



Proyección de la producción de cobre en Chile 2020 – 2031

DEPP 29/2020

Resumen Ejecutivo



Resumen ejecutivo

Los resultados obtenidos en la proyección de producción esperada de cobre para el periodo 2020-2031 se observa que, en comparación con la producción real de 2019, existe un incremento de 22,6% hacia el cierre del periodo de análisis. Esto quiere decir que nuestro país alcanzaría una producción de cobre de 7,095 millones de toneladas al año 2031, a una tasa de crecimiento promedio de 1,7%, con un *peak* en el año 2028 de 7,35 millones de toneladas, a una tasa de crecimiento con respecto a 2019 de 2,7%. Cabe destacar que esta actualización muestra un cierto desplazamiento en las producciones esperadas, influenciado por los efectos de la pandemia en las operaciones actuales y en el desarrollo de proyectos en construcción actual o ad-ports de entrar en operación.

El hallazgo más importante al analizar la influencia de los tipos de proyectos en el perfil futuro es que, hacia 2031, las operaciones actuales disminuyen su producción en un 31% respecto a 2019, llegando a 3,99 millones de toneladas de cobre fino. Esto demuestra la necesidad que tiene el sector minero cuprífero nacional de nuevos proyectos, ya que incluso al incluir en el perfil productivo aquellas iniciativas que buscan mantener operativas faenas actuales (reposición) o aquellos proyectos que buscan aumentar la capacidad productiva de operaciones activas (expansión) éstas no logran revertir el escenario de reducción de producción (o lo aminoran levemente), llegando a 5,73 millones de toneladas hacia el 2031, un 6,47% menos que lo alcanzando en 2019.

Respecto a la matriz productiva futura, se espera que la producción hidrometalúrgica pasaría de una participación de 27,3% de la producción total en 2019 a 8,1% hacia 2031, con el consiguiente crecimiento proporcional y acelerado en la participación de la producción de concentrados. Es así como, de las actuales 34 operaciones activas, hacia el 2031 solo quedarán 22 operativas, 7 pertenecientes a la gran minería más las 6 operaciones de Enami y 8 operaciones de mediana minería. En definitiva, se perdería una capacidad instalada de producción de cátodos SxEw de casi 2,5 millones de toneladas de cátodos de cobre.

El aumento de la producción esperada de concentrados se espera alcance el 54,9% hacia 2031, lo que es preocupante ya que este incremento no necesariamente se traduciría en aumento de producción de FURE en nuestro país. Es así como se espera que la producción de concentrados sin refinar en Chile pase de un 68% de participación en la producción total esperada de cobre fino en concentrados en 2020 a un 77% hacia 2031. Por otra parte, el aumento de producción de concentrados viene de la mano de un aumento importante del procesamiento de minerales sulfurados en plantas concentradoras, el cual se espera sea del orden del 72%, lo que implica aspectos importantes como la ubicación de los potenciales relaves provenientes de estas plantas concentradoras.

Respecto al comportamiento regional de la producción esperada, si Antofagasta concentra el 35,7% de la inversión cuprífera para la próxima década, el crecimiento de su producción es sólo de un 15%, pasando desde las 3,13 millones de toneladas registradas en 2019 a las 3,61 millones de toneladas de cobre fino hacia 2031, donde su participación en la producción nacional se reduciría pasando del actual 54,1% en 2019 a un 50,8% hacia el 2031.

Atacama quien concentra un 22% de la inversión cuprífera aumentaría su producción en un 99%, siendo la región más importante respecto al crecimiento productivo, pasando de las 533,3 mil toneladas actuales a 1,062 millones de toneladas de cobre fino hacia el 2031, impulsando su participación en la producción nacional del actual 9,2% a un 15% al cierre del periodo de análisis.

Índice



Índice

Resumen ejecutivo	2
Índice	4
Índice de figuras	5
Índice de tablas	5
Introducción	7
1. Análisis nacional de la proyección de producción esperada de cobre fino	9
1.1. Proyección nacional de cobre mina 2020 - 2031	9
1.1.1. Proyección nacional de producción de cobre fino según condición.....	10
1.1.2. Proyección nacional de producción de cobre fino según producto.....	12
1.1.3. Proyección nacional de producción de cobre fino según tipo de proyecto.....	16
1.1.4. Proyección nacional de producción de cobre fino según método de extracción.	17
2. Análisis regional de la proyección de producción esperada de cobre fino.....	20
2.1. Proyección nacional de cobre mina 2020 - 2031	20
2.1.1. Aporte y estructura productiva futura región de Atacama.....	22
2.1.2. Aporte y estructura productiva futura región de Antofagasta.	23
2.1.3. Aporte y estructura productiva futura región de Tarapacá.	25
2.1.4. Aporte y estructura productiva futura región de Coquimbo.	26
3. Comentarios finales.....	29
Anexo 1: Metodología de proyección de producción esperada	33
3.1. Escenarios de producción.....	33
3.1.1. Cálculo de la variable de producción máxima de cobre fino.	34
3.1.2. Cálculo de la variable de producción más probable de cobre fino.	35
3.1.3. Cálculo de la variable de producción mínima de cobre fino.	37
Anexo 2: Proyección de producción a nivel nacional al año 2031.	39
Anexo 3: Unidades de medida y abreviaciones	42



Índice de figuras

Figura 1: Producción de cobre mina 2019 y proyección periodo 2020 – 2031, a nivel nacional.....	9
Figura 2: Producción de cobre 2019, proyección esperada 2020 – 2031, según condición vs proyección 2019.	12
Figura 3: Producción de cobre 2019, proyección esperada 2020 – 2031 vs proyecciones 2019, según producto .	13
Figura 4: Producción de concentrados refinados y sin refinar, histórico, máximo y esperado	15
Figura 5: Producción de Cu fino en concentrados vs procesamiento de minerales sulfurados, 2019 – 2031	16
Figura 6: Producción de cobre 2018 y proyección esperada 2019 – 2030, según tipo de proyecto.	17
Figura 7: Producción de cobre 2010 - 2019 y proyección esperada 2020 - 2031, según método de explotación. .	18
Figura 8: Producción regional de cobre 2019 y proyección de producción esperada 2020 – 2031.	20
Figura 9: Participación de la producción regional en el perfil de proyección de producción esperada.	21
Figura 10: Crecimiento regional de la producción cuprífera 2019 - 2031.....	21
Figura 11: Aporte productivo de los proyectos según condición en la región de Atacama.....	22
Figura 12: Producción esperada de cobre en la región de Atacama según producto final.	23
Figura 13: Aporte productivo de los proyectos según condición en la región de Antofagasta.	24
Figura 14: Producción esperada de cobre en la región de Antofagasta según producto final.	24
Figura 15: Aporte productivo de los proyectos según condición en la región de Tarapacá.	25
Figura 16: Producción esperada de cobre en la región de Tarapacá según producto final.	26
Figura 17: Aporte productivo de los proyectos según condición en la región de Coquimbo.	26
Figura 18: Producción esperada de cobre en la región de Coquimbo según producto final.	27

Índice de tablas

Tabla 1: Ponderadores determinísticos de producción futura máxima.....	35
Tabla 2: Ponderadores determinísticos de producción futura más probable	36
Tabla 3: Ponderadores determinísticos de producción futura mínima	38
Tabla 4: Proyección esperada, cap. máxima y mínima de producción, 2020 – 2031, en miles de tons.	39
Tabla 5: Proy. máx. de prod. de cobre a nivel nacional según condición, 2020 – 2031, en miles de tons.	39
Tabla 6: Proy. esperada de prod. de cobre a nivel nacional según condición, 2020 – 2031, en miles de tons.	39
Tabla 7: Proy. esperada de prod. de cobre a nivel nacional según producto, 2020 – 2031, en miles de tons.	40
Tabla 8: Proy. esperada de prod. de cobre país según producto exportable, 2020 – 2031, en miles de tons.	40
Tabla 9: Proy. esperada de prod. de cobre a nivel nacional según tipo de proyecto, 2020 – 2031, en miles de tons.....	40
Tabla 10: Proy. esperada de prod. de cobre país según método de explotación, 2020 – 2031, en miles de tons..	40
Tabla 11: Proy. esperada de prod. de cobre a nivel regional según área productiva, 2020 – 2031, en miles de tons.....	41

Introducción



Introducción

La necesidad de obtener una metodología que permita identificar el aporte productivo futuro que incluya la condicionalidad de las inversiones es importante para que las autoridades y la opinión pública tengan antecedentes concretos sobre el desarrollo previsible de la minería chilena, ayudando a la toma de decisiones tanto públicas como privadas. Este trabajo, que corresponde a la quinta edición formal de la línea de trabajo impulsada en 2015, busca darle la importancia productiva que merece a la cartera de inversiones mineras que, año a año, publica COCHILCO dentro de sus líneas de trabajo de seguimiento. Así como sucede con la cartera de inversiones, este trabajo utiliza como base metodológica la suma de una serie de variables que inciden directamente en la producción de cobre de cada iniciativa catastrada y de cada operación actualmente activa, siendo la variable más determinante la concreción de los proyectos de inversión.

El objetivo central de esta versión del informe “Proyección de la producción esperada de cobre en Chile” es proyectar la producción de cobre mina de nuestro país en el periodo 2020 – 2031. Esta proyección se basa en una simulación de Montecarlo utilizando los datos de la última cartera de inversiones, donde se identifica la capacidad máxima de producción de cobre mina para los próximos 12 años

El análisis de este trabajo consta de dos etapas: una revisión de la proyección de cobre a nivel nacional, separada según condición, producto final y según tipo¹, para posteriormente analizar de forma regional las variaciones de producción significativas observadas.

Cabe destacar esta actualización considera los siguientes antecedentes adicionales para poder proyectar la producción cuprífera:

- a. La cartera de inversiones publicada por Cochilco en el documento *Inversión en la minería chilena - Cartera de proyectos 2020 -2029* (Cifuentes, 2020).
- b. Dentro de las iniciativas consideradas en la proyección de producción, se incluye la posible reapertura de Iván Zar (Rayrock) en la región de Antofagasta, la reapertura de planta NORA y el proyecto de extracción denominado Marimaca, todos de propiedad de Marimaca Copper Corp.
- c. En esta oportunidad el vector de probabilidad, que aparece en los anexos de este informe, se mantiene sin modificaciones debido a que no han entrado en operación proyectos durante 2019 incluidos en la cartera inversional anterior.

¹ Para mayor información respecto de esta categorización se ruega revisar el documento *Inversión en la minería chilena - Cartera de proyectos 2020 -2029* (Cifuentes, 2020).



Capítulo 1:

Análisis nacional de la proyección de producción esperada de cobre fino



1. Análisis nacional de la proyección de producción esperada de cobre fino

Este capítulo muestra el análisis de la información obtenida al modelar la producción máxima, mínima y más probable, con el fin de obtener la proyección esperada de cobre para el próximo decenio. Inicialmente se compara el resultante con los niveles máximos y mínimos que se consideran posibles en este periodo, y posteriormente, mostrar la proyección de producción categorizada según *condición*, *tipo* de proyecto y *producto*, logrando observar los aportantes más importantes a la producción futura de cobre del país

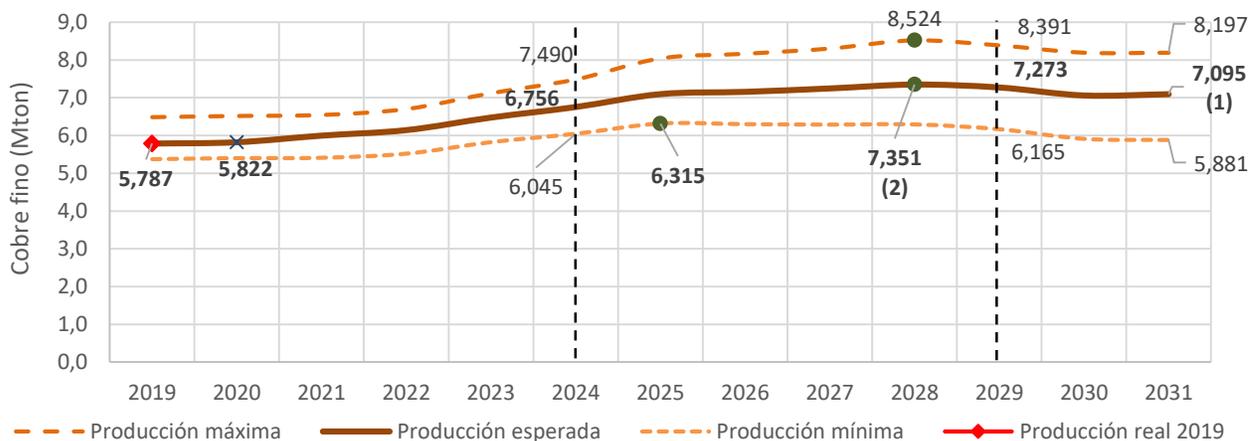
1.1. Proyección nacional de cobre mina 2020 - 2031

Los resultados obtenidos en la proyección de producción esperada de cobre para el periodo 2020-2031 se observa que, en comparación con la producción real de 2019, existe un incremento de 22,6% hacia el cierre del periodo de análisis. Esto quiere decir que nuestro país alcanzaría una producción de cobre de 7,095 millones de toneladas al año 2031 (1), a una tasa de crecimiento promedio de 1,7%, con un *peak* en el año 2028 de 7,35 millones de toneladas (2), a una tasa de crecimiento con respecto a 2019 de 2,7% (Figura 1).

En los extremos de esta proyección encontramos que la producción de cobre máxima posible, sin aplicar condicionalidad de las iniciativas y sobre la base que todos los proyectos mineros considerados en esta proyección son ejecutados sin cambios en sus puestas en marcha, alcanzaría las 8,2 millones de toneladas de cobre fino en 2031, 47,3% más que la producción real de 2019, con una tasa de crecimiento anual de 4,4% con respecto al mismo año base y alcanzando un *peak* en el año 2028 de 8,52 millones de toneladas.

En el extremo inferior se observa que la producción mínima, que corresponde a la producción de los proyectos considerados en la cartera pero aplicados los ponderadores determinísticos mínimos, sería un 8,7% mayor hacia el año 2031 con respecto de la producción alcanzada en 2019, llegando a las 5,88 millones de toneladas de cobre fino.

Figura 1: Producción de cobre mina 2019 y proyección periodo 2020 – 2031, a nivel nacional.



Fuente: Cochilco, 2020.



Para facilitar el análisis, se revisarán los cambios en tres periodos:

- **Quinquenio 2020 – 2024:** Se espera una producción de 5,82 millones de toneladas para 2020, lo que indica que el efecto pandemia se distribuirá entre 2020 y 2021, apaciguando una potencial caída productiva. Todo esto bajo la premisa de que en el informe de 2019 se proyectaban 5,87 millones de toneladas para 2020 y 5,91 para 2021. El crecimiento de la producción esperada será a una tasa anual de 3,8% anual, alcanzando hacia el 2024 los 6,76 millones de toneladas de cobre mina, un aumento de 16% con respecto a lo esperado para 2020. El año 2022 sería en donde se sobrepasaría la barrera de las 6 millones de toneladas.
- **Quinquenio 2025 – 2029:** La producción esperada hacia 2025 sería de 7,098 millones de toneladas de cobre fino, año donde se rompería la barrera de las 7 millones de toneladas que se mantendría durante el quinquenio anterior. Sin embargo, la tasa de crecimiento anual es inferior al quinquenio 2020 - 2024, 0,61% anual, alcanzando los 7,27 millones de toneladas hacia el 2029, un crecimiento de 2,5% con respecto a la producción esperada para 2025. Cabe destacar que, a pesar del lento crecimiento de la producción en este periodo, es aquí donde se alcanzaría el máximo productivo de 7,35 millones de toneladas, específicamente durante 2028.
- **2030 – 2031:** Se espera hacia 2030 una producción esperada de 7,062 millones de toneladas, mientras que para el cierre del periodo de análisis se espera una producción de 7,095 millones de toneladas. Este periodo se destaca por una producción más baja que el quinquenio anterior y más estable, debido principalmente a la caída de la producción de cátodos SxEw, la cual alcanzaría las 577,8 mil toneladas al cierre de 2031, alrededor de un 63% menos que lo producido el año 2019.

En los siguientes puntos se revisarán las proyecciones según condición, producto y tipo de proyecto.

1.1.1. Proyección nacional de producción de cobre fino según condición.

VARIABLES como el tipo de proyecto, etapa de avance en que se encuentra, estado de la tramitación ante el SEA y su relación con la fecha estimada de puesta en marcha son completamente influyentes en el desarrollo de proyectos. Los atributos de cada una de estas variables tienen una gradualidad asociada a mayor o menor certeza de materialización de proyectos futuros.

Las condiciones base, probable, posible y potencial² nacen en busca de mostrar explícitamente esta mezcla de variables y atributos, y al agruparlas es posible definir, a grandes rasgos, aquellos proyectos con mayor o menor probabilidad de materializarse, esto quiere decir, proyectos base-probable y posible-potencial, respectivamente.

Algunos puntos importantes de destacar:

- a) Bajo la mirada de la condicionalidad, se observa que aquellos proyectos y operaciones pertenecientes a la condición *base*, considerando el periodo de análisis entre los años 2020 y 2031, podrían disminuir su producción de cobre fino en 15,9% a una tasa de 1,43%, para llegar a 4,41 millones de toneladas hacia el 2031, más de 500 mil toneladas menos que lo presupuestado en 2019, con un máximo productivo esperado para el

² Informe *Inversión en la minería chilena - Cartera de proyectos 2020 -2029 (Cochilco, 2020)*.

2025 con 6,25 millones de toneladas. Al incluir en este perfil aquellas iniciativas en condición *probable*, la producción crecería a una tasa de 0,13% hasta alcanzar una producción hacia el 2031 de 5,88 millones de toneladas, un 1,54% más que la producción real de 2019, con un máximo de 6,7 millones de toneladas hacia el 2025. Cabe destacar que esta actualización muestra un cierto desplazamiento en las producciones máximas a alcanzar, influenciado por los efectos de la pandemia en las operaciones actuales y en el desarrollo de proyectos en construcción actual o ad-portas de entrar en operación.

b) Al unificar ambas condiciones anteriores, el análisis quinquenal de los proyectos con mayor probabilidad de materializarse es el siguiente:

- **Quinquenio 2020 – 2024:** De una producción esperada de 5,822 millones de toneladas para 2020, vemos que hacia 2024 los proyectos base alcanzarían una producción de 6,25 millones de toneladas, un aumento de 7,29% en el periodo. Si consideramos la producción esperada proveniente de aquellas iniciativas en condición *probable*, la producción crecería 12,74%, alcanzando las 6,56 millones de toneladas hacia el 2024, a una tasa de crecimiento de 3,04%.
- **Quinquenio 2025 – 2029:** Tal cual como se observó en la proyección del año 2019, este periodo se caracteriza por una caída de la producción esperada de los proyectos en condición *base* y *probable*, lo cual se asocia a la caída de las operaciones hidrometalúrgicas. La producción esperada en conjunto de los proyectos *con mayor probabilidad de materializarse* pasaría de casi 6,7 millones de toneladas en 2025 a 6,21 millones de toneladas hacia 2029, una caída de 5,32%. Cabe destacar que la producción de 2025 es el máximo que alcanzarán los proyectos en las condiciones *base* y *probable*.
- **2030 – 2031:** Más allá del 2029 la producción de los proyectos base y probable seguirá cayendo, pasando de 5,89 millones de toneladas esperadas para 2030 a 5,88 millones de toneladas el 2031. La necesidad de nuevos proyectos es imperiosa en este periodo para poder mantener el liderazgo productivo de Chile.

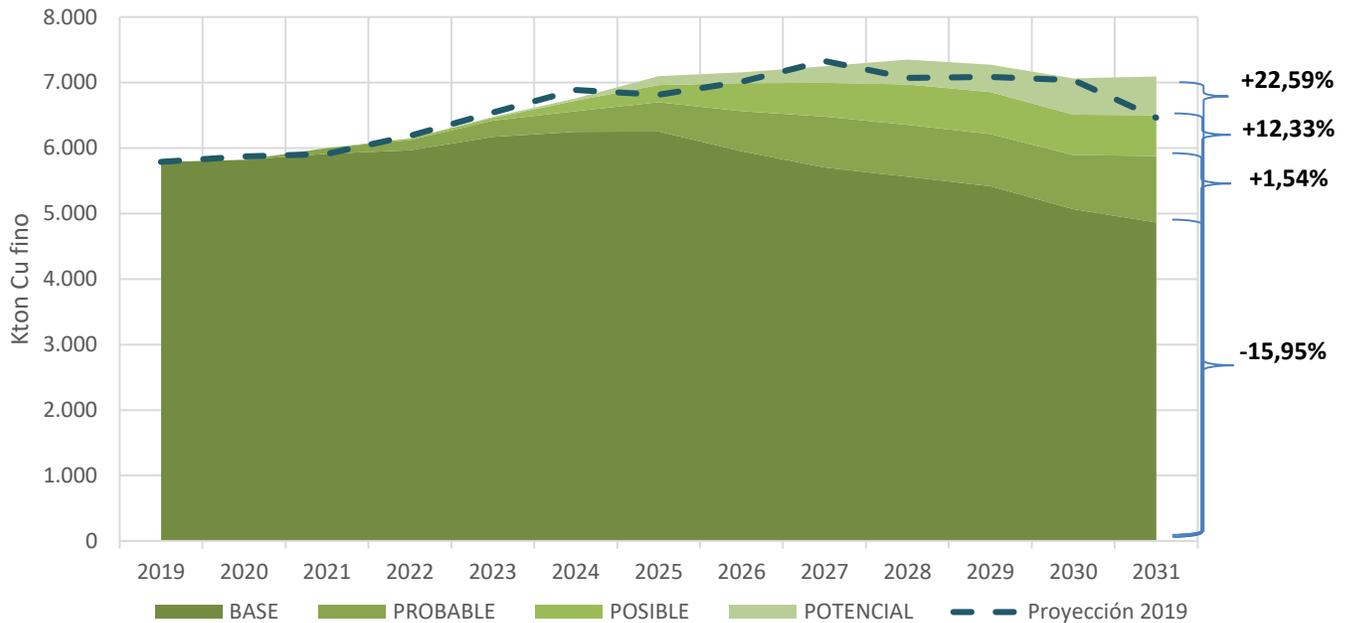
c) Si se considera aquellas iniciativas en condición *posible*, y se añaden sus perfiles productivos a los analizados anteriormente (proyectos *base* + *probable*), el crecimiento de la producción esperada de 1,54% analizado anteriormente pasaría a un crecimiento de 12,33% con respecto a 2019, alcanzando hacia 2031 alrededor de 6,5 millones de toneladas, a una tasa de crecimiento anual de 0,97%, sin cambios sustanciales respecto del análisis del informe de 2019. Asimismo, si sumamos el aporte productivo de aquellos proyectos en condición potencial, el escenario de crecimiento casi se duplica con respecto a lo anterior, donde la producción hacia el 2031 aumentaría en un 22,6% con respecto a 2019, alcanzando las 7,095 millones de toneladas, un crecimiento productivo anual de 1,71%, donde la producción máxima se alcanzaría hacia el 2028 con 7,35 millones de toneladas, un año después de las estimaciones del informe de 2019.

d) El análisis quinquenal de la inclusión de aquellos proyectos con menor probabilidad de materializarse en los tiempos definidos por las compañías:

- **Quinquenio 2020 – 2024:** El impulso productivo de este quinquenio lo otorgan las iniciativas en condición *posible* + *potencial*, que al incluir sus perfiles productivos a los proyectos en condición *base* y *probable* permitirían un crecimiento productivo de 16,03% en este periodo, alcanzando las 6,76 millones de toneladas, una tasa anual de 3,79% con respecto a la producción esperada para 2020. Este periodo crecería en más de 250 mil toneladas la producción esperada respecto de lo proyectado el año 2019.

- **Quinquenio 2025 – 2029:** Este quinquenio es complejo productivamente hablando, ya que al añadir las iniciativas en condición posible + *potencial*, se podría subsanar levemente el decrecimiento esperado de 1,86% anual con solo los proyectos en condición *base y probable*. Se espera que la producción llegue hacia 2029 a 7,27 millones de toneladas, 240 mil toneladas más de lo presupuestado en las proyecciones de 2019, un crecimiento de 0,61% anual para el periodo de análisis. A pesar de este bajo crecimiento, este quinquenio, específicamente el año 2028, se alcanzaría el máximo productivo esperado de 7,35 millones de toneladas.
- **2030 – 2031:** Este periodo es un periodo de ajuste productivo, donde se observa una caída de 2,46% entre 2030 y 2031, obviamente al incluir los proyectos en condición *posible + potencial* al perfil anterior. Esta reducción de la producción es casi un 55% menor de no incluirse estos proyectos al perfil *base y probable*.

Figura 2: Producción de cobre 2019, proyección esperada 2020 – 2031, según condición vs proyección 2019.



Fuente: Cochilco, 2020.

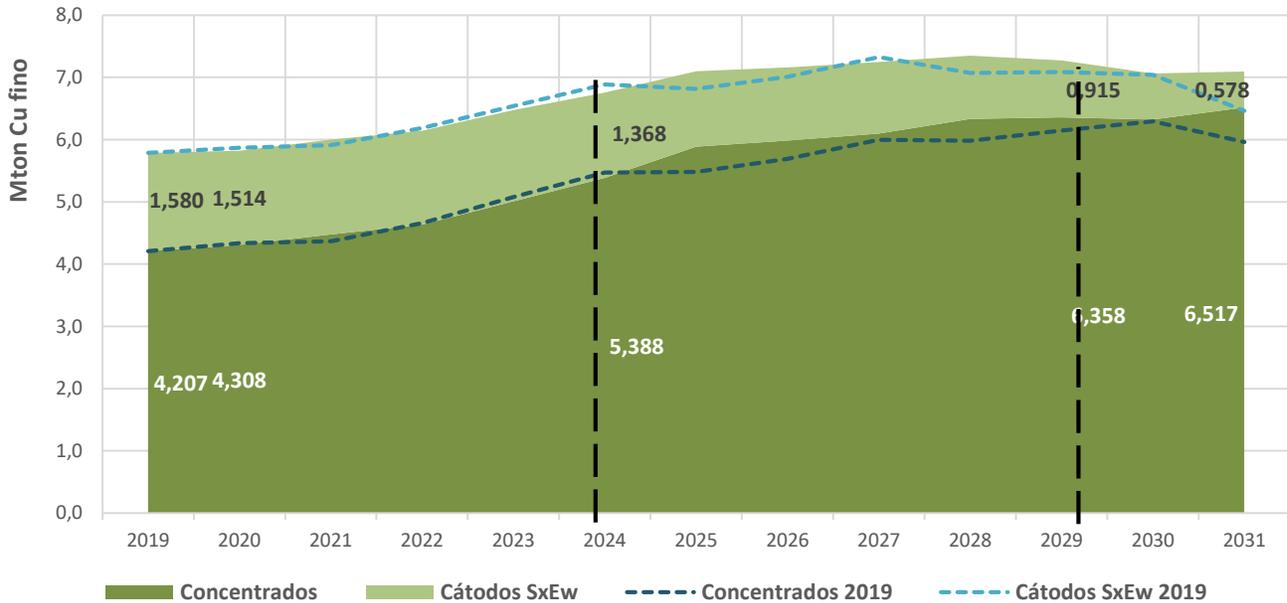
1.1.2. Proyección nacional de producción de cobre fino según producto.

El cambio de matriz productiva es inminente. Chile aún no ha avanzado en soluciones reales a la gran capacidad instalada que dispone de plantas hidrometalúrgicas, sin proyectos o expansiones que las mantengan operativas, ni menos en una mirada conjunta en torno a la materialización de nuevas fundiciones en el país, sumado a la gran cantidad de iniciativas que buscan expandir o extender la vida operacional de faenas de minerales sulfurados o incluso crear nuevas operaciones mineras en la línea de concentrados. Se espera que la producción hidrometalúrgica pasaría de una participación de 27,3% de la producción total en 2019 a 8,1% hacia 2031, con el consiguiente crecimiento proporcional y acelerado en la participación de la producción de concentrados y, como se comentó anteriormente, sin cambios en líneas productivas de FURE.



De las actuales 34 operaciones activas, hacia el 2031 solo quedaran 22 operativas, 7 pertenecientes a la gran minería más las 6 operaciones de Enami y 8 operaciones de mediana minería. Las únicas nuevas iniciativas operativas para ese entonces serán Rajo Inca (2022-2035), Polo Sur (2024-2037), Diego de Almagro óxidos (2023-2033), Productora óxidos (2023-2032), Marimaca (2025-2035), la reapertura de Rayrock (2021-2035), Planta NORA (Ex Berta, 2022-2032) y Playa Verde (2024-2032).

Figura 3: Producción de cobre 2019, proyección esperada 2020 – 2031 vs proyecciones 2019, según producto



Fuente: Cochilco, 2020.

Se estima que, si la producción hidrometalúrgica esperada disminuye un 63,4% hacia el 2031 con respecto a la producción del año 2019, la producción esperada de cobre fino contenida en concentrados aumentaría desde las 4,2 millones de toneladas de cobre fino en 2019 hasta 6,52 millones de toneladas de cobre fino en concentrados en 2031, un crecimiento de casi un 55% en el periodo analizado (figura 3). El análisis quinquenal arroja los siguientes resultados:

- **Quinquenio 2020 – 2024:** La producción esperada de cobre fino en concentrados crecería 25,1% en el período a una tasa anual de 5,75%, hasta llegar a las 5,39 millones de toneladas hacia el 2024. La puesta en marcha de proyectos como Desembotellamiento Mantos Blancos (2021), Desarrollo Mantoverde (2022), Ampliación Marginal Fase I de Los Pelambres (2022), la Optimización 170 ktpd de Collahuasi (2023), Quebrada Blanca Fase 2 (2023), Productora (2023), Arqueros Cobre (2023) o los inicios del Desarrollo de Distrito Centinela a través de Esperanza Sur (2023) impulsarán esta producción. Por otro lado, la producción de cátodos SxEw caería 9,7%, para cerrar este quinquenio con una producción esperada de 1,37 millones de toneladas. La producción de cátodos se ve especialmente afectada en este periodo debido al cierre de Franke (2022), Cerro Colorado (2024), las líneas hidrometalúrgicas de Quebrada Blanca (2023) y Carmen de Andacollo (2022), la planta Hidrosur de Chuquicamata (2024) y Cenizas Taltal (2024), lamentablemente los proyectos de gran y mediana minería a materializarse dentro



de estos años³ solo logran que el impacto de la caída de la producción de cátodos SxEw sea menos evidente.

- **Quinquenio 2025 – 2029:** Durante este periodo se espera que la producción esperada de cobre fino en concentrados crecería, pero no con la misma fuerza que el quinquenio anterior, 18% a una tasa anual de 1,94% (casi un tercio que el periodo anterior), para alcanzar las 6,36 millones de toneladas de cobre fino, impulsada por el ingreso de proyectos importantes para el decenio en análisis⁴. Por el contrario, la producción de cátodos SxEw cae hacia el 2029 un 33,1% respecto lo esperado para 2025, llegando a una producción esperada de 915 mil toneladas, producto del cierre de las líneas hidrometalúrgicas de Spence (2026), Radomiro Tomic (2029), Gaby (2029), Lomas Bayas (2029) y las recientemente reabiertas Michilla (2029) y Collahuasi SxEw (2029).
- **2030 – 2031:** La producción esperada de concentrados se mantiene estable y crece solo un 2,5% entre estos dos años, alcanzando las 6,52 millones de toneladas hacia el 2031. Por su parte, la producción hidrometalúrgica, cae 36,9% entre estos dos años llegando a una producción esperada de 577,8 mil toneladas de cobre fino en cátodos SxEw, equivalentes aproximadamente a una quinta parte de la capacidad hidrometalúrgica instalada actualmente.

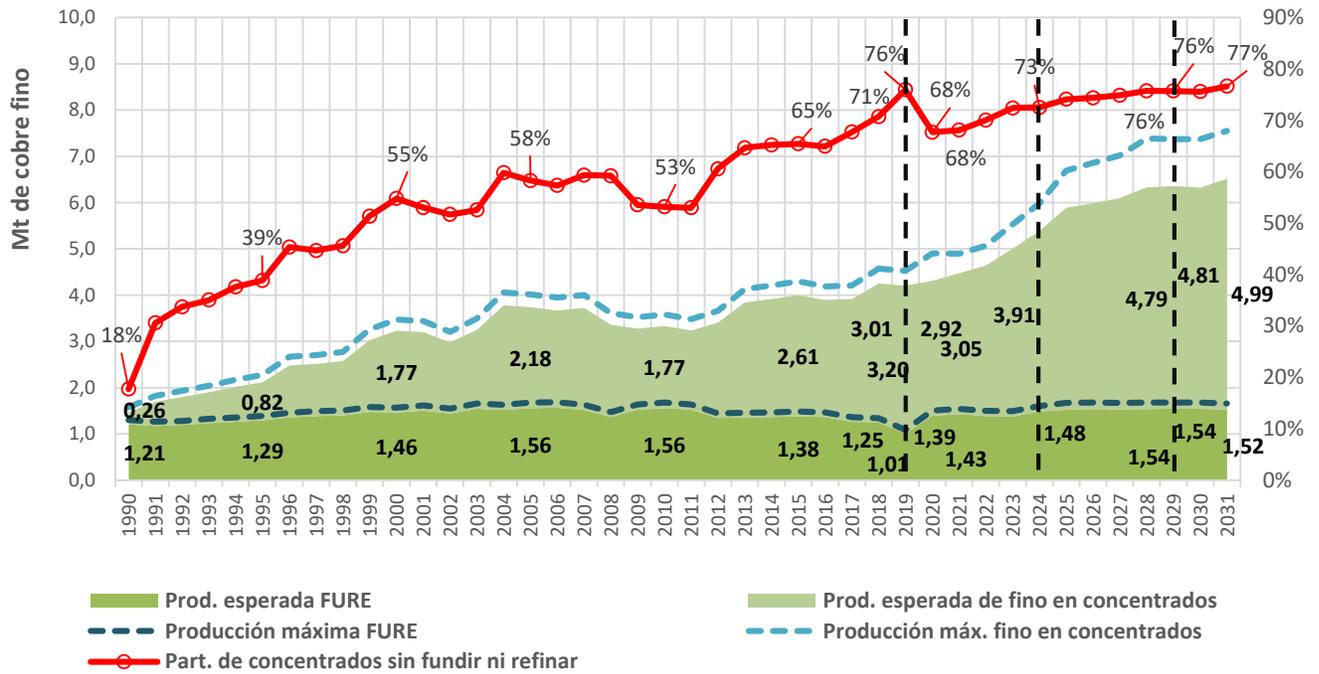
Sumado a este complejo escenario para la producción hidrometalúrgica observado en el análisis anterior, es preocupante ver que el incremento en producción de minerales sulfurados no necesariamente se traduciría en aumento de producción de FURE en nuestro país, Figura 4, ya que la producción de concentrados sin refinar en nuestro país pasará desde un 68% de participación en la producción total esperada de cobre fino en concentrados en 2020 a un 77% hacia 2031, pasando de exportar alrededor de 3 millones de toneladas cobre fino en concentrados como promedio de los últimos tres años, en torno a las 7,89 millones de toneladas métricas secas de concentrados, a alrededor de 4,99 millones de toneladas de cobre fino hacia 2030, aproximadamente 15,47 millones de toneladas métricas secas de concentrados.

³ Delirio (2021), Iván Reapertura (2021), Planta NORA (2022), Rajo Inca (2022), Diego de Almagro Óxidos (2023), Productora óxidos (2023), Sagasca cont. Operacional (2023), Collahuasi SxEw reapertura (2024), Playa Verde SXEW (2024) y Polo Sur (2024).

⁴ Collahuasi - 210 ktpd (2025), Santo Domingo (2025), RT Sulfuros Fase II (2026), Andina Exp. Fase II (2026), El Abra Mill Project (2028), Distrito Centinela (2027) y NuevaUnión Fase 1 (2025) y 2 (2028).



Figura 4: Producción de concentrados refinados y sin refinar, histórico, máximo y esperado



Fuente: Cochilco, 2020.

El aumento de la producción esperada de concentrados se espera alcance el 54,9% hacia 2031, lo que viene de la mano con un aumento importante del procesamiento de minerales sulfurados en plantas concentradoras, que se espera pase de las 642 millones de toneladas en 2019 a 1.104 millones de toneladas hacia 2031, que corresponde a un crecimiento de 72% (Figura 5).



Figura 5: Producción de Cu fino en concentrados vs procesamiento de minerales sulfurados, 2019 – 2031



Fuente: Cochilco, 2020.

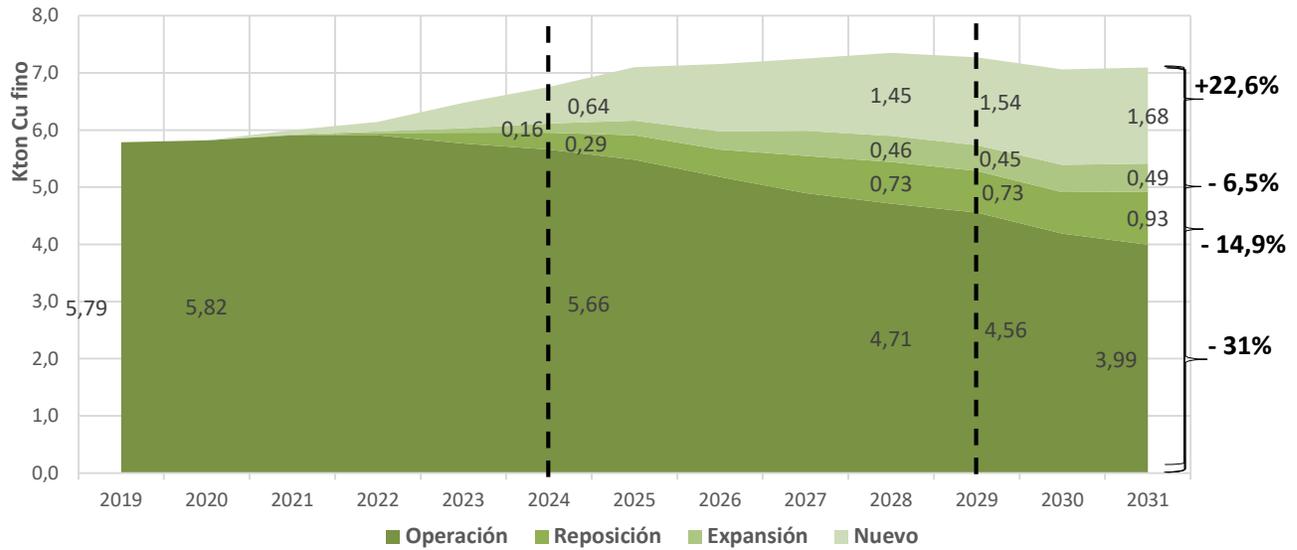
1.1.3. Proyección nacional de producción de cobre fino según tipo de proyecto.

Este subcapítulo pretende analizar la producción esperada futura proveniente de aquellas operaciones activas, de proyectos de reposición y de expansión de faenas operativas, y aquellos proyectos tipo *greenfield* o nuevos, incluyendo aquellos que cambian su forma de extracción de forma completa, con el fin de entender de donde provendría la nueva producción del país, y así, anticipar políticas públicas efectivas que permitan asegurar la materialización de dichos proyectos, cumpliendo la normativa actual.

El primer hallazgo es que, hacia 2031 las operaciones actuales disminuyen su producción en un 31,03%, a una tasa de decrecimiento de 3,05% con respecto a 2019, llegando a 3,99 millones de toneladas de cobre fino. Esto demuestra la necesidad que tiene el sector minero cuprífero nacional de nuevos proyectos, ya que incluso al incluir en el perfil productivo aquellas iniciativas que buscan mantener operativas faenas actuales (reposición) o aquellos proyectos que buscan aumentar la capacidad productiva de operaciones activas (expansión) éstas no logran revertir el escenario de reducción de producción (o lo aminoran levemente), llegando a 5,73 millones de toneladas hacia el 2031, un 6,47% menos que lo alcanzando en 2019. En definitiva, la responsabilidad recae en el decaimiento de las operaciones actuales y sus proyectos asociados a la línea de óxidos.



Figura 6: Producción de cobre 2018 y proyección esperada 2019 – 2030, según tipo de proyecto.



Fuente: Cochilco, 2020.

El crecimiento productivo del país solo es posible si se logran materializar todas aquellas iniciativas nuevas de la cartera de inversiones nacional, las que aportarían un 22,6% más de producción hacia el 2031. Un análisis quinquenal se observa a continuación

- **Quinquenio 2020 – 2024:** Se registraría una caída de 2,78% en las operaciones actuales, llegando a las 5,66 millones de toneladas de producción esperada hacia 2024. Si se incluyen aquellas iniciativas de reposición y expansión, la producción de cobre crecería 5,06% hasta alcanzar una producción esperada de 6,117 millones de toneladas, crecimiento de 1,24% anual. Finalmente, si se incluyen aquellos proyectos nuevos de la cartera inversional, el crecimiento en este quinquenio alcanza el 16,03% para llegar a las 6,76 millones de toneladas hacia el 2024.
- **Quinquenio 2025 – 2029:** Al igual que las proyecciones del informe de 2019, se observa que este quinquenio es crítico para la producción cuprífera nacional, ya que ni la inclusión de proyectos de reposición o expansión evita el decrecimiento productivo del país, donde la producción esperada de las operaciones actuales, reposiciones y expansiones caería 6,26%, pasando de 6,16 millones de toneladas el 2025 a 5,73 millones de toneladas hacia 2029, un decrecimiento anual de 1,79%. Los proyectos nuevos influirían positivamente, pero en menor nivel que el quinquenio anterior, registrando un aumento de 7,66% en el periodo, hasta cerrar el quinquenio con una producción de 7,27 millones de toneladas.
- **2029 – 2030:** Este corto periodo la producción nacional se ve reducida en 2,46%, incluyendo operaciones actuales, proyectos de reposición y expansión, y proyectos nuevos.

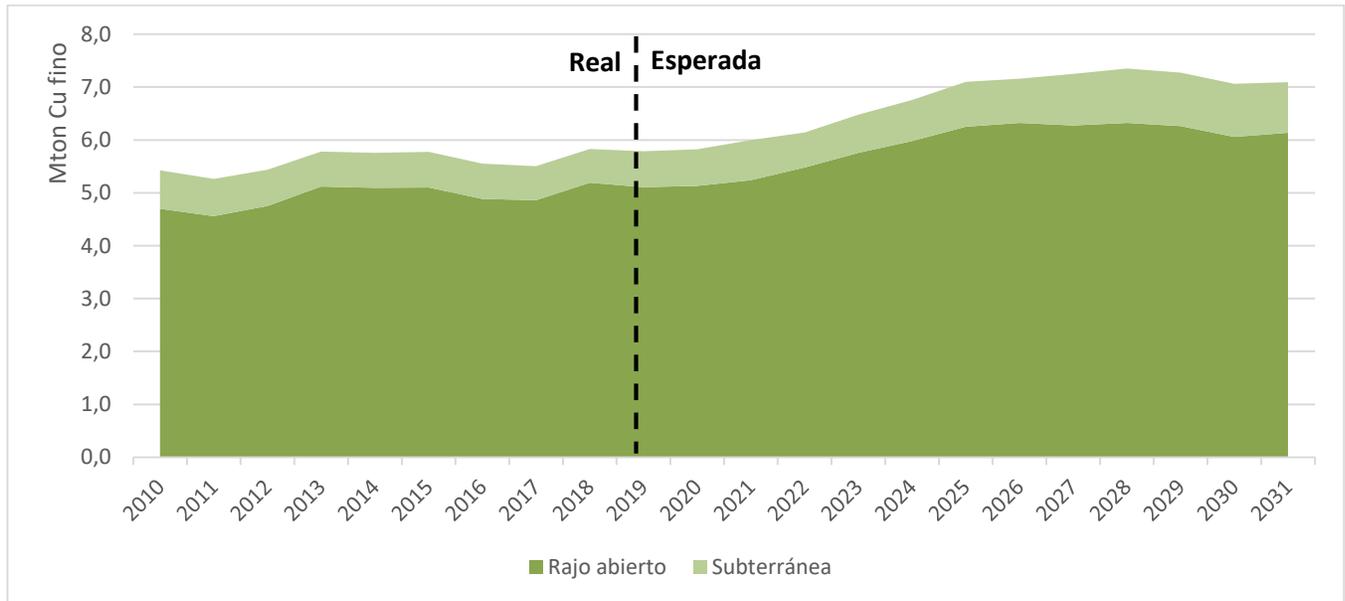
1.1.4. Proyección nacional de producción de cobre fino según método de extracción.

Las expectativas de un aumento de yacimientos extraídos mediante minería subterránea no son auspiciosas en esta proyección de producción esperada. Si bien Chile ha avanzado enormemente en investigación y desarrollo



de tecnologías de automatización y mejoramiento de la extracción de minerales mediante métodos subterráneos, en los próximos 13 años no habrá cambios sustanciales en la producción proveniente de este método extractivo (Figura 7).

Figura 7: Producción de cobre 2010 - 2019 y proyección esperada 2020 - 2031, según método de explotación.



Fuente: Cochilco, 2020.

En los últimos 9 años la extracción mediante rajo abierto ha crecido un 8,6% al 2019, en desmedro la producción proveniente de minas subterráneas que ha caído un 6,3%. Esto va de la mano de que la extracción subterránea, aparte de la gigante CODELCO, está más asociada a la mediana y pequeña minería más que a la gran minería nacional, con algunas excepciones obviamente. Si bien en los próximos 13 años se observa un fuerte crecimiento de la extracción subterránea, 40,5% entre 2019 y 2031, apoyado mayoritariamente por los proyectos Nuevo Nivel Mina y Los Bronces Integrado, la extracción rajo abierto mantendrá su sitio con una participación en la producción nacional de 86,53%, casi 2 puntos porcentuales menos que la participación en 2019.



Capítulo 2:

Análisis regional de la proyección de producción esperada de cobre fino



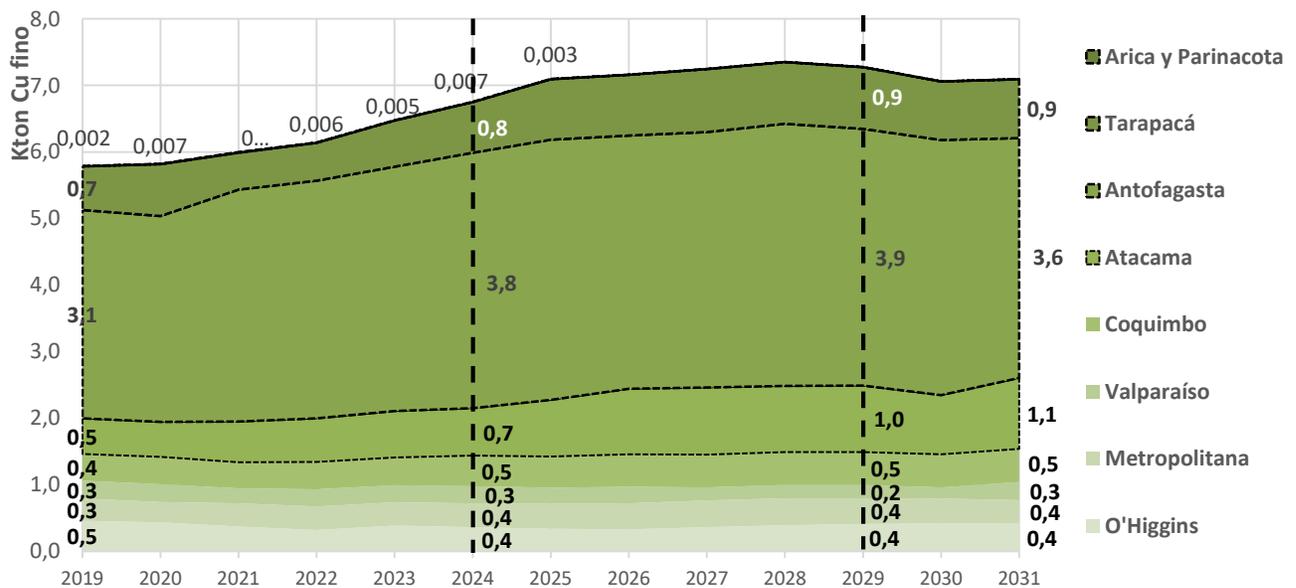
2. Análisis regional de la proyección de producción esperada de cobre fino

Este capítulo pretende dar una mirada regional a las proyecciones de producción de cobre esperadas para el periodo 2020- 2031, focalizando el análisis en aquellas con mayor aporte productivo.

2.1. Proyección nacional de cobre mina 2020 - 2031

La lógica observada hace años respecto a la relación directa entre aquellas regiones con mayor participación en la proyección de producción esperada y aquellas regiones con mayor importancia inversional en la cartera de proyectos se mantiene estable (Cifuentes, 2020). Antofagasta, Atacama y Tarapacá se imponen como las regiones con mayor crecimiento productivo en la próxima década, siendo los 3 primeros lugares inversionalmente hablando (Figura 8).

Figura 8: Producción regional de cobre 2019 y proyección de producción esperada 2020 – 2031.

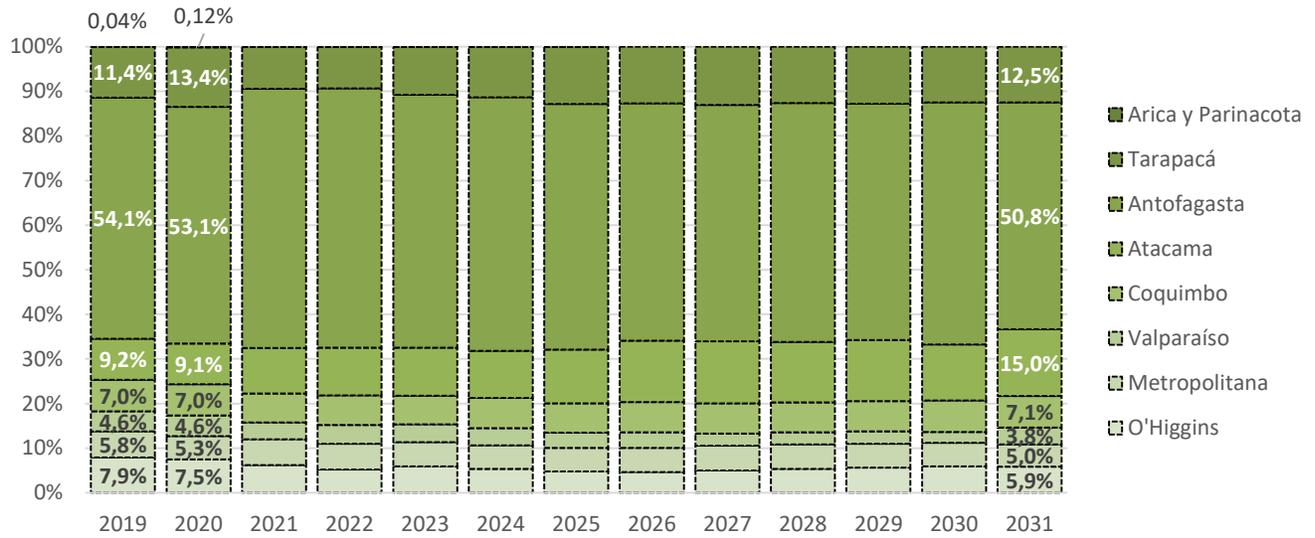


Fuente: Cochilco, 2020.

Si Antofagasta concentra el 35,7% de la inversión cuprífera para la próxima década, el crecimiento de su producción es sólo de un 15%, pasando desde las 3,13 millones de toneladas registradas en 2019 a las 3,61 millones de toneladas de cobre fino hacia 2031, donde su participación en la producción nacional se reduciría pasando del actual 54,1% en 2019 a un 50,8% hacia el 2031.



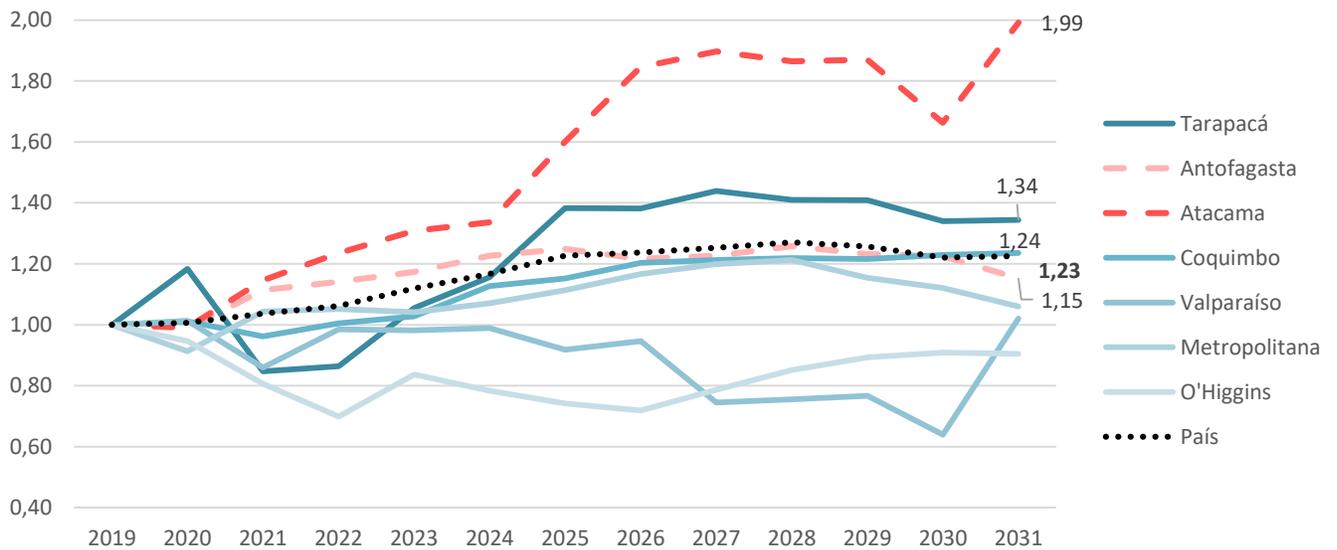
Figura 9: Participación de la producción regional en el perfil de proyección de producción esperada.



Fuente: Cochilco, 2020.

Por otra parte, Atacama quien concentra un 22% de la inversión cuprífera aumentaría su producción en un 99%, pasando de las 533,3 mil toneladas actuales a 1,062 millones de toneladas de cobre fino hacia el 2031, impulsando su participación en la producción nacional del actual 9,2% a un 15% al cierre del periodo de análisis. Situación similar ocurre con Tarapacá, que aumenta su producción en un 34% y su participación desde un 11,4% en 2019 a 12,5% en 2031.

Figura 10: Crecimiento regional de la producción cuprífera 2019 - 2031



Fuente: Cochilco, 2020.



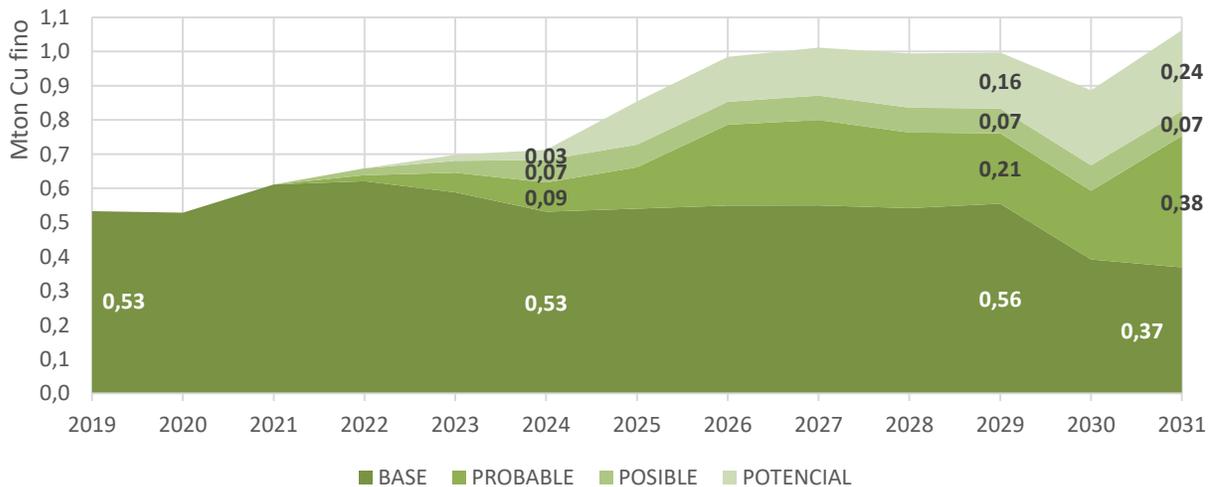
En cuarto lugar se observa a Coquimbo, quien con un 4,1% de participación en la inversión cuprífera registra un aumento importante en su producción de 24%, pero con un leve aumento en su participación nacional e la producción de cobre, de 7% en 2019 a 7,1% en 2031 (Figura 9).

Con esta información es posible realizar un análisis de las principales regiones en la producción futura de cobre, partiendo por Atacama, después Antofagasta, Tarapacá y cerrando con Coquimbo.

2.1.1. Aporte y estructura productiva futura región de Atacama

Para la región de Atacama, se observa que el impulso productivo estaría influenciado por aquellas iniciativas en condición *probable* y *potencial*, las cuales aportarían un 58,3% de la oferta de la región, alrededor de 619 mil toneladas de cobre fino hacia el 2031 (Figura 11).

Figura 11: Aporte productivo de los proyectos según condición en la región de Atacama.

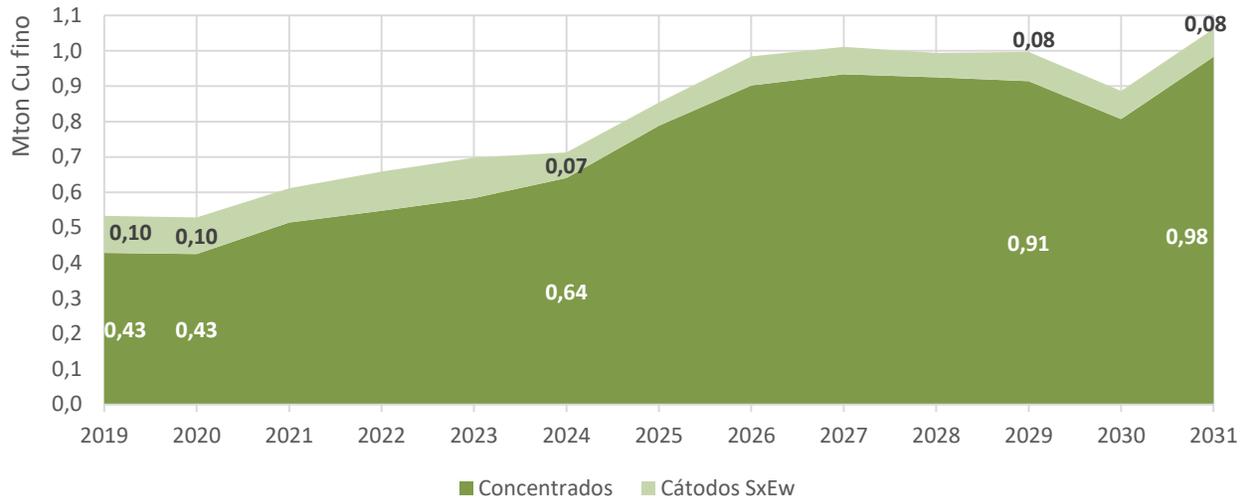


Fuente: Cochilco, 2020.

En el caso de las iniciativas en condición *probable* se destacan los proyectos Rajo Inca de Codelco, Santo Domingo de Capstone Mining, la Optimización y Continuidad Operacional de Minera Candelaria de Lundin Mining, la Continuidad Operacional de Carmen de Andacollo de Teck y Diego de Almagro, de la filial minera de COPEC. Por el lado de los proyectos en condición *potencial* Productora de HotChili y Nueva Unión, junto a sus tres fases de desarrollo, de propiedad de NewGold-Goldcorp y Teck, serán las impulsoras de la producción cuprífera en la próxima década.



Figura 12: Producción esperada de cobre en la región de Atacama según producto final.



Fuente: Cochilco, 2020.

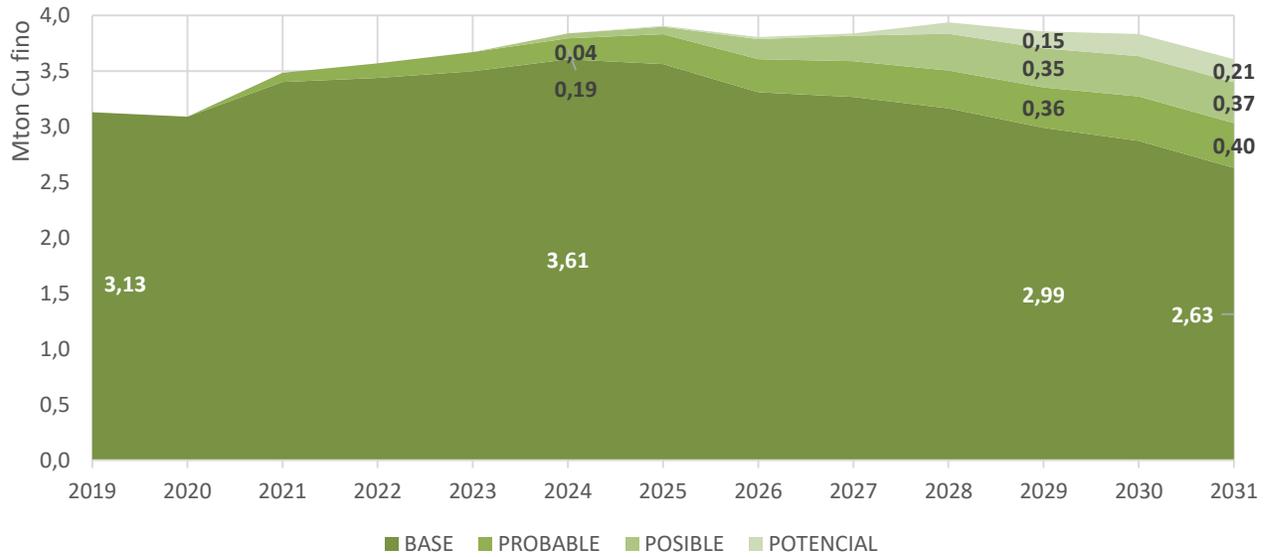
En el caso de la estructura productiva de la región, ésta se mantendrá enfocada en la producción de concentrados, pasando de un 80,4% de participación en 2019 al 92,6% hacia 2031. Este aumento de participación es debido a que la producción de concentrados aumentará en 554,6 mil toneladas, 129,4% más con respecto a 2019, mientras que la producción de cátodos SxEw caerá en 25,7 mil toneladas, una disminución de 24,52% (Figura 12).

2.1.2. Aporte y estructura productiva futura región de Antofagasta.

En esta región, el impulso productivo lo darán aquellos proyectos en condición *probable* y *posible*, los que aportarían un 21,4% de la oferta productiva de la región hacia 2031, equivalente a de 771,5 mil toneladas de cobre fino (Figura 13).



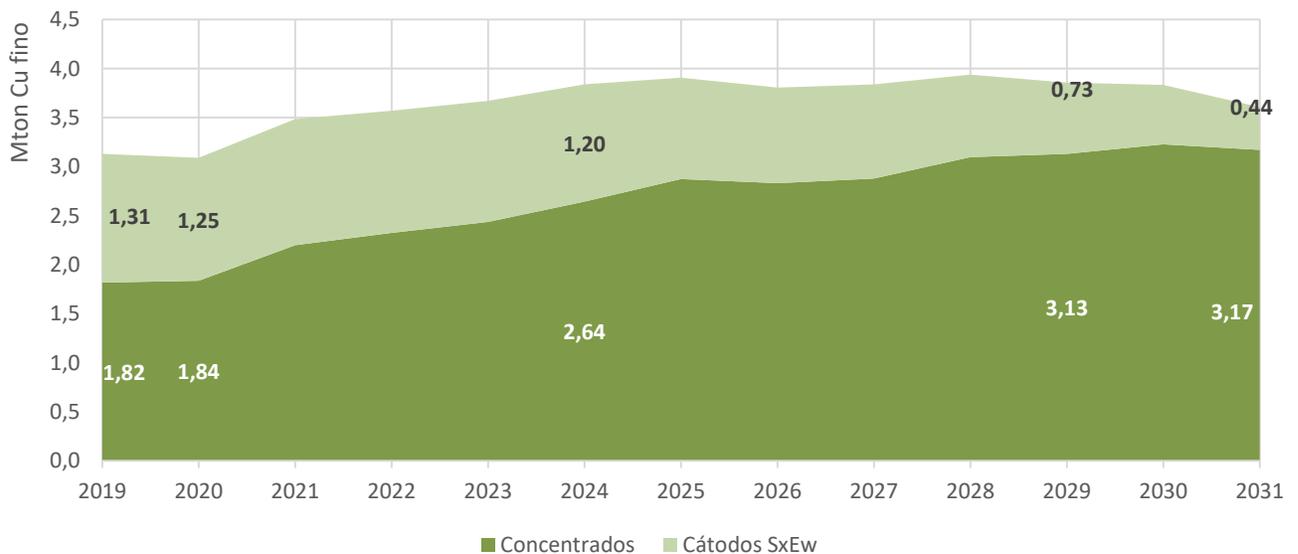
Figura 13: Aporte productivo de los proyectos según condición en la región de Antofagasta.



Fuente: Cochilco, 2020.

Con respecto a la estructura productiva esperada, el escenario es similar al resto del país, con una mayor relevancia de la producción de concentrados, pasando de 58,1% de participación en 2019 a 87,9% en 2031, equivalentes a 1,35 millones de toneladas adicionales a la producción de 2019, crecimiento de 74,5%. Por otra parte, la producción de cátodos SxEw pasaría de 41,9% de participación en 2019 a solo un 12,1% al cerrar el periodo de análisis, lo que corresponde a una caída de este tipo de producto de 66,74%, esto quiere decir un poco más de 876 mil toneladas menos de cátodos SxEw. (¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.)

Figura 14: Producción esperada de cobre en la región de Antofagasta según producto final.



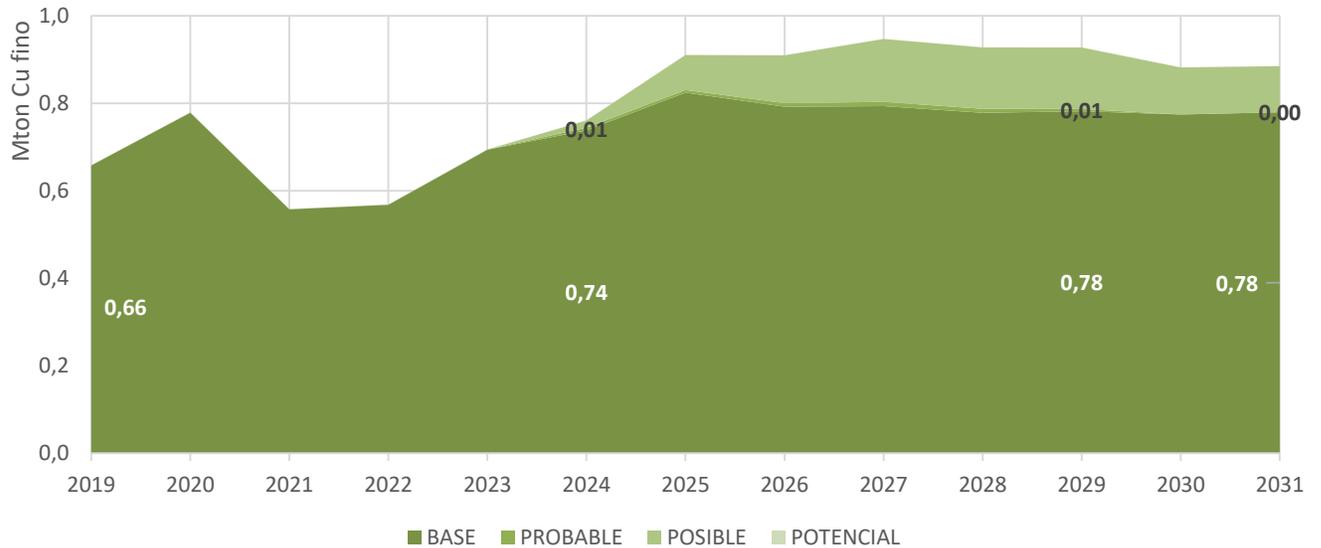
Fuente: Cochilco, 2020.



2.1.3. Aporte y estructura productiva futura región de Tarapacá.

En el caso de la región de Tarapacá, el impulso productivo lo dará Collahuasi con sus proyectos, junto al aporte proveniente de Quebrada Blanca Fase 2, ambos inmersos en las condiciones *base* y *posible*. Estos aportarían alrededor de 226,7 mil toneladas adicionales de producción, equivalente a un 25,6% de la oferta futura de la región (Figura 15).

Figura 15: Aporte productivo de los proyectos según condición en la región de Tarapacá.

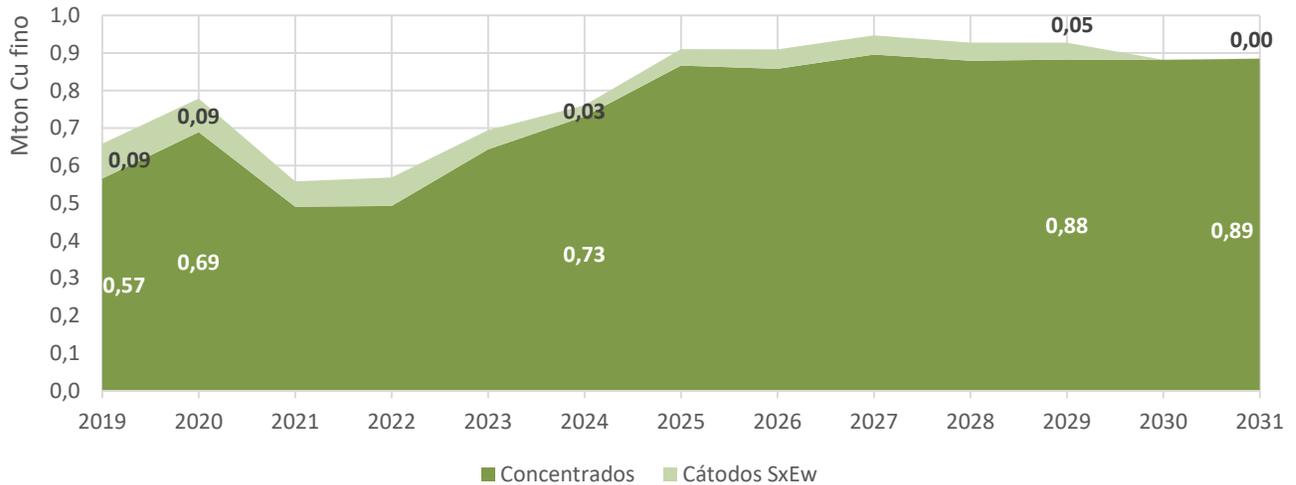


Fuente: Cochilco, 2020.

El cambio en la estructura productiva de esta región es uno de los más marcados, ya que la producción de concentrados pasará de ser responsable de un 85,9% de la producción de la región al 100% de participación hacia 2031, debido a que a esa fecha ni la reactivación de la planta SxEw de Collahuasi estará operativa. En estricto rigor, Tarapacá pasará a ser productora plena de concentrados hacia el cierre del periodo de análisis (Figura 16).



Figura 16: Producción esperada de cobre en la región de Tarapacá según producto final.

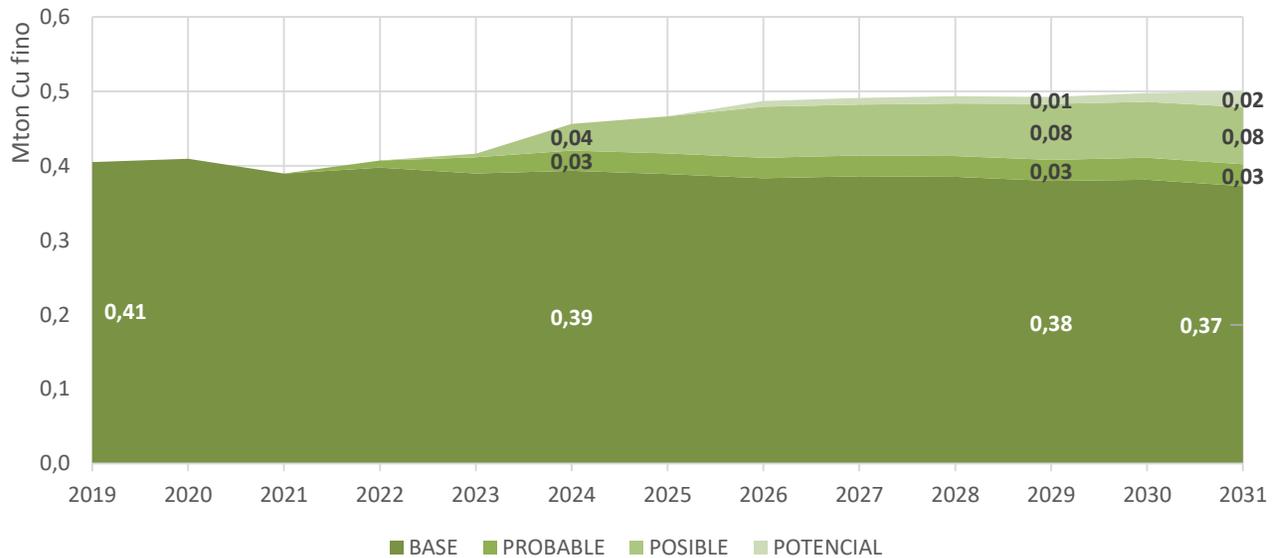


Fuente: Cochilco, 2020.

2.1.4. Aporte y estructura productiva futura región de Coquimbo.

La región de Coquimbo verá un crecimiento importante de la mano de Los Pelambres y sus proyectos de expansión, sumado a algunas pequeñas iniciativas de mediana minería, todas mayormente localizados en las condiciones *probable* y *posible*. Estos serán responsables de un 21,2% de la oferta futura hacia 2031 (Figura 17).

Figura 17: Aporte productivo de los proyectos según condición en la región de Coquimbo.

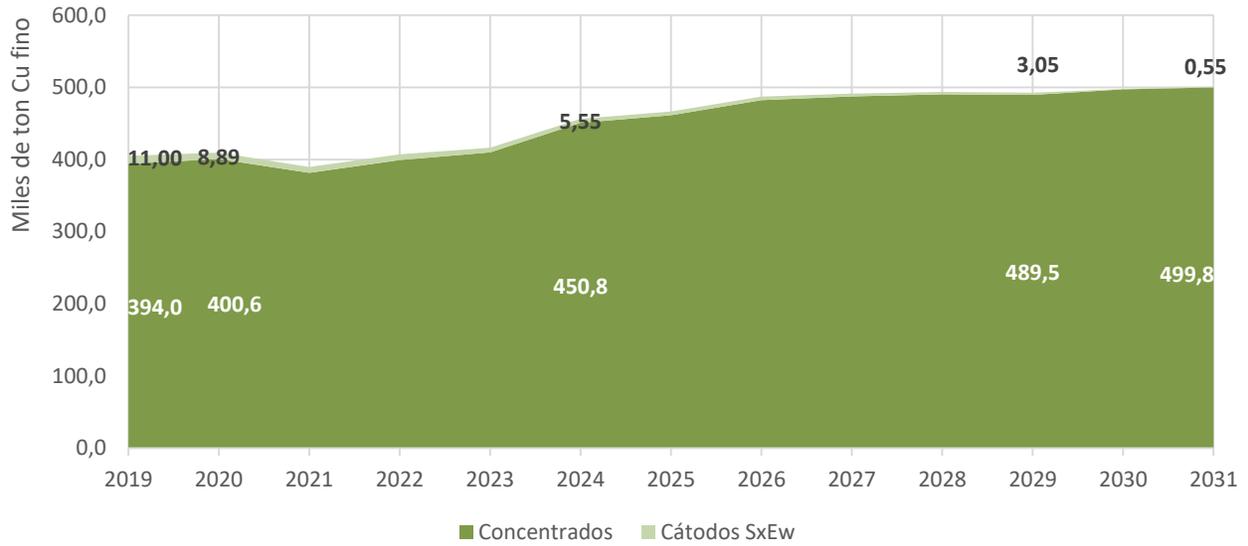


Fuente: Cochilco, 2020.



La estructura productiva de esta región es distinta, ya que la producción SxEw no tiene relevancia importante dentro de la región, por lo cual ésta tenderá a desaparecer hacia el 2031, pasando de 11 mil toneladas en 2019 a menos de 550 toneladas hacia el cierre del periodo en análisis (Figura 18).

Figura 18: Producción esperada de cobre en la región de Coquimbo según producto final.



Fuente: Cochilco, 2020.



Capítulo 3:

Comentarios finales



3. Comentarios finales

Los resultados obtenidos en la proyección de producción esperada de cobre para el periodo 2020-2031 se observa que, en comparación con la producción real de 2019, existe un incremento de 22,6% hacia el cierre del periodo de análisis. Esto quiere decir que nuestro país alcanzaría una producción de cobre de 7,095 millones de toneladas al año 2031, a una tasa de crecimiento promedio de 1,7%, con un *peak* en el año 2028 de 7,35 millones de toneladas, a una tasa de crecimiento con respecto a 2019 de 2,7%.

En los extremos de esta proyección encontramos que la producción de cobre máxima posible, sin aplicar condicionalidad de las iniciativas y sobre la base que todos los proyectos mineros considerados en esta proyección son ejecutados sin cambios en sus puestas en marcha, alcanzaría las 8,2 millones de toneladas de cobre fino en 2031, 47,3% más que la producción real de 2019 y alcanzando un *peak* en el año 2028 de 8,52 millones de toneladas.

En el extremo inferior se observa que la producción mínima, que corresponde a la producción de los proyectos considerados en la cartera pero aplicados los ponderadores determinísticos mínimos, sería un 8,7% mayor hacia el año 2031 con respecto de la producción alcanzada en 2019, llegando a las 5,88 millones de toneladas de cobre fino.

Cabe destacar que esta actualización muestra un cierto desplazamiento en las producciones esperadas, influenciado por los efectos de la pandemia en las operaciones actuales y en el desarrollo de proyectos en construcción actual o ad-ports de entrar en operación.

- Sobre la proyección nacional de producción esperada de cobre fino según condición.

Se observa que aquellos proyectos y operaciones pertenecientes a la condición *base*, considerando el periodo de análisis entre los años 2020 y 2031, podrían disminuir su producción de cobre fino en 15,9% a una tasa de 1,4%, para llegar a 4,41 millones de toneladas hacia el 2031, más de 500 mil toneladas menos que lo presupuestado en 2019, con un máximo productivo esperado para el 2025 con 6,25 millones de toneladas. Al incluir en este perfil aquellas iniciativas en condición *probable*, la producción crecería a una tasa de 0,13% hasta alcanzar una producción hacia el 2031 de 5,88 millones de toneladas, un 1,5% más que la producción real de 2019, con un máximo de 6,7 millones de toneladas hacia el 2025.

Si se considera aquellas iniciativas en condición *posible*, y se añaden sus perfiles productivos a los analizados anteriormente, el crecimiento de la producción esperada de 1,5% analizado anteriormente pasaría a un crecimiento de 12,3% con respecto a 2019, alcanzando hacia 2031 alrededor de 6,5 millones de toneladas, sin cambios sustanciales respecto del análisis del informe de 2019. Asimismo, si sumamos el aporte productivo de aquellos proyectos en condición *potencial*, el escenario de crecimiento casi se duplica con respecto a lo anterior, donde la producción hacia el 2031 aumentaría en un 22,6% con respecto a 2019, alcanzando las 7,095 millones de toneladas, donde la producción máxima se alcanzaría hacia el 2028 con 7,35 millones de toneladas, un año después de las estimaciones del informe de 2019.



- **Sobre la proyección nacional de producción esperada de cobre fino según tipo de proyecto.**

El hallazgo más importante al analizar la influencia de los tipos de proyectos en el perfil futuro es que, hacia 2031, las operaciones actuales disminuyen su producción en un 31% respecto a 2019, llegando a 3,99 millones de toneladas de cobre fino. Esto demuestra la necesidad que tiene el sector minero cuprífero nacional de nuevos proyectos, ya que incluso al incluir en el perfil productivo aquellas iniciativas que buscan mantener operativas faenas actuales (reposición) o aquellos proyectos que buscan aumentar la capacidad productiva de operaciones activas (expansión) éstas no logran revertir el escenario de reducción de producción (o lo aminoran levemente), llegando a 5,73 millones de toneladas hacia el 2031, un 6,47% menos que lo alcanzando en 2019. En definitiva, la responsabilidad recae en el decaimiento de las operaciones actuales y sus proyectos asociados a la línea de óxidos.

- **Sobre la proyección nacional de producción esperada de cobre fino según método de explotación.**

En los últimos 9 años la extracción mediante rajo abierto ha crecido un 8,6% al 2019, en desmedro la producción proveniente de minas subterráneas que ha caído un 6,3%. Esto va de la mano de que la extracción subterránea, aparte de la gigante CODELCO, está más asociada a la mediana y pequeña minería más que a la gran minería nacional, con algunas excepciones obviamente. Si bien en los próximos 13 años se observa un fuerte crecimiento de la extracción subterránea, 40,5% entre 2019 y 2031, apoyado mayoritariamente por los proyectos Nuevo Nivel Mina y Los Bronces Integrado, la extracción rajo abierto mantendrá su sitial con una participación en la producción nacional de 86,53%, casi 2 puntos porcentuales menos que la participación en 2019.

- **Sobre la proyección nacional de producción esperada de cobre fino según tipo de producto.**

Se espera que la producción hidrometalúrgica pasaría de una participación de 27,3% de la producción total en 2019 a 8,1% hacia 2031, con el consiguiente crecimiento proporcional y acelerado en la participación de la producción de concentrados. Es así como, de las actuales 34 operaciones activas, hacia el 2031 solo quedarán 22 operativas, 7 pertenecientes a la gran minería más las 6 operaciones de Enami y 8 operaciones de mediana minería. Las únicas nuevas iniciativas operativas para ese entonces serán Rajo Inca (2022-2035), Polo Sur (2024-2037), Diego de Almagro óxidos (2023-2033), Productora óxidos (2023-2032), Marimaca (2025-2035), la reapertura de Rayrock (2021-2035), Planta NORA (Ex Berta, 2022-2032) y Playa Verde (2024-2032). En definitiva, se perdería una capacidad instalada de producción de cátodos SxEw de casi 2,5 millones de toneladas de cátodos de cobre.

El aumento de la producción esperada de concentrados se espera alcance el 54,9% hacia 2031, lo que es preocupante ya que este incremento no necesariamente se traduciría en aumento de producción de FURE en nuestro país. Es así como se espera que la producción de concentrados sin refinar en Chile pase de un 68% de participación en la producción total esperada de cobre fino en concentrados en 2020 a un 77% hacia 2031, pasando de exportar alrededor de 3 millones de toneladas cobre fino en concentrados, como promedio de los últimos tres años, equivalentes a cerca de las 7,89 millones de toneladas métricas secas de concentrados, a alrededor de 4,99 millones de toneladas de cobre fino hacia 2031, aproximadamente 15,47 millones de toneladas métricas secas de concentrados.



Por otra parte, el aumento de producción de concentrados viene de la mano de un aumento importante del procesamiento de minerales sulfurados en plantas concentradoras, que se espera pase de las 642 millones de toneladas en 2019 a 1.104 millones de toneladas hacia 2031, que corresponde a un crecimiento de 72%, lo que implica aspectos importantes como la ubicación de los potenciales relaves provenientes de estas plantas concentradoras.

- **Sobre la proyección regional de producción esperada de cobre fino.**

Si Antofagasta concentra el 35,7% de la inversión cuprífera para la próxima década, el crecimiento de su producción es sólo de un 15%, pasando desde las 3,13 millones de toneladas registradas en 2019 a las 3,61 millones de toneladas de cobre fino hacia 2031, donde su participación en la producción nacional se reduciría pasando del actual 54,1% en 2019 a un 50,8% hacia el 2031.

Atacama quien concentra un 22% de la inversión cuprífera aumentaría su producción en un 99%, pasando de las 533,3 mil toneladas actuales a 1,062 millones de toneladas de cobre fino hacia el 2031, impulsando su participación en la producción nacional del actual 9,2% a un 15% al cierre del periodo de análisis. Situación similar ocurre con Tarapacá, que aumenta su producción en un 34% y su participación desde un 11,4% en 2019 a 12,5% en 2031.

Finalmente se observa a Coquimbo, quien con un 4,1% de participación en la inversión cuprífera registra un aumento importante en su producción de 24%, pero con un leve aumento en su participación nacional e la producción de cobre, de 7% en 2019 a 7,1% en 2031.



Anexos



Anexo 1: Metodología de proyección de producción esperada

La metodología que se emplea para la confección de este informe se basa en los siguientes criterios.

3.1. Escenarios de producción

La proyección de producción de en minería está sujeta a riesgo e incertidumbre. El cálculo de la producción de cobre fino será mediante el método probabilístico de Montecarlo. La función de probabilidad utilizada para la simulación es una *Beta*. Esta permite estimar la distribución de los consumos en base a rangos de valor que puede tomar la variable, indicando un valor mínimo, más probable y máximo:

- **Escenario de producción máxima:** considera que las operaciones continúan según lo planificado y todos los proyectos se ponen en marcha en la fecha y capacidad productiva estimada actualmente por sus titulares. Es, por cierto, un escenario optimista.
- **Escenario de producción más probable:** pondera los perfiles de producción de cobre esperado y reportado por las firmas mineras con valores menores a la unidad, ya que existe una alta probabilidad de que los proyectos sufran variaciones y no se lleven a cabo en la fecha y capacidad productiva estimada inicialmente. Esta ponderación ha sido determinada por Cochilco en base a información histórica del comportamiento de la materialización de proyectos mineros, obtenida de los catastros de proyectos históricos publicados por COCHILCO.
- **Escenario de producción mínima:** que ajusta el escenario más probable con cifras inferiores dentro de un criterio técnico razonable. Es, entonces, un escenario pesimista.

El valor de la producción de cobre fino para un año t se calcula como se muestra en la ecuación (1):

$$Producción_Cobre_fino_t = \sum_i E[f(X_{ijt}; Y_{ijt}; Z_{ijt})] \quad (1)$$

Donde,

- i : Faena minera considerada.
- j : Tipo de producto final considerado.
- K : Condición/estado del proyecto minero considerado⁵.
- t : Año considerado en el periodo de proyección.
- f : Distribución de probabilidad que describe el rango de valores que puede tomar el consumo de electricidad y la probabilidad asignada a cada valor de acuerdo a las variables de entrada.

⁵ Las condiciones/estados de los proyectos que se establecen en el presente informe son: Base, Probable, Posible-factibilidad, Potencial-factibilidad y Potencial-prefactibilidad.



- Z_{ijkt} : Corresponde a la producción máxima de cobre fino en la faena i , en el proceso j , de acuerdo a la condición/estado k del proyecto, en el año t . La unidad de medida es ktpa.
- Y_{ijkt} : Corresponde a la producción más probable de cobre fino en la faena i , en el proceso j , de acuerdo a la condición/estado k del proyecto, en el año t . La unidad de medida es ktpa.
- X_{ijkt} : Corresponde a la producción mínima de cobre fino en la faena i , en el proceso j , de acuerdo a la condición/estado k del proyecto, en el año t . La unidad de medida es ktpa.

Entonces, para calcular la producción esperada de cobre fino en un año determinado, es necesario en primera instancia, determinar las variables de entrada de la función “ f ” para cada proceso en cada faena: X_{ijkt} , Y_{ijkt} y Z_{ijkt} . El detalle del cálculo se muestra en las secciones 3.1.1, 3.1.2 y 3.1.3.

3.1.1. Cálculo de la variable de producción máxima de cobre fino.

Corresponde al valor máximo de producción de cobre fino de un proceso en una faena minera específica. Este cálculo se basa en el supuesto que no existe retraso en la puesta en marcha de los proyectos mineros y el perfil de producción se desarrolla de acuerdo a las cantidades determinadas para cada proyecto en el periodo considerado a proyectar.

De esta manera, la producción máxima de cobre en una faena i , para un proceso j y en el tiempo t , queda determinado por la ecuación (2):

$$Z_{ijkt} = \text{Producción_Est}_{ijt} \times \text{Pond_Max}_{ik} \quad (2)$$

Donde,

- $\text{Producción_Est}_{ijt}$: Corresponde a la producción cobre fino máxima estimada con las formulas 1 y 5, para cada proceso j , en la faena i y en el tiempo t .

Pond_Max_{ik} : Corresponde al ponderador de producción máxima en base a información histórica según la condición de la condición de un proyecto k en una faena minera i . En este caso se utiliza un ponderador de valor 1, ya que se trata de que se trata de la producción máxima posible. El detalle de los posibles valores se encuentra en la

- Tabla 1.



Tabla 1: Ponderadores determinísticos de producción futura máxima⁶

Condición/estado de proyectos mineros	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
Potencial/Prefactibilidad	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Potencial/Factibilidad	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Posible/Factibilidad	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Probable	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Base	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Fuente: Cochilco

3.1.2. Cálculo de la variable de producción más probable de cobre fino.

Corresponde al valor más probable de producción de cobre fino de un proceso en una faena minera específica. Esta producción se calcula sobre el supuesto que los proyectos mineros sufren retrasos en su ejecución y variaciones en su producción estimada respecto de la real.

Para modelar este efecto se construyó un vector de ponderadores de producción determinísticos en base a información histórica en la ejecución de proyectos mineros, según condición y fecha de puesta en marcha. El cálculo de los vectores corresponde al promedio ponderado de las razones de producción real sobre la producción proyectada en faenas mineras de igual condición y estado.

El detalle de los ponderadores de producción se muestra en la Tabla 2. De esta manera, la producción de cobre fino más probable en un proceso j , en una faena i en el tiempo t , queda determinado por la ecuación (3):

$$Y_{ijkt} = \text{Producción_Est}_{ijt} \times \text{Pond_MP}_{ik} \quad (3)$$

Donde,

- $\text{Producción_Est}_{ijt}$: Corresponde a la producción cobre fino máxima estimada con las formulas 1 y 5, para cada proceso j , en la faena i y en el tiempo t .
- Pond_MP_{ik} : Corresponde al ponderador de producción máxima en base a información histórica según la condición y estado de un proyecto. En este caso, los ponderadores son menores uno y reflejan el retraso promedio ocurrido en la producción estimada en proyectos mineros de acuerdo a su condición y estado.

⁶ Cabe destacar que el *año 1* hace referencia al primer año de puesta en marcha de proyectos mineros específicos. Este no hace referencia a un año calendario en particular ya que el primer año de operación queda definido dependiendo del proyecto minero.

Tabla 2: Ponderadores determinísticos de producción futura más probable

Condición/estado de proyectos mineros	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
Potencial/Prefactibilidad	0,16	0,28	0,32	0,37	0,42	0,45	0,49	0,55	0,69	0,70	0,71	0,80
Potencial/Factibilidad	0,32	0,37	0,42	0,45	0,49	0,55	0,69	0,70	0,71	0,80	0,80	0,83
Posible/Factibilidad	0,49	0,55	0,69	0,70	0,71	0,80	0,80	0,83	0,84	0,84	0,85	0,88
Probable	0,71	0,80	0,80	0,83	0,84	0,84	0,85	0,88	0,92	0,92	0,92	0,93
Base	0,83	0,84	0,84	0,85	0,88	0,92	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,93

Fuente: Cochilco

a. Cálculo de ponderadores determinísticos de producción futura más probable

Los ponderadores de producción futura más probable, mostrados en la Tabla 2, se calculan en base a información histórica de proyección de producción de cobre fino por parte de compañías mineras que poseen proyectos de expansión, reposición y nuevos proyectos mineros, en relación con la producción real alcanzada.

Esta información es recopilada a través del informe anual de inversiones en la minería desde el año 2005. En este sentido, la información utilizada para el cálculo de estos ponderadores corresponde a los datos acumulados de proyección de producción desde 2005. Esta información es agregada en una base de datos única.

Para efectuar el cálculo de los ponderadores de producción futura más probable, primero se agrupan los proyectos mineros según su condición en alguna de las categorías: i) Potencial/Prefactibilidad, ii) Potencial/Factibilidad, iii) Posible/Factibilidad, iv) Probable o v) Base, utilizando la información de proyección de producción máxima recopilada en los catastros de inversión desde el año 2005, hasta el último disponible, que en este caso corresponde al año 2018.

Una vez agrupados los proyectos mineros, se calcula individualmente el porcentaje de producción alcanzado por las faenas. Para esto, se determina la razón entre la producción de cobre fino proyectada para un año determinado y la producción real alcanzada para el mismo año. Este cálculo se realiza para todos los proyectos considerados, agrupados según su condición, como se muestra en la ecuación (4). Se interpreta como el grado de producción alcanzado por una faena minera en un año específico de acuerdo a la condición del proyecto.

$$Ponderador_Prod_Cu_{k,i,t} = \frac{Producción_Real_{k,i,t}}{Producción_Est_{k,i,t}} \quad (4)$$

Donde,

- k : Condición/estado del proyecto minero considerado⁷.
- i : Faena minera considerada.

⁷ Las condiciones/estados de los proyectos que se establecen en el presente informe son: Base, Probable, Posible-factibilidad, Potencial-factibilidad y Potencial-prefactibilidad.

- α : Año en que se realizó el catastro minero.
- t : Año calendario considerado en el periodo de proyección de producción.

Una vez hecho el cálculo de la ecuación (4) para todos los proyectos considerados, se procede a calcular el vector de ponderadores de producción según condición. Este vector corresponde al promedio ponderado de los ponderadores individuales de producción de cobre agregados por condición. Se debe mencionar que no se ponderan y agregan los datos de acuerdo al año calendario en cuestión, sino que se clasifican considerando el año número de años de operación del proyecto. Por ejemplo, el año de puesta en marcha de los proyectos corresponde al “Año 1” de operación. De esta manera se puede calcular el vector de ponderadores determinísticos de producción futura más probable como se detalla en la ecuación (5):

$$Pond_MP_{ky} = \sum \frac{Producción_Est_{kiy}}{Producción_Est_Total_{ky}} \times Ponderador_Prod_Cu_{kiy} \quad (5)$$

Donde,

- k : Condición/estado del proyecto minero considerado⁸.
- i : Faena minera considerada.
- y : Número de años de operación de un proyecto minero de inversión.

Finalmente, se considera que los proyectos mineros no son estáticos por lo tanto su condición y estado evoluciona en el tiempo. Para modelar esta situación, se calculó el tiempo promedio que pasa un proyecto minero en una condición determinada⁹. De esta manera se estima que los proyectos mineros pasan en promedio 3 años en condición Potencial/Prefactibilidad, 5 años en condición Potencial/Factibilidad, 5 años en condición Posible/Factibilidad y 4 años en la condición Probable. Esta situación queda plasmada de la manera en que son construidos los diferentes vectores, en donde una vez que se cumple el tiempo promedio de permanencia en una condición, el complemento de los ponderadores pasa a ser el siguiente vector el cual representa un mayor grado de certidumbre en la producción.

3.1.3. Cálculo de la variable de producción mínima de cobre fino.

Corresponde al valor mínimo estimado de producción de cobre fino en un proceso minero de una faena minera en particular. Este cálculo se basa en que los proyectos mineros presentes en la cartera de inversiones sufren retrasos más allá de los previstos, por ejemplo variaciones en las condiciones macroeconómicas, retrasos en la aprobación de permisos, retrasos en la ingeniería, etc.

⁸ Las condiciones/estados de los proyectos que se establecen en el presente informe son: Base, Probable, Posible-factibilidad, Potencial-factibilidad y Potencial-prefactibilidad.

⁹ Son múltiples las variables que afectan la condición y estado de un proyecto minero, como por ejemplo, precio de los metales, estabilidad política y económica, regulación, estado de avance de la ingeniería, entre otros.



De esta manera, se determinó un vector de ponderadores producción mínimo de los proyectos mineros según su condición en base a la información histórica de Cochilco y juicio de experto. Para esto, primero se efectuó el cálculo de los vectores correspondiente al promedio ponderado de las razones de producción real sobre la producción proyectada en faenas mineras de igual condición y estado. En segunda instancia, se utilizó el menor valor de cada tipo de proyecto, manteniéndose constante en el tiempo.

La producción mínima de cobre fino en un proceso j , en una faena i en el tiempo t , se calcula como en (6):

$$X_{ijkt} = \text{Producción_Est}_{ijt} \times \text{Pond_Min}_{ik} \quad (6)$$

Donde,

- $\text{Producción_Est}_{ijt}$: Corresponde a la producción cobre fino máxima estimada con las formulas 1 y 5, para cada proceso j , en la faena i y en el tiempo t .
- Pond_Min_{ik} : Corresponde al ponderador de producción mínimo en base a información histórica según la condición y estado de un proyecto. Estos ponderadores reflejan la producción mínima promedio estimada de los proyectos mineros según su condición. El detalle de los posibles valores se encuentra en la Tabla 3.

Tabla 3: Ponderadores determinísticos de producción futura mínima

Condición/estado de proyectos mineros	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
Potencial/Prefactibilidad	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Potencial/Factibilidad	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Posible/Factibilidad	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
Probable	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
Base	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83

Fuente: Cochilco



Anexo 2: Proyección de producción a nivel nacional al año 2031.

En la Tabla 4 se muestra el detalle de la proyección esperada de producción de cobre fino mina a nivel nacional en el periodo 2020 – 2031. Esta producción se estima en 5,82 millones de toneladas de cobre en 2020, para luego aumentar hasta 7,09 millones de toneladas en 2031. Por otro lado, la producción máxima y mínima posible, en base a la cartera de proyectos 2020, sería de 8,2 millones de toneladas de cobre fino y 5,88 millones de toneladas hacia el 2030, respectivamente.

Tabla 4: Proyección esperada, cap. máxima y mínima de producción, 2020 – 2031, en miles de tons.

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Producción máxima	6.520,9	6.547,8	6.704,4	7.124,2	7.489,8	8.045,8	8.169,1	8.307,2	8.523,7	8.390,6	8.197,6	8.196,9
Producción esperada	5.822,2	5.997,4	6.143,4	6.476,5	6.755,7	7.097,5	7.157,9	7.248,0	7.350,7	7.273,5	7.061,7	7.094,8
Producción mínima	5.401,4	5.411,4	5.519,7	5.823,6	6.044,8	6.314,5	6.297,8	6.119,4	6.291,3	6.165,1	5.910,6	5.881,0

Fuente: Cochilco, 2020.

En la Tabla 5 se muestran las proyecciones de producción máxima según tipo de proyecto, mientras que en las tablas 6, 7, 8, 9, 10 y 11 se muestran los datos de la producción de cobre esperada al año 2031 desagregada según diferentes clasificaciones.

Tabla 5: Proy. máx. de prod. de cobre a nivel nacional según condición, 2020 – 2031, en miles de tons.

Condición	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
BASE	6.503,8	6.480,0	6.549,4	6.691,8	6.775,9	6.800,2	6.476,2	6.185,6	6.018,0	5.865,4	5.484,0	5.259,6
PROBABLE	0,0	108,5	193,9	307,4	383,5	537,6	726,9	923,0	924,1	912,9	939,0	1.155,7
POSIBLE	0,0	0,0	34,6	65,3	246,5	399,0	609,0	699,8	831,5	824,2	784,2	780,1
POTENCIAL	0,0	0,0	0,0	40,2	63,1	300,5	352,2	495,2	747,1	785,4	990,4	1.001,5
Total	6.503,8	6.588,5	6.777,9	7.104,7	7.469,0	8.037,3	8.164,3	8.303,6	8.520,7	8.387,9	8.197,6	8.196,9

Fuente: Cochilco, 2020.

Tabla 6: Proy. esperada de prod. de cobre a nivel nacional según condición, 2020 – 2031, en miles de tons.

Condición	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
BASE	5.822,2	5.914,7	5.964,8	6.167,4	6.246,9	6.252,6	5.952,5	5.702,1	5.564,6	5.419,4	5.067,8	4.864,5
PROBABLE	0,0	82,8	158,6	252,0	317,1	447,3	611,8	778,5	791,6	795,4	822,9	1.012,1
POSIBLE	0,0	0,0	20,0	39,7	162,0	262,7	424,9	512,8	614,6	640,4	619,6	624,3
POTENCIAL	0,0	0,0	0,0	17,4	29,7	134,9	168,7	254,6	380,0	418,2	551,4	593,9
Total	5.822,2	5.997,4	6.143,4	6.476,5	6.755,7	7.097,5	7.157,9	7.248,0	7.350,7	7.273,5	7.061,7	7.094,8

Fuente: Cochilco, 2020.



Tabla 7: Proy. esperada de prod. de cobre a nivel nacional según producto, 2020 – 2031, en miles de tons.

Producto final	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Concentrados	4.307,7	4.475,3	4.636,1	5.008,0	5.387,8	5.887,6	5.986,7	6.097,3	6.331,2	6.358,1	6.320	6.517
Cátodos EW	1.514,5	1.522,1	1.507,3	1.468,5	1.367,9	1.209,9	1.171,2	1.150,7	1.019,5	915,3	741,3	577,8

Fuente: Cochilco, 2020.

Tabla 8: Proy. esperada de prod. de cobre país según producto exportable, 2020 – 2031, en miles de tons.

Producto final	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Cátodos EW	1.514,5	1.522,1	1.507,3	1.468,5	1.367,9	1.209,9	1.171,2	1.150,7	1.019,5	915,3	741,3	577,8
Ánodos + Cátodos ER	1.392,0	1.428,0	1.389,0	1.382,0	1.481,0	1.525,0	1.535,0	1.532,0	1.537,0	1.544,0	1.543,0	1.523,0
Concentrados	2.915,7	3.047,3	3.247,1	3.626,0	3.906,8	4.362,6	4.451,7	4.565,3	4.794,2	4.814,1	4.777,4	4.994,0

Fuente: Cochilco, 2020.

Tabla 9: Proy. esperada de prod. de cobre a nivel nacional según tipo de proyecto, 2020 – 2031, en miles de tons.

Tipo de proyecto	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Operación	5.822,2	5.910,6	5.907,8	5.764,6	5.660,4	5.483,1	5.180,8	4.898,3	4.711,9	4.556,4	4.188,9	3.991,9
Reposición	0,0	3,8	42,3	190,1	292,2	426,6	479,1	648,3	728,7	732,0	721,5	933,2
Expansión	0,0	12,5	24,6	76,6	164,5	254,8	316,5	438,0	457,8	445,8	480,5	487,7
Nuevo	0,0	70,5	168,7	445,2	638,6	933,0	1.181,6	1.263,4	1.452,4	1.539,4	1.670,8	1.682,0

Fuente: Cochilco, 2020.

Tabla 10: Proy. esperada de prod. de cobre país según método de explotación, 2020 – 2031, en miles de tons.

Método de explotación	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Rajo abierto	5.129,1	5.242,0	5.477,8	5.759,8	5.977,4	6.252,6	6.322,4	6.276,6	6.321,1	6.263,2	6.060,3	6.138,8
Subterránea	693,1	755,4	665,7	716,7	778,2	844,9	835,5	971,3	1.029,6	1.010,2	1.001,4	955,9

Fuente: Cochilco, 2020.



Tabla 11: Proy. esperada de prod. de cobre a nivel regional según área productiva, 2020 – 2031, en miles de tons.

Región/Producto	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Arica y Parinacota	7,1	6,8	6,1	4,5	7,1	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CONCENTRADO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SXEW	7,1	6,8	6,1	4,5	7,1	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tarapacá	778,8	558,0	568,4	694,5	760,9	910,4	909,7	947,1	927,8	927,7	882,0	885,0
CONCENTRADO	689,3	490,5	492,4	643,2	731,2	866,6	858,0	896,0	879,6	882,6	882,0	885,0
SXEW	89,6	67,5	76,0	51,3	29,8	43,8	51,8	51,1	48,2	45,1	0,0	0,0
Antofagasta	3.089,9	3.484,9	3.570,2	3.671,2	3.839,2	3.907,4	3.806,2	3.838,7	3.938,4	3.857,1	3.833,6	3.607,4
CONCENTRADO	1.835,7	2.198,1	2.323,8	2.435,9	2.643,2	2.873,1	2.831,1	2.878,0	3.096,7	3.129,8	3.227,1	3.170,7
SXEW	1.254,2	1.286,8	1.246,5	1.235,3	1.196,0	1.034,2	975,1	960,7	841,8	727,2	606,5	436,7
Atacama	528,8	611,2	658,5	697,8	712,6	853,9	984,4	1.011,3	994,2	997,0	886,6	1.062,2
CONCENTRADO	425,3	514,4	547,7	583,4	640,4	788,2	902,1	933,7	925,2	914,3	807,1	983,1
SXEW	103,5	96,9	110,9	114,4	72,2	65,8	82,3	77,6	69,0	82,8	79,6	79,1
Coquimbo	409,5	389,6	407,1	416,3	456,4	466,5	487,1	491,3	493,6	492,5	497,7	500,4
CONCENTRADO	400,6	381,5	399,2	409,8	450,8	461,3	482,2	487,4	490,3	489,5	497,2	499,8
SXEW	8,9	8,1	8,0	6,5	5,6	5,2	5,0	3,9	3,3	3,0	0,6	0,6
Valparaíso	267,2	226,6	259,7	258,8	260,7	242,2	249,4	196,4	199,2	202,3	168,5	268,9
CONCENTRADO	252,8	210,1	242,5	242,3	244,1	225,4	232,7	179,8	182,6	185,7	152,0	252,7
SXEW	14,3	16,5	17,2	16,6	16,6	16,7	16,6	16,6	16,6	16,5	16,5	16,3
Metropolitana	305,7	349,5	352,2	348,8	358,8	373,0	390,7	401,7	406,3	386,6	375,5	355,0
CONCENTRADO	269,5	311,1	310,9	310,2	319,4	333,3	351,5	362,2	366,9	347,2	338,5	311,0
SXEW	36,2	38,5	41,3	38,7	39,4	39,7	39,2	39,5	39,4	39,4	37,0	44,1
O'Higgins	435,2	370,8	321,2	384,5	360,0	340,8	330,3	361,4	391,2	410,4	417,7	415,8
CONCENTRADO	434,6	369,7	319,8	383,2	358,7	339,6	329,1	360,2	390,0	409,2	416,5	414,6
SXEW	0,6	1,1	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2

Fuente: Cochilco, 2020.



Anexo 3: Unidades de medida y abreviaciones

Peso y medida

g	Gramo
kg	Kilogramo
t	Tonelada métrica
kt	Miles de toneladas métricas
Mt	Millones de toneladas métricas
oz	Onza troy
koz	Miles de onzas troy
Moz	Millones de onzas troy
lb	Libra
Mlb	Millones de libras
m	Metro
km	Kilómetro
m ²	Metro cuadrado
m ³	Metro cúbico

Elementos químicos y minerales

Ag	Plata
Au	Oro
Cu	Cobre
Cu cát	Cátodos de cobre
Cu conc	Cobre contenido en concentrados
Cu _{Eq}	Cobre equivalente
Fe	Hierro
Fsp	Feldspatos
H ₃ BO ₃	Ácido bórico
H ₂ SO ₄	Ácido sulfúrico
KCl	Cloruro de potasio
KNO ₃	Nitrato de potasio
LiCl	Cloruro de litio
NaNO ₃	Nitrato de sodio
Mo	Molibdeno
TiO ₂	Dióxido de titanio (Rutilo)

Concentración y tasas de producción

gpt	Gramos por tonelada
ppm	Partes por millón
oz/a	Onzas troy por año
koz/a	Miles de onzas troy por año
Moz/a	Millones de onzas troy por año
kg/a	Kilogramos por año
tph	Toneladas métricas por hora
tpd	Toneladas métricas por día
tpm	Toneladas métricas por mes
tpa	Toneladas métricas por año
ktpa	Miles de toneladas por año
Mtpa	Millones de toneladas por año

Procesos e insumos

g/L	Gramos por litro
kg/L	Kilogramos por litro
l/s	Litros por segundo
l/m	Litros por mes
kV	Kilovoltios
kVA	Kilovoltio-amperios
GWh	Gigawatt-hora
MWh	Megawatt-hora

Procesos de producción

Flot	Flotación
Lix	Lixiviación
SX	<i>Solvent extraction</i> (Extracción por solventes)
EW	<i>Electrowinning</i> (Electro-obtención)

Moneda y precios

US\$	Dólar estadounidense
MUS\$	Miles de dólares estadounidenses
MMUS\$	Millones de dólares estadounidenses
US\$/lb	Dólares por libra
cUS\$/lb	Centavos de dólar por libra
US\$/oz	Dólares por onza troy

Abreviaciones geográficas

m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
UTM	<i>Universal Transversal Mercator</i>

Tipos de sociedades

Cía.	Compañía
Inc.	<i>Incorporated</i>
Int.	<i>International</i>
Ltda.	Limitada
Ltd.	<i>Limited</i>
S.A.	Sociedad anónima
SCM	Sociedad contractual minera
CCM	Compañía contractual minera

Otras

Ind.	Industrial
Min.	Mineral
RCA	Resolución de calificación ambiental
DIA	Declaración de impacto ambiental
EIA	Estudio de impacto ambiental
SAG	Semiautógeno
API	Autorización de Proyectos de Inversión
PND	Plan de Negocios y Desarrollo.

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

Cristian Cifuentes González

Analista de Estrategias y Políticas Públicas

Jorge Cantallopts

Director de Estudios y Políticas Públicas

Diciembre/ 2020

