



COCHILCO

Consumo energético de la minería del cobre al año 2024

DEPP 17/2025

RPI N° 2025-A-12129

Resumen Ejecutivo

El presente estudio se basa en los resultados de la Encuesta Minera de Producción, Agua y Energía (EMPAE), aplicada anualmente por Cochilco a las operaciones mineras de cobre del país. En su edición 2025, la encuesta consideró 49 operaciones, incluyendo faenas de gran y mediana minería, además de fundiciones y refinerías. En conjunto, estas operaciones representaron el 98% de la producción nacional de cobre fino de 2024.

En el año 2024, la industria minera del cobre registró un consumo total de energía de 199.452 terajoules (TJ). De este total, 102.307 TJ correspondieron a energía eléctrica y 97.145 TJ al consumo de combustibles.

Si bien el consumo total de electricidad y combustibles presenta valores de magnitud comparable, su distribución por proceso difiere significativamente. Los procesos de mayor intensidad energética corresponden a mina rajo (83.508 TJ; 42% del total), concentradora (58.636 TJ; 29%) y lixiviación (19.614 TJ; 10%).

En relación con el uso de combustibles, la mina rajo concentra el 81% del total, seguida por las fundiciones con un 6%. En contraste, el consumo eléctrico se concentra principalmente en el proceso de concentradora (56% del total), seguido por la electro-obtención (16%) y el uso de agua de mar (11%).

Desde una perspectiva territorial, la Región de Antofagasta se mantiene como el principal polo de consumo energético del sector, alcanzando 116.105 TJ en 2024, tanto en combustibles (61.132 TJ; 63% del total nacional) como en electricidad (54.973 TJ; 54%).

En segundo lugar se ubica la Región de Atacama, con una participación del 11% del consumo total, mientras que las regiones de Coquimbo y Valparaíso representan en conjunto un 11%. Finalmente, las regiones de O'Higgins y Metropolitana alcanzan un 9%, y Arica y Parinacota y Tarapacá registran un 10% del consumo energético total.

En cuanto al tamaño de operación, la gran minería privada del cobre concentró el 70% del consumo de combustibles y el 73% del consumo eléctrico, lo que equivale a un 72% del consumo energético total en 2024.

Por su parte, la gran minería estatal, representada por Codelco, registró un 27% del consumo de combustibles y un 24% del consumo eléctrico.

En tanto, la mediana minería privada aportó un 2% del consumo de combustibles y un 3% del consumo eléctrico, mientras que la mediana minería estatal presentó niveles inferiores al 1% en ambos tipos de energía.

Los resultados de este trabajo evidencian que la minería del cobre continúa enfrentando requerimientos energéticos crecientes, por temas estructurales como

el envejecimiento y profundización de las minas, razones lastre mineral más desfavorables, el endurecimiento de la roca, la caída de las leyes de cobre, y la mayor necesidad de agua de mar lo que implica la construcción de plantas desalinizadoras y la impulsión de agua de mar (desalinizada o directa).

En cuanto a la integración de energías limpias, en 2024 el 78% de la demanda eléctrica total del sector minero provino de fuentes renovables. Respecto de la aplicación de la Ley de Eficiencia Energética en la minería, para el mismo año la totalidad de las operaciones de la gran minería del cobre, junto con Codelco y Enami, se encuentran afectas a esta normativa y califican como consumidores con capacidad de gestión de energía. En el caso de la mediana minería, únicamente tres operaciones privadas no cumplen con dicha calificación. En consecuencia, se estima que el 94% del sector minero del cobre está afecto a la Ley de Eficiencia Energética y califica como consumidor con capacidad de gestión de energía.

Por último, en materia de electromovilidad, el sector minero del cobre ha comenzado a incorporar esta tecnología principalmente en el transporte liviano, como parte de las iniciativas para reducir el uso de combustibles fósiles. Ejemplos de ello incluyen la implementación de taxis y buses eléctricos para el traslado de trabajadores y equipos en las zonas de operación. Actualmente, el 76% de las operaciones afectas a la Ley de Eficiencia Energética cuenta con planes de electromovilidad y/o transporte de bajas emisiones.

Contenido

Resumen Ejecutivo	II
Contenido	4
1 Introducción	5
2 Metodología	5
3 Muestra analizada	6
4 Consumo de energía de la minería del cobre a nivel nacional	7
4.1 Consumos totales	7
4.2 Consumos por procesos	8
4.3 Consumos por región	12
4.4 Consumos por tamaño de minería	15
4.5 Consumos totales unitarios	16
5 Consumo de combustibles	19
5.1 Consumo agregado	19
5.2 Consumo por procesos	20
5.3 Consumos unitarios	22
6 Consumo eléctrico	27
6.1 Consumo agregado	27
6.2 Consumo por procesos	27
6.3 Consumos unitarios	30
7 Energía sustentable	37
7.1 Autogeneración de energía eléctrica	37
7.2 Integración de energías renovables en el 2024	37
7.3 Eficiencia Energética	40
7.4 Eficiencia energética en el 2024	40
8 Comentarios finales	43
9 Anexo	47
9.1 Metodología: Información por proceso	47
9.2 Metodología: Análisis de los datos	49
9.3 Combustibles	50
9.4 Energía Eléctrica	51
10 Operaciones consultadas	52



1 Introducción

Durante el período que abarca este estudio, tanto los datos anuales de producción como los de consumo de combustibles y electricidad han sido obtenidos por la Comisión Chilena del Cobre (Cochilco) a partir de información entregada directamente por las faenas mineras de cobre del país, mediante una encuesta segmentada y específica, actualmente denominada Encuesta Minera de Producción, Agua y Energía (EMPAE). Esta encuesta considera las principales áreas, etapas y procesos asociados a la producción de concentrados, cátodos, fundición y refinería.

A partir de esta información, Cochilco estima el consumo agregado y unitario de combustibles y energía eléctrica, así como su evolución temporal, desagregando además los resultados por tipo de proceso, entre otros aspectos relevantes. Los datos derivados de esta encuesta se publican anualmente en el Anuario Estadístico de Cochilco y se presentan de manera complementaria en este informe, cuyo objetivo es analizar el consumo global de combustibles y electricidad de la minería del cobre, así como examinar la evolución de sus consumos unitarios.

Para cumplir con estos objetivos, el Capítulo 2 y el Capítulo 3 describen la metodología empleada y el alcance de la encuesta, respectivamente. El Capítulo 4 presenta los resultados agregados del consumo energético nacional de la minería del cobre, tanto en términos globales como unitarios. Posteriormente, el Capítulo 5 analiza el consumo de combustibles por proceso y a nivel unitario, mientras que el Capítulo 6 aborda el consumo eléctrico bajo el mismo enfoque. En el Capítulo 7 se entregan estimaciones de los costos energéticos incurridos, y finalmente, el Capítulo 8 presenta las conclusiones y comentarios finales del informe.

2 Metodología

La metodología se puede sintetizar en tres partes:

A través de la EMPAE, se consultan los niveles de producción, consumo de energía y agua por proceso minero.

Se revisa la información recibida y se solicitan ajustes a las empresas en caso de existir discrepancias con otras fuentes de información o valores atípicos respecto de la información histórica.

En base a la información suministrada por las operaciones mineras se calculan los consumos globales y unitarios de energía de electricidad y combustibles por

procesos a nivel nacional. Los consumos totales se presentan en terajoules (TJ) y los consumos unitarios en megajoules por tonelada métrica (MJ/TM).

En anexo se encuentra mayor detalle de los pasos metodológicos usados en la confección de este informe.

3 Muestra analizada

Un total de 49 operaciones mineras —incluidas minas, fundiciones y refinerías— participaron en la Encuesta Minera de Producción, Agua y Energía (EMPAE). Estas instalaciones representan el 98% de la producción nacional de cobre fino durante 2024 (véase el anexo para el listado completo de operaciones). Esta participación constituye un alto nivel de cobertura de la industria.

No obstante, resulta fundamental mantener y fortalecer el compromiso del sector minero del cobre, particularmente en lo referido a la calidad y consistencia de los datos reportados. Solo de esta manera será posible consolidar una base estadística robusta y transparente, que contribuya a fortalecer la gestión sectorial, promueva la rendición de cuentas y acerque a la ciudadanía una visión precisa del consumo energético del sector, así como de su impacto e importancia estratégica para el país.

4 Consumo de energía de la minería del cobre a nivel nacional

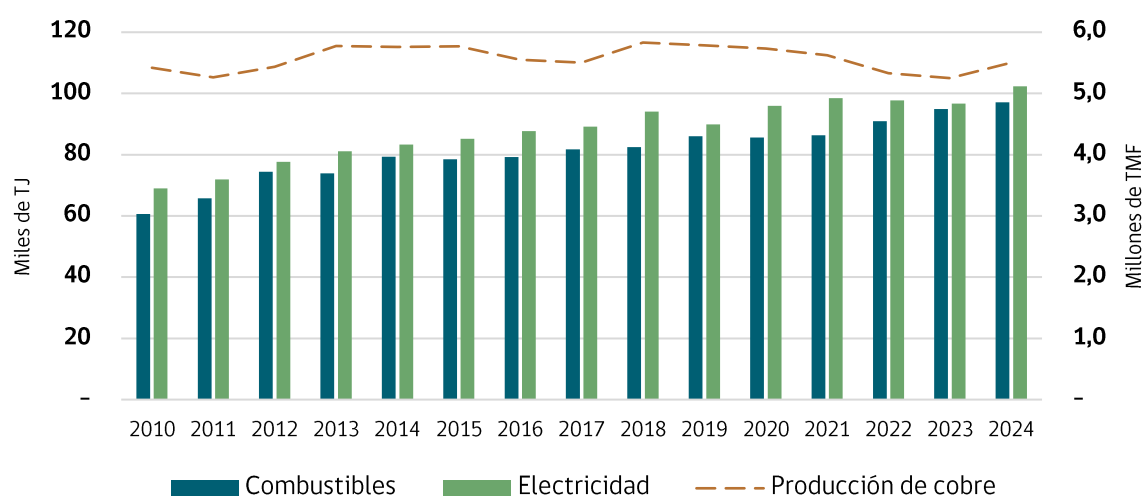
En el presente capítulo se indican los resultados de los consumos energéticos estimados para la minería del cobre en Chile.

4.1 Consumos totales

Si bien la producción de cobre y el consumo energético han mantenido históricamente una correlación positiva y un comportamiento similar en el tiempo, en los últimos años se evidencia un progresivo desacople entre ambas variables, tal como se muestra en la Figura 1.

Entre 2010 y 2024, la producción nacional de cobre mina se ha mantenido relativamente estable, con una tasa de crecimiento promedio anual de 0,2%. En 2024, la producción alcanzó 5,5 millones de toneladas métricas (TM), lo que representa un incremento acumulado de 1,6% en el período analizado.

Figura 1: Consumos totales de energía de la minería del cobre vs producción de cobre fino, 2010 - 2024



Fuente: Cochilco

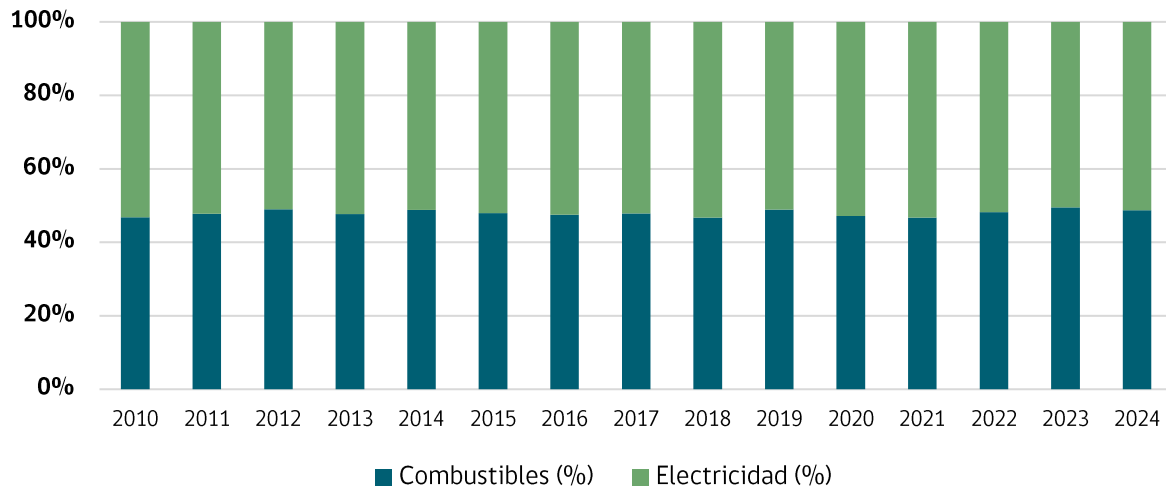
En contraste, el consumo energético del sector minero registró un aumento acumulado de 53,9%, equivalente a una tasa promedio anual de crecimiento de 2,8%, alcanzando 199.452 terajoules (TJ) en 2024. Al comparar con 2023, se observa un incremento de 4,1% en el consumo energético, mientras que la producción de cobre mina experimentó un aumento de 4,9%.

Al desagregar el consumo energético por tipo de energía entre 2010 y 2024, se observa —como se presenta en la Figura 1— que el consumo de combustibles aumentó 60,2%, mientras que el consumo eléctrico lo hizo en 48,4% durante el mismo período. En la comparación anual 2023–2024, el consumo de

combustibles creció 2,3% y el de electricidad 5,7%, evidenciando un mayor dinamismo en la demanda eléctrica.

La participación promedio del consumo energético en el período analizado correspondió a 46,6% para combustibles y 53,4% para electricidad. En 2024, esta distribución se modificó levemente, alcanzando 48,7% para combustibles y 51,3% para electricidad, tal como se visualiza en la Figura 2.

Figura 2: Participación según tipo de energía en el consumo total energético, 2010 - 2024



Fuente: Cochilco

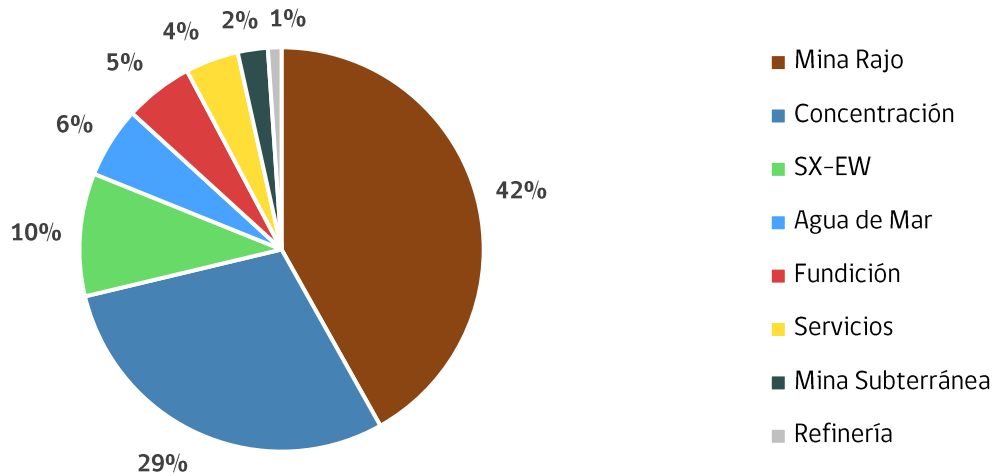
4.2 Consumos por procesos

A nivel de consumo energético por proceso, los tres más intensivos son la mina rajo, con 83.508 TJ, que representa el 41,9% del consumo energético total; el proceso de concentración, con 58.636 TJ (29,4%); y el proceso de lixiviación, con 19.614 TJ (9,8%). La distribución del consumo energético por proceso se presenta en la Figura 3.

Cabe destacar que, de estos tres procesos, dos producen un producto final, la lixiviación los cátodos de cobre y la concentración el concentrado, mientras que la mina requiere etapas posteriores para alcanzar un producto final comercializable.

Entre 2010 y 2024, el consumo energético del proceso de mina rajo aumentó 79,0%, mientras que el de la concentradora se incrementó en 89,4%, en concordancia con el crecimiento de 28,6% en la producción de concentrados durante el mismo período. En contraste, el proceso de lixiviación redujo su consumo energético en 32,0%, consistente con la disminución de 41,4% en la producción de cátodos entre 2010 y 2024.

Figura 3: Participación en consumo energético por proceso, 2024



Fuente: Cochilco

Por otra parte, otro proceso que tuvo un alza significativa en el periodo mencionado fue mina subterránea, con un crecimiento de un 140%. Esto se puede atribuir por la incorporación de nuevos proyectos durante el periodo analizado, tanto en etapa de operación como de construcción.

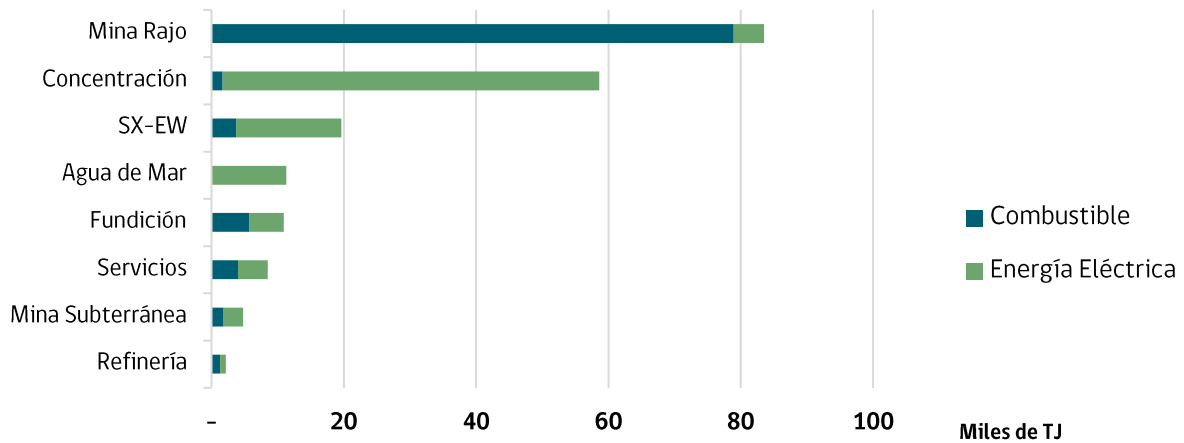
En la comparación anual 2023–2024, el proceso de mina rajo registró un aumento de 2,2% en su consumo energético, mientras que la concentradora presentó un incremento de 9,7%, en concordancia con el aumento de 9,4% en la producción de concentrados. En tanto, el proceso de lixiviación redujo su consumo energético en 10,0%, consistente con la disminución de 8,3% en su producción de cátodos.

Desagregando por tipo de energía utilizada en cada proceso, el consumo de combustibles en la mina rajo alcanzó 78.932 TJ, constituyéndose como la principal fuente energética de esta etapa. Por su parte, en los procesos de concentración y lixiviación predomina el consumo eléctrico, con 56.970 TJ y 15.909 TJ, respectivamente.

Otro proceso que ha tomado importancia en el consumo eléctrico es el uso de agua de mar, tanto por la desalinización y/o la impulsión. Para 2024 se registró 11.308 TJ, constituyéndose como el cuarto proceso de mayor consumo energético global.

La Figura 4 presenta el detalle del consumo energético por proceso y tipo de energía correspondiente al año 2024.

Figura 4: Consumo de combustible y electricidad por proceso, 2024

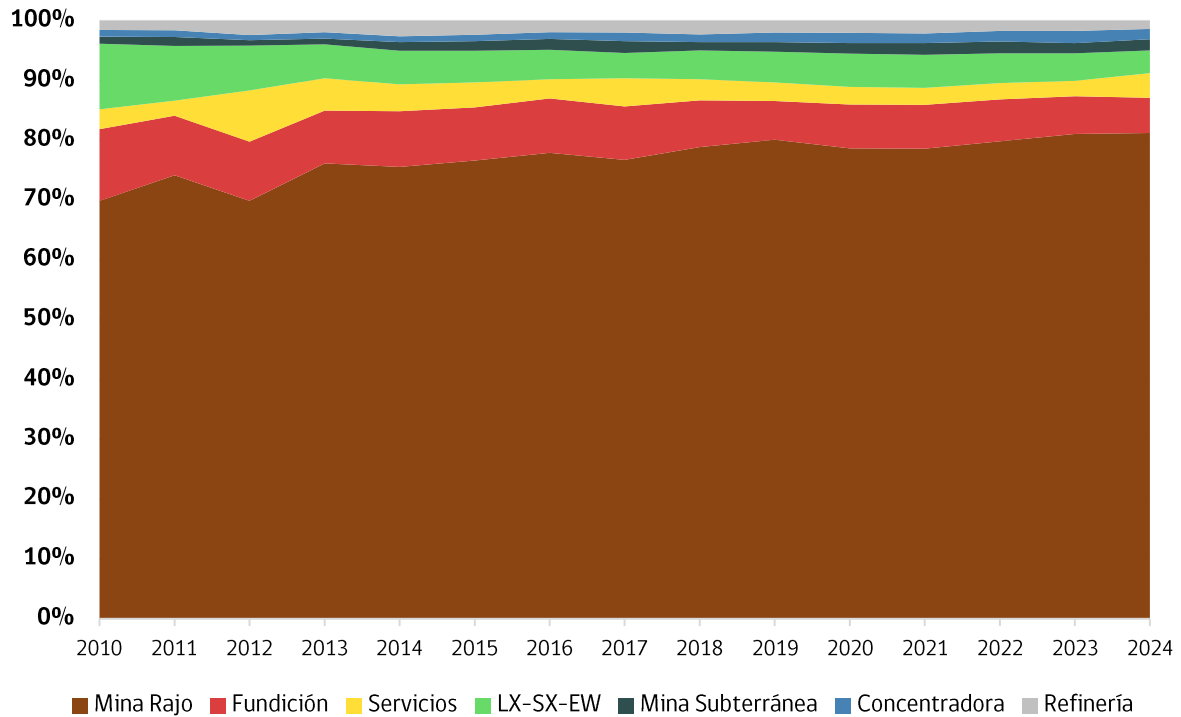


Fuente: Cochilco

Analizando la evolución entre 2010 y 2024, según se muestra en la Figura 5 y Figura 6, que ilustra la participación en el tiempo del consumo de combustibles y electricidad por proceso, respectivamente, se observa que los dos procesos dominantes —mina rajo en el uso de combustibles y concentradora en el consumo eléctrico— han incrementado progresivamente su intensidad energética relativa.

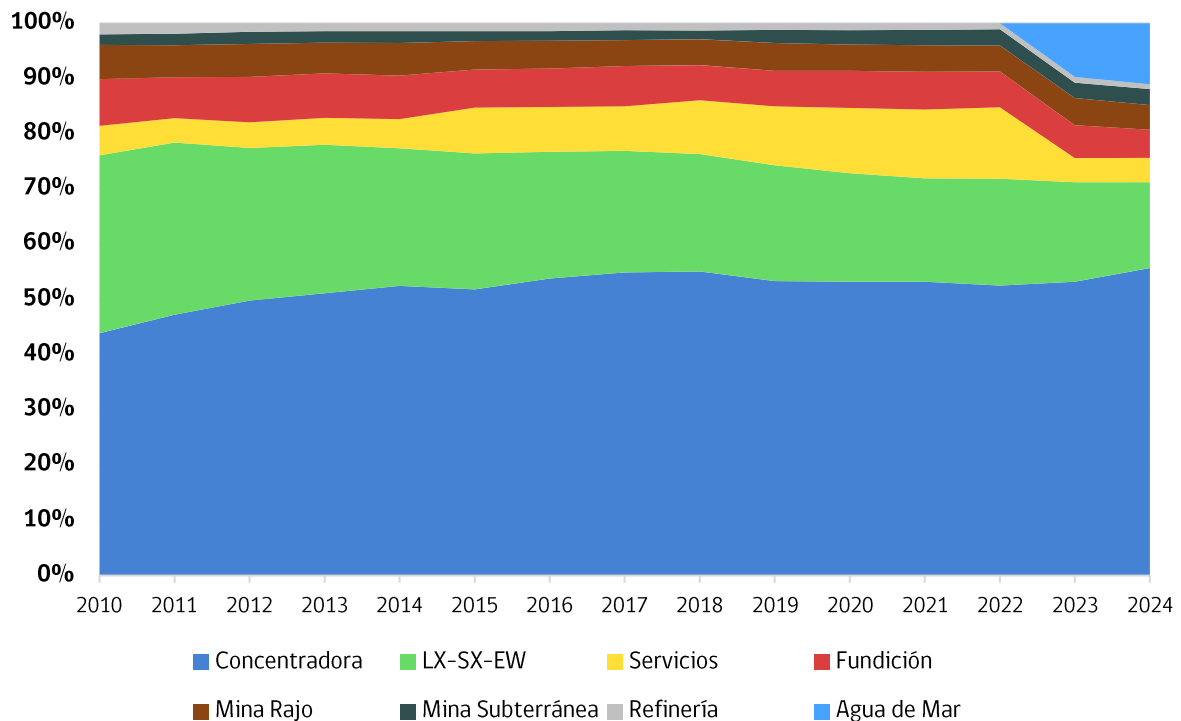
En este contexto, la participación de la mina rajo en el consumo total de combustibles aumentó desde un 69,9% en 2010 a 81,3% en 2024. Por su parte, la concentradora consolidó su posición como el principal consumidor de electricidad, elevando su participación desde 43,9% en 2010 a 55,7% en 2024. En contraste, el proceso de lixiviación, que históricamente ocupa el segundo lugar en consumo eléctrico, redujo su participación desde 32,2% en 2010 a 15,6% en 2024.

Figura 5: Evolución en la participación (%) por proceso en el consumo de combustibles, 2010 - 2024



Fuente: Cochilco

Figura 6: Evolución en la participación (%) por proceso en el consumo de electricidad, 2010 - 2024



Fuente: Cochilco

En fundición y refinación, este año el análisis considera sólo los últimos cinco años de operación. En el caso de fundiciones, desde 2018 y especialmente desde 2019, se observa un punto de inflexión en el desempeño del segmento, como consecuencia de la entrada en vigencia del Decreto Supremo N°28, publicado en 2013 y que comenzó a regir en 2018. Esta normativa establece límites más estrictos para las emisiones de dióxido de azufre (SO₂), lo que obligó a reconfigurar profundamente la operación de las fundiciones, reduciendo el número de hornos de fusión y plantas de ácido, ajustando esquemas operativos y realizando inversiones significativas en infraestructura ambiental.

Este cambio se enmarca en un proceso más amplio de fortalecimiento normativo iniciado en la década de 2010, con regulaciones orientadas a mejorar la calidad del aire y reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos, como el arsénico y el material particulado, que han exigido a las fundiciones incorporar tecnologías de control ambiental cada vez más exigentes. Como resultado, se han registrado ajustes técnicos, detenciones prolongadas y cambios en la configuración de procesos, que han impactado tanto la capacidad efectiva como la continuidad operacional de las instalaciones. Además, durante este período se concretó el cierre de dos fundiciones, lo que ha reducido la capacidad instalada nacional y plantea nuevos desafíos para el procesamiento interno de concentrados.

En el caso de las refinaciones, también se han observado limitaciones operacionales durante el período analizado. Varias instalaciones no han operado a plena capacidad, ya sea por restricciones técnicas, intervenciones programadas o discontinuidades en el suministro de ánodos. En algunos casos, la capacidad utilizada ha sido inferior al 50%, lo que refleja una subutilización estructural que limita el potencial de refinación nacional. Estas condiciones han afectado la eficiencia del proceso de refinación, y deben ser consideradas al interpretar los indicadores energéticos y productivos del segmento. Si bien las refinaciones no han estado sujetas a normativas tan específicas como las fundiciones en materia de emisiones, su desempeño está estrechamente vinculado a las condiciones operativas de las fundiciones y a la disponibilidad de ánodos para su procesamiento.

4.3 Consumos por región

Como se observa en la Tabla 1, la Región de Antofagasta es, con amplia diferencia, la de mayor consumo energético en 2024, tanto en combustibles (61,1 mil TJ, equivalentes al 62,9% del total nacional) como en electricidad (54,9 mil TJ, equivalentes al 53,7% del total). Este elevado consumo se explica principalmente por su alta participación en la producción de cobre (56,9% del total), así como por las condiciones geográficas de la zona. En particular, la

limitada disponibilidad de agua continental en el norte del país ha impulsado a numerosas operaciones mineras a utilizar agua de mar, cuyo proceso de impulsión y desalación demanda un alto consumo de energía eléctrica, situación que se intensificó en 2024 tras la incorporación de una nueva faena que emplea este sistema.

Tabla 1: Participación (%) del consumo de energía y producción de cobre por región, 2024

Participación	XV - I	II	III	IV - V	RM - VI
Consumo de combustibles	9,0	62,9	12,7	9,4	6,0
Consumo de electricidad	11,2	53,7	9,5	12,9	12,7
Consumo total de energía	10,1	58,2	11,0	11,2	9,4
Producción de cobre	14,3	56,9	7,0	12,0	9,8

Fuente: Cochilco

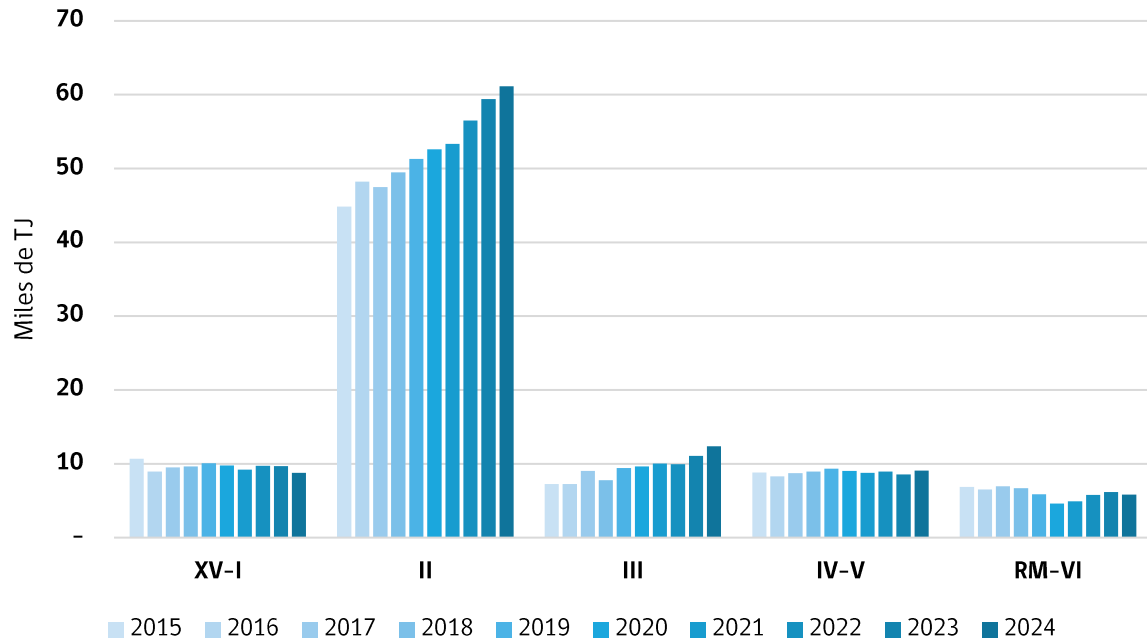
La Figura 7 y la Figura 8 ilustran la evolución del consumo de combustibles y electricidad en la última década.

En este contexto, el consumo energético total de Antofagasta ha mostrado una tendencia al alza durante la última década, pasando de 88,4 mil TJ en 2015 a 116,1 mil TJ en 2024, lo que representa un incremento del 31%, impulsado por un crecimiento sostenido tanto en el consumo de energía eléctrica como combustibles.

La Región de Atacama también ha registrado un aumento significativo en el mismo período, de 16,2 mil TJ a 22,0 mil TJ (+36%), principalmente debido al mayor consumo de combustibles, que se ha expandido en un 70% en la década.

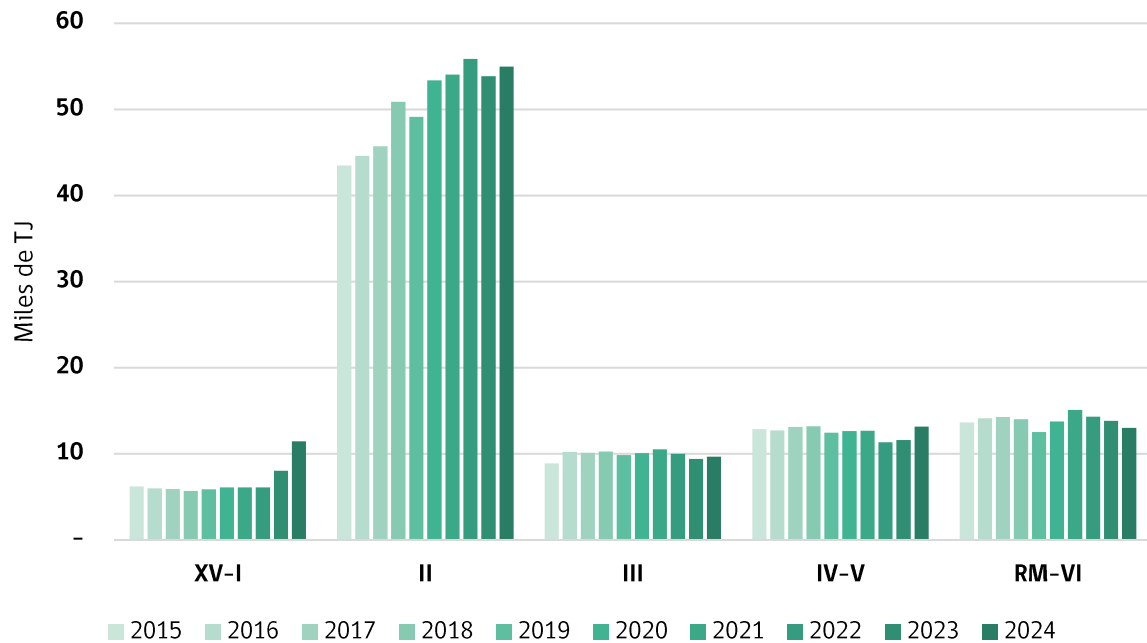
Por su parte, las regiones de Coquimbo y Valparaíso, junto con la Región Metropolitana y la del Libertador Bernardo O'Higgins, han mantenido niveles relativamente estables, entre 18 y 20 mil TJ. Finalmente, las regiones de Tarapacá y Arica y Parinacota presentaban una trayectoria descendente hasta 2022, pero registraron incrementos significativos en los dos últimos años, alcanzando un aumento del 14% respecto de 2023, explicado principalmente por un mayor consumo eléctrico.

Figura 7: Consumo de combustible en la minería del cobre por región, 2015 - 2024



Fuente: Cochilco

Figura 8: Consumo de electricidad en la minería del cobre por región, 2015 - 2024



Fuente: Cochilco

4.4 Consumos por tamaño de minería

Tal como se presenta en la Tabla 2, se observa una correspondencia directa entre la participación en la producción de cobre y el consumo energético asociado. En 2024, la gran minería privada, que aportó el 72,4% de la producción nacional, concentró el 71,7% del consumo total de energía, equivalente a 68.476 TJ de combustibles y 74.526 TJ de electricidad.

Por su parte, la gran minería estatal, representada por Codelco, que alcanzó un 24,7% de la producción nacional, registró un 25,3% del consumo energético total, con 26.383 TJ provenientes de combustibles y 24.058 TJ de energía eléctrica.

Finalmente, la mediana minería representó el 3% restante del consumo energético, distribuido entre la mediana minería privada, con 5.316 TJ, y las plantas de ENAMI —consideradas como mediana minería estatal—, con un aporte de 693 TJ.

Tabla 2: Participación (%) del consumo de energía y producción de cobre por tamaño de minería, 2024

Participación	Gran Minería Estatal	Gran Minería Privada	Mediana Minería Estatal	Mediana Minería Privada
Consumo de combustibles	26,4	68,5	0,2	2,1
Consumo de electricidad	24,1	74,5	0,5	3,3
Consumo total de energía	25,3	71,7	0,3	2,7
Producción de cobre	24,7	72,4	0,6	2,3

Fuente: Cochilco

Al comparar con los registros de 2010, la gran minería privada muestra un aumento del 33% en su consumo energético total, con incrementos proporcionales tanto en combustibles como en electricidad. En relación con 2023, su consumo creció en un 6%, impulsado principalmente por un mayor uso de energía eléctrica.

En el caso de Codelco, se observa un aumento del 12% en el consumo de combustibles respecto a 2010, mientras que el consumo de electricidad se ha mantenido prácticamente estable en el tiempo.

La mediana minería privada presenta igualmente una estabilidad en su consumo energético, con variaciones menores al 1% en ambos tipos de energía en

comparación con 2010. Por su parte, las plantas de ENAMI mantuvieron niveles similares hasta 2023; sin embargo, en 2024 se registra una disminución significativa, reduciendo su consumo energético a cerca de la mitad de lo observado el año anterior.

4.5 Consumos totales unitarios

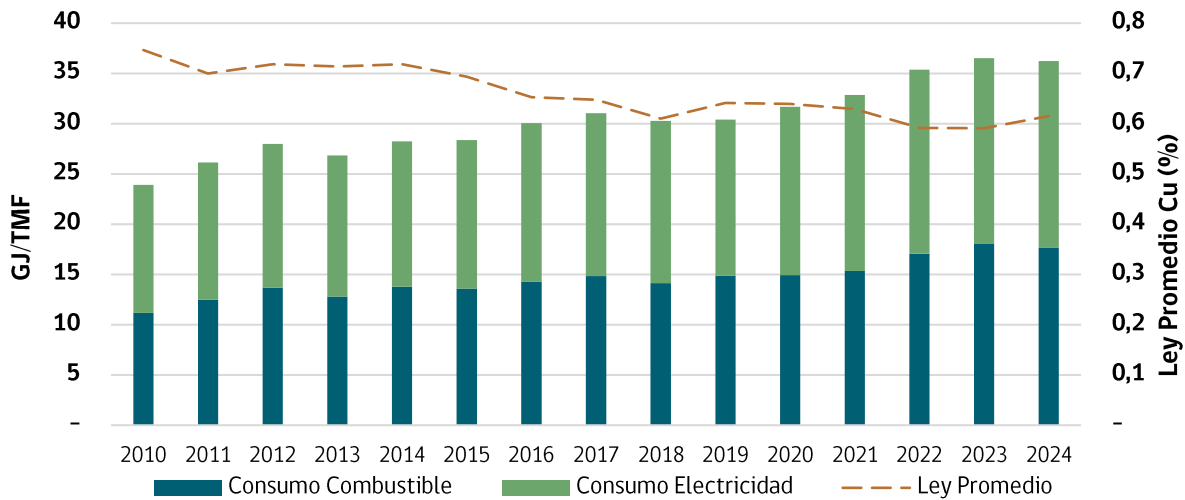
El consumo unitario de energía constituye un indicador fundamental para cuantificar la energía requerida en la producción de una unidad de producto — en este caso, una tonelada de cobre fino contenido— y analizar la evolución de la eficiencia energética en la minería del cobre. En 2024, se necesitaron en promedio 36,2 gigajoules (GJ) para producir una tonelada de cobre fino, lo que representa un incremento del 51,5% respecto de 2010.

El principal responsable de este aumento ha sido el consumo de combustibles, que pasó de 11,2 GJ/TMF en 2010 a 17,6 GJ/TMF en 2024 (+57,7%). En tanto, el consumo eléctrico aumentó de 12,7 GJ/TMF a 18,6 GJ/TMF (+46,0%) en el mismo período. El crecimiento del requerimiento energético se explica principalmente por la mayor demanda de combustibles para el transporte de mineral en minas rajo, las cuales son cada vez más profundas y antiguas, con mayores distancias de acarreo.

Por su parte, el incremento sostenido del consumo eléctrico se asocia a cambios en la cartera de productos (una mayor proporción de concentrados en reemplazo de cátodos) y a transformaciones tecnológicas, como el uso de agua de mar para procesos industriales. En los últimos años, se han incorporado nuevas faenas que operan con esta tecnología, contribuyendo así al aumento en la intensidad de uso de electricidad. Estos factores reflejan una transición productiva hacia la explotación de minerales sulfurados, en respuesta al agotamiento progresivo de los yacimientos oxidados.

Asimismo, las leyes de mineral constituyen una variable determinante en los requerimientos energéticos, ya que parte importante del incremento del consumo responde a la menor productividad derivada de la disminución sostenida de las leyes. En efecto, la ley promedio nacional se redujo en 17,6%, pasando de 0,75% en 2010 a 0,62% en 2024. La Figura 9 muestra la relación inversa entre la evolución del consumo unitario de energía y la ley promedio del mineral en el período 2010–2024.

Figura 9: Consumo unitario de energía y ley promedio nacional, 2010 - 2024



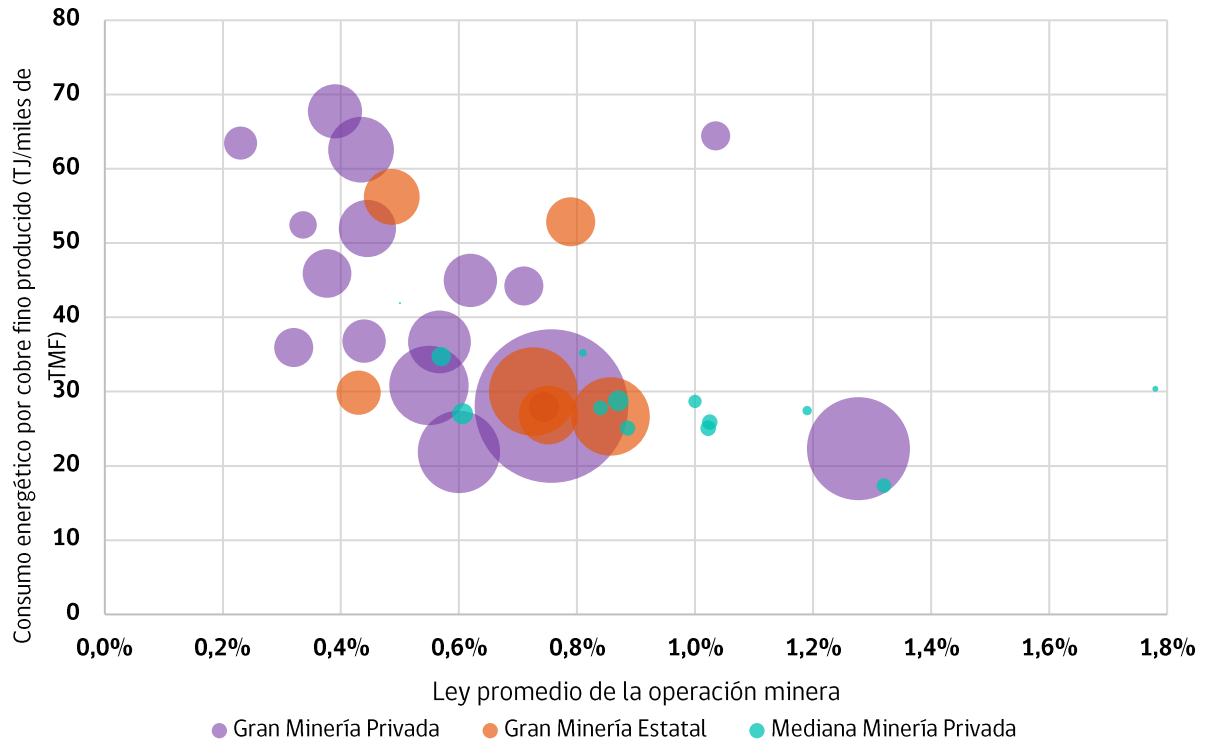
Fuente: Cochilco

De acuerdo con la Figura 10, se observa una tendencia inversa entre la ley promedio del mineral y el consumo energético por cobre fino producido. En general, las operaciones con leyes más bajas presentan un consumo energético más alto, lo cual se explica por la necesidad de procesar mayores volúmenes de material para obtener la misma cantidad de cobre fino. Esta relación refleja una ineficiencia energética inherente a los yacimientos de baja ley, donde la energía requerida por tonelada de cobre se incrementa significativamente a medida que disminuye la concentración del metal en el mineral.

Al analizar los distintos tipos de minería, se aprecia que la gran minería privada muestra una amplia dispersión en sus resultados, abarcando tanto operaciones con bajo consumo energético y leyes relativamente altas, como otras con consumos muy elevados y leyes bajas. En contraste, la gran minería estatal se concentra principalmente en rangos intermedios de ley (0,5–0,8%) y consumo energético (20–50 GJ/t Cu fino), lo que sugiere un comportamiento más homogéneo. Por su parte, la mediana minería privada, aunque presenta menores volúmenes de producción, tiende a operar con leyes más altas y consumos energéticos reducidos, evidenciando una mayor eficiencia relativa.

El tamaño de los círculos en la Figura 10 representa la producción de cobre fino, mostrando que las operaciones de gran escala suelen combinar leyes medias con consumos energéticos moderados, beneficiándose de economías de escala y tecnologías más eficientes. En conjunto, los datos sugieren que, si bien existe una clara correlación negativa entre ley y eficiencia energética, este efecto puede ser parcialmente compensado por el tamaño y la capacidad tecnológica de la operación minera.

Figura 10: Consumo energético por cobre fino producido vs ley promedio de mineral por operación, 2024



Fuente: Cochilco

5 Consumo de combustibles

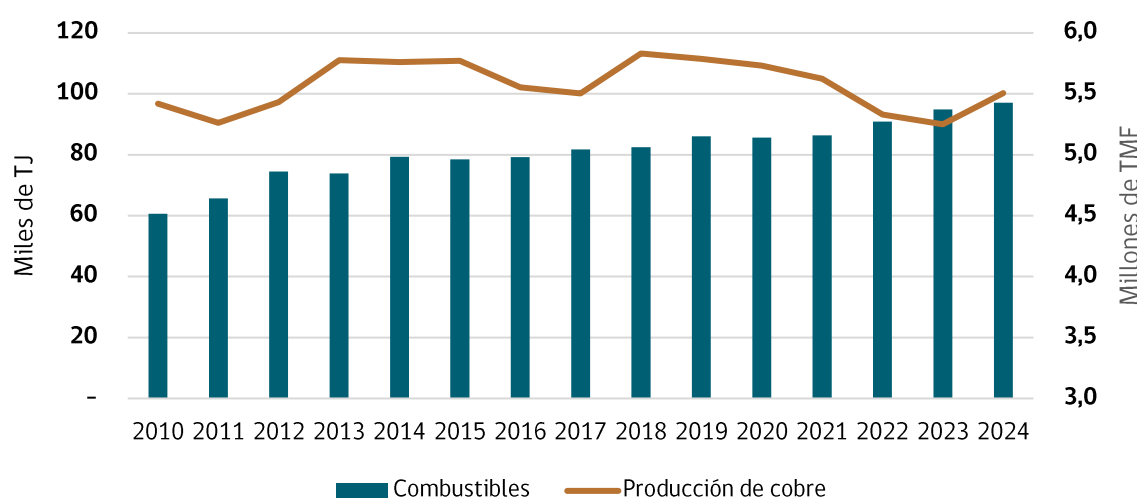
En esta sección se presenta información sobre la evolución interanual del consumo de energía proveniente de combustibles, así como el consumo total por proceso y el consumo unitario de combustibles, tanto por cobre fino contenido como por material procesado.

5.1 Consumo agregado

La Figura 11 muestra la evolución del consumo de energía en base a combustibles de la minería del cobre durante el período 2010–2024. En 2024, dicho consumo alcanzó los 97.145 TJ, lo que representa un incremento del 2,3% respecto de 2023 y un aumento acumulado del 60,2% en comparación con 2010.

Este crecimiento sostenido en el consumo de combustibles responde, por una parte, a una producción minera que, en términos generales, se ha mantenido estable con una leve tendencia al alza, y por otra, a cambios estructurales en la industria, especialmente en la fase de explotación a rajo abierto, donde se registran mayores requerimientos energéticos asociados a minas más profundas, mayores distancias de transporte y un incremento en el uso de equipos de mayor capacidad.

Figura 11: Consumo de combustible en la minería del cobre, 2010 – 2024



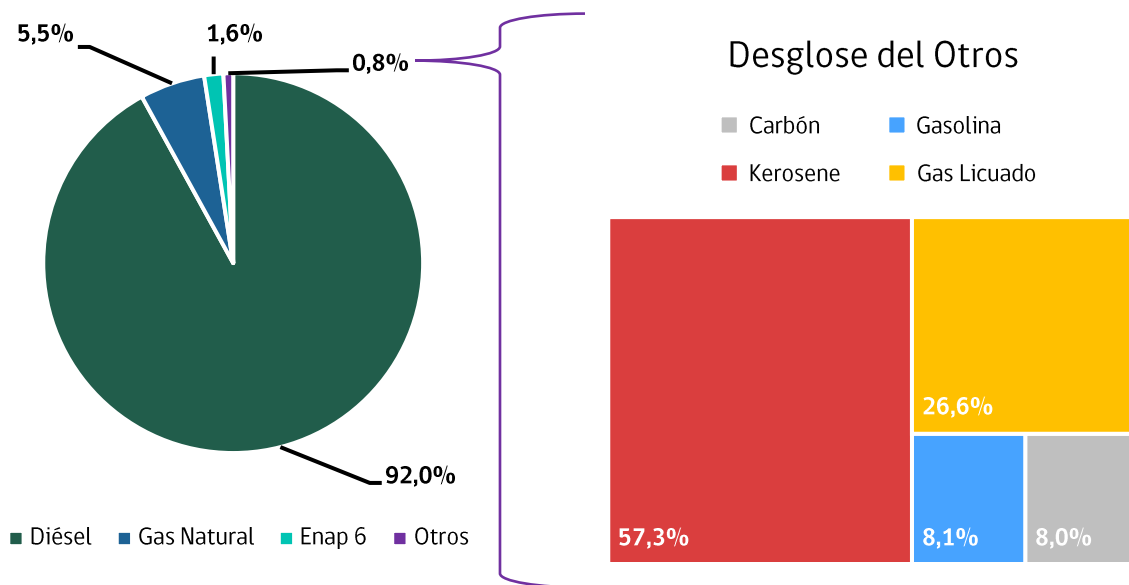
Fuente: Cochilco

De acuerdo con la Figura 12, se aprecia un crecimiento sostenido en la participación del diésel dentro de la matriz de combustibles utilizada por la minería del cobre durante el período 2015–2024, pasando de 86,5% a 92,0%

del consumo total. La figura muestra, además, el desglose detallado de los distintos combustibles empleados, donde el diésel domina ampliamente, mientras que otros energéticos mantienen participaciones marginales. En la misma figura, en el gráfico de la derecha, se incluye un grupo clasificado como "Otros" (0,8% del total), dentro del cual sobresale el kerosene (58%), seguido por gas licuado (27%), gasolina (8%) y un porcentaje mínimo de propano. En paralelo, se observa una disminución en el uso de combustibles como el ENAP 6, cuya participación cayó de 5,9% a 1,6% en el periodo mencionado, principalmente debido a su sustitución progresiva por gas natural, el cual, no obstante, también redujo levemente su proporción total de 6,7% a 5,5%.

Este cambio en la estructura de consumo energético está estrechamente vinculado a la normativa ambiental nacional sobre calidad del aire, que impone límites más estrictos a las emisiones de material particulado y humos visibles en los hornos de refinado. En respuesta a estas regulaciones, las operaciones mineras han optado por reemplazar el ENAP 6 por gas natural y modernizar sus sistemas de combustión, implementando quemadores de alta eficiencia que permiten reducir el consumo total de combustibles y cumplir con los estándares ambientales vigentes.

Figura 12: Participación por tipo de combustible en el consumo total, 2024



Fuente: Cochilco

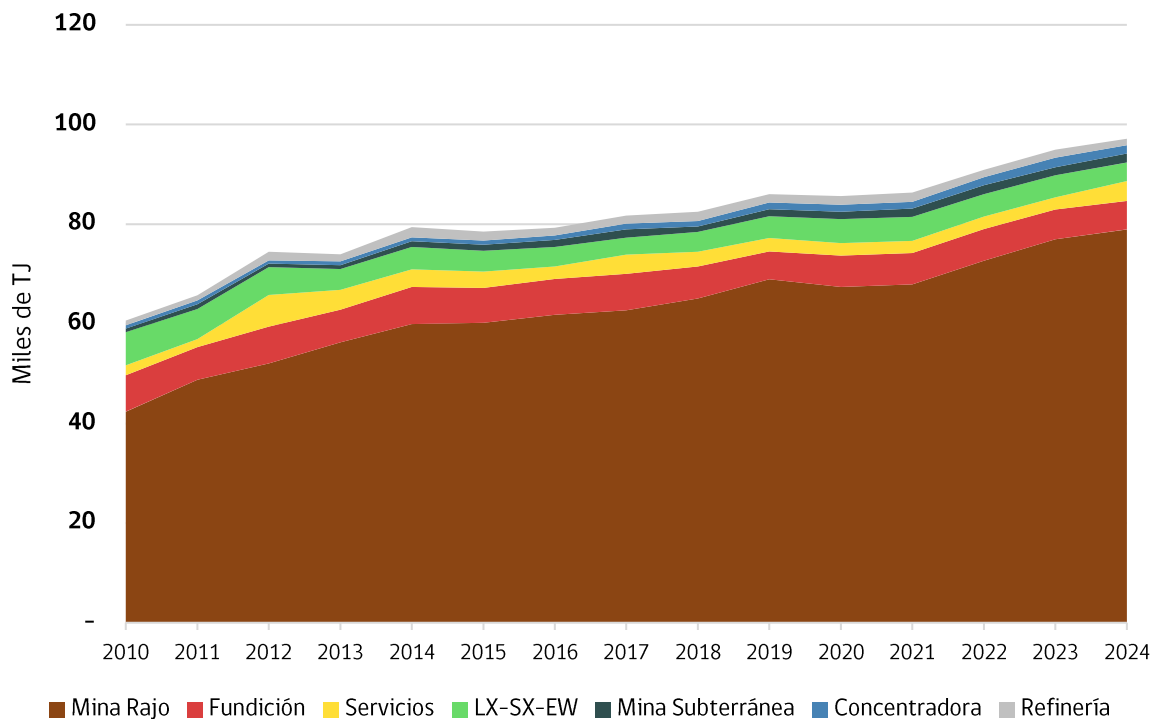
5.2 Consumo por procesos

Como se observa en la Figura 13, el proceso que concentra la mayor demanda de combustibles corresponde a la mina rajo, con una participación del 81,3% del total de combustibles consumidos en la minería del cobre. Al analizar su

evolución desde 2010, se evidencia que el consumo de combustibles prácticamente se ha duplicado, pasando de 42.375 TJ en 2010 a 78.932 TJ en 2024.

Durante el período 2010–2024, la minería del cobre evidencia una tendencia clara hacia un mayor procesamiento de mineral, impulsada por la expansión de la capacidad operativa en las etapas extractivas y de concentración. Haciendo un análisis de acuerdo a la tasa promedio anual de crecimiento, el consumo de combustibles aumentó de forma significativa en mina rajo (4,5% anual) y mina subterránea (7,0% anual), reflejando una mayor intensidad operacional y volumen de material movido, consecuencia del envejecimiento de los yacimientos y la disminución de las leyes de cobre, lo que obliga a remover y procesar más mineral para mantener los niveles de producción. De igual forma, las concentradoras mostraron un incremento promedio anual de 6,4%, en línea con la tendencia a procesar sulfuros de menor ley y con la incorporación de plantas de mayor capacidad y complejidad tecnológica. En contraste, durante el periodo analizado, el proceso LX-SX-EW presentó una tendencia a la baja de 4,1%, lo que se atribuye a la menor disponibilidad de minerales oxidados y a la transición hacia la concentración de sulfuros como método principal para la producción de cobre.

Figura 13: Evolución en el consumo de combustibles por proceso, 2010 - 2024



Fuente: Cochilco

En el caso de fundición, tal como se señaló en el capítulo anterior, el análisis considera el período comprendido entre 2018 y 2024, durante el cual se observa una disminución promedio anual del 2,0 % en su consumo de combustibles. Por su parte, la refinería presenta una caída aún más pronunciada, con una tasa promedio anual de -5,8 % en el mismo intervalo.

En términos físicos, el volumen de mineral extraído y procesado confirma esta evolución estructural. Según el mismo indicador anual promedio del periodo, la mina rajo y la mina subterránea registraron incrementos promedio de 1,9% y 1,8% anual, respectivamente, en línea con la expansión de operaciones para compensar la menor ley del mineral. A nivel de plantas, la concentradora presentó un crecimiento promedio anual de 3,3%, mientras que LX-SX-EW un descenso de 2,6%, coherente con la reducción de minerales oxidados y la optimización de las etapas metalúrgicas.

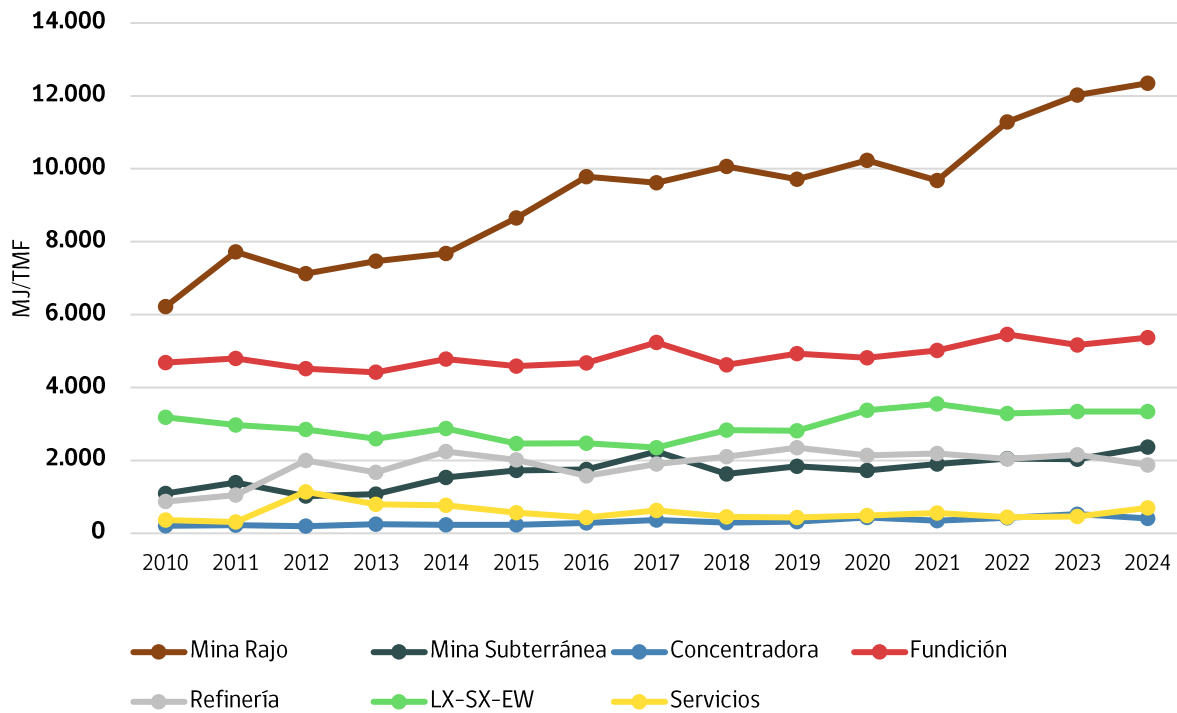
En conjunto, los resultados reflejan una minería más intensiva en energía y movimiento de material, donde el aumento del mineral tratado y del consumo de combustibles responde a los desafíos derivados de menores leyes de cobre, mayor profundidad de los yacimientos y una mayor complejidad mineralógica.

5.3 Consumos unitarios

Por otra parte, la Figura 14 muestra los consumos unitarios de combustibles por tonelada de cobre fino contenido en el producto de cada etapa del proceso. Destaca el caso de la mina rajo, cuyo consumo ha aumentado de forma sostenida a lo largo del periodo, pasando de 6.218 MJ/TMF en 2010 a 12.349 MJ/TMF en 2024 (+98,6%), reflejando el efecto de la disminución en las leyes del mineral.

Otro caso relevante en términos de consumo unitario corresponde al proceso LX-SX-EW, el cual presenta un incremento moderado del 4,9 % en comparación con 2010. En tanto, la fundición, identificada en el gráfico como el segundo proceso con mayor consumo unitario, evidencia un aumento del 16,0 % al comparar los valores de 2018 y 2024.

Figura 14: Consumos unitarios de combustibles por tonelada de cobre fino contenido en el producto de cada etapa, 2010 - 2024



Fuente: Cochilco

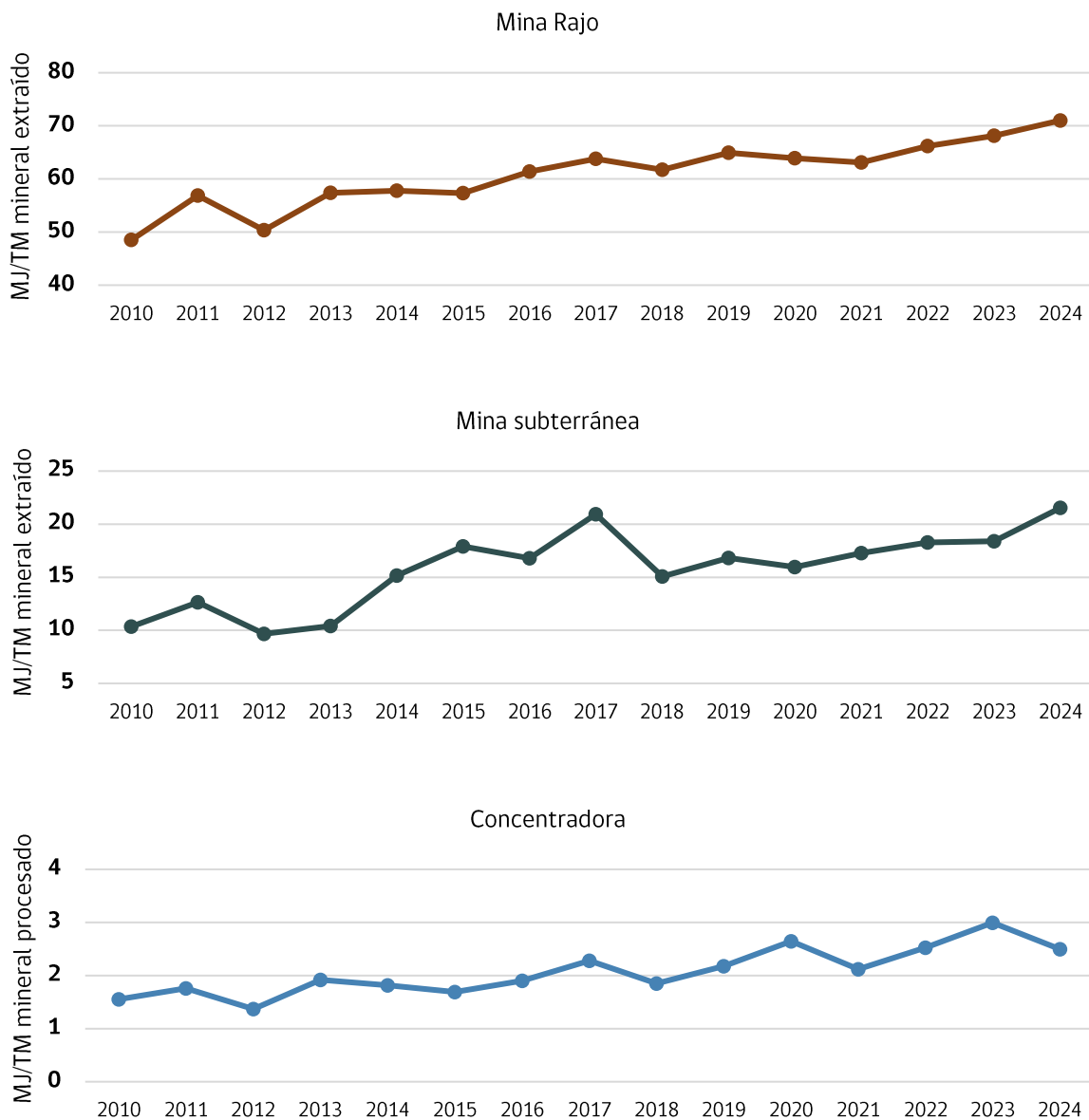
A continuación, en la serie de gráficos presentado en la Figura 15, se analiza el consumo unitario de combustibles por mineral extraído o procesado, según corresponda. En la minería rajo, respecto del mineral extraído, se observa que el promedio ponderado nacional presenta un incremento de 46,4% entre 2010 y 2024, aumentando desde 48,5 MJ/t a 71,0 MJ/t de mineral extraído. Este aumento se explica principalmente por la disminución sostenida en las leyes promedio del mineral, lo que implica un mayor volumen de material removido para obtener una misma cantidad de cobre fino.

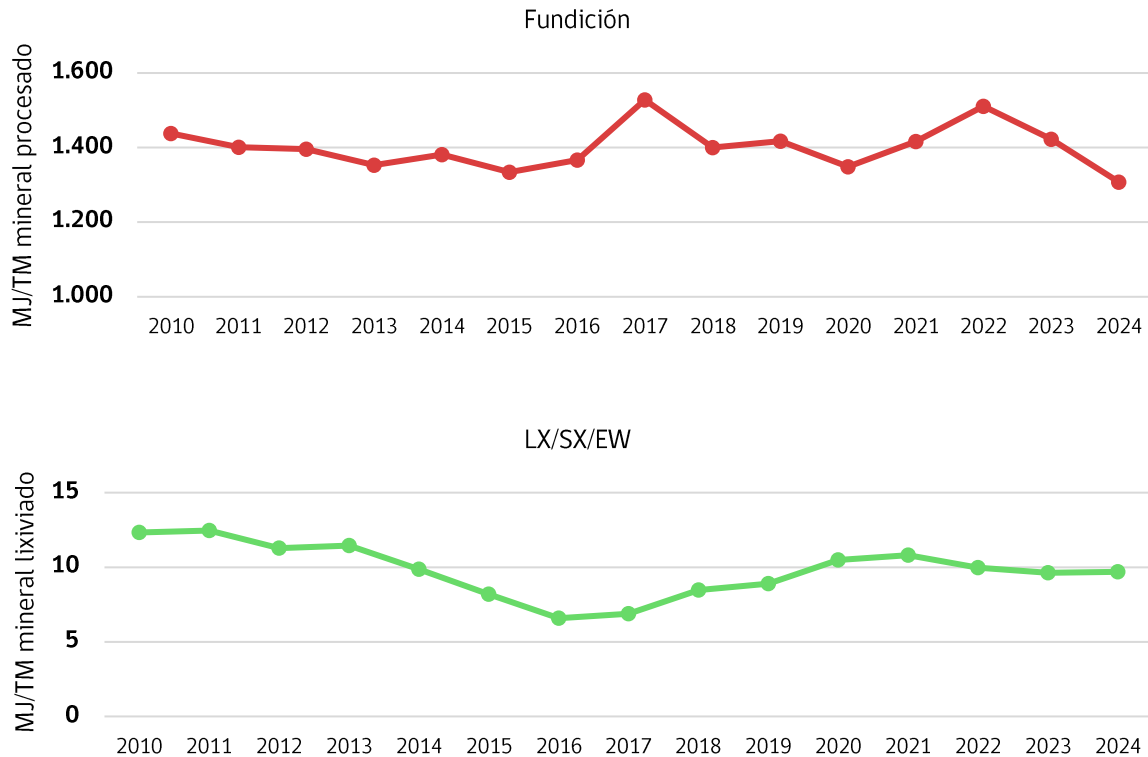
En el proceso de fundición, que presenta los mayores consumos unitarios de combustible dentro de la cadena productiva minera, se registran niveles elevados de consumo por tonelada de concentrado procesado. Entre 2018 y 2024, este indicador muestra una disminución de 6,6%, pasando de 1.400 a 1.307 MJ/t. Cabe señalar, que durante este período se han producido cambios estructurales en la operación de las fundiciones, como la reducción del número de hornos, ajustes en los esquemas operativos, detenciones prolongadas y el cierre de instalaciones. Estos factores han afectado la continuidad y configuración del procesamiento, influyendo directamente en los indicadores energéticos del segmento.

Por su parte, el proceso de lixiviación también evidencia una reducción significativa en su consumo unitario, pasando de 12,3 MJ/t de mineral lixiviado en 2010 a 9,7 MJ/t en 2024, equivalente a una variación de -21,3%.

En contraste, la minería subterránea muestra un aumento sustantivo en su consumo unitario de combustibles, duplicando sus niveles entre 2010 y 2024, mientras que la etapa de concentradora ha mantenido bajos y estables niveles de consumo por tonelada procesada a lo largo del período analizado.

Figura 15: Consumos unitarios de combustibles por tonelada de material procesado por etapa, 2010 - 2024



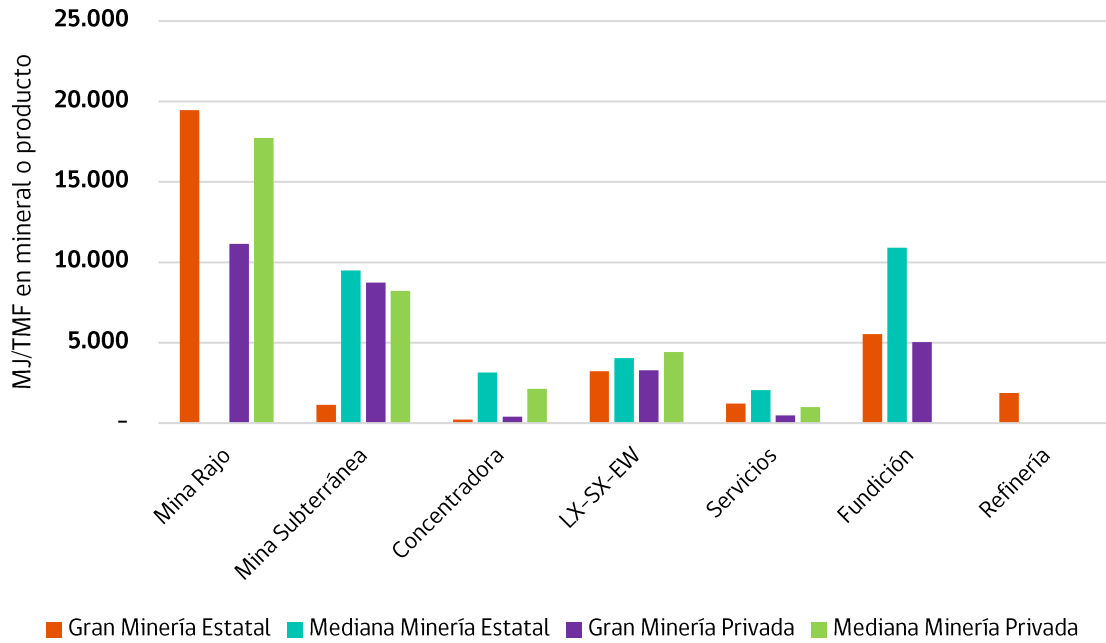


Fuente: Cochilco

Al analizar los consumos unitarios de combustible según el tamaño de la operación, se observa en la Figura 16 que, dentro del segmento de gran minería, los valores correspondientes a los procesos de concentradora, LX-SX-EW y fundición presentan niveles relativamente similares entre los sectores privado y estatal. En el caso de la minería a rajo abierto, se aprecia una diferencia entre ambos segmentos dentro de la gran minería. El incremento en el consumo unitario de este proceso por parte de Codelco se asocia a la inclusión de una operación en fase de construcción e implementación, lo que implica un mayor movimiento de material sin una producción significativa de cobre fino que reportar. En consecuencia, se registra un aumento de 14% en el consumo unitario de este proceso respecto al año anterior.

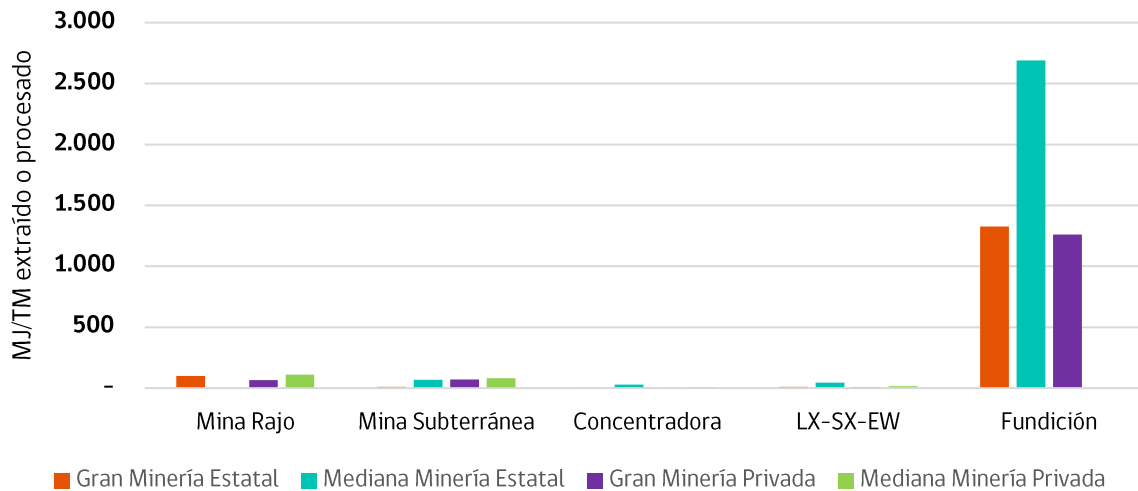
Por otra parte, en cuanto al consumo unitario de combustible por tonelada extraída o procesada, según corresponda, mostrado en la Figura 17, el proceso de fundición continúa destacando por presentar los niveles más altos, con amplia diferencia respecto de los demás. En las plantas de ENAMI se observa un incremento general del consumo en fundición, fenómeno esperable dada la creciente antigüedad de dichas operaciones. El resto de los procesos mantiene niveles bajos y estables, sin variaciones significativas. Este comportamiento refleja una estabilidad operacional en el uso de combustibles dentro de los principales procesos productivos de la minería del cobre.

Figura 16: Consumo unitario de combustible por tonelada de cobre fino contenido en el producto de cada etapa clasificado por tamaño, 2024



Fuente: Cochilco

Figura 17: Consumo unitario de combustible por tonelada de material procesado en cada etapa clasificado por tamaño, 2024



Fuente: Cochilco

6 Consumo eléctrico

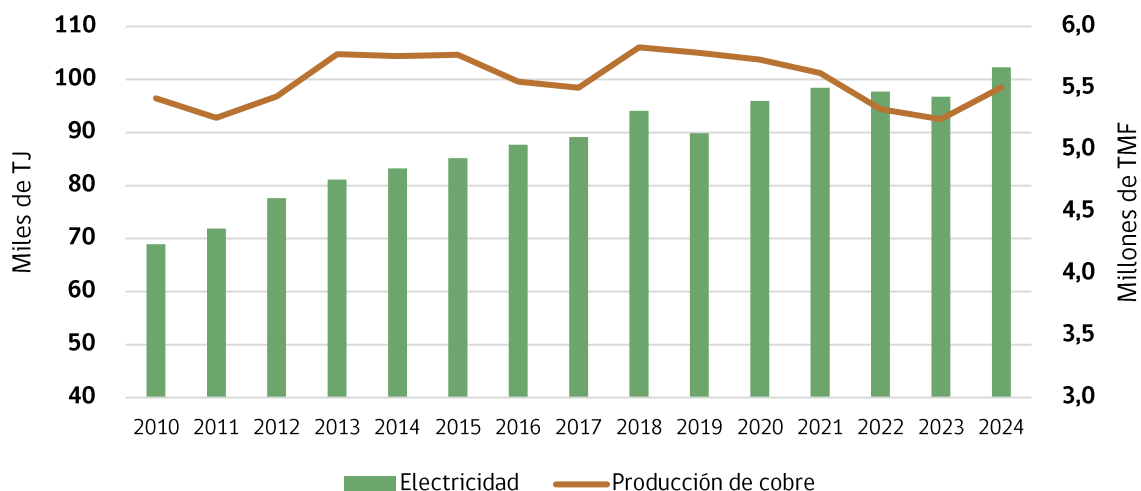
En esta sección se analiza el consumo y variación anual del consumo de energía eléctrica en la minería del cobre a nivel global, por procesos, consumo unitario de electricidad por tonelada de cobre y el consumo unitario de electricidad por tonelada de mineral tratado según proceso.

6.1 Consumo agregado

El año 2024 la minería del cobre consumió un total de 102.307 TJ en energía eléctrica, creciendo un 5,7% respecto al 2023 y comparado con el 2010 se registró un aumento del 48,5% como se puede observar en la Figura 18.

El alza del consumo eléctrico viene dado principalmente por el aumento de capacidad de procesamiento de concentración a nivel nacional y del incremento del consumo eléctrico de los sistemas de impulsión y desalación de agua de mar a las faenas, lo cual se analiza más en detalle en las siguientes secciones.

Figura 18: Consumo de energía eléctrica en la minería del cobre, 2010 - 2024



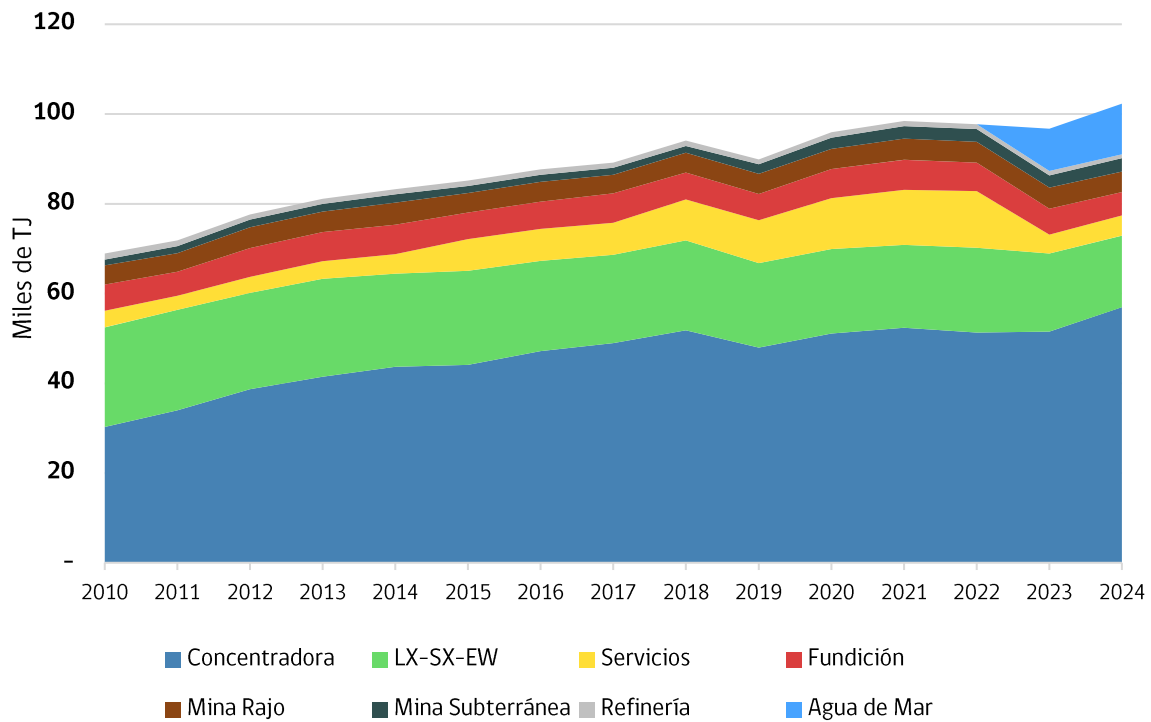
Fuente: Cochilco

6.2 Consumo por procesos

Como se puede ver en la Figura 19, la concentradora ha sido la principal fuerza demandante, pasando de 30.218 TJ (44,3% del total de consumo electricidad de la minería) en 2010 a 56.970 TJ (55,7% del total) en 2024. Por otra parte, el consumo eléctrico en lixiviación, la segunda mayor fuente de consumo

eléctrico, si bien ha aumentado su consumo eléctrico en términos absolutos de 22.209 TJ en 2010 a 15.909 TJ en 2024, decreció en su participación desde el 32,5% al 16,4% en igual período.

Figura 19: Evolución del consumo eléctrico por proceso, 2010 - 2024

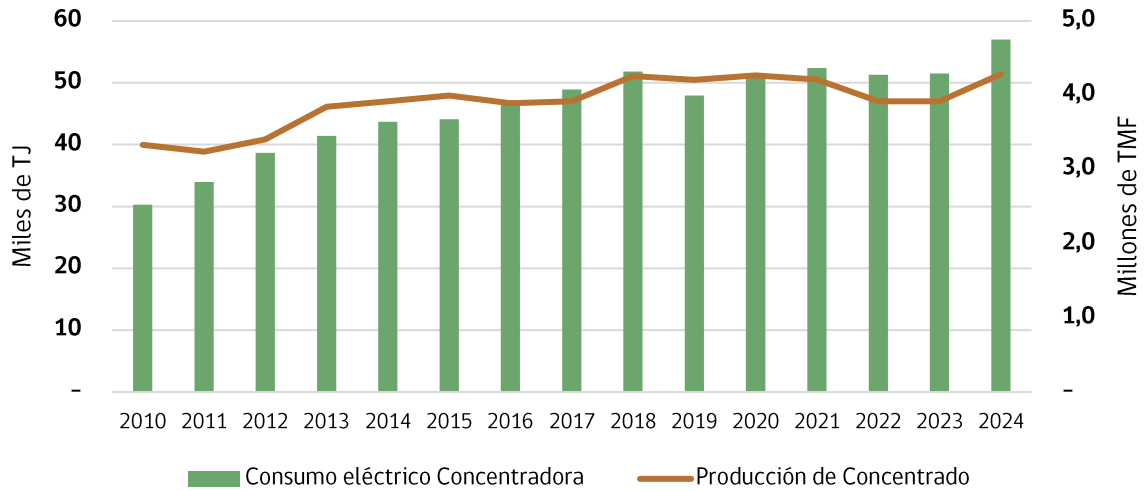


Fuente: Cochilco

La Figura 20 muestra la evolución del consumo eléctrico en las plantas concentradoras de cobre y la producción de concentrado entre 2010 y 2024. Se observa un crecimiento sostenido del consumo eléctrico, que pasa de alrededor de 30 mil TJ en 2010 a casi 57 mil TJ para 2024. En paralelo, la producción de concentrado también aumenta, aunque con fluctuaciones leves, manteniéndose en torno a los 4 millones de toneladas métricas finas (TMF). Esto sugiere que la eficiencia energética del proceso de concentración ha experimentado una tendencia estable, con un consumo de energía proporcional al incremento en la producción, aunque con una ligera intensificación del uso eléctrico en los últimos años.

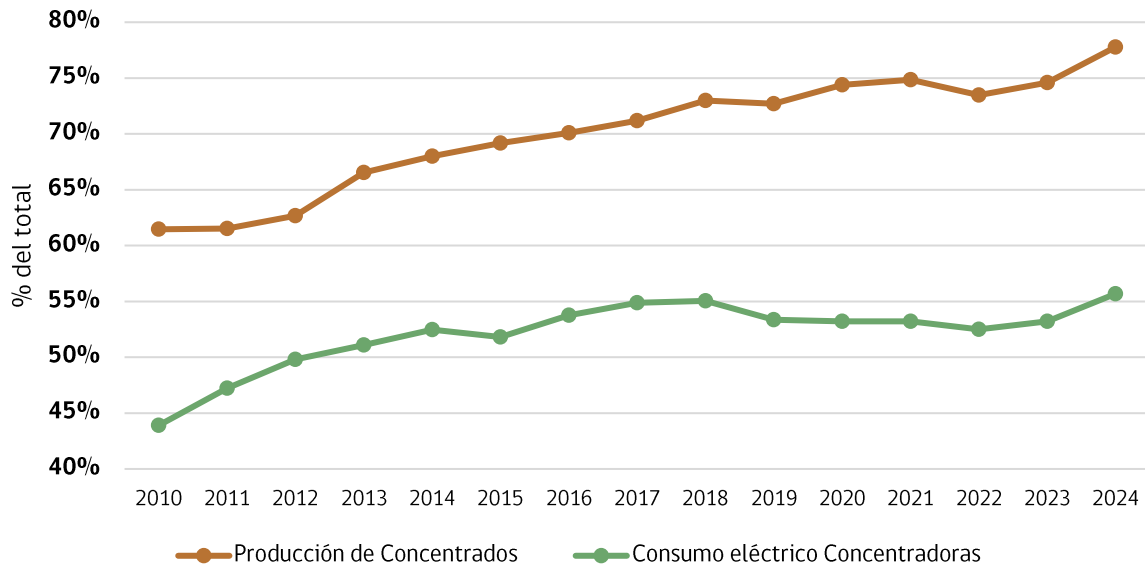
Por su parte, la Figura 21, que presenta la participación porcentual del proceso de concentración dentro de la producción cuprífera total y su peso en el consumo eléctrico total de la minería del cobre, evidencia que la concentración mantiene un rol dominante tanto en términos productivos como energéticos. El proceso de concentración representa la mayor fracción de la producción nacional de cobre y también concentra la mayor parte del consumo eléctrico del sector.

Figura 20: Producción de concentrado de cobre y consumo eléctrico en concentradoras, 2010 - 2024



Fuente: Cochilco

Figura 21: Participación porcentual de la producción de concentrados de cobre y consumo eléctrico de concentradoras en sus respectivos totales, 2010 - 2024

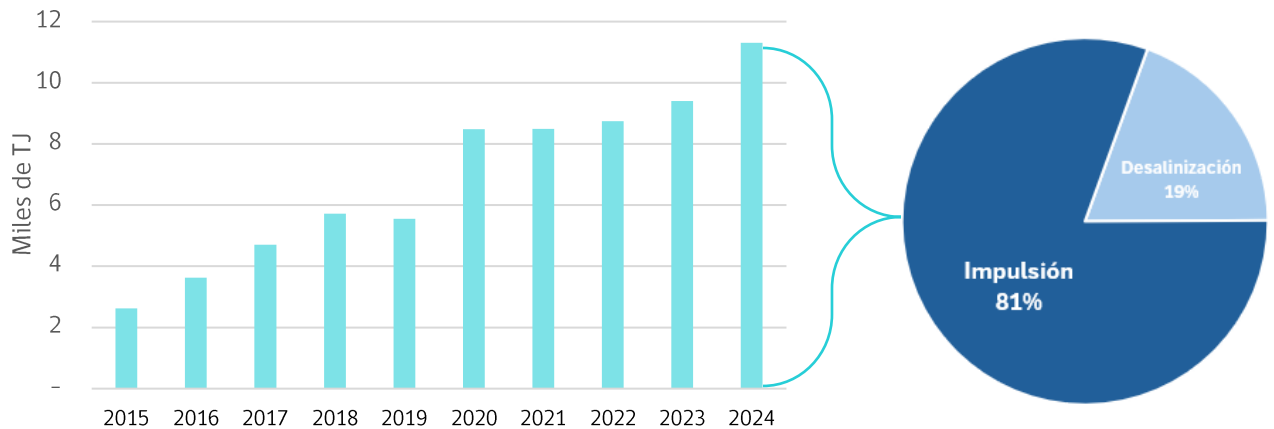


Fuente: Cochilco

El proceso de desalación e impulsión de agua continúa incrementando significativamente su demanda eléctrica, especialmente en la zona norte del país, donde las restricciones de agua continental han acelerado su expansión. En 2024, este proceso alcanzó un caudal total de 7.759 litros por segundo. Tal como se observa en la Figura 22, el consumo eléctrico asociado a la desalación e impulsión de agua en la minería del cobre se ha incrementado en más de un

330% durante la última década, pasando de 2.623 terajoules en 2015 a 11.308 TJ en 2024. Este último valor representa un aumento del 20,3% respecto al año anterior y equivale al 11,1% del consumo eléctrico total del sector, posicionándose como el cuarto proceso con mayor demanda energética. Del total registrado en 2024, la impulsión concentra el mayor consumo, con 9.118 TJ, lo que representa el 81% del total.

Figura 22: Consumo eléctrico en desalinización e impulsión de agua de mar, 2015 – 2024



Fuente: Cochilco

Este crecimiento en el uso de agua de mar representa una respuesta concreta ante las crecientes restricciones de agua continental que afectan gran parte del territorio minero nacional. Además de ser una solución técnica, este proceso se ha convertido en una medida estratégica de adaptación al cambio climático, promovida dentro del Plan Sectorial de Cambio Climático. En este contexto, se incentiva el uso de agua de mar (desalinizada o directa) como una forma de reducir la presión sobre fuentes de agua dulce y continentales. Lo anterior exige un análisis más profundo por parte de la autoridad, especialmente en el diseño de políticas públicas y planes de desarrollo que consideren el suministro eléctrico, la disponibilidad de terrenos interiores para ductos de impulsión, el uso del borde costero para plantas desaladoras, y un manejo integrado de cuencas que permita evaluar ambientalmente la sumatoria de plantas desaladoras en una misma zona. Esta evaluación es clave para anticipar impactos acumulativos y orientar la planificación territorial de manera sostenible.

6.3 Consumos unitarios

La Figura 23 muestra los consumos unitarios de electricidad por tonelada de cobre fino contenido en el producto de cada etapa del proceso minero. Se observa, en primer lugar, un incremento sostenido en el consumo unitario de energía eléctrica del proceso de concentradora, que pasó de 8.946 a 13.079

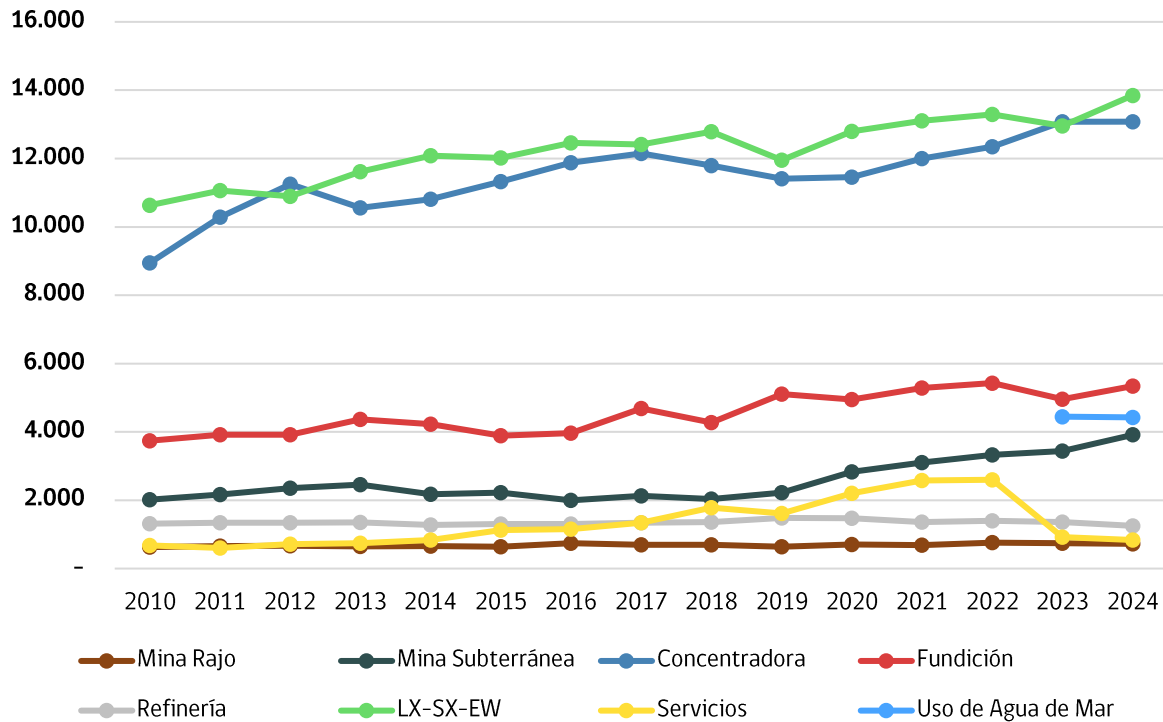
MJ/cobre fino contenido, lo que representa un aumento del 46,2% entre 2010 y 2024. Esta etapa se caracteriza por un alto requerimiento energético, principalmente destinado a las operaciones de chancado y molienda. El envejecimiento de los yacimientos ha llevado a trabajar minerales más profundos y rocas de mayor dureza, afectando directamente la conminución e incrementando la demanda de electricidad en este subproceso.

Otro proceso relevante por su elevado consumo de electricidad es el de LX-SX-EW, cuyo consumo unitario aumentó de 10.634 a 13.848 MJ/cobre fino contenido, equivalente a un alza del 30,2% en el mismo periodo. Por su parte, la minería subterránea exhibió un crecimiento notable, con un aumento de 94,4% en su consumo unitario: de 2.013 a 3.912 MJ/cobre fino contenido durante el periodo analizado. Este incremento no se asocia únicamente al avance en la operación de minas subterráneas, sino también a la incorporación de proyectos en fase de construcción, en los cuales el consumo eléctrico está vinculado principalmente a actividades como pre-stripping, desarrollo de túneles, ventilación, bombeo y habilitación de infraestructura. Se prevé que, a medida que estos proyectos alcancen la fase operativa, los consumos unitarios tenderán a estabilizarse y reflejarán con mayor exactitud las condiciones reales de explotación.

A contar de 2024, el proceso de servicios ya no incluye el consumo eléctrico asociado al uso de agua de mar, el cual fue reportado en esta categoría entre 2012 y 2023. Desde este año, dicho consumo se informa como un proceso independiente bajo la denominación agua de mar. Como resultado de este ajuste metodológico, en 2024 el consumo unitario del proceso de servicios se sitúa en 836 MJ/TMF, lo que corresponde a una disminución del 69,8% respecto a 2023. Sin embargo, al comparar con 2010, se observa un aumento del 23,0%, evidenciando una tendencia al alza en el uso energético de los servicios mineros, excluyendo el componente hídrico.

En cuanto a fundición, el consumo unitario de electricidad por tonelada de cobre fino contenido en el concentrado aumentó un 24,8% comparando 2018 con 2024. Este crecimiento se relaciona principalmente con la implementación de normativas ambientales más estrictas en materia de calidad del aire, las que han exigido la incorporación de sistemas de captación y manejo de gases, plantas de ácido sulfúrico y tecnologías de control ambiental, elevando así el consumo de equipos eléctricos. Además, varias fundiciones ejecutaron proyectos de modernización, incluyendo la instalación de sistemas de transporte e inyección de concentrado seco y la incorporación de hornos eléctricos para el tratamiento pirometalúrgico de escorias, factores que también contribuyeron al alza en el consumo energético. En este contexto, el mayor consumo unitario de electricidad refleja no solo una mayor producción, sino también procesos más exigentes, complejos y con mayores estándares de responsabilidad ambiental.

Figura 23: Consumo unitario de electricidad por tonelada de cobre fino contenido en el producto de cada etapa (MJ/TMF), 2010 - 2024



Fuente: Cochilco

A continuación, en la Figura 24, se presentan los gráficos correspondientes a la serie 2010-2024 de consumos unitarios de electricidad, diferenciados según mineral extraído o mineral procesado, según corresponda.

En el caso de las fundiciones, que exhiben el mayor consumo unitario por tonelada procesada, el consumo de electricidad por tonelada de concentrado se ha mantenido prácticamente estable, con un leve incremento del 0,5% entre 2018 y 2024. Este comportamiento se enmarca en un contexto de cambios operacionales asociados a la adaptación de equipos, lo que puede generar incrementos transitorios en los indicadores unitarios.

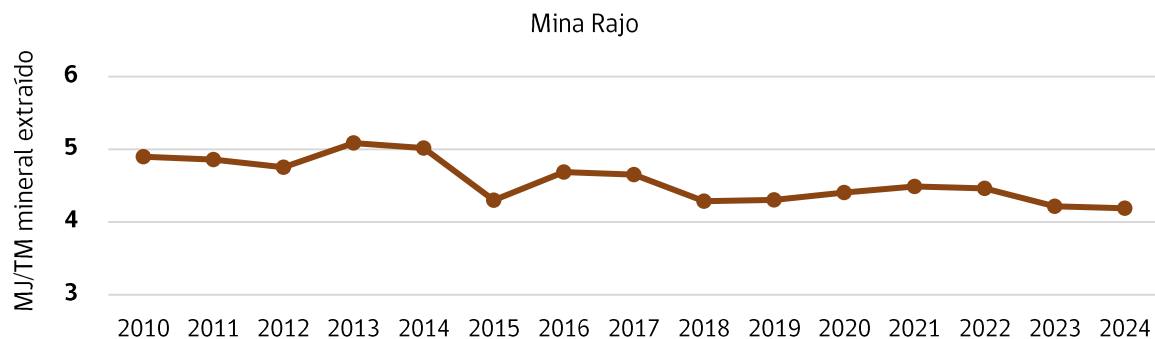
La minería subterránea ha registrado un aumento del 85,3% en su consumo unitario de electricidad por tonelada de mineral extraído entre 2010 y 2024, alcanzando los 35,6 MJ/tonelada. Este nivel es aproximadamente ocho veces superior al de la minería a rajo abierto, lo que refleja las mayores exigencias operativas inherentes a la explotación subterránea. En este tipo de faenas, el uso intensivo de sistemas de aire comprimido, ventilación, bombeo, iluminación y otros servicios auxiliares requiere una infraestructura energética significativa para mantener condiciones seguras y eficientes bajo superficie.

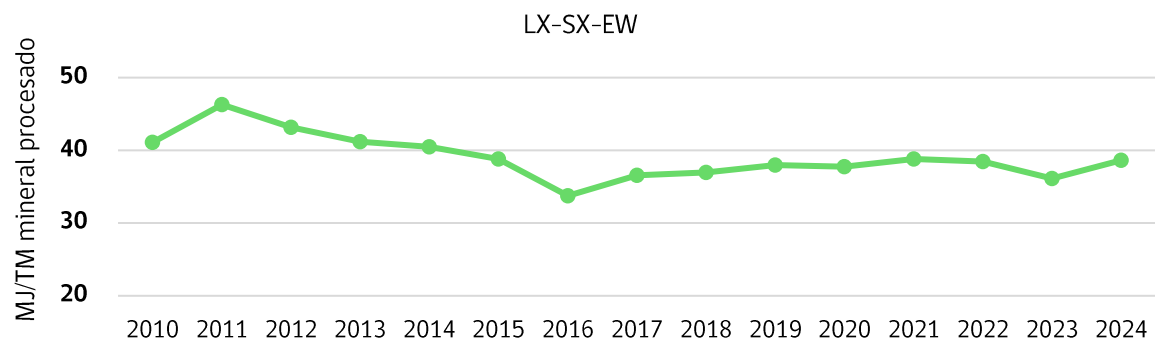
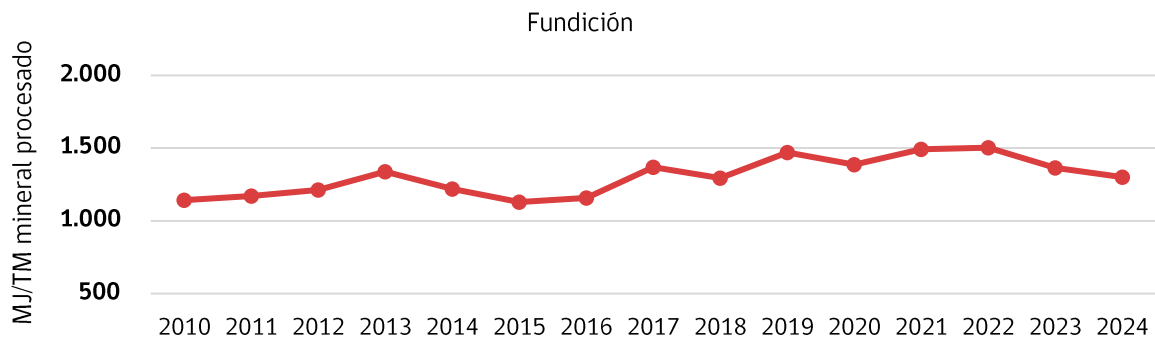
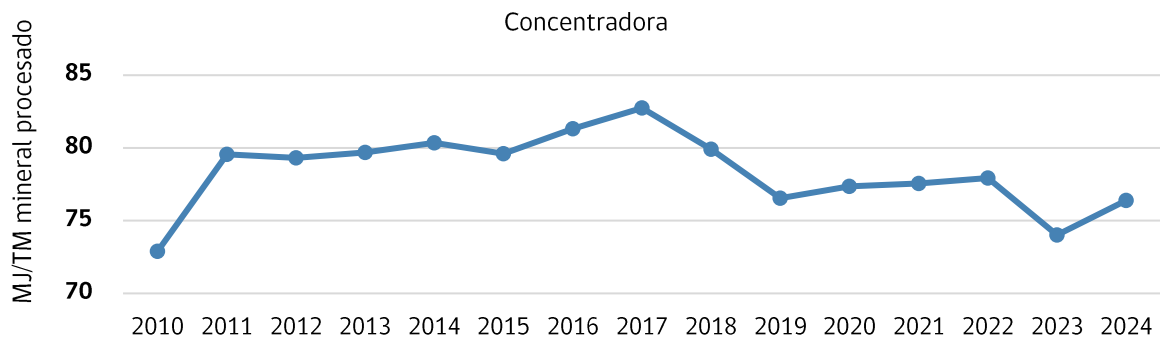
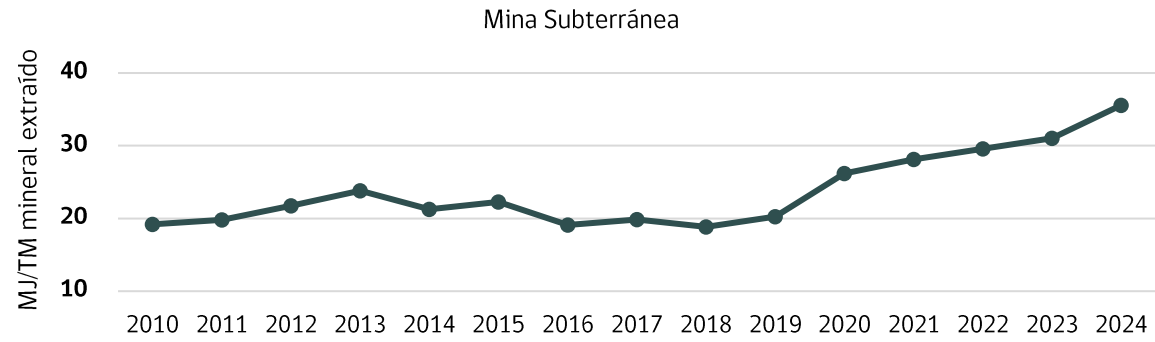
El proceso de concentración ha mostrado una tendencia relativamente estable en su consumo unitario de electricidad por tonelada de mineral procesado durante los últimos quince años, con un promedio simple de 78,3 MJ/tonelada de concentrado. Si bien se han registrado incrementos en la mayoría de los años, estos han sido más moderados en comparación con los observados por tonelada de cobre fino contenido, alcanzando al año 2024 un alza acumulada de 4,8%.

Por su parte, el consumo unitario del proceso LX-SX-EW disminuyó un 6,0% en el período 2010-2024. Esta reducción se explica principalmente porque la extracción de mineral destinado a lixiviación creció a un ritmo más acelerado que el consumo eléctrico asociado a las etapas de lixiviación, extracción por solventes y electro-obtención de cátodos. Aunque la producción de cátodos se redujo un 41,4% en el mismo período, el volumen de mineral tratado continuó en aumento, reflejando una disminución en las leyes del mineral.

Cabe señalar que si bien hoy la producción de cobre en Chile se extrae mayoritariamente de operaciones a rajo abierto, el envejecimiento natural de las minas conlleva a un mayor consumo de combustibles en el transporte del mineral a procesar, lo que implica mayores costos y también mayores emisiones de gases de efecto invernadero, es así como en el largo plazo podría llegar un punto de inflexión en que el método de extracción por rajo no sea rentable de seguir profundizando y ampliando el rajo, entonces en caso de tener en el yacimiento reservas de mineral en profundidad podría pasar a un método extracción subterránea si ello es viable técnica y económicamente. La minería subterránea, es un proceso que se caracteriza por una extracción más selectiva sin lastre que puede reducir los volúmenes de material extraído y que es más intenso en el consumo de electricidad en su extracción.

Figura 24: Consumo unitario de electricidad por tonelada de mineral extraído o procesado (MJ/TM), 2010 - 2024



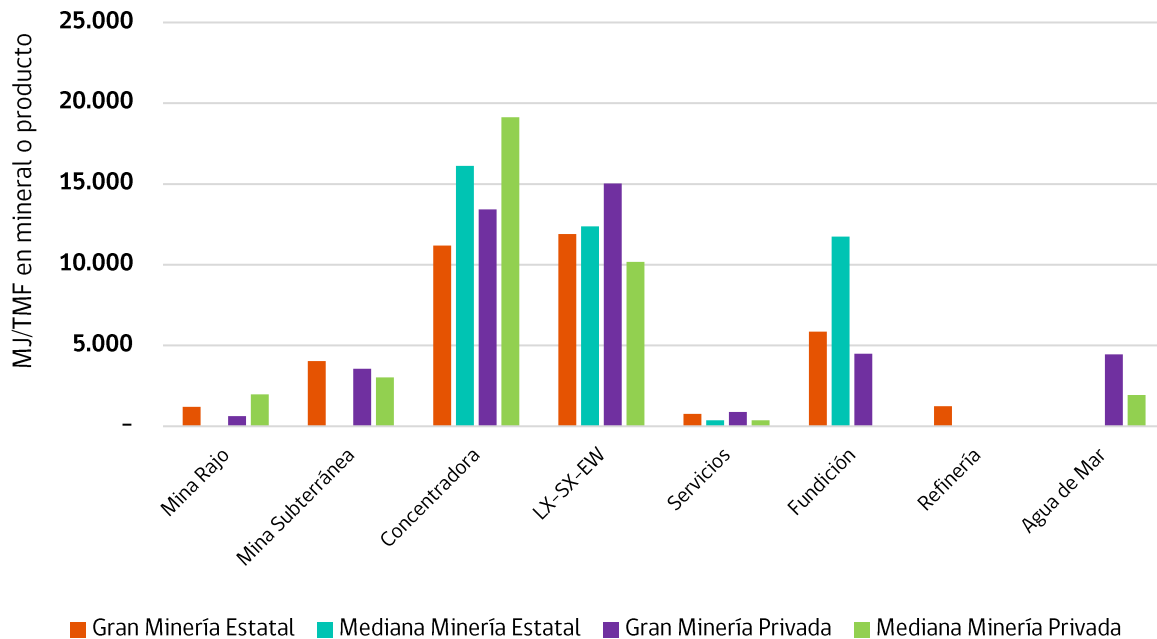


Fuente: Cochilco

En el ámbito eléctrico, los procesos de concentradora y LX-SX-EW continúan siendo los principales consumidores de energía por unidad de cobre fino, registrándose un aumento transversal en ambos procesos a lo largo de todos los tamaños de minería. Destaca además la incorporación, de forma desagregada, del uso de agua de mar, que anteriormente se incluía dentro del ítem de servicios. Este nuevo apartado presenta un consumo unitario representativo en la minería privada, evidenciando el creciente peso energético asociado al bombeo y manejo de agua desalinizada en las operaciones costeras.

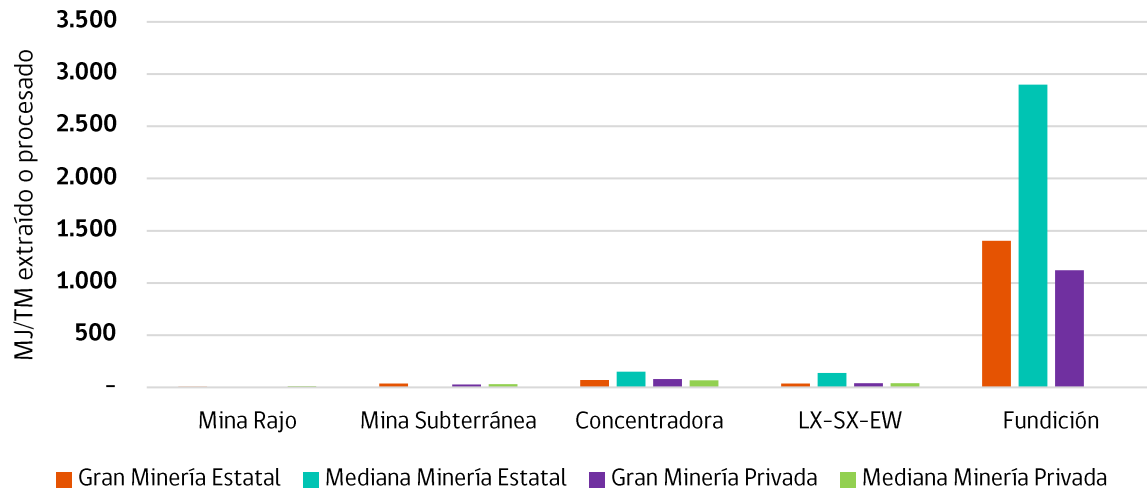
Al igual que en el análisis de combustibles, el proceso de fundición se distingue por registrar el mayor consumo unitario de electricidad por tonelada de material procesado. Este aumento se observa particularmente en la mediana minería estatal, representada por ENAMI, mientras que los demás procesos mantienen niveles bajos y sin variaciones significativas respecto al año anterior. En conjunto, los resultados reflejan una estabilidad general en la intensidad eléctrica de los procesos, salvo en aquellas etapas vinculadas a la fundición, donde se concentran las principales alzas de consumo.

Figura 25: Consumo unitario de electricidad por tonelada de cobre fino contenido en el producto de cada etapa clasificado por tamaño, 2024



Fuente: Cochilco

Figura 26: Consumo unitario de electricidad por tonelada de material procesado en cada etapa clasificado por tamaño, 2024



Fuente: Cochilco

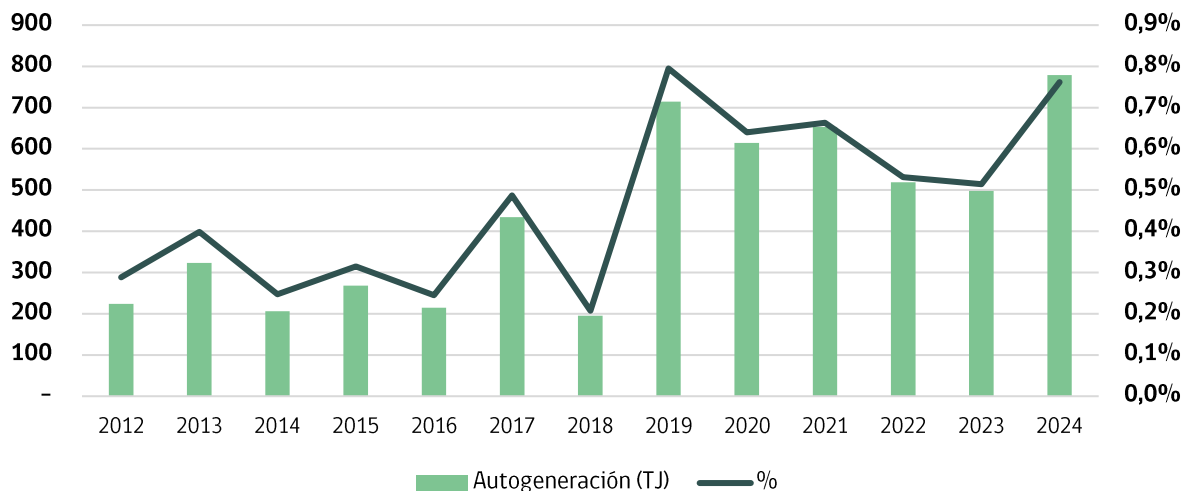
7 Energía sustentable

7.1 Autogeneración de energía eléctrica

Ante el aumento sostenido de la demanda energética, algunas empresas mineras han incorporado sistemas de autogeneración eléctrica, ya sea mediante el aprovechamiento energético de sus propios procesos productivos o a través de la implementación de instalaciones de Energías Renovables No Convencionales (ERNC). Un ejemplo destacado es Minera Los Pelambres, que opera una cinta transportadora de minerales capaz de generar electricidad, la cual en 2024 aportó el 9% de su consumo eléctrico anual.

De acuerdo con lo presentado en la Figura 27, la autogeneración eléctrica en la minería del cobre alcanzó en 2024 un total estimado de 779 TJ, equivalentes al 0,8% del consumo eléctrico total del sector. Esta cifra representa un incremento del 57% respecto a 2023, año en que se registraron 498 TJ. En comparación con 2012, cuando la autogeneración alcanzaba 224 TJ, el volumen actual más que triplica dicho valor. No obstante, cabe señalar que las variaciones interanuales no siempre reflejan modificaciones reales en la capacidad de autogeneración, dado que en algunos años no se dispone de información completa reportada por las faenas mineras.

Figura 27: Autogeneración de energía eléctrica, 2010 - 2024



Fuente: Cochilco

7.2 Integración de energías renovables

A diciembre de 2024, como resultados concretos de la transformación energética que Chile ha decidido implementar, se observa que de los 34.553 MW de capacidad instalada neta de generación eléctrica del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), el

67% corresponde a fuentes renovables (18,2 % hidráulica; 30,8% solar; 13,5% eólico; mini hidro 1,8%; 1,5% biomasa; concentración solar de potencia 0,31% y 0,24% geotérmica) mientras que el 33% corresponde a fuentes térmicas (10,8% carbón, 10,9% gas natural y 11,02% petróleo) (Fuente: Energía abierta, 2025).

Asimismo, la generación renovable en el SEN en los últimos años ha aumentado fuertemente, llegando en 2024 a un 68% de generación (39,7% de energías renovables no convencionales (ERNC) y un 28,4% de generación hidráulica convencional). Es así como en el 2024 la participación anual de generación eléctrica de las ERNC supera el nivel de participación de la generación térmica (31,1%).

Es así como en la última década, el país ha avanzado en mejoras significativas para un escenario energético más eficiente y sustentable, aprovechando el gran potencial del país para la generación de energías renovables y hacer posible la integración actual y futura de esta energía limpia a la matriz energética nacional; no obstante estos importantes avances que ha tenido Chile, cabe señalar que el abrupto ingreso de las energías renovables no convencionales y también el comparativamente lento crecimiento en líneas de transmisión, actualmente se evidencian importantes desafíos país para lograr la total integración.

En este contexto, la minería del cobre ha realizado constantes esfuerzos por usar energías renovables, integrando en el tiempo estas energías a las operaciones mineras, de distinta forma. En sus primeras etapas, esta integración se dio mediante iniciativas propias de las operaciones mineras (uso directo en procesos específicos) y mediante participación en proyectos de generación renovable, sin embargo, desde 2019 la tendencia se ha consolidado exclusivamente a través de contratos Power Purchase Agreement (PPA) en los que la minera como cliente solicita a su generador que el suministro eléctrico sea con energías renovables.

Esta última forma de integración ha sido la principal opción elegida por las operaciones mineras chilenas con poderosos procesos de renegociación de sus contratos eléctricos, con el objetivo de iniciar contratos con energías renovables y con precios más convenientes.

Ello se puede evidenciar en la Tabla 3, que muestra los avances en la integración de energías renovables en la minería del cobre al año 2024. La mediana minería estatal (Enami) mantiene un alto nivel de cobertura, con un 84% de su consumo eléctrico proveniente de fuentes renovables. Cabe señalar que en este segmento el número de operaciones con suministro renovable disminuyó de seis a cinco, debido al cierre de una planta a mediados de año, lo que explica la variación respecto al 100% registrado en 2023. La gran minería privada presenta el mayor avance, con un 96% de su consumo eléctrico suministrado por energías renovables, superando el 93% del año anterior. En la mediana minería privada,

el suministro renovable alcanza el 70% del consumo eléctrico, lo que representa un incremento significativo respecto al 57% de 2023.

Por su parte, Codelco tiene una de sus operaciones con contrato de suministro renovable y este suministro representa el 23% de su consumo eléctrico total. En conjunto, el 78% del consumo eléctrico total de la minería del cobre proviene de fuentes renovables, lo que representa un aumento de 4 puntos porcentuales respecto al 74% alcanzado en 2023, evidenciando una consolidación progresiva de la transición energética en el sector.

Tabla 3: Suministro de energías renovables por tamaño de operación minera del cobre al 2024

Tipo de Minería	Número de operaciones	Consumo de electricidad (TJ)	PPA Suministro de ER	PPA con suministro ER registrado en RENOVA	Electricidad suministrada con ER (TJ)	Porcentaje del consumo suministrado con ER
Gran Minería Estatal	8	24.058	1	0	5.531	23%
Mediana Minería Estatal	6	464	5	4	392	84%
Gran Minería Privada	19	74.526	19	14	71.274	96%
Mediana Minería Privada	16	3.259	9	7	2.286	70%
Total	49	102.307	34	25	79.483	78%

Fuente: Cochilco en base a datos de la EMPAE 2024

Ahora bien, hoy en día dada la estructura de nuestro sistema eléctrico es bastante complejo identificar o correlacionar una unidad de generación de la matriz energética con el consumidor final (en este caso las operaciones mineras) especialmente en contextos de congestión en la red de transmisión. Por ello, los contratos de suministro eléctrico que ofrecen energía renovable deben contar con mecanismos de certificación y trazabilidad que respalden efectivamente su origen.

En este contexto, el Coordinador Eléctrico Nacional, apoyado por el Ministerio de Energía, ha desarrollado RENOVA, el Registro Nacional de Trazabilidad de Energías Renovables. Este sistema permite acreditar que los contratos PPA basados en energías limpias cumplen con los criterios de generación renovable y, además, reconocer el atributo de cero emisiones asociado a dicha electricidad. Para evitar conflictos de doble contabilidad, RENOVA ha establecido una metodología basada en el Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol), que permite calcular un factor de emisión residual para el resto de la red eléctrica.

En términos de cobertura, el 51% de las operaciones mineras del cobre cuentan actualmente con certificación RENOVA. Desglosando por segmento, la gran minería privada mantiene el liderazgo con un 74% de sus operaciones registradas en RENOVA, seguida por la mediana minería privada con un 44. En el ámbito estatal, la mediana minería presenta 4 de sus 5 operaciones registradas, mientras que Codelco aún no cuenta con registros en RENOVA. Estos datos reflejan una consolidación parcial del sistema de certificación, con avances relevantes en algunos segmentos.

En síntesis, los avances en trazabilidad y certificación del suministro eléctrico renovable reflejan el compromiso del sector minero con la descarbonización. Esta integración permite reducir las emisiones GEI de sus operaciones y avanzar hacia los compromisos públicos de carbono neutralidad en un futuro cercano.

7.3 Eficiencia Energética

La eficiencia energética en Chile se ha consolidado como uno de los pilares para alcanzar la carbono neutralidad al año 2050, compromiso asumido por el país en el marco de sus metas climáticas. En este contexto, la Ley N° 21.305 sobre Eficiencia Energética, publicada en el Diario Oficial en febrero de 2021, establece un marco normativo que promueve el uso racional y eficiente de la energía, institucionaliza la gestión energética y fomenta una participación activa de los grandes consumidores. A partir de 2022, entró en vigencia el Reglamento sobre Gestión Energética, que aplica a los organismos públicos y de los grandes consumidores de energía (empresas con consumos de energía para uso final sobre 50 tera-calorías (58 GWh) anuales, que se denominan consumidores con capacidad de gestión de energía (CCGE).

Las empresas que califiquen como CCGE están obligadas a implementar uno o más sistemas de gestión de energía (SGE). Estos sistemas deben incluir políticas energéticas, metas, planes de acción e indicadores de desempeño energético, designar un gestor energético y tener sistemas de medición y verificación. Además, deben someterse a auditorías externas cada tres años y remitir anualmente a la autoridad un informe con sus consumos, oportunidades de mejora y acciones de eficiencia energética implementadas o proyectadas.

La Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) es el organismo encargado de fiscalizar el cumplimiento de esta ley y su reglamento, asegurando que las empresas avancen de manera efectiva en la gestión y reducción de su consumo energético.

7.4 Eficiencia energética en el 2024

Dado que el sector minero del cobre es uno de los principales consumidores de energía en Chile, y en línea con la Ley de Eficiencia Energética junto con los

indicadores del Plan Sectorial de Cambio Climático Minero, Cochilco decidió en 2024 mantener y reforzar el levantamiento de información a través de la encuesta EMPAE. Para ello, se incorporaron preguntas orientadas a identificar si las empresas mineras califican como CCGE, así como sus avances en la implementación de los SGE, conforme a lo establecido por la normativa vigente. La información entregada por las empresas mineras encuestadas se presenta en la Tabla 4. En ella se observa que el 92% de las operaciones mineras encuestadas califican como CCGE: la totalidad de la gran minería privada, Codelco y Enami y sólo 3 operaciones de la mediana minería no estarían afectas a Ley.

Según se observa en la Tabla 4, en el año 2024 Codelco, Enami y la gran minería privada reportan tener sus SGE implementado. En el caso de la mediana minería, todas las operaciones afectas a la Ley afirman contar con SGE, excepto una que no respondió esta pregunta. En conjunto, esto representa que el 98% de las operaciones mineras afectas a la Ley de Eficiencia Energética ya tienen su SGE implementado, lo que evidencia un cumplimiento anticipado respecto a los plazos establecidos por la normativa. No obstante, un 40% de las empresas mineras encuestadas identifican brechas pendientes para lograr que sus sistemas estén totalmente implementados y operativos, lo que sugiere oportunidades de mejora en la consolidación de la gestión energética.

Comparado con los datos de 2023, se ve un avance en la materia, pasando de 43 a 44 operaciones con un SGE implementado.

Otro aspecto relevante impulsado por la Ley de Eficiencia Energética es la electromovilidad, especialmente en el contexto minero. Según se observa en la Tabla 4, esta iniciativa ya ha comenzado a implementarse en el transporte liviano, como estrategia para reemplazar el uso de combustibles fósiles. Ejemplos concretos incluyen el uso de taxis y buses eléctricos para el traslado de trabajadores y equipos dentro de las zonas operativas.

Tabla 4: Eficiencia energética por tamaño de operación minera del cobre al 2024

Tipo de Minería	Número de operaciones	Operaciones afectas a Ley de Eficiencia Energética	Operaciones con SGE implementado	Operaciones que identifican brechas para tener un SGE	Operaciones con planes de electromovilidad y/o transporte bajo en emisiones
Gran Minería Estatal	8	8	8	0	8
Mediana Minería Estatal	6	5	5	2	2
Gran Minería Privada	19	19	19	7	14
Mediana Minería Privada	16	13	12	9	10
Total	49	45	44	18	34
	Porcentaje respecto a operaciones afectas a la Ley		98%	40%	76%

Fuente: Cochilco en base a datos de la EMPAE 2024

En 2024, Codelco reporta que la totalidad de sus operaciones cuenta con planes de electromovilidad y/o transporte bajo en emisiones. En la gran minería privada, el 74% de las operaciones presenta avances en esta materia, mientras que en la mediana minería privada, el porcentaje asciende al 77%. Por su parte, Enami informa que dos de sus operaciones han implementado este tipo de iniciativas.

En conjunto, el 76% de las operaciones mineras del cobre encuestadas declara contar con medidas concretas de transporte bajo en emisiones, lo que evidencia un progreso sostenido en la incorporación de tecnologías limpias en el sector, contribuyendo directamente a la reducción de emisiones y al cumplimiento de los compromisos climáticos de la minería.

8 Comentarios finales

La industria minera enfrenta desafíos estructurales asociados a un consumo energético intenso y creciente, junto con la necesidad de que el suministro sea constante, seguro y ambientalmente compatible. En este contexto, avanzar hacia una producción sustentable exige transitar hacia fuentes energéticas más limpias y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero del sector.

En los últimos quince años, ha habido un aumento progresivo en el consumo energético superior al incremento en la producción de cobre. Entre el 2010 y el 2024 la producción nacional de cobre aumentó solo un 1,6%, mientras que el consumo energético total del sector ha aumentado un 54%. Desglosando por tipo de energía el consumo eléctrico ha aumentado un 48% y el de combustibles un 60%, en el mismo periodo. Este patrón de crecimiento energético no es nuevo, puesto que los estudios históricos de consumo energético de Cochilco muestran de forma consistente una tendencia sostenida al alza.

Lo anterior se atribuye a causas estructurales y de producción en la industria del cobre nacional. Por el lado de las causas estructurales, se encuentra el continuo y natural envejecimiento de las minas, lo que a su vez se relaciona con menores leyes del mineral (lo que implica mayor mineral a transportar y procesar para obtener igual cantidad de cobre que en años anteriores), a una roca más endurecida y a mayores distancias de acarreo, situación que en su conjunto aumenta los requerimientos energéticos, especialmente de combustibles pero también de electricidad. Ello se ve reflejado principalmente en el aumento en el consumo de combustibles de la mina rajo que ha crecido en un 86% entre 2010 al 2024, llegando a representar, en el 2024, el 81% del total combustible usado en la minería del cobre.

Atendiendo a las causas productivas, destaca la sucesiva mayor producción de concentrados de cobre debido al agotamiento natural de los minerales oxidados (29% de crecimiento en la producción de concentrado versus un 41% de decrecimiento en la de cátodos SX-EW en el periodo 2010-2024), lo que acrecienta la necesidad de energía, sobre todo eléctrica, por dos vías.

La primera es directa, a través del propio proceso de concentración de mineral, altamente intensivo en electricidad, que en 2024 representó el 56% del consumo eléctrico de la minería del cobre.

La segunda es indirecta, debido al uso intensivo y además creciente de agua en este proceso. Cabe señalar al respecto que, en el contexto de restricciones crecientes a la extracción de agua continental, muchas faenas han optado por incorporar agua de mar como fuente alternativa instalando plantas de desalación e impulsión de este tipo de agua hacia las faenas. Este proceso, altamente

intensivo en electricidad, representó en 2024 el 11% del consumo eléctrico total de la minería del cobre. Además de responder a exigencias regulatorias, esta alternativa la ha impulsado el país también como una estrategia de adaptación sectorial al cambio climático, frente a escenarios de creciente escasez hídrica en zonas mineras.

Los datos sobre el consumo energético en minería han permitido al Estado identificar dónde se concentran los mayores consumos, comprender la estructura de la demanda energética del sector y evaluar con mayor precisión los desafíos asociados a su reducción. Esta información ha sido clave para orientar políticas públicas, establecer prioridades de acción y ajustar instrumentos en función de los objetivos de carbono neutralidad.

Si bien la industria minera ha avanzado en iniciativas de eficiencia energética, los datos también evidencian que existen condicionantes estructurales que limitan la desaceleración del consumo energético total. En este contexto, contar con indicadores de desempeño energético del sector será fundamental para evaluar avances reales, identificar brechas en la toma de decisiones realistas en materia de transición energética.

Con todo, la minería del cobre ha desempeñado un rol relevante en la aceleración de la incorporación de energías renovables sin emisiones en la matriz energética nacional, mediante decisiones estratégicas que han favorecido el uso de fuentes limpias y sustentables. Es así como en los últimos años, un importante número de empresas mineras ha renegociado sus contratos eléctricos por contratos con suministro de energías renovables. Al año 2024 un 78% de la demanda eléctrica minera proviene de fuentes limpias, lo que equivale a un 4% más que en el año 2023. Este importante avance es señal de la velocidad con la que se han adoptado las energías renovables en el sector minero, pero también pone en relieve la necesidad de esfuerzos constantes y continuos a nivel país para consolidar esta transición. La integración efectiva de energías limpias requiere mejoras estructurales en infraestructura de transmisión y almacenamiento, así como adecuaciones tecnológicas, normativas y de planificación energética. En particular, se vuelve prioritario fortalecer la red eléctrica en regiones mineras, donde la demanda energética es elevada y existe un alto potencial para la adopción de energías renovables, contribuyendo así a los objetivos nacionales de descarbonización y resiliencia energética.

Un aspecto central en el desarrollo sustentable del sector minero es el mejoramiento continuo de la eficiencia energética. Actualmente, el país cuenta con la Ley de Eficiencia Energética, que obliga a los principales consumidores de energía, entre ellos el sector minero, a realizar una gestión activa del consumo, implementar sistemas de gestión de energía y reportar anualmente sus parámetros energéticos para su fiscalización. Esta normativa busca promover

mejoras continuas en el desempeño energético y contribuir así a la reducción de emisiones.

Al respecto, la industria minera ha realizado esfuerzos y logrado avances en la materia. En el 2024, el 98% del sector minero del cobre ya tienen sus sistemas de gestión de energía implementados, adelantándose así a lo exigido por la Ley. Sin embargo, un 40% de las empresas mineras identifican aún brechas para tener su sistema de gestión energético totalmente implementado. Por tanto es importante que la industria minera del cobre siga incrementando la eficiencia energética en uso de electricidad y combustibles en aquellas faenas que ya han avanzado en esta senda, y desarrollar esta línea de trabajo en las faenas donde no se ha implementado aún.

El compromiso y colaboración entre empresas mineras y sus divisiones es clave para transferir buenas prácticas, fortalecer capacidades internas y consolidar una cultura energética en el sector. Esto es especialmente relevante para apoyar a la mediana minería, que presenta mayores desafíos en la implementación de los SGE. Para avanzar en esta línea, se requiere formación de capital humano especializado, junto con programas de capacitación y asistencia técnica que faciliten la implementación efectiva de estos sistemas y promuevan la difusión de experiencias exitosas dentro del sector.

La Ley de Eficiencia Energética también ha contribuido a impulsar la electromovilidad en el sector minero del cobre, promoviendo iniciativas orientadas a reducir el uso de combustibles fósiles en el transporte. La implementación ha comenzado principalmente en el transporte liviano, con ejemplos concretos como el uso de taxis y buses eléctricos para el traslado de trabajadores y equipos dentro de las zonas de operación.

En 2024, todas las operaciones de Codelco cuentan con planes de electromovilidad y/o transporte bajo en emisiones. En el caso de la gran minería del cobre, el 74% de sus operaciones ya han incorporado este tipo de iniciativas. En la mediana minería, el 63% presenta avances en la materia, mientras que dos plantas de Enami también han desarrollado planes de electromovilidad. Estos datos evidencian una adopción progresiva de tecnologías más limpias en distintos segmentos del sector, alcanzando en conjunto un 76% de cobertura en la minería del cobre.

En este escenario, resulta clave reconocer que el avance hacia una minería más sustentable no depende únicamente de los esfuerzos internos del sector, sino también de las condiciones estructurales del sistema energético nacional. Si bien la industria minera está avanzando para lograr una eficiencia energética y ha sido un actor relevante en la adopción de energías limpias, la consolidación de esta transición requiere que el país logre integrar de manera efectiva las energías renovables a la matriz, garantizando un suministro seguro, confiable y

asequible. Esto implica abordar desafíos propios del sistema eléctrico que exceden al ámbito minero, pero que son fundamentales para habilitar sus compromisos climáticos. La articulación estratégica entre ambos sectores será determinante para avanzar hacia una economía baja en emisiones y enfrenta el cambio climático.

9 Anexo

9.1 Metodología: Información por proceso

Se identifican dos líneas de producción de cobre de acuerdo con el mineral procesado. Primero, el procesamiento de minerales sulfurados, los cuales siguen una línea de producción de flotación y concentración. Por otro lado, los minerales oxidados, y sulfuros de baja ley, que siguen una línea de lixiviación o de hidrometalurgia para la obtención de cobre. Los principales procesos productivos de los minerales sulfurados son los de extracción mina, concentración, fundición y refinería. Por otro lado, los principales procesos involucrados en la extracción de cobre desde minerales oxidados son: extracción mina, lixiviación, extracción por solventes y electro-obtención. En la Figura 1, se muestran en cada una de las casillas el producto, y sus respectivas unidades, de cada uno de los procesos.

Figura 1: Procesos productivo de la minería del cobre



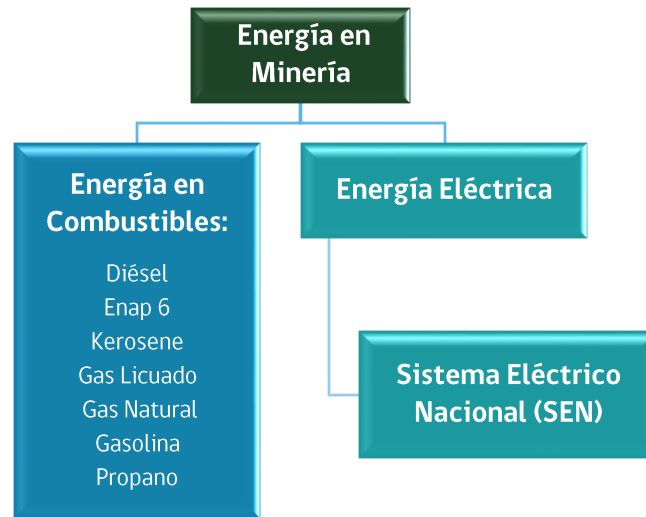
* Pregnant Leach Solution (PLS)

Fuente: Cochilco

Aunque no se ilustra en la Figura 1, se reconoce el proceso de Servicios, que como se indica en la terminología, corresponde a la suma de aquellas actividades que no se encuentran incluidas dentro de los procesos de la cadena de valor principal, pero que son necesarias para llevar a cabo la producción minera, tales como el consumo asociado a campamentos y talleres e impulsión y desalación de agua, entre otros. Las principales fuentes de abastecimiento energético de la minería son los combustibles y la electricidad. El suministro de electricidad proviene del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) y la energía utilizada en

combustibles a través del uso de: carbón, gasolina, diésel, ENAP 6, kerosene, gas licuado, gas natural y propano.

Figura 2: Tipo de energía utilizada en minería del cobre



Fuente: Cochilco

La EMPAE está diseñada de forma que recoge información de producción de los principales procesos productivos mineros identificando los insumos minerales, así como también sus productos y sus principales características. Por ejemplo, en el caso de extracción mina, se reportan las cantidades de mineral y lastre extraído y sus respectivas leyes minerales; así también, en el caso de la concentración de mineral se consulta el mineral procesado y la cantidad de concentrado producido y sus respectivas leyes. Los diferentes procesos productivos se asocian a preguntas referentes a las cantidades de energía eléctrica consumida, cantidades de combustibles (en unidades físicas, por ejemplo m³ de diésel) y el agua total consumida y reciclada por procesos.

9.2 Metodología: Análisis de los datos

En el caso de los combustibles, primero se deben transformar las unidades físicas consumidas reportadas en la encuesta a unidades energéticas; en este caso, megajoule. Cada combustible reportado en las encuestas sobre el su consumo en las faenas mineras es transformado a unidades equivalentes energéticas considerando el estado del arte de la tecnología dentro de la industria minera y factor energético de los combustibles. Las conversiones se ilustran en la Tabla 5.

Tabla 5: Coeficientes de conversión de unidades físicas de combustibles a energía

Combustible	Unidad	Energía útil (MJ/unidad)
Carbón	kg	29
Gasolina	m ³	34.208
Diesel	m ³	38.309
Enap 6	t	43.932
Kerosene	m ³	37.618
Gas Licuado	kg	51
Gas Natural	m ³	39
Propano	m ³	26

Fuente: Cochilco en base a información de conversión unidades de combustibles de la Agencia Chilena de sustentabilidad

9.3 Combustibles

La energía de combustibles a nivel nacional corresponde al total del consumo de las diferentes faenas consideradas en este informe, como se muestran en (3.1).

$$Energía\ Combustibles = \sum_i Energí\ Combustibles\ consumida_i \text{ (Petajoules)} \quad (3.1)$$

Donde i corresponde a la faena minera.

El consumo unitario de combustible medido como la energía usada en el procesamiento de una tonelada de cobre fino contenido por procesos por faena se calcula como: el consumo de combustibles transformado a unidades energéticas dividido por el cobre fino contenido en el producto de dicho proceso, como se muestra en (3.2). Para los cálculos de los consumos unitarios de combustible por tonelada de cobre fino a nivel nacional por proceso, se considera que los consumos unitarios por faena sean ponderados de acuerdo a su aporte de cobre fino al total nacional según el proceso en cuestión como se muestra en (3.3).

$$Cons. Unit. de Comb. x Cu Fino_{ij} = \frac{Energía\ Combustible\ consumida_{ij} \text{ (MJ)}}{Cobre\ fino\ contenido\ en\ producto, proceso_{ij} \text{ (TMF)}} \text{ (MJ/TMF)} \quad (3.2)$$

$$Cons. Unit. de Comb. x Cu Fino = \sum_{ij} Cons. Unit. de Comb. x Cu Fino_{ij} \times \frac{Cu\ Fino\ en\ Producto_{ij}}{Cu\ Fino\ en\ Producto_j} \text{ (MJ/TMF)} \quad (3.3)$$

Donde i corresponde a faena minera, mientras que j corresponde a los diferentes procesos productivos.

Para el caso de los consumos unitarios de energía en combustibles según el material procesado se efectúa primero el cálculo del consumo unitario por faena, tomando la energía en combustibles utilizada en los procesos dividido por el material total procesado, como se muestra en (3.4). Para efectuar el cálculo del consumo unitario de combustibles por material procesado a nivel nacional, los valores unitarios son ponderados de acuerdo con la participación del material procesado por faena sobre el total nacional procesado en un proceso específico como se muestra en (3.5).

$$\text{Cons. Unit. de Comb. x Material}_{ij} = \frac{\text{Energía Combustible consumida}_{ij} \text{ (MJ)}}{\text{Material procesado, proceso}_{ij} \text{ (Ton. métricas de material)}} \text{ (MJ/TM)} \quad (3.4)$$

$$\text{Cons. Unit. de Comb. x Material} = \sum_{ij} \text{Cons. Unit. de Comb. x Material}_{ij} \times \frac{\text{Material procesado}_{ij}}{\text{Material procesado}_j} \text{ (MJ/TM)} \quad (3.5)$$

Donde i corresponde a faena minera, mientras que j corresponde a los diferentes procesos productivos.

9.4 Energía Eléctrica

La metodología utilizada para efectuar el cálculo de los indicadores de consumo de electricidad a nivel global y unitario se presentan en (3.6), (3.7), (3.8), (3.9) y (3.10), siguiendo la misma nomenclatura presentada anteriormente.

$$\text{Energía Electricidad} = \sum_i \text{Energía Eléctrica consumida}_i \text{ (Petajoules)} \quad (3.6)$$

$$\text{Cons. Unit. de Elec. x Cu Fino}_{ij} = \frac{\text{Energía Eléctrica consumida}_{ij} \text{ (MJ)}}{\text{Cobre fino contenido}_{ij} \text{ (TMF)}} \text{ (MJ/TMF)} \quad (3.7)$$

$$\text{Cons. Unit. de Elec. x Cu Fino} = \sum_{ij} \text{Cons. Unit. de Elec. x Cu Fino}_{ij} \times \frac{\text{Cu Fino en Producto}_{ij}}{\text{Cu Fino en Producto}_j} \text{ (MJ/TMF)} \quad (3.8)$$

$$\text{Cons. Unit. de Elec. x Material}_{ij} = \frac{\text{Energía Electricidad consumida}_{ij} \text{ (MJ)}}{\text{Material procesado, proceso}_{ij} \text{ (Ton. métricas de material)}} \text{ (MJ/TM)} \quad (3.9)$$

$$\text{Cons. Unit. de Elec. x Material} = \sum_{ij} \text{Cons. Unit. de Elec. x Material}_{ij} \times \frac{\text{Material procesado}_{ij}}{\text{Material procesado}_j} \text{ (MJ/TM)} \quad (3.10)$$

10 Operaciones consideradas

Tabla 6: Operaciones consideradas en el análisis de 2024

Operación	Región	Tamaño	Operación	Región	Tamaño
Amalia Catemu	Valparaíso	Mediana Minería Privada	Mantos Blancos	Antofagasta	Gran Minería Privada
Andina	Valparaíso	Gran Minería Estatal	Mantoverde	Atacama	Gran Minería Privada
Antucoya	Antofagasta	Gran Minería Privada	Michilla	Antofagasta	Mediana Minería Privada
Atacama Kozán	Atacama	Mediana Minería Privada	Ministro Hales	Antofagasta	Gran Minería Estatal
Candelaria	Atacama	Gran Minería Privada	Ojos del Salado	Atacama	Mediana Minería Privada
Carmen de Andacollo	Coquimbo	Gran Minería Privada	Pampa Camarones	Arica y Parinacota	Mediana Minería Privada
Carola	Atacama	Mediana Minería Privada	Planta Delta	Coquimbo	Mediana Minería Estatal
Caserones	Atacama	Gran Minería Privada	Planta La Patagua	Valparaíso	Mediana Minería Privada
Cenizas Cabildo	Valparaíso	Mediana Minería Privada	Planta Matta	Atacama	Mediana Minería Estatal
Cenizas Taltal	Antofagasta	Mediana Minería Privada	Planta Paipote	Atacama	Mediana Minería Estatal
Centinela	Antofagasta	Gran Minería Privada	Planta Salado	Atacama	Mediana Minería Estatal
Cerro Negro	Valparaíso	Mediana Minería Privada	Planta Taltal	Antofagasta	Mediana Minería Estatal
Chuquicamata	Antofagasta	Gran Minería Estatal	Planta Vallenar	Atacama	Mediana Minería Estatal
Collahuasi	Tarapacá	Gran Minería Privada	Quebrada Blanca	Tarapacá	Gran Minería Privada
Don Alberto	Coquimbo	Mediana Minería Privada	Radomiro Tomic	Antofagasta	Gran Minería Estatal
El Abra	Antofagasta	Gran Minería Privada	Salvador	Atacama	Gran Minería Estatal
El Soldado	Valparaíso	Gran Minería Privada	San Andrés	Atacama	Mediana Minería Privada
El Teniente	O'Higgins	Gran Minería Estatal	San Gerónimo	Coquimbo	Mediana Minería Privada
Escondida	Antofagasta	Gran Minería Privada	Sierra Gorda	Antofagasta	Gran Minería Privada
Franke	Antofagasta	Mediana Minería Privada	Spence	Antofagasta	Gran Minería Privada
Fundición Altonorte	Antofagasta	Gran Minería Privada	Tres Valles	Coquimbo	Mediana Minería Privada
Fundición Chagres	Valparaíso	Gran Minería Privada	Valle Central	O'Higgins	Mediana Minería Privada
Gabriela Mistral	Antofagasta	Gran Minería Estatal	Ventanas	Valparaíso	Gran Minería Estatal
Los Bronces	Metropolitana	Gran Minería Privada	Zaldívar	Antofagasta	Gran Minería Privada
Los Pelambres	Coquimbo	Gran Minería Privada			

Fuente: Cochilco



Este trabajo fue elaborado en la
Dirección de Estudios y Políticas Públicas por:

Rossana Brantes Abarca

Analista de Estrategias y Políticas Públicas

Manuel Soto Alonso

Analista de Estrategias y Políticas Públicas

Jaime Moreno Rojas

Analista de Estrategias y Políticas Públicas

Patricia Gamboa Lagos

Directora de Estudios y Políticas Públicas

Noviembre 2025

Copyright by Cochilco, todos los derechos reservados

Se autoriza la reproducción total o parcial de este Informe, siempre que la fuente "Comisión Chilena del Cobre" y/o "Cochilco" sea citada, salvo que se indique lo contrario.