

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-irán-a-energías-renovables-y-vehículos-eléctricos/#>

⁸ <http://generadoras.cl/prensa/maria-teresa-gonzalez-statkraft-la-demanda-de-cobre-destinada-a-electromovilidad-crecerá-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/escorrentamiento, 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.

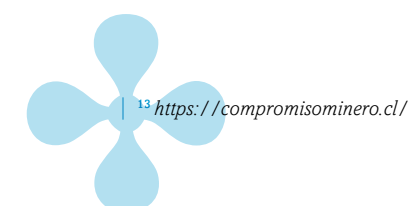
A medida que las empresas mineras renuevan sus contratos de abastecimiento eléctrico están optando crecientemente por fuentes renovables. Esto permite una reducción en las emisiones indirectas provenientes del consumo de electricidad. Al 2022 las energías renovables representan en torno al 60% del suministro

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.

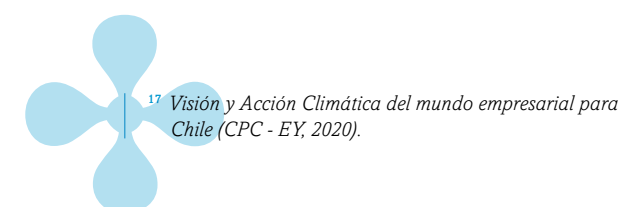
Acciones de adaptación al cambio climático impulsadas desde la minería:

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/>