



Indicadores de productividad de la minería del cobre en Chile al 2019

DEPP 34/2020

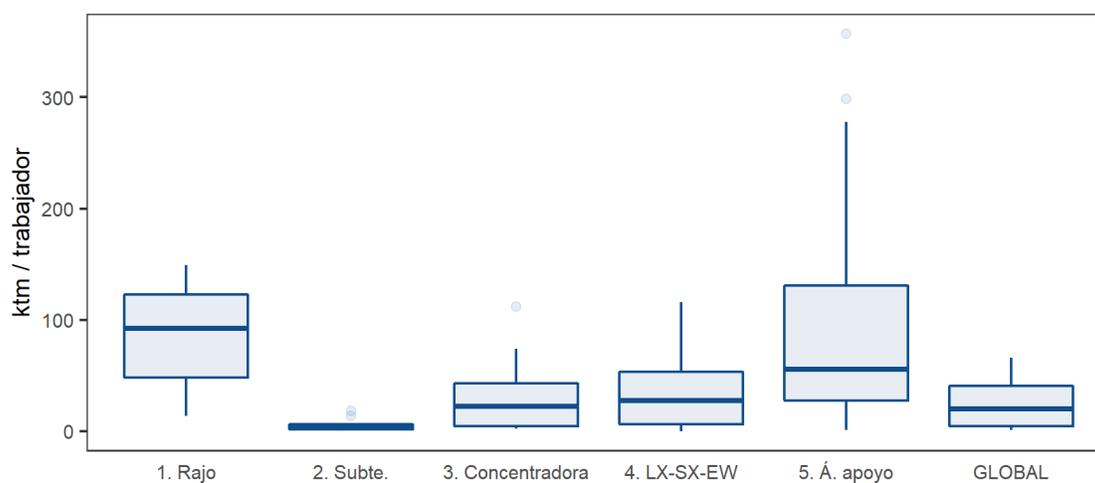
Resumen ejecutivo

Desde el año 2018 y de acuerdo con las recomendaciones de la Comisión Nacional de Productividad (2017), COCHILCO ha desarrollado una línea de trabajo para el monitoreo periódico de indicadores de productividad en la industria minera nacional. Específicamente, este reporte está enfocado en el levantamiento de indicadores de productividad parcial del trabajo y productividad parcial del capital.

A través del sondeo anual que COCHILCO lleva a cabo en su Encuesta Minera de Producción, Agua y Energía – EMPAE, se solicitan los antecedentes necesarios para calcular los indicadores de productividad mencionados. En conjunto, las empresas consultadas en la EMPAE 2020 constituyen el 96,7%¹ de la producción nacional de cobre en el año 2019. De estas, la muestra seleccionada para este trabajo, compuesta por aquellas compañías que aportaron datos válidos para el análisis, representa al 96,6% de la producción nacional en el año 2019, donde se incluye un total de 41 operaciones mineras, 24 faenas de la gran minería y 17 del sector mediana minería.

En la Figura 1 se presenta un resumen de los indicadores de productividad parcial del trabajo obtenidos, medidos como la razón entre el material movido/procesado/apilado (según el área de análisis) y la dotación permanente (incluyendo trabajadores propios y externos), en el año 2019.

Figura 1: Resumen de indicadores de productividad laboral, año 2019



Fuente: COCHILCO con base en EMPAE 2020.

De dichos resultados, es importante mencionar que:

¹ La menor cobertura en el año 2020 se debe principalmente a la emergencia sanitaria y las dificultades que ésta ha implicado para obtener la información por parte de las empresas mineras.

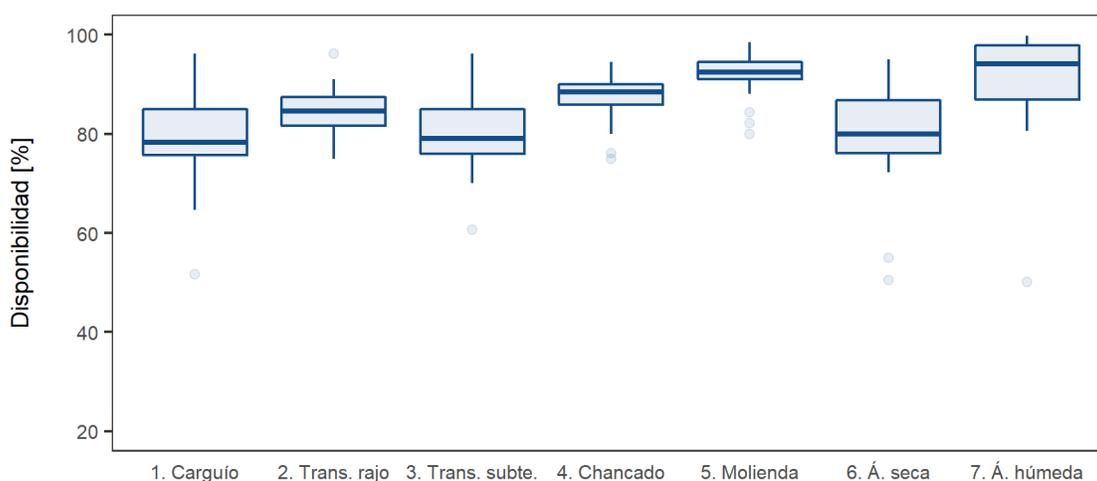
Indicadores de productividad de la minería del cobre en Chile al 2019

- En cada área analizada se observó una dispersión significativa de la productividad laboral. Existen amplias brechas entre los valores máximos y mínimos.
- Las faenas de la mediana minería presentan en general productividades laborales muy menores en relación con los indicadores de la gran minería.

En la Figura 2 y Figura 3 se presenta un resumen de los indicadores de disponibilidad y utilización levantados. De los resultados obtenidos se puede indicar lo siguiente:

- Los procesos unitarios de molienda en planta concentradora y área húmeda en planta hidrometalúrgica presentan los mayores indicadores de disponibilidad y utilización promedio, en línea con la naturaleza continua de estos procesos.
- Carguío en mina rajo, carguío y transporte en mina subterránea y área seca en planta hidrometalúrgica presentan los menores niveles promedio de disponibilidad.
- Los mismos procesos muestran los peores desempeños en términos de utilización, sumándose también en este caso el proceso de chancado en el área mina. El funcionamiento discontinuo de estos procesos y las interferencias con equipos auxiliares en el caso del proceso de carguío, explicarían parte de las detenciones y mayores requerimientos de mantenimiento que tienen un impacto negativo en el uso eficiente de estos activos.
- En términos generales, los indicadores de utilización presentan una mayor dispersión, y adicionalmente, valores promedio menores que los de disponibilidad, para cada proceso analizado.
- No se observan tendencias claras relacionadas con la escala de las operaciones (gran o mediana minería).

Figura 2: Resumen de indicadores de disponibilidad, año 2019.

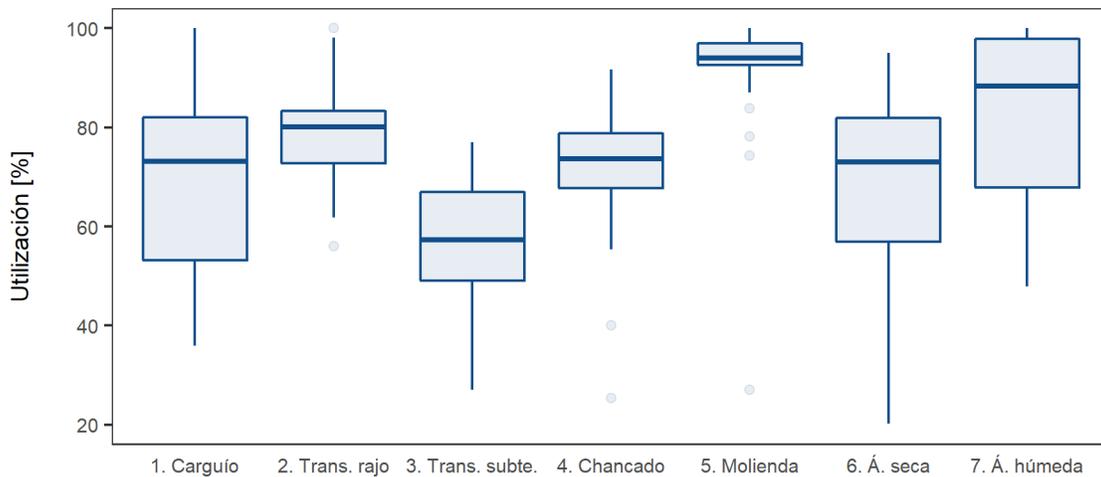


Fuente: COCHILCO con base en EMPAE 2020.



Indicadores de productividad de la minería del cobre en Chile al 2019

Figura 3: Resumen de indicadores de utilización, año 2019.



Fuente: COCHILCO con base en EMPAE 2020.



**Indicadores de productividad de la minería del cobre en Chile al
2019****Contenido**

Resumen ejecutivo.....	I
1 Introducción.....	3
2 Productividad parcial del trabajo.....	4
2.1 Metodología.....	4
2.2 Muestra.....	5
2.3 Resultados.....	5
3 Productividad parcial del capital.....	13
3.1 Metodología.....	13
3.2 Muestra.....	14
3.3 Resultados.....	14
4 Comentarios finales.....	23
5 Referencias.....	25
Anexos.....	26



Indicadores de productividad de la minería del cobre en Chile al 2019

Índice de figuras

Figura 1: Resumen de indicadores de productividad laboral, año 2019	I
Figura 2: Resumen de indicadores de disponibilidad, año 2019.	II
Figura 3: Resumen de indicadores de utilización, año 2019.....	III
Figura 4: Productividad laboral en mina rajo, año 2019.....	6
Figura 5: Productividad laboral en mina subterránea, año 2019.	7
Figura 6: Productividad laboral en planta concentradora, año 2019.	8
Figura 7: Productividad laboral en planta hidrometalúrgica, año 2019.	9
Figura 8: Productividad laboral en áreas de apoyo, año 2019.....	10
Figura 9: Productividad laboral global por operación, año 2019.....	11
Figura 10: Resumen de indicadores de productividad laboral, año 2019	12
Figura 11: Distribución de unidades de tiempo para cálculo de indicadores de productividad....	13
Figura 12: Indicadores de productividad del activo carguío en mina rajo, año 2019.....	15
Figura 13: Indicadores de productividad del activo transporte en mina rajo, año 2019.....	16
Figura 14: Indicadores de productividad del activo carguío y transporte en mina subterránea, año 2019.....	17
Figura 15: Indicadores de productividad del activo chancado, año 2019.	18
Figura 16: Indicadores de productividad del activo molienda en planta concentradora, año 2019.	19
Figura 17: Indicadores de productividad del área seca en planta hidrometalúrgica, año 2019....	20
Figura 18: Indicadores de productividad del área húmeda en planta hidrometalúrgica, año 2019.	21
Figura 19: Resumen de indicadores de disponibilidad, año 2019.	22
Figura 20: Resumen de indicadores de utilización, año 2019.....	22

Índice de tablas

Tabla 1: Áreas y procesos unitarios analizados.....	14
Tabla 2: Muestra considerada en indicadores de productividad parcial del trabajo, año 2019. ..	26
Tabla 3: Muestra considerada en indicadores de productividad parcial del capital, año 2019. ...	27



Indicadores de productividad de la minería del cobre en Chile al 2019

1 Introducción

La minería del cobre ha sido históricamente un actor fundamental en la economía y desarrollo de Chile, en términos de su contribución al Producto Interno Bruto (PIB), ingresos fiscales, exportaciones, empleo y atracción de inversiones. Sin embargo, la continuidad de este aporte depende en gran medida de la rentabilidad operacional de las empresas del sector, principalmente de la diferencia entre el precio del cobre y sus costos de producción. Por esta razón es que resulta tan relevante para las compañías mineras, y para el país en su conjunto, realizar esfuerzos por controlar y mejorar la productividad de la industria, y en consecuencia, sus costos.

Si bien factores naturales como la disminución en las leyes de mineral y la creciente profundización de los depósitos tienen un efecto negativo sobre la productividad, diversos estudios han estimado que, incluso corrigiendo por estos factores, la productividad de la industria ha disminuido considerablemente en parte importante de las últimas décadas. A través del cálculo de la Productividad Total de Factores (PTF) y corrigiendo por factores geológicos (ley de cobre y razón estéril mineral), COCHILCO (2014) estimó una caída promedio de 1,6% anual en la productividad de la industria, en el periodo 2000 – 2013 (2,8% anual en el periodo 2004 – 2013). Utilizando una metodología similar, la Comisión Nacional de Productividad (2017) estimó una disminución de 1% anual de la PTF, en el periodo 2000 – 2014.

Entendiendo la importancia de revertir esta situación, el objetivo de este informe es dar continuidad al levantamiento de indicadores analizados por la Comisión Nacional de Productividad en su estudio “Productividad en la Gran Minería Chilena”, del año 2017. Se espera que el monitoreo periódico de los principales indicadores de productividad de las empresas mineras nacionales permita contar con la información necesaria para proponer iniciativas, tanto desde el ámbito público como privado, orientadas a promover la competitividad de la industria.

El documento está estructurado de la siguiente forma: en la segunda sección se presenta el análisis de la productividad parcial del trabajo, indicando la metodología utilizada para la medición de este indicador, la muestra examinada y los resultados obtenidos. De manera similar, en la tercera parte se presenta el análisis de la productividad parcial del capital, indicando también metodología, muestra y resultados. La cuarta sección contiene comentarios finales respecto del levantamiento realizado.



Indicadores de productividad de la minería del cobre en Chile al 2019

2 Productividad parcial del trabajo

2.1 Metodología

La productividad parcial del trabajo es una medida que relaciona la capacidad productiva de las operaciones con la fuerza laboral requerida. En este informe, se utilizó como medida de producción las toneladas anuales de material movido/procesado/apilado, según el área de análisis. No se utilizó la producción de cobre fino para evitar distorsiones producto de factores geológicos tales como la ley del mineral y la razón estéril mineral, u otras variables, como la recuperación metalúrgica. Lo anterior, en línea con lo realizado por la Comisión Nacional de Productividad (2017).

Respecto de la fuerza laboral, se consideró la dotación permanente del periodo, incluyendo trabajadores propios y terceros².

En este sentido, la medida de productividad laboral se calculó a nivel de área operativa (incluyendo áreas de apoyo³) y global, según se describe en las ecuaciones a continuación:

Ecuación 1: Cálculo del indicador de productividad laboral en mina rajo.

$$\text{Productividad Laboral} \left[\frac{\text{ktm}}{\text{trabajador}} \right] = \frac{\text{ktm de material movido mina rajo}}{\text{dotación permanente mina rajo (propios + terceros)}}$$

Ecuación 2: Cálculo del indicador de productividad laboral en mina subterránea.

$$\text{Productividad Laboral} \left[\frac{\text{ktm}}{\text{trabajador}} \right] = \frac{\text{ktm de mineral extraído mina subterránea}}{\text{dotación permanente mina subterránea (propios + terceros)}}$$

Ecuación 3: Cálculo del indicador de productividad laboral en planta concentradora.

$$\text{Productividad Laboral} \left[\frac{\text{ktm}}{\text{trabajador}} \right] = \frac{\text{ktm de mineral procesado planta concentradora}}{\text{dotación permanente planta concentradora (propios + terceros)}}$$

Ecuación 4: Cálculo del indicador de productividad laboral en planta hidrometalúrgica.

$$\text{Productividad Laboral} \left[\frac{\text{ktm}}{\text{trabajador}} \right] = \frac{\text{ktm de mineral apilado planta hidrometalúrgica}}{\text{dotación permanente planta hidrometalúrgica (propios + terceros)}}$$

² No fue posible utilizar una medida de horas-persona o FTE (*Full-Time Equivalent*), debido a que la completitud y calidad de la información proporcionada por las empresas en este ámbito no fue suficiente.

³ Incluye áreas de administración y finanzas, recursos humanos, entre otras.

Indicadores de productividad de la minería del cobre en Chile al 2019

Ecuación 5: Cálculo del indicador de productividad laboral en áreas de apoyo.

$$\text{Productividad Laboral} \left[\frac{\text{ktm}}{\text{trabajador}} \right] = \frac{\text{ktm de material movido mina (rajo y/o subterránea)}}{\text{dotación permanente áreas de apoyo (propios + terceros)}}$$

Ecuación 6: Cálculo del indicador de productividad laboral global por faena.

$$\text{Productividad Laboral} \left[\frac{\text{ktm}}{\text{trabajador}} \right] = \frac{\text{ktm de material movido mina (rajo y/o subterránea)}}{\text{dotación permanente global (propios + terceros)}}$$

2.2 Muestra

En conjunto, las empresas consultadas en la EMPAE 2020 constituyen el 96,7%⁴ de la producción nacional de cobre en el año 2019. De estas, la muestra seleccionada para esta sección, compuesta por aquellas compañías que aportaron datos válidos para el análisis, corresponde al 84,4% de la producción nacional, donde se incluyen 20 operaciones de la gran minería y 16 del sector de la mediana minería (ver Tabla 2 en Anexos).

Si bien la muestra total estuvo compuesta por 36 operaciones, para cada área se consideró una submuestra constituida por las faenas que efectivamente cuentan con dicha área (por ejemplo, solo algunas operaciones trabajan con ambas líneas de beneficio – planta concentradora y planta hidrometalúrgica; plantas de ENAMI no poseen procesos mina, etc.), y que al mismo tiempo entregaron datos válidos para el análisis.

2.3 Resultados

2.3.1 Mina rajo

La muestra seleccionada para el cálculo de indicadores de productividad parcial del trabajo en el área mina rajo consideró 19 operaciones en total, 15 pertenecientes a la gran minería y 4 a la mediana minería.

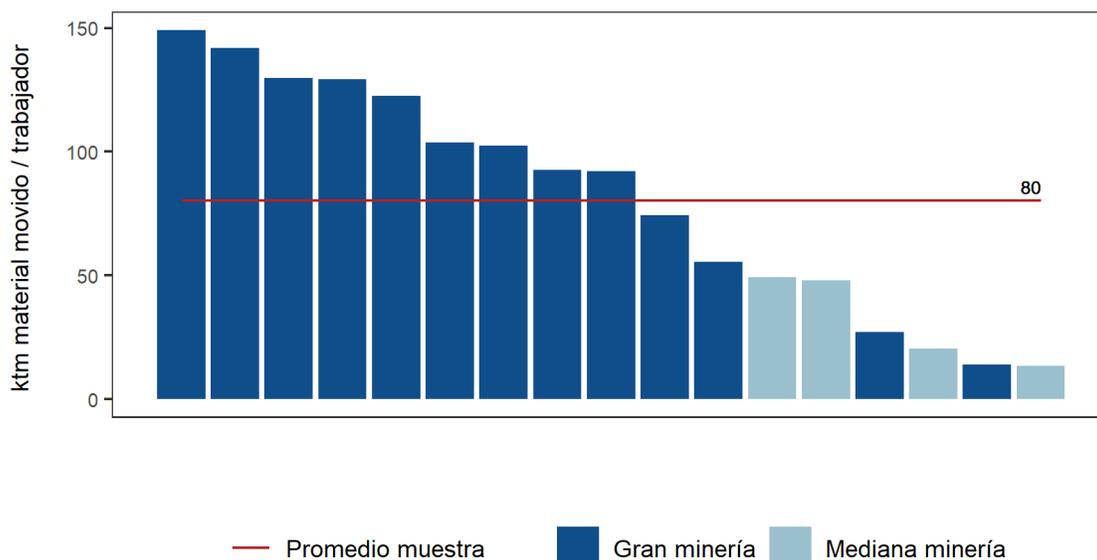
En primer lugar, es posible observar en la Figura 4 una alta heterogeneidad en la productividad laboral de las faenas al interior de la muestra. Mientras las minas más productivas alcanzan valores superiores a las 129 ktm de material movido por trabajador en el año 2019, las menos productivas registran valores entre 13 y 20 ktm por trabajador. Esto podría relacionarse con la escala de las operaciones (medianas mineras tienden a presentar menores productividades), equipos

⁴ La menor cobertura en el año 2020 se debe principalmente la emergencia sanitaria y las dificultades que ésta ha implicado para obtener la información por parte de las empresas mineras.

Indicadores de productividad de la minería del cobre en Chile al 2019

utilizados, entre otros. Con todo, la productividad laboral promedio de la muestra considerada para el área mina rajo fue de 80 ktm de material movido por trabajador, en el año 2019.

Figura 4: Productividad laboral en mina rajo, año 2019.



Fuente: COCHILCO con base en EMPAE 2020.

2.3.2 Mina subterránea

En el caso de la mina subterránea, se utilizó una muestra compuesta por 11 faenas, mayoritariamente medianas mineras, siendo 9 de dicha categoría y solo 2 pertenecientes a la gran minería.

Según lo presentado en la Figura 5, la productividad laboral promedio fue de 5 ktm de mineral extraído por trabajador, en el año 2019, aunque con considerables diferencias relativas entre las minas analizadas, al igual que en la sección anterior. Se observa nuevamente una tendencia de menor productividad en las medianas mineras, respecto de las grandes. Mientras estas últimas presentan productividades del orden de 13-18 ktm de mineral extraído por trabajador, las medianas mineras se mueven en el rango de 1-5 ktm por trabajador.

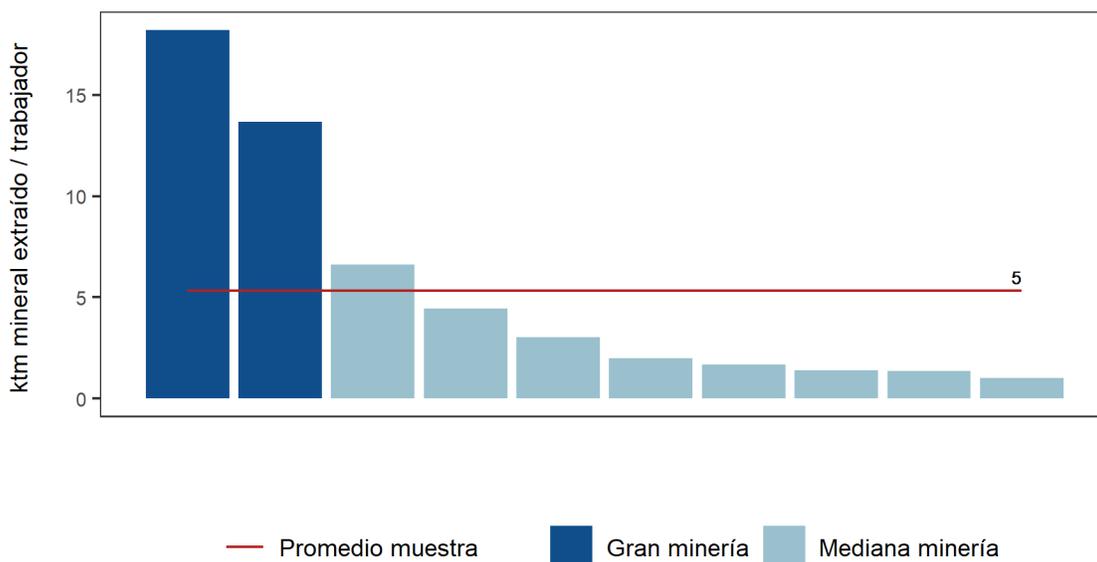
Es importante mencionar que las amplias diferencias entre las productividades de las minas subterráneas, respecto de las minas rajo, se deben principalmente a los volúmenes de material involucrados. Según lo definido en la sección 2.1, la productividad laboral en la mina rajo se midió a partir del material movido total, es decir, la suma de mineral y lastre, mientras que en la mina subterránea y dada la naturaleza del método, solo se considera el mineral extraído. Además, en



Indicadores de productividad de la minería del cobre en Chile al 2019

términos generales y dada su selectividad, la minería subterránea tiende a ser menos masiva que la minería a cielo abierto.

Figura 5: Productividad laboral en mina subterránea, año 2019.



Fuente: COCHILCO con base en EMPAE 2020.

2.3.3 Planta concentradora

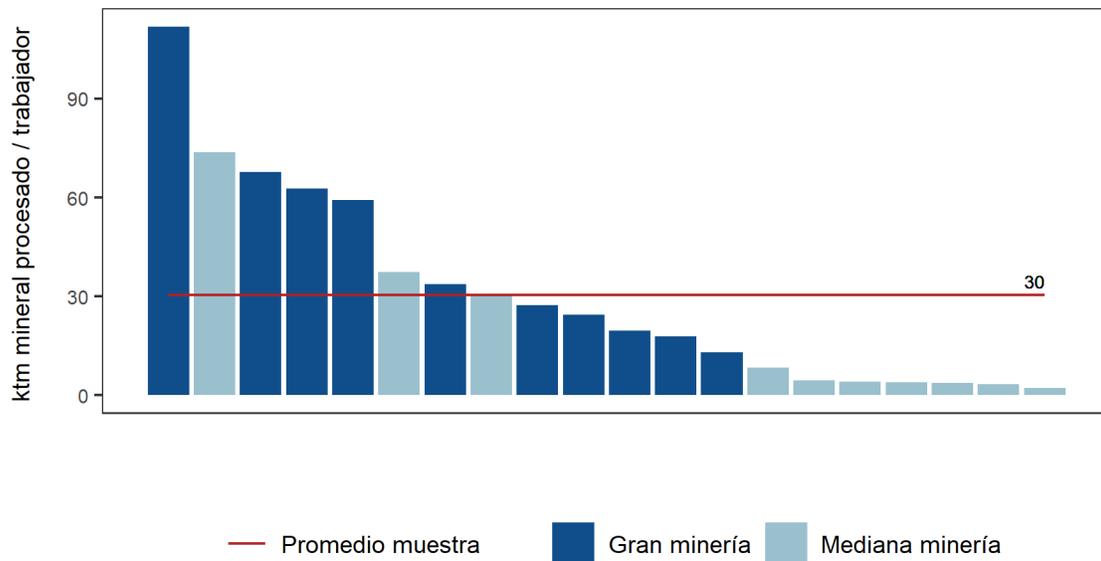
Para el análisis de la productividad laboral en el área de la planta concentradora, se consideró una muestra compuesta por 21 faenas, 11 de la gran minería y 10 del sector medianas.

La productividad laboral también presenta valores heterogéneos en la planta concentradora, según se observa en la Figura 6. En el año 2019, la muestra presentó una productividad promedio de 30 ktm de mineral procesado, por trabajador permanente. Sin embargo, mientras la planta más productiva procesa del orden de 110 ktm de mineral por trabajador, las menos productivas presentan valores entre 3 y 8 ktm de mineral por trabajador. Nuevamente, se observa una relación entre la escala de las operaciones y sus productividades, aunque en este caso algunas plantas de la mediana minería también presentan valores relativamente altos de productividad laboral.



Indicadores de productividad de la minería del cobre en Chile al 2019

Figura 6: Productividad laboral en planta concentradora, año 2019.



Fuente: COCHILCO con base en EMPAE 2020.

2.3.4 Planta hidrometalúrgica

El levantamiento de indicadores de productividad laboral en plantas hidrometalúrgicas se realizó sobre una muestra total de 18 operaciones, 10 pertenecientes a la gran minería y 8 a la mediana minería.

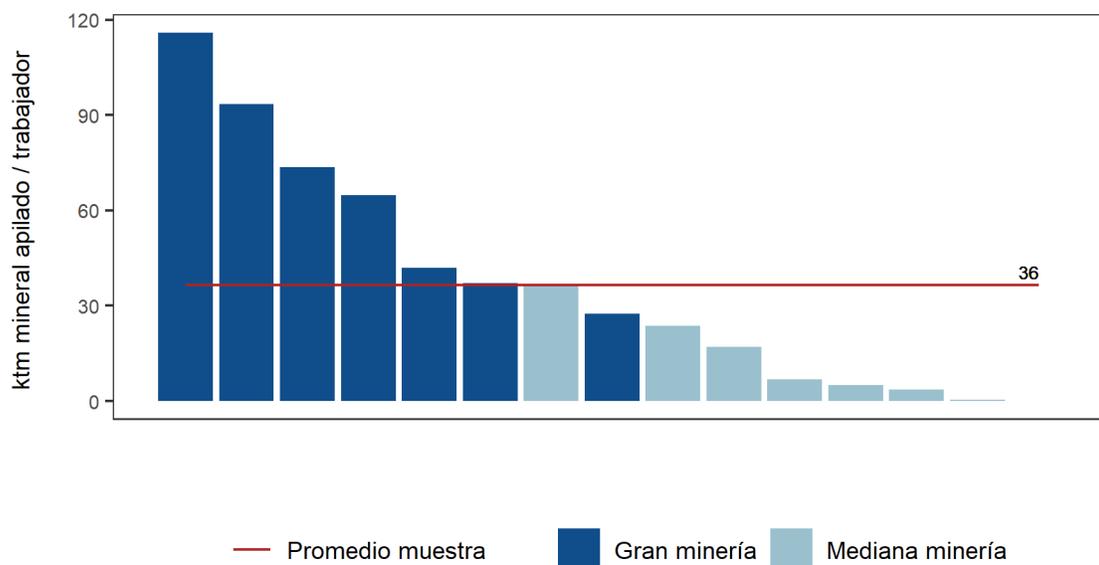
Las plantas hidrometalúrgicas consideradas presentan una productividad laboral promedio de 36 ktm de mineral apilado por trabajador, en el año 2019 (Figura 7). Al igual que en el resto de las áreas analizadas, la muestra presenta una alta variabilidad, con valores máximos por sobre las 90 ktm de mineral apilado por trabajador y valores mínimos inferiores a 10 ktm de mineral por trabajador.

También, las medianas mineras presentan en general los menores indicadores de productividad laboral dentro de la muestra analizada.



Indicadores de productividad de la minería del cobre en Chile al 2019

Figura 7: Productividad laboral en planta hidrometalúrgica, año 2019.



Fuente: COCHILCO con base en EMPAE 2020.

2.3.5 Áreas de apoyo

La muestra considerada para el análisis de la productividad laboral en áreas de apoyo incluyó un total de 26 operaciones, 17 grandes mineras y 9 medianas.

Como se mencionó en la sección 2.1 y según lo establecido en la Ecuación 5, la productividad parcial del trabajo para las áreas de apoyo se calculó sobre la base del material total movido en el área mina.

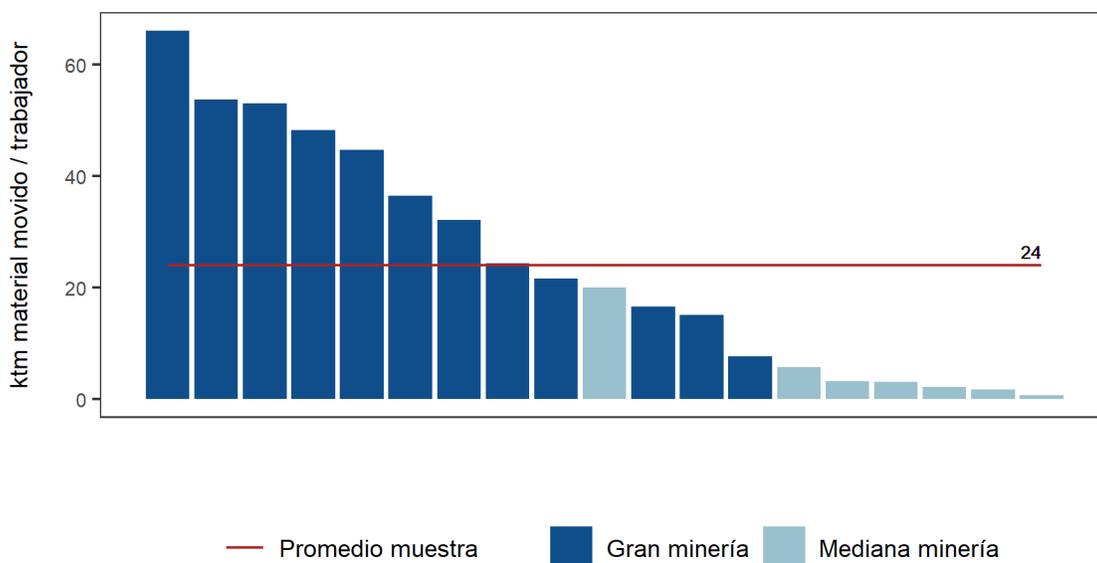
Nuevamente y como se puede observar en la Figura 8, la productividad laboral al interior de la muestra presenta una alta dispersión. La productividad promedio es de 95 ktm de material movido mina por trabajador en áreas de apoyo, en el año 2019. Sin embargo, mientras los valores máximos son cercanos a las 300 ktm de material movido por trabajador en áreas de apoyo, los mínimos son de 30 o menos ktm de material movido por trabajador.

En este caso, si bien las operaciones de mediana escala también se encuentran bajo el promedio, varias grandes mineras también comparten valores similares.



Indicadores de productividad de la minería del cobre en Chile al 2019

Figura 9: Productividad laboral global por operación, año 2019.



Fuente: COCHILCO con base en EMPAE 2020.

2.3.7 Resumen de resultados

El levantamiento de indicadores de productividad parcial del trabajo se realizó a nivel de áreas operativas, áreas de apoyo y también se incluyó un indicador de productividad laboral global. Se realizó sobre la base de los tonelajes de material movido/procesado/apilado, según el área analizada.

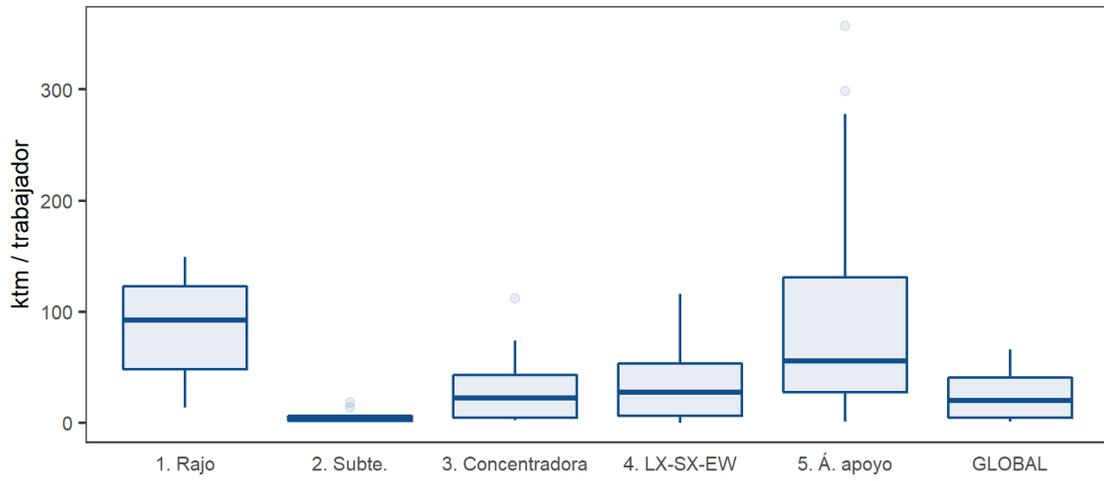
En la Figura 10 se presenta un resumen de los resultados obtenidos. En primer lugar, es importante recordar lo mencionado en el párrafo anterior: a pesar de que en cada caso se midió la productividad laboral como tonelaje por trabajador, las unidades de producción utilizadas difieren según el área (ver sección 2.1). No obstante lo anterior, en la figura es posible observar los niveles de dispersión de los indicadores en cada área y a nivel global. Así, mina rajo y áreas de apoyo son las que presentan las mayores variabilidades al interior de las muestras consideradas en cada caso.

Finalmente, según lo comentado a lo largo de este capítulo, fue posible observar una clara tendencia de las faenas de la mediana minería a presentar productividades laborales significativamente menores que las de la gran minería. Esto se explicaría por el grado de mecanización y automatización mayor en las operaciones de gran escala, y en el hecho de que las medianas empresas son, en términos generales, más intensivas en empleo que las grandes mineras.



Indicadores de productividad de la minería del cobre en Chile al 2019

Figura 10: Resumen de indicadores de productividad laboral, año 2019



Fuente: COCHILCO con base en EMPAE 2020.



Indicadores de productividad de la minería del cobre en Chile al 2019

3 Productividad parcial del capital

3.1 Metodología

La productividad parcial del capital describe la eficiencia en la utilización del capital físico representado por la maquinaria y los equipos de una operación. Los indicadores utilizados corresponden a la disponibilidad de los equipos, medida como la porción del tiempo posible en la que el activo se encuentra disponible (Ecuación 7), y la utilización, medida como la porción del tiempo disponible en la que el activo es efectivamente utilizado (Ecuación 8). Para mayor claridad, la Figura 11 detalla la distribución de las distintas unidades de tiempo utilizadas en el cálculo de ambos indicadores.

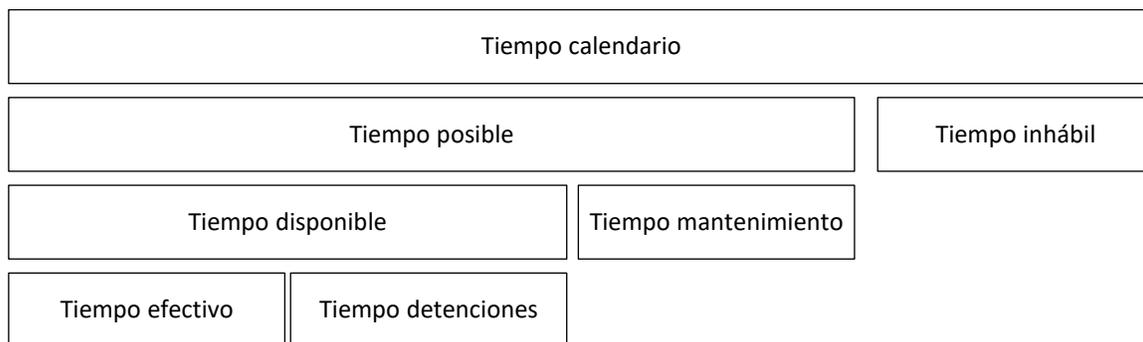
Ecuación 7: Cálculo del indicador de disponibilidad de los activos.

$$\text{Disponibilidad (\%)} = \frac{T_{\text{posible}} - T_{\text{mantenciones}}}{T_{\text{posible}}}$$

Ecuación 8: Cálculo del indicador de utilización de los activos.

$$\text{Utilización (\%)} = \frac{T_{\text{disponible}} - T_{\text{detenciones}}}{T_{\text{disponible}}}$$

Figura 11: Distribución de unidades de tiempo para cálculo de indicadores de productividad.



Fuente: COCHILCO con base en Comisión Nacional de Productividad (2017).

El levantamiento de indicadores de productividad parcial del capital se realizó a nivel de procesos unitarios, según se indica en la Tabla 1.



Indicadores de productividad de la minería del cobre en Chile al 2019

Tabla 1: Áreas y procesos unitarios analizados.

Área	Proceso unitario
Mina	Carguío (CR)
	Transporte (TR) ⁵
	Chancado (CH)
Planta concentradora	Molienda (ML)
Planta hidrometalúrgica	Área seca (AS)
	Área húmeda (AH)

Fuente: COCHILCO.

3.2 Muestra

En conjunto, las empresas consultadas en la EMPAE 2020 constituyen el 96,7%⁶ de la producción nacional de cobre en el año 2019. De estas, la muestra seleccionada para esta sección, compuesta por aquellas compañías que aportaron datos válidos para el análisis, corresponde al 95,3% de la producción nacional, donde se incluyen 23 operaciones de la gran minería y 17 del sector de la mediana minería (ver Tabla 3 en Anexos).

Si bien, la muestra total estuvo compuesta por 40 operaciones, para cada proceso se consideró una submuestra constituida por las faenas que efectivamente cuentan con dicho proceso (por ejemplo, solo algunas operaciones trabajan con ambas líneas de beneficio – planta concentradora y planta hidrometalúrgica; plantas de ENAMI no poseen procesos mina, etc.), y que al mismo tiempo entregaron datos válidos para el análisis.

3.3 Resultados

3.3.1 Mina rajo – Carguío

La muestra seleccionada para el cálculo de indicadores de productividad en el proceso de carguío en el área de mina rajo consideró 25 operaciones en total, 20 grandes mineras y 4 medianas.

⁵ Para el ejercicio realizado en este informe, en el caso de las minas subterráneas se considera carguío y transporte como un solo proceso unitario.

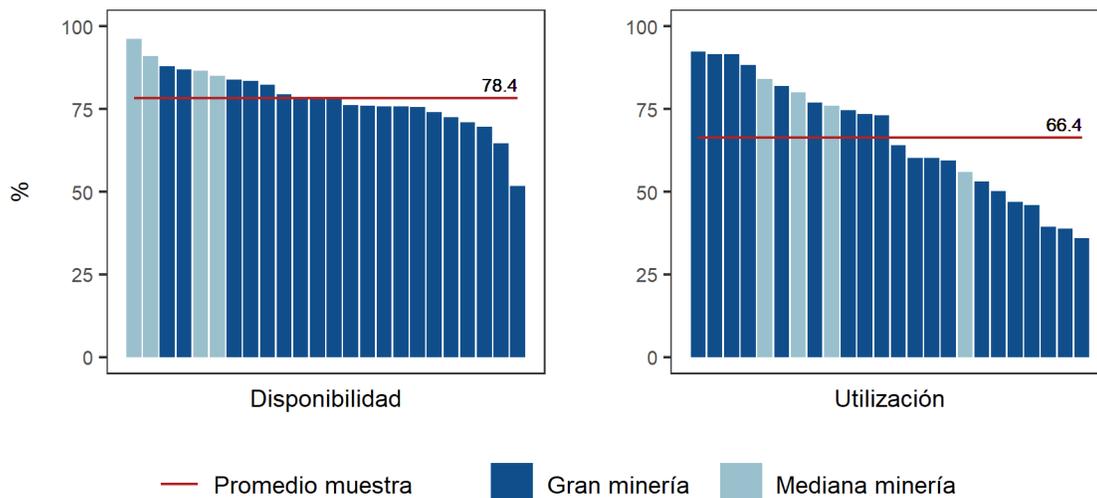
⁶ La menor cobertura en el año 2020 se debe principalmente la emergencia sanitaria y las dificultades que ésta ha implicado para obtener la información por parte de las empresas mineras.

Indicadores de productividad de la minería del cobre en Chile al 2019

Como se puede observar en la Figura 12, en promedio los activos de carguío de las empresas catastradas presentaron una disponibilidad de 78,4% en el año 2019. Destacan las medianas mineras con algunos de los más altos desempeños, 96,2% y 91,0%, respectivamente. La brecha entre las operaciones con mejor (96,2%) y peor (51,7%) disponibilidad de sus activos es de 45 puntos porcentuales. Si se consideran solo las operaciones de la gran minería, la diferencia se reduce a 36 puntos porcentuales.

Respecto de la utilización de los activos de carguío, en promedio las faenas consideradas en la muestra hacen uso de sus equipos un 66,4% del tiempo disponible. Existe una amplia brecha entre la operación con el mejor nivel de utilización de sus activos (92,4%) y la con el peor desempeño (35,9%), de 57 puntos porcentuales.

Figura 12: Indicadores de productividad del activo carguío en mina rajo, año 2019.



Fuente: COCHILCO con base en EMPAE 2020.

3.3.2 Mina rajo – Transporte

Respecto del proceso de transporte en la mina rajo, la muestra sobre la que fueron calculados los indicadores de productividad incluyó 22 minas en total, 19 pertenecientes a la gran minería y 3 del sector medianas.

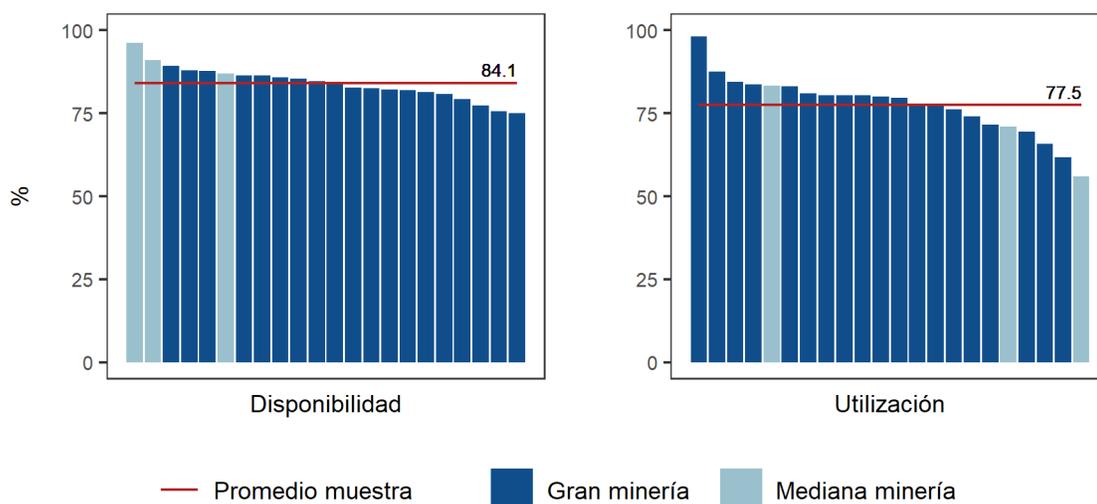
La disponibilidad promedio de los activos de transporte en mina rajo alcanzó un valor de 84,1%. La faena con mejor índice de disponibilidad corresponde a una de las tres medianas mineras incluidas en la muestra, con un valor de 96,2%. La diferencia entre esta y la faena con peor desempeño (74,9%) es de 21 puntos porcentuales, y de 14 si solo se considera el espectro de la gran minería, brechas bastante menores en comparación al activo carguío (ver Figura 13).



Indicadores de productividad de la minería del cobre en Chile al 2019

En cuanto a la utilización de los activos de transporte en mina rajo, los valores alcanzados son significativamente superiores a los de los activos de carguío, ambos procesos estrechamente relacionados. En promedio, los equipos de transporte son utilizados un 77,5% del tiempo disponible. La muestra no presenta una importante variabilidad, excepto en sus extremos. La brecha entre la operación más (98,1%) y menos productiva (56,0%) resulta ser de 42 puntos porcentuales. Sin embargo, dejando fuera estos extremos, la diferencia entre la segunda faena con mejor utilización respecto de la penúltima se reduce a solo 26 puntos.

Figura 13: Indicadores de productividad del activo transporte en mina rajo, año 2019.



Fuente: COCHILCO con base en EMPAE 2020.

3.3.3 Mina subterránea – Carguío y transporte

Para el análisis de la productividad parcial del capital en los procesos de carguío y transporte en mina subterránea, se consideró una muestra de un total de 9 faenas, mayoritariamente medianas operaciones, siendo éstas 7, y solo 2 grandes mineras.

Como se presenta en la Figura 14, los activos de carguío y transporte en la muestra seleccionada presentaron una disponibilidad promedio de 79,4% en el año 2019, con una variabilidad menor excepto en sus extremos. La faena con el mejor indicador de disponibilidad (96,2%) es 36 puntos porcentuales que aquella con el peor desempeño (60,6%).

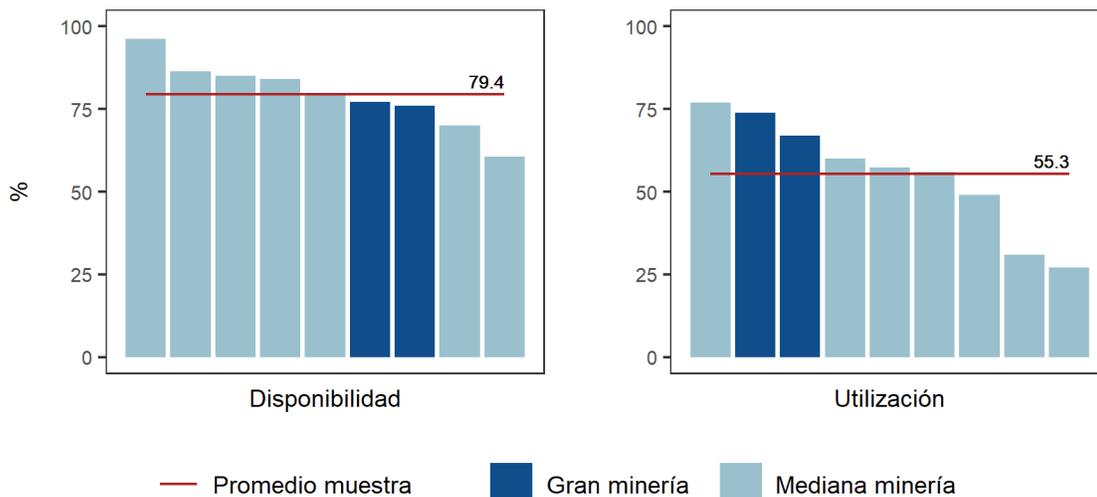
En la misma Figura 14 se observan los resultados en el indicador de utilización de los activos. En este caso, la utilización promedio fue de 55,3%, valor significativamente inferior que el desempeño promedio de los activos tanto de carguío como de transporte en mina rajo. Mina



Indicadores de productividad de la minería del cobre en Chile al 2019

subterránea también presenta una importante brecha entre la faena con el mejor indicador de utilización (77,0%) y aquella con el peor desempeño (27,0%), de 50 puntos porcentuales.

Figura 14: Indicadores de productividad del activo carguío y transporte en mina subterránea, año 2019.



Fuente: COCHILCO con base en EMPAE 2020.

3.3.4 Mina – Chancado

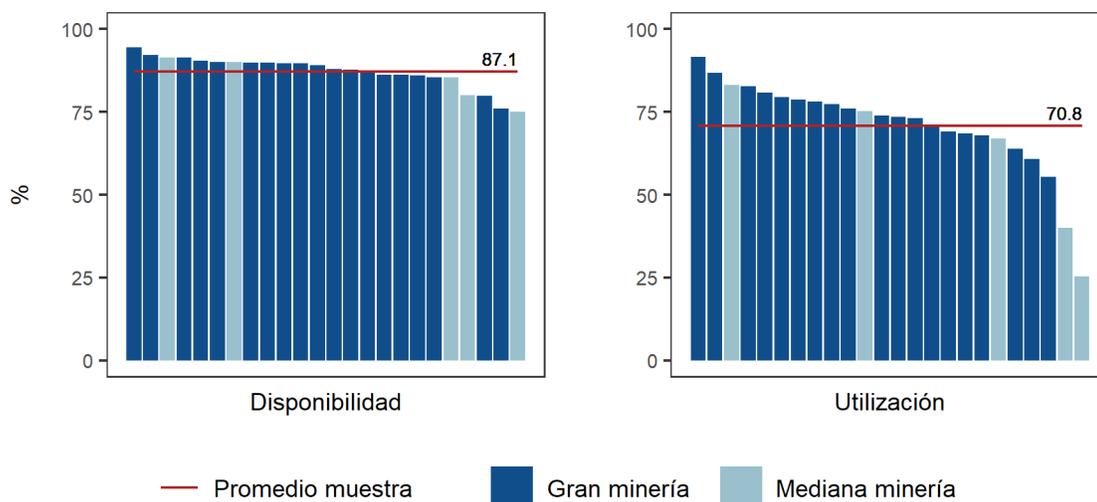
La muestra seleccionada para el análisis de la productividad parcial del capital en el proceso de chancado consideró tanto minas a cielo abierto como subterráneas. En total, se incluyeron 24 faenas, 19 pertenecientes a la gran minería y 5 al sector de la mediana minería.

Como es posible observar en la Figura 15, las operaciones en la muestra presentaron un comportamiento relativamente uniforme respecto de la disponibilidad de sus activos de chancado, con una baja variabilidad y un valor promedio de 87,1%. Sin embargo, el indicador de utilización presentó una mayor dispersión alrededor de su promedio de 70,8%, con una brecha de más de 66 puntos porcentuales entre la faena con mayor (91,6%) y menor (25,3%) utilización. Si se considera solo el espectro de la gran minería, dicha brecha se reduce a 36 puntos porcentuales.



Indicadores de productividad de la minería del cobre en Chile al 2019

Figura 15: Indicadores de productividad del activo chancado, año 2019.



Fuente: COCHILCO con base en EMPAE 2020.

3.3.5 Planta concentradora – Molienda

Para el análisis del proceso de molienda en la planta concentradora, se consideró una muestra de 25 faenas, 15 grandes mineras y 10 medianas.

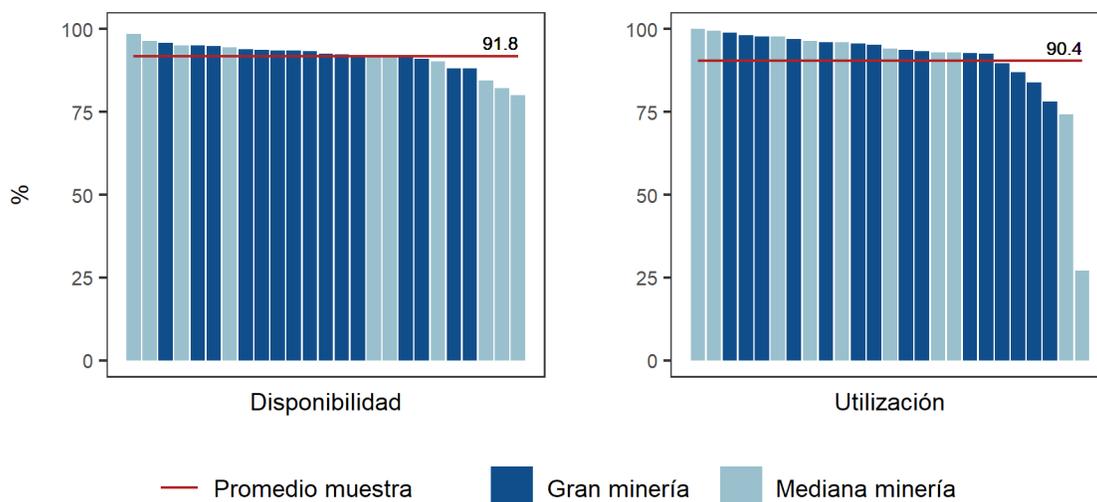
Molienda presenta un alto nivel de disponibilidad, alcanzando un valor promedio de 91,8% del tiempo posible (Figura 16). Asimismo, la muestra presenta una variabilidad acotada, excepto por algunas de las plantas con peor desempeño, pertenecientes a operaciones de mediana escala.

De manera similar, la utilización promedio de la muestra fue de 90,4% y, al igual que en el indicador de disponibilidad, no presenta gran variabilidad, excepto por las faenas menos productivas (y en especial aquella con el peor desempeño). La brecha entre la planta con mejor utilización (99,0%) y la con el menor nivel (27,0%) es de 72 puntos porcentuales. Considerando exclusivamente las grandes mineras, la brecha se reduce solo a 21 puntos porcentuales.



Indicadores de productividad de la minería del cobre en Chile al 2019

Figura 16: Indicadores de productividad del activo molienda en planta concentradora, año 2019.



Fuente: COCHILCO con base en EMPAE 2020.

3.3.6 Planta hidrometalúrgica – Área seca

Como se indicó en la sección 3.1, en el caso de la planta hidrometalúrgica fueron considerados dos procesos unitarios para el análisis: área seca, que incluye las etapas de chancado secundario y terciario, aglomeración, apilamiento y lixiviación; y área húmeda, correspondiente a los procesos de extracción por solvente (SX) y electrowinning (EW).

La muestra seleccionada para el proceso de área seca estuvo compuesta por 17 plantas, 10 de la categoría gran minería y 7 de mediana minería.

La disponibilidad promedio de los activos en la muestra fue de 78,8%, aunque con una variabilidad significativa, como se observa en la Figura 17: casi 45 puntos porcentuales separan a la planta con el indicador más alto de disponibilidad (95,5%) de aquella con el peor desempeño (50,5%).

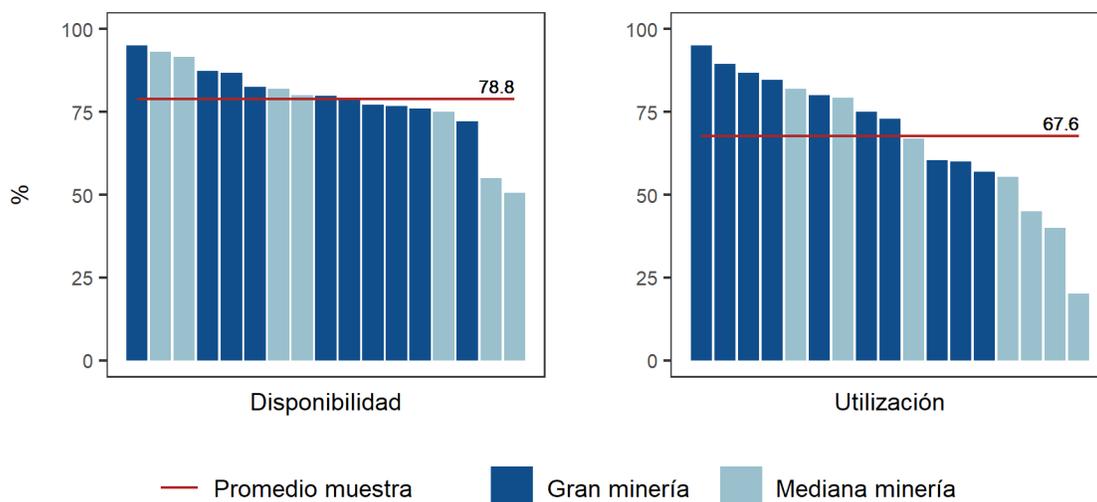
Respecto de la utilización de los activos en el área seca, el valor promedio de la muestra fue de 67,6%, con una heterogeneidad aún mayor, en comparación con los indicadores de disponibilidad: 75 puntos porcentuales separan a las plantas con mayor (95,0%) y menor (20,1%) utilización.

Si se consideran solo las grandes mineras dentro de la muestra, las brechas serían solo de 23 y 38 puntos porcentuales, para los indicadores de disponibilidad y utilización, respectivamente.



Indicadores de productividad de la minería del cobre en Chile al 2019

Figura 17: Indicadores de productividad del área seca en planta hidrometalúrgica, año 2019.



Fuente: COCHILCO con base en EMPAE 2020.

3.3.7 Planta hidrometalúrgica – Área húmeda

Finalmente, el análisis de la productividad parcial del capital en el área húmeda consideró una muestra de 20 plantas hidrometalúrgicas, 13 correspondientes a gran minería y 7 a mediana minería.

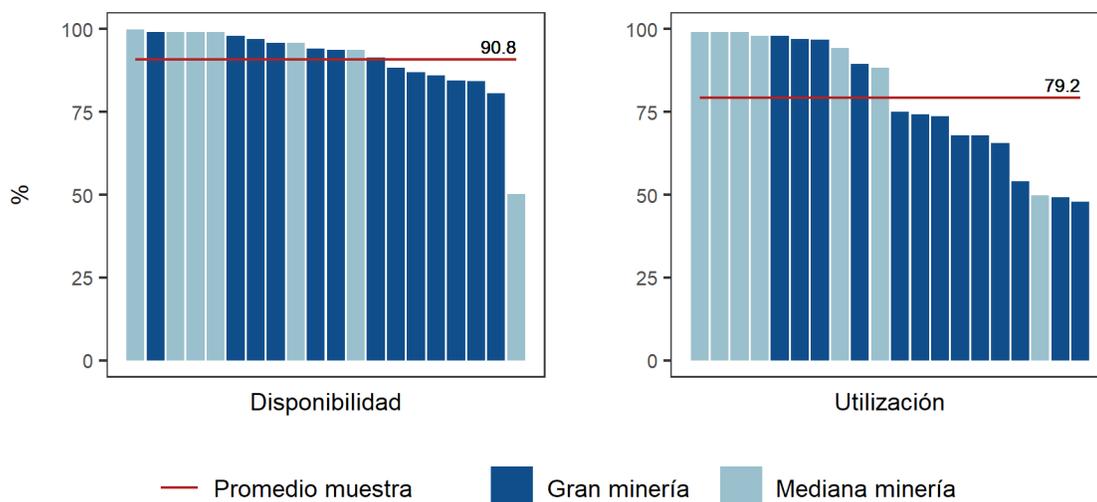
Según se observa en la Figura 18, los activos de área húmeda presentan altos niveles de disponibilidad, alcanzando un valor promedio de 90,8%. La variabilidad en la muestra es acotada, excepto por la planta con peor desempeño (50,1%). Así la diferencia entre ésta y la planta con mejor disponibilidad de sus activos en el año 2019 fue de 50 puntos porcentuales. Sin embargo, si solo se consideran faenas de la gran minería, dicha brecha es de tan solo 18 puntos porcentuales.

El indicador de utilización presenta una mayor heterogeneidad, como se puede observar en la misma Figura 18. Si bien la utilización promedio fue de 79,2%, la diferencia entre la planta más (99,1%) y menos productiva (47,9%), en cuanto a utilización se refiere, es de más de 51 puntos porcentuales.



Indicadores de productividad de la minería del cobre en Chile al 2019

Figura 18: Indicadores de productividad del área húmeda en planta hidrometalúrgica, año 2019.



Fuente: COCHILCO con base en EMPAE 2020.

3.3.8 Resumen de resultados

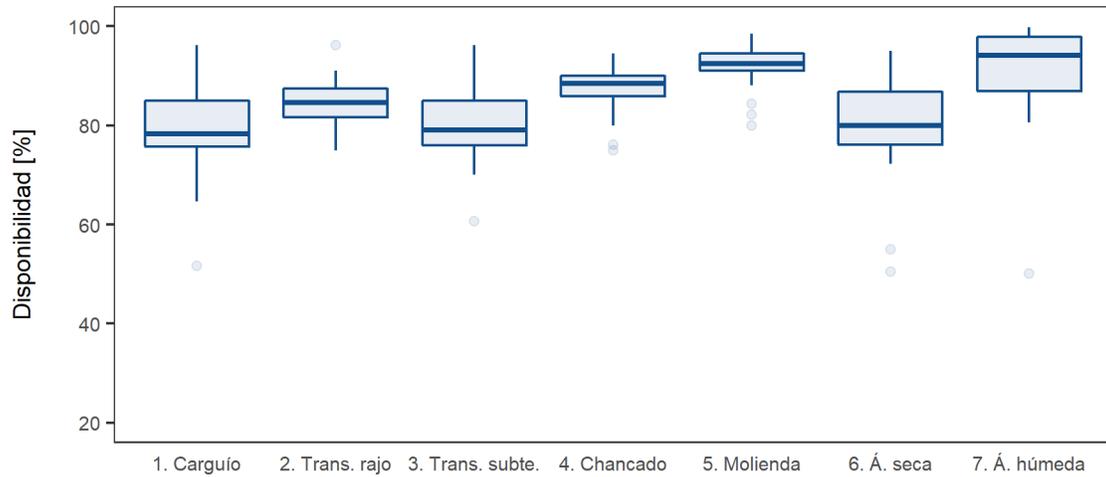
En la Figura 19 y Figura 20 se presenta un resumen de los indicadores de disponibilidad y utilización levantados para el año 2019, respectivamente. Según los resultados presentados en este capítulo, es posible observar ciertas tendencias. En primer lugar, tanto en el caso de la disponibilidad de los activos como en su utilización, los procesos de molienda en la planta concentradora y el área húmeda en la planta hidrometalúrgica presentan las productividades promedio más elevadas de los procesos analizados (aunque con una mayor heterogeneidad en el caso del área húmeda). Lo anterior se relacionaría con la naturaleza continua de dichos procesos, lo que permitiría optimizar la planificación del mantenimiento, minimizando detenciones inesperadas y maximizando el uso eficiente de estos activos.

Respecto de los procesos unitarios con menor productividad parcial del capital, en el caso de la disponibilidad (Figura 19) se observa que éstos serían carguío en mina rajo (1), carguío y transporte en mina subterránea (3) y área seca en planta hidrometalúrgica (6). Los mismos procesos muestran los peores desempeños en términos de utilización, sumándose también en este caso el proceso de chancado (4). El funcionamiento discontinuo de estos procesos y las interferencias con equipos auxiliares en el caso del proceso de carguío, explicarían parte de las detenciones y mayores requerimientos de mantenimiento que tienen un impacto negativo en el uso eficiente de estos activos.



Indicadores de productividad de la minería del cobre en Chile al 2019

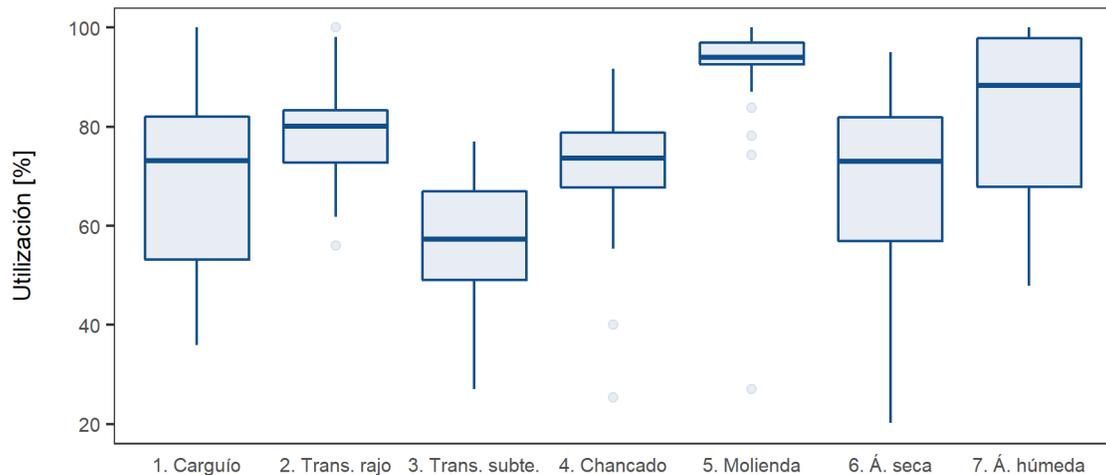
Figura 19: Resumen de indicadores de disponibilidad, año 2019.



Fuente: COCHILCO con base en EMPAE 2020.

Finalmente, es posible observar que en general los indicadores de utilización presentan una mayor dispersión, y adicionalmente, valores promedio menores que los de disponibilidad, para cada proceso analizado en este ejercicio.

Figura 20: Resumen de indicadores de utilización, año 2019.



Fuente: COCHILCO con base en EMPAE 2020.



Indicadores de productividad de la minería del cobre en Chile al 2019

4 Comentarios finales

La muestra global considerada en este informe corresponde al 96,6% de la producción nacional de cobre en el año 2019. Desde el inicio de esta línea de trabajo, en el año 2018, desarrollada por COCHILCO para el monitoreo periódico de indicadores de productividad, se ha realizado un esfuerzo por mejorar la comunicación con las empresas mineras y unificar las definiciones sobre los antecedentes solicitados. De esta manera, la cobertura alcanzada en este informe representa un avance en relación con versiones anteriores.

Respecto de los indicadores de productividad parcial del trabajo, dos puntos resultan relevantes:

- En cada área analizada se observó una dispersión significativa de la productividad laboral. Existencia de amplias brechas entre valores máximos y mínimos.
- Las faenas de la mediana minería presentan en general productividades laborales muy menores en relación con los indicadores de la gran minería.

Se espera en el futuro incorporar mejoras a este indicador, por ejemplo, reemplazando las dotaciones por una medida de horas-persona o FTE. Sin embargo, para lograrlo se debe avanzar en la comunicación con las empresas mineras que participan en esta encuesta, de manera de obtener los datos adecuados para realizar dichas modificaciones. Los antecedentes recopilados hasta el momento en relación con las horas trabajadas no han sido lo suficientemente robustos para ser incorporados en el análisis.

Por otro lado, de los resultados obtenidos en términos de la productividad parcial del capital se puede indicar lo siguiente:

- Los procesos unitarios de molienda (planta concentradora) y área húmeda (planta hidrometalúrgica) presentan los mayores indicadores de disponibilidad y utilización promedio, en línea con el funcionamiento continuo de estos procesos.
- Carguío (mina rajo), carguío y transporte (mina subterránea) y área seca (planta hidrometalúrgica) presentan los menores niveles promedio de disponibilidad.
- Carguío (mina rajo), carguío y transporte (mina subterránea), chancado (mina) y área seca (planta hidrometalúrgica) presentan los menores valores promedio de utilización.
- En términos generales, los indicadores de utilización presentan una mayor dispersión, y adicionalmente, valores promedio menores que los de disponibilidad, para cada proceso analizado.
- No se observan tendencias claras relacionadas con la escala de las operaciones (gran o mediana minería).

Finalmente, dado que este informe se construye con base en datos reportados por las empresas, y considerando las complicaciones que esto puede traer (distintas interpretaciones entre compañías, errores en unidades o de otro tipo, etc.), en el futuro sería razonable evaluar la posibilidad de reforzar el levantamiento de la información a través de visitas a terreno y/o

Indicadores de productividad de la minería del cobre en Chile al 2019

reuniones con algunas de las empresas catastradas. Esto, además de garantizar la calidad de los datos recopilados, podría entregar mayores antecedentes respecto de las causas tras las brechas observadas entre las distintas operaciones y los bajos niveles de productividad en ciertos sectores, y así desarrollar estudios y propuestas de políticas orientadas a mitigar dichas causas.



5 Referencias

COCHILCO (2014): Productividad en la Industria Minera en Chile. Santiago, Chile.

Comisión Nacional de Productividad (2017): Productividad en la Gran Minería del Cobre. Chile.



Indicadores de productividad de la minería del cobre en Chile al 2019

Anexos

Tabla 2: Muestra considerada en indicadores de productividad parcial del trabajo, año 2019.

Categoría	Empresa	Operación	Región
Gran minería	Anglo American Sur S.A.	Los Bronces	RM
Gran minería	Anglo American Sur S.A.	El Soldado	V Valparaíso
Gran minería	Codelco	Andina	V Valparaíso
Gran minería	Codelco	El Teniente	VI O'Higgins
Gran minería	Codelco	Gabriela Mistral	II Antofagasta
Gran minería	Codelco	Ministro Hales	II Antofagasta
Gran minería	Codelco	Radomiro Tomic	II Antofagasta
Gran minería	Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi	Collahuasi	I Tarapacá
Gran minería	Compañía Minera Lomas Bayas	Lomas Bayas	II Antofagasta
Gran minería	Compañía Minera Zaldívar	Zaldívar	II Antofagasta
Gran minería	Mantos Copper	Mantos Blancos	II Antofagasta
Gran minería	Mantos Copper	Mantoverde	III Atacama
Gran minería	Minera Centinela - Antofagasta Minerals	Centinela	II Antofagasta
Gran minería	Minera Escondida Ltda.	Escondida	II Antofagasta
Gran minería	Minera Los Pelambres - Antofagasta Minerals	Los Pelambres	IV Coquimbo
Gran minería	Pampa Norte	Spence	II Antofagasta
Gran minería	Pampa Note	Cerro Colorado	I Tarapacá
Gran minería	SCM Minera Lumina Copper Chile	Caserones	III Atacama
Gran minería	Teck Resources Chile	Carmen de Andacollo	IV Coquimbo
Gran minería	Teck Resources Chile	Quebrada Blanca	I Tarapacá
Mediana minería	Compañía Minera La Patagua	La Patagua	V Valparaíso
Mediana minería	Compañía Minera San Gerónimo	Talcuna	IV Coquimbo
Mediana minería	ENAMI	Planta Delta	IV Coquimbo
Mediana minería	ENAMI	Planta Manuel Antonio Matta	III Atacama
Mediana minería	ENAMI	Planta Osvaldo Martínez Carvajal	III Atacama
Mediana minería	ENAMI	Planta Vallenar	III Atacama
Mediana minería	Grace S.A.	Mantos de la Luna	II Antofagasta
Mediana minería	Haldeman Mining Company SA	Michilla	II Antofagasta
Mediana minería	KGHM Chile	Franke	II Antofagasta
Mediana minería	Minera Don Alberto	Planta Las Vacas	IV Coquimbo
Mediana minería	Minera Las Cenizas	Las Cenizas Cabildo	V Valparaíso
Mediana minería	Minera Las Cenizas	Las Cenizas Taltal	II Antofagasta
Mediana minería	Pampa Camarones SpA	Salamanqueja	XV Arica y Parinacota
Mediana minería	SCM Carola	Mina Carola	III Atacama

Indicadores de productividad de la minería del cobre en Chile al 2019

Mediana minería	Sociedad Contractual Atacama Kozan Ltda.	Atacama Kozan	III Atacama
Mediana minería	Sociedad Punta del Cobre S.A.	Pucobre	III Atacama

Fuente: COCHILCO.

Tabla 3: Muestra considerada en indicadores de productividad parcial del capital, año 2019.

Categoría	Empresa	Operación	Región
Gran minería	Anglo American Sur S.A.	Los Bronces	RM
Gran minería	Anglo American Sur S.A.	El Soldado	V Valparaíso
Gran minería	Codelco	Andina	V Valparaíso
Gran minería	Codelco	Chuquicamata	II Antofagasta
Gran minería	Codelco	El Teniente	VI O'Higgins
Gran minería	Codelco	Gabriela Mistral	II Antofagasta
Gran minería	Codelco	Ministro Hales	II Antofagasta
Gran minería	Codelco	Radomiro Tomic	II Antofagasta
Gran minería	Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM	Collahuasi	I Tarapacá
Gran minería	Compañía Minera Lomas Bayas	Lomas Bayas	II Antofagasta
Gran minería	Compañía Minera Zaldívar SPA	Zaldívar	II Antofagasta
Gran minería	Freeport McMoran	El Abra	II Antofagasta
Gran minería	Lundin Mining	Candelaria	III Atacama
Gran minería	Mantos Copper	Mantos Blancos	II Antofagasta
Gran minería	Mantos Copper	Mantoverde	III Atacama
Gran minería	Minera Centinela - Antofagasta Minerals	Centinela	II Antofagasta
Gran minería	Minera Escondida Ltda.	Escondida	II Antofagasta
Gran minería	Minera Los Pelambres - Antofagasta Minerals	Los Pelambres	IV Coquimbo
Gran minería	Pampa Norte	Spence	II Antofagasta
Gran minería	SCM Minera Lumina Copper Chile	Caserones	III Atacama
Gran minería	Sierra Gorda SCM	Sierra Gorda	II Antofagasta
Gran minería	Teck Resources Chile	Carmen de Andacollo	IV Coquimbo
Gran minería	Teck Resources Chile	Quebrada Blanca	I Tarapacá
Mediana minería	Compañía Minera Amalia Catemu - CEMIN	Amalia Catemu	V Valparaíso
Mediana minería	Compañía Minera La Patagua	La Patagua	V Valparaíso
Mediana minería	Compañía Minera San Gerónimo	Talcuna	IV Coquimbo
Mediana minería	ENAMI	Planta Delta	IV Coquimbo
Mediana minería	ENAMI	Planta Manuel Antonio Matta	III Atacama
Mediana minería	ENAMI	Planta Osvaldo Martínez Carvajal	III Atacama
Mediana minería	ENAMI	Planta Vallenar	III Atacama

Indicadores de productividad de la minería del cobre en Chile al 2019

Mediana minería	Grace S.A.	Mantos de la Luna	II Antofagasta
Mediana minería	Haldeman Mining Company SA	Michilla	II Antofagasta
Mediana minería	KGHM Chile	Franke	II Antofagasta
Mediana minería	MINERA DON ALBERTO	Planta Las Vacas	IV Coquimbo
Mediana minería	Minera Las Cenizas	Las Cenizas Cabildo	V Valparaíso
Mediana minería	Minera Las Cenizas	Las Cenizas Taltal	II Antofagasta
Mediana minería	Pampa Camarones SpA	Salamanqueja	XV Arica y Parinacota
Mediana minería	SCM Carola	Mina Carola	III Atacama
Mediana minería	Sociedad Contractual Atacama Kozan Ltda.	Atacama Kozan	III Atacama
Mediana minería	Sociedad Punta del Cobre S.A.	Pucobre	III Atacama

Fuente: COCHILCO.



**Indicadores de productividad de la minería del cobre en Chile al
2019**

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

Felipe Sánchez L.

Analista de Estrategias y Políticas Públicas

Jorge Cantallopts A.

Director de Estudios y Políticas Públicas

Diciembre de 2020

