖ Proyecciones de consumo de energía eléctrica y agua en la minería del cobre al 2032 (COCHILCO, 2022).
- ❖ Recursos hídricos en la minería del cobre – Actualización 2020 (COCHILCO, 2021) <file:///G:/Mi%20unidad/Comun/COMISIONES%20DE%20TRABAJO%20E%20INTERNACIONAL/Varios%20SM/Mitos/ACTUALIZACI%C3%93N%202022/Informe%20recursos%20hidricos%20en%20la%20mineria%20del%20cobre%202020.pdf>
- ❖ Relación precio del cobre y costos de extracción. Saud Soto, C. (2017). Disponible en <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/144334>
- ❖ Roadmap: Digitalización para una minería 4.0 <https://digitalizacionmineria.fch.cl/>
- ❖ Diario La Tercera <https://www.latercera.com/noticia/royalty-cumple-una-decada-y-recaudacion-se-aleja-de-la-innovacion/> (junio 2015)
- ❖ The Growing Role of Minerals and Metales for a Low Carbon Future (World Bank, 2017).
- ❖ Visión y Acción Climática del mundo empresarial para Chile (CPC - EY, 2020) Minería: Páginas 356 – 419 <https://consejominero.cl/wp-content/uploads/2020/03/Visi%C3%B3n-y-acci%C3%B3n-clim%C3%A1tica-%C2%B7-CPC-EY-2020-low.pdf>



Coordinación y elaboración del documento:

Sofía Moreno, Gerente de Comisiones y Asuntos Internacionales.

Revisión y edición:

Christel Lindhorst, Gerente de comunicaciones.
Josefina Ortiz, Jefa de Proyectos de comunicaciones.

Conceptualización y Diseño

Mariella Rossi W.
Claudia Morales A.
MRW Comunicaciones

Contacto

Apoquindo N° 3500, piso 7. Las Condes, Santiago, Chile.
Teléfono +562 2347 2200
www.consejominero.cl

Todos los derechos reservados.
Prohibida su reproducción total o parcial sin citar la fuente.
Consejo Minero, diciembre 2022.



@ConsejoMinero



@ConsejoMinero



ConsejoMinero



@Consejominero

