



# Proyección de demanda de agua en la minería del cobre

---

Periodo 2022-2033

DEPP 35/2022

RPI 2022-A-10682



## Resumen Ejecutivo

Este informe tiene por objetivo dar a conocer las proyecciones de demanda futura por parte de la minería del cobre para el periodo 2022-2033. La proyección de basa en la matriz de producción, los consumos de agua por empresa y el vector de probabilidades, con ello se generan escenarios y luego de una simulación de Montecarlo se obtiene el valor esperado.

De acuerdo a la información analizada en la proyección de demanda de agua en la industria minera del cobre para el 2033 se espera que el consumo de agua a nivel nacional sea de 21,4 m<sup>3</sup>/s, con una tasa de crecimiento promedio anual de 2%. La proyección de **demanda de agua de origen continental esperada al 2033 alcanza los 6,15 m<sup>3</sup>/s**, lo que representa una disminución de un 45% respecto al consumo real de agua continental del 2021 en la minería del cobre. Por su parte se espera que la **demanda de agua de mar alcance los 15,28 m<sup>3</sup>/s**, lo que significa un aumento cercano al 167% en relación al 2021.

Al analizar los datos según la distribución porcentual del agua para la minería del cobre se espera que al 2033 el agua de mar represente el 71% del abastecimiento de agua para suplir la demanda por parte de la minería del cobre.

Esta proyección es reflejo, en parte, del cambio de la matriz de producción, que se vuelca a los minerales de sulfuros, que a su vez deben ser procesados a través de flotación, proceso mucho más intensivo en el uso de agua. La caída en las leyes de los minerales hace necesaria una mayor cantidad de agua para obtener una tonelada de cobre fino, ya que es necesario procesar una mayor cantidad de mineral.

A nivel regional el cambio más significativo respecto a la proyección del año anterior es la entrada en el escenario futuro de proyectos de desalación para las regiones de Valparaíso y Metropolitana, disminuyendo así la presión en los recursos continentales.

Para el 2033, más de la mitad de la demanda esperada de agua total procede de proyectos en condición base, alcanzando el 73%, mientras que el 14% restante está asociado a proyectos en condición probable, un 4% a proyectos en condición posible y un 3% potencial.

Al analizar la demanda futura de agua según la etapa de desarrollo se observa que la mayor cantidad de agua, continental y de mar, está en las operaciones, representando el 57% al 2033. los proyectos en ejecución, representan un 15% al 2033, aquellos que están en etapa de factibilidad, representan un 23% del agua total al 2033, y los proyectos en etapa de pre factibilidad, sujetos a una menor probabilidad de materialización, representarían cerca del 4% del agua estimada para el 2033, estos últimos son casi totalmente abastecidos con agua de mar.

Con respecto al estado de los permisos ambientales los proyectos mineros actualmente en operación o con EIA aprobados corresponderían a un 84% del consumo de agua total al 2033, mientras que el 16% restantes está asociado a proyectos que recientemente han presentado o no tienen los permisos ambientales, lo que da menor grado de certeza al cumplimiento de las fechas estipuladas.

## Tabla de contenido

|  |    |
|--|----|
| Contexto.....  | 3  |
| Metodología.....   | 4  |
| Fase 1: Proyección de producción .....                       | 4  |
| Fase 2: Coeficientes unitarios.....                          | 6  |
| Fase 3: Vector de probabilidades .....                       | 7  |
| Fase 4: Simulación de Montecarlo .....                       | 10 |
| Valor Esperado – Resultados.....                             | 11 |
| Valor esperado demanda de agua total .....                   | 11 |
| Valor esperado según origen.....                             | 12 |
| Valor esperado según proceso .....                           | 13 |
| Valor esperado según región.....                             | 16 |
| Valor esperado según condición .....                         | 19 |
| Valor esperado según etapa de desarrollo.....                | 21 |
| Valor esperado según estado de los permisos ambientales..... | 23 |
| Catastro de agua de mar .....                                | 24 |
| Comentarios finales .....                                    | 28 |
| Anexos.....  | 30 |

## Contexto

A nivel global el sector minero tiene un papel clave que desempeñar para contribuir a una buena gestión global del agua y apoyar los objetivos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU.

En Chile los conflictos entre usuarios que compiten por el agua se hacen cada vez más frecuentes, conforme se incrementan las demandas en los sectores productivos correspondientes. Si bien la minería viene generando aprendizajes y desarrollando un conjunto de buenas prácticas en el uso del recurso hídrico, disminuyendo su consumo relativo en los últimos años, la escasez del agua genera conflictos de interés entre los distintos sectores y usuarios. Es por ello que la proyección de la demanda esperada de agua en la minería del cobre resulta fundamental a la hora de establecer políticas públicas por el Estado.

Por otra parte se ha demostrado que el conocimiento de los temas relevantes para cada uno de los grupos de interés, nos permiten mitigar riesgos y atender de manera oportuna las inquietudes. A través de esta información es posible informar para atender de manera oportuna las interrogantes y mantener una buena información histórica.

Además busca facilitar la transparencia para los distintos grupos de interés y permite compararnos con el resto de manera de tener una idea de cómo vamos.

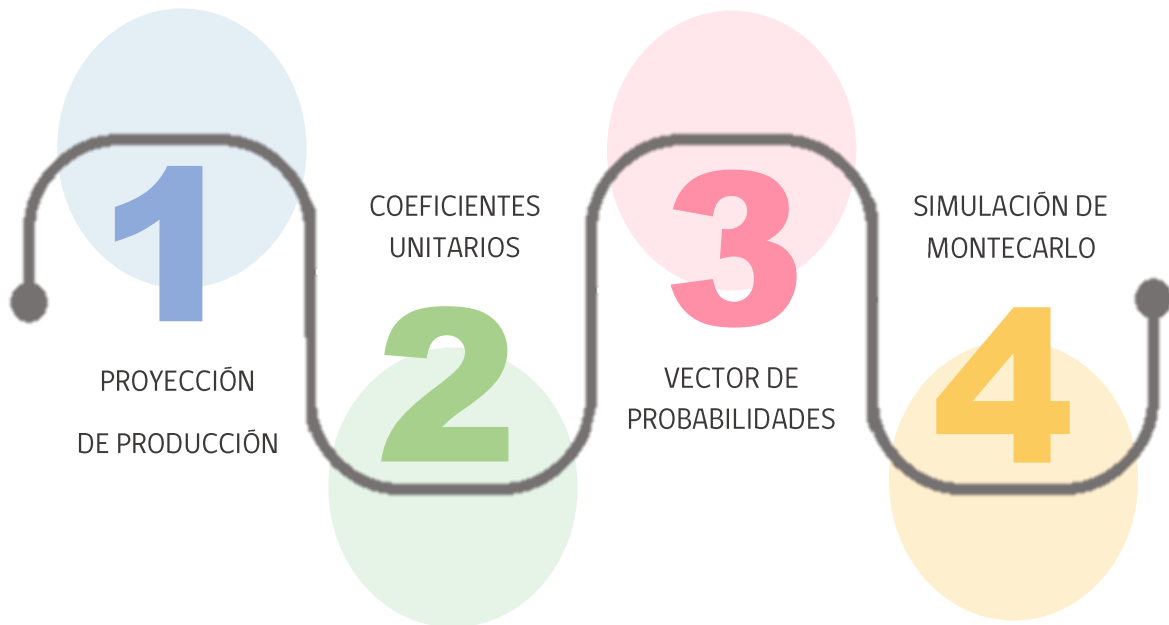
El objeto del estudio es estimar la proyección de demanda de agua por parte de la industria minera del cobre y realizar un análisis detallado considerando una visión por fuente, región, proceso, condición, etapa de desarrollo y estado de los permisos ambientales.

El alcance físico del estudio comprende las regiones centro-norte del país, desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de O´Higgins, donde se ubica la mayor cantidad de operaciones mineras del cobre. El alcance temporal de las proyecciones se focaliza en el periodo 2022-2033, para el cual se formularán los escenarios de consumo de agua para las operaciones vigentes y proyectos mineros.

## Metodología

A continuación se describen las distintas etapas para realizar el cálculo del valor esperado de la demanda de agua para la próxima década.

Figura 1. Fases metodología proyección



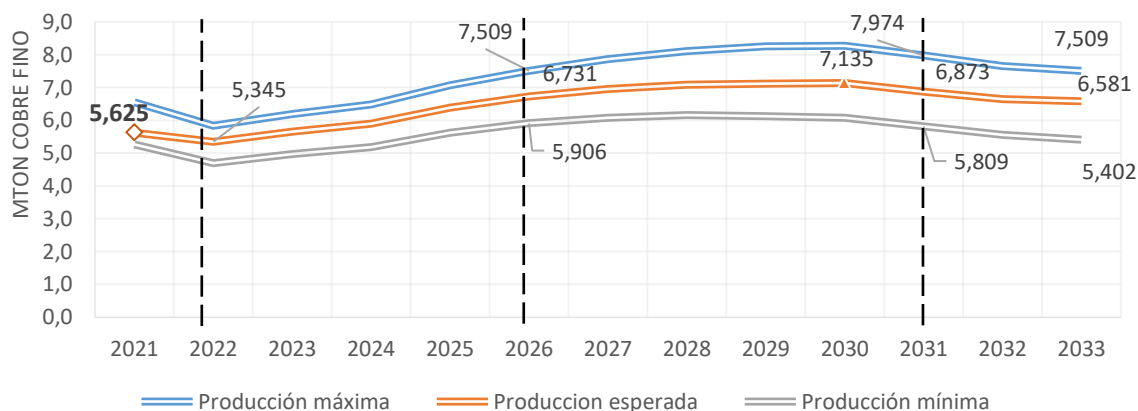
Fuente: Cochilco

### Fase 1: Proyección de producción

Para la etapa de la proyección de producción, se utilizó el catastro de proyectos que elabora COCHILCO año a año con la información actualizada de las operaciones y nuevos proyectos al 2033, con lo que se estima la proyección de producción, tanto en concentrados como en cátodos SxEw y en fundición y refinación. Los resultados de esta proyección estarán dispuestos en el informe "Proyección de la producción esperada de cobre, periodo 2022 - 2033", desarrollado por Cochilco. La proyección de producción es el pilar que sustentan la proyección de consumo de agua, ya que determina el mineral procesado en concentrados y la producción de fino en concentrados junto con la producción de cobre fino en cátodos SxEw del 2022 al 2033.

Los resultados obtenidos en la proyección de producción esperada de cobre para el periodo 2022-2033 muestran un crecimiento de 17% respecto a la producción real de 2021. Esto quiere decir que nuestro país alcanzaría una producción de cobre de 6,58 millones de toneladas al año 2033, a una tasa de crecimiento promedio de 1,3%, con un *peak* en el año 2030 de 7,14 millones de toneladas.

Figura 2. Proyección max, esperada y mínima de cobre 2022-2033



Fuente: "Proyección producción esperada de cobre 2022-2033". Cochilco

De acuerdo al informe de proyección de producción esperada de cobre, las variaciones productivas se analizan en tres periodos:

- 2022 - 2026: Se espera una producción de 5,35 millones de toneladas para 2022, una caída de 5% respecto a la producción real 2021. Esto debería cerrar el ciclo de pérdidas productivas asociadas a la pandemia, por lo cual se espera que 2023 sea un año de recuperación productiva para el país, alcanzando las 5,65 millones de toneladas, levemente superior a la producción real 2021, pero un 5,6% más de producción que la esperada para 2022. El crecimiento de la producción esperada para el periodo completo será a una tasa anual de 5,9%, alcanzando hacia el 2026 las 6,73 millones de toneladas de cobre mina, un aumento de 25,9% con respecto a lo esperado para 2022. Si bien, la proyección del año pasado indicaba al año 2023 en el cual se sobrepasarían los 6 millones de toneladas, en esta versión se desplaza dos años dicha estimación, dejando para 2025 una producción esperada de 6,39 millones de toneladas.
- 2027 - 2031: Hacia 2027 se observa una producción esperada de 6,96 millones de toneladas de cobre fino. Este periodo será en el que se rompa la barrera de las 7 millones de toneladas, lo cual sería momentáneo solamente (entre los años 2028 y 2030), lo que se refleja en una tasa de decrecimiento productivo para el periodo de 0,3%, cerrando el periodo de análisis con 6,87 millones de toneladas, 1,2% menos que 2027. Por otra parte, en este periodo se alcanzaría el máximo productivo de 7,14 millones de toneladas durante el año 2030.

- 2032 - 2033: Este periodo destaca por una caída productiva de 0,9%, pasando de una producción de 6,64 millones de toneladas el 2032 a 6,58 millones de toneladas el 2033. Esto se debe a alrededor de 36 operaciones, tanto de sulfuros como de óxidos, particularmente estas últimas que caen 70,6% respecto de la producción real 2021, que cerrarán durante el periodo analizado, sin expectativas de proyectos de reposición que les permitan su continuidad.

## Fase 2: Coeficientes unitarios

Se determinan los consumos unitarios de agua continental y de mar de la industria minera del cobre, gracias a la encuesta realizada por COCHILCO anualmente directamente a las empresas. Con esta información se obtienen los coeficientes unitarios de consumo de agua por tonelada de mineral tratado y/o por tonelada de cobre fino producido. La tasa de consumo unitario es expresada en metros cúbicos de agua continental por cada tonelada de mineral procesado.

De este modo se obtienen tres escenarios de demanda de agua fresca en la minería del cobre 2014-2025 de acuerdo a las siguientes ecuaciones.

- o Demanda de agua fresca en Mina

$$Dda\ agua\ Mina\ \left(\frac{m^3}{seg}\right) = Cobre\ fino\ total\ \left(\frac{ton_{fino}}{año}\right) * Coef.\ Unitario\ Mina\ \left(\frac{m^3}{ton_{fino}}\right) * f_a$$

- o Demanda de agua fresca para la obtención de concentrados

$$Dda\ agua\ Conc.\ \left(\frac{m^3}{seg}\right) = Min.\ Tratado\ Concentradora\ \left(\frac{ton_{min}}{día}\right) * Coef.\ Unitario\ Conc.\ \left(\frac{m^3}{ton_{min}}\right) * f_d$$

- o Demanda de agua fresca para la obtención de cátodos SX-EW

$$Dda\ agua\ Cátodos.\ \left(\frac{m^3}{seg}\right) = Cobre\ fino\ cátodos\ \left(\frac{ton_{fino}}{año}\right) * Coef.\ Unitario\ Cátodos\ \left(\frac{m^3}{ton_{fino}}\right) * f_a$$

- o Demanda de agua fresca para "Otros"

$$Dda\ agua\ Otros.\ \left(\frac{m^3}{seg}\right) = Cobre\ fino\ total\ \left(\frac{ton_{fino}}{año}\right) * Coef.\ Unitario\ Otros\ \left(\frac{m^3}{ton_{fino}}\right) * f_a$$

- Demanda de agua fresca para la fundición

$$Dda\ agua\ Fund.\left(\frac{m3}{seg}\right) = Cobre\ fino\ total\left(\frac{ton_{fino}}{año}\right) * Coef.\ Unitario\ Fund\left(\frac{m3}{ton_{fino}}\right) * f_a$$

- Demanda de agua fresca para la refinería

$$Dda\ agua\ Ref.\left(\frac{m3}{seg}\right) = Cobre\ fino\ total\left(\frac{ton_{fino}}{año}\right) * Coef.\ Unitario\ Ref\left(\frac{m3}{ton_{fino}}\right) * f_a$$

Donde:

$f_d$ : Factor de conversión día a segundos

$f_a$ : Factor de conversión año a segundos

### Fase 3: Vector de probabilidades

En base a la información histórica sobre la materialización de los proyectos de inversión se determina la probabilidad de ocurrencia de producción prevista en las fechas presentadas, con lo que se crean tres escenarios de consumo de agua. Considerando la incertidumbre propia de las operaciones mineras como también de sus proyectos de inversión, se estima la probabilidad de que éstos alcancen su capacidad nominal esperada en las fechas tentativas. Dado esto, se construyen tres escenarios distintos:

**Escenario mínimo**, en el cual se proponen condiciones para que se posterguen las decisiones de inversión de los proyectos. Se ajusta el escenario más probable con cifras inferiores dentro de un criterio técnico razonable. Es, entonces, un escenario pesimista.

**Escenario más probable**, construido en base a la información histórica que cuenta Cochilco, que reflejan la producción real versus la estimada desde el año 2005. Este escenario 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 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.

**Escenario máximo**, en el cual las faenas y los proyectos alcanzan sus producciones estimadas en los plazos declarados, 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.

Figura 2. Vector probabilidades para escenarios de materialización

| Escenario Mínimo       | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 | Año 11 | Año 12 |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| HIPOTÉTICO             | 0,12  | 0,12  | 0,12  | 0,12  | 0,12  | 0,12  | 0,12  | 0,12  | 0,12  | 0,12   | 0,12   | 0,12   |
| POTENCIAL P            | 0,15  | 0,15  | 0,15  | 0,15  | 0,15  | 0,15  | 0,15  | 0,15  | 0,15  | 0,15   | 0,15   | 0,15   |
| POTENCIAL              | 0,37  | 0,37  | 0,37  | 0,37  | 0,37  | 0,37  | 0,37  | 0,37  | 0,37  | 0,37   | 0,37   | 0,37   |
| POSIBLE                | 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                   | 0,80  | 0,80  | 0,80  | 0,80  | 0,80  | 0,80  | 0,80  | 0,80  | 0,80  | 0,80   | 0,80   | 0,80   |
|                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |
|                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |
| Escenario Más Probable | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 | Año 11 | Año 12 |
| HIPOTÉTICO             | 0,12  | 0,14  | 0,15  | 0,16  | 0,28  | 0,32  | 0,37  | 0,42  | 0,45  | 0,49   | 0,55   | 0,69   |
| POTENCIAL P            | 0,15  | 0,16  | 0,28  | 0,32  | 0,37  | 0,42  | 0,45  | 0,49  | 0,55  | 0,69   | 0,70   | 0,71   |
| POTENCIAL              | 0,37  | 0,42  | 0,45  | 0,49  | 0,55  | 0,69  | 0,70  | 0,71  | 0,80  | 0,80   | 0,83   | 0,84   |
| POSIBLE                | 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                   | 0,80  | 0,83  | 0,84  | 0,84  | 0,85  | 0,88  | 0,92  | 0,92  | 0,92  | 0,93   | 0,93   | 0,93   |
|                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |
|                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |
| Escenario Máximo       | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 | Año 11 | Año 12 |
| HIPOTÉTICO             | 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 P            | 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              | 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                | 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

Específicamente, el valor del consumo de agua para un año t se calcula como se muestra en la ecuación:

$$\text{Consumo\_Agua}_t = \sum_i E[f(X_{ijkt}; Y_{ijkt}; Z_{ijkt})]$$

Donde,

*i*: Faena minera

*j*: Tipo de producto final

*K*: Condición/estado del proyecto minero.

*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.

*Z<sub>ijkt</sub>*: 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<sub>ijkt</sub>*: 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<sub>ijkt</sub>*: 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*.

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

Cabe mencionar que para el caso de los proyectos el año 1 corresponde al año de puesta en marcha previsto en el catastro de proyectos de Cochilco 2021.

Como resultado de la generación de escenarios se obtiene tres valores de consumo anual del proceso individualizado, uno por cada escenario, los que se someten a la simulación Montecarlo con el fin de generar una distribución probabilística de su consumo anual, a la cual se le calcula el estadístico “valor esperado” para cada año en el periodo 2021–2032.

Estos escenarios corresponden a los parámetros de entrada de la simulación de Montecarlo, la cual entrega como resultado el vector de valor esperado.

#### Fase 4: Simulación de Montecarlo

El objetivo de la simulación de Montecarlo es crear un modelo matemático del proceso a analizar, identificando aquellas variables cuyo comportamiento aleatorio determina el comportamiento global del sistema.

Una vez identificadas las variables aleatorias, se lleva a cabo un experimento que consiste en generar muestras aleatorias para dichos inputs y analizar el comportamiento del sistema ante los valores generados. Tras repetir "n" veces este experimento, dispondremos de "n" observaciones sobre el comportamiento, lo cual nos será de utilidad para entender un funcionamiento futuro.

En el caso específico de este estudio se realizaron 1.000 iteraciones por cada año proyectado para cada proceso, utilizando una distribución beta. A partir de la generación de escenarios se obtiene tres valores de consumo anual del proceso individualizado, uno por cada escenario, los que se someten a la simulación Montecarlo con el fin de generar una distribución probabilística de su consumo anual, a la cual se le calcula el estadístico valor esperado.

## Valor Esperado – Resultados

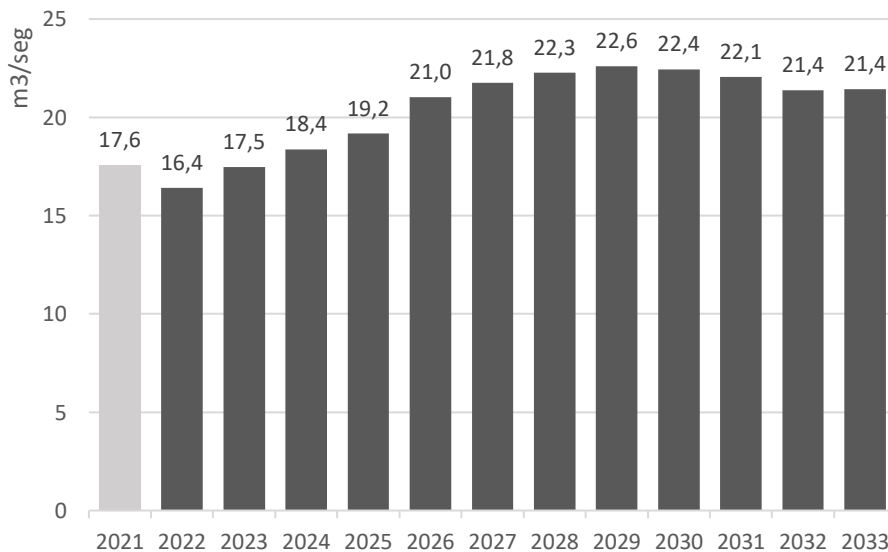
Este capítulo muestra los resultados obtenidos de la simulación según la metodología descrita previamente. Estos resultados se exponen a nivel nacional, respecto a su origen, según proceso, región, condición de proyecto, etapa de desarrollo y el estado de los permisos ambientales.

### Valor esperado demanda de agua total

La caída en las leyes de los minerales hace necesaria una mayor cantidad de agua para obtener una tonelada de cobre fino, ya que es necesario procesar una mayor cantidad de mineral.

Como resultado de la simulación de Montecarlo, para el 2033 se espera que el consumo de agua a nivel nacional sea de 21,4 m<sup>3</sup>/seg, con una tasa de crecimiento promedio anual de 2%.

Figura 2. Proyección esperada demanda de agua en la minería del cobre 2022-2033



Fuente: Cochilco, 2022.

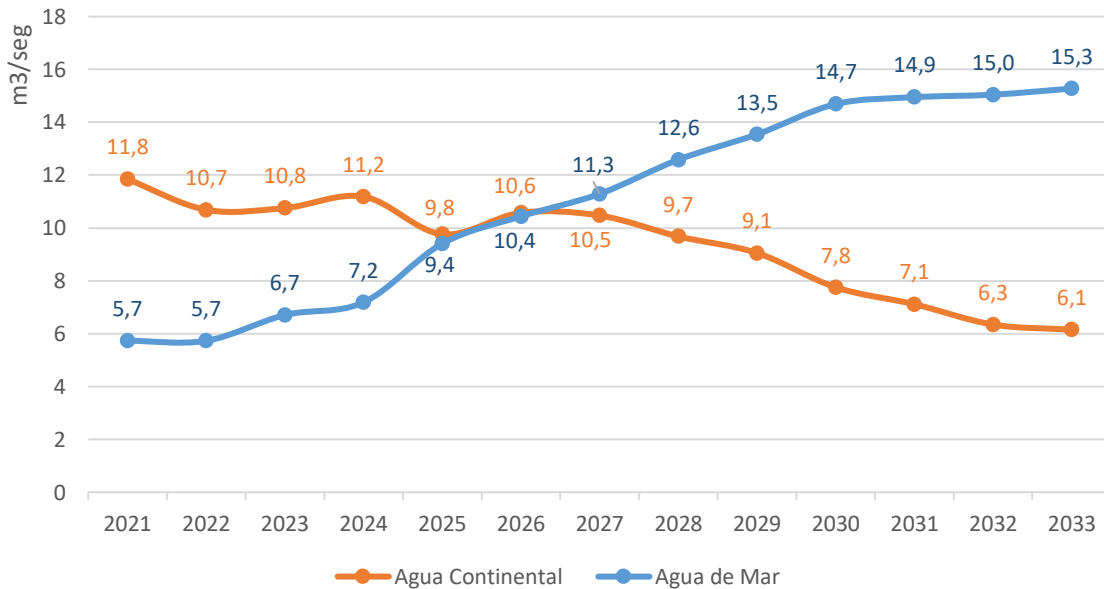
La baja entre 2022 en comparación con 2021 se debe principalmente a los efectos de la pandemia en cuanto a producción, lo que debería retomar su normalidad hacia el 2023. Para los años 2029-2030 se espera un máximo de demanda de agua por parte de la minería del cobre, alcanzando los 22,6 m<sup>3</sup>/seg. Al cierre de la década se espera un aumento en la demanda de agua total de un 22% en relación al 2021.

## Valor esperado según origen

Como se ha visto en los últimos años, el agua de origen continental es un recurso escaso, que no solo es considerado una limitante hidrológica, también se trata, cada vez en mayor grado, de un problema económico que podría restringir el desarrollo de la gran mayoría de las actividades industriales. Asimismo se trata de un recurso que es muy sensible a la hora de generar posibles conflictos en las comunidades locales y stakeholders.

De manera general, la estimación de proyección de demanda de agua de origen continental esperada al 2033 alcanza los 6,15 m<sup>3</sup>/s, lo que representa una disminución de un 45% respecto al consumo real de agua continental del 2021 en la minería del cobre. Por su parte se espera que el agua de mar alcance los 15,28 m<sup>3</sup>/s, lo que significa un aumento cercano al 167% en relación al 2021.

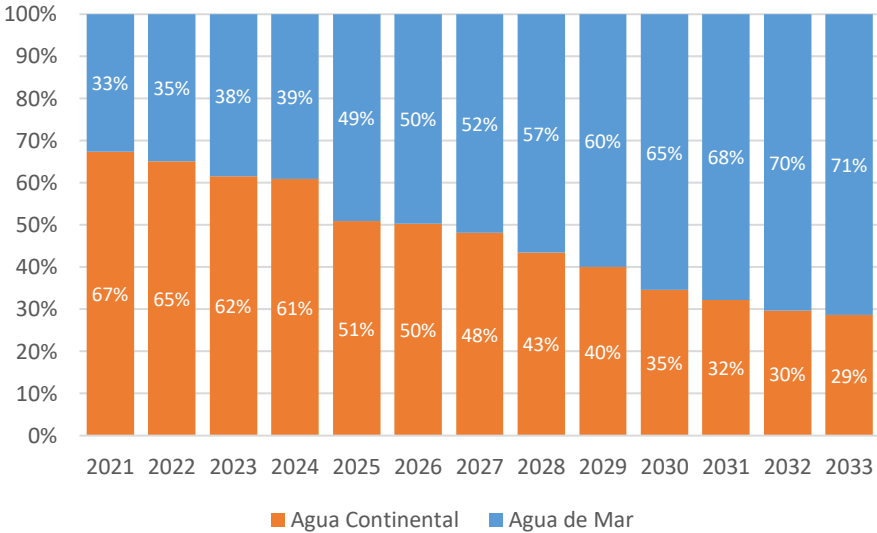
Figura 2. Proyección esperada demanda de agua en la minería del cobre según origen 2022-2033



Fuente: Cochilco, 2022.

Según la distribución porcentual del agua para la minería del cobre se espera que al 2033 el agua de mar represente el 71% del abastecimiento de agua para suplir la demanda por parte de la minería del cobre.

Figura 2. Distribución porcentual de demanda de agua en la minería del cobre según origen 2022-2033



Fuente: Cochilco, 2022.

### Valor esperado según proceso

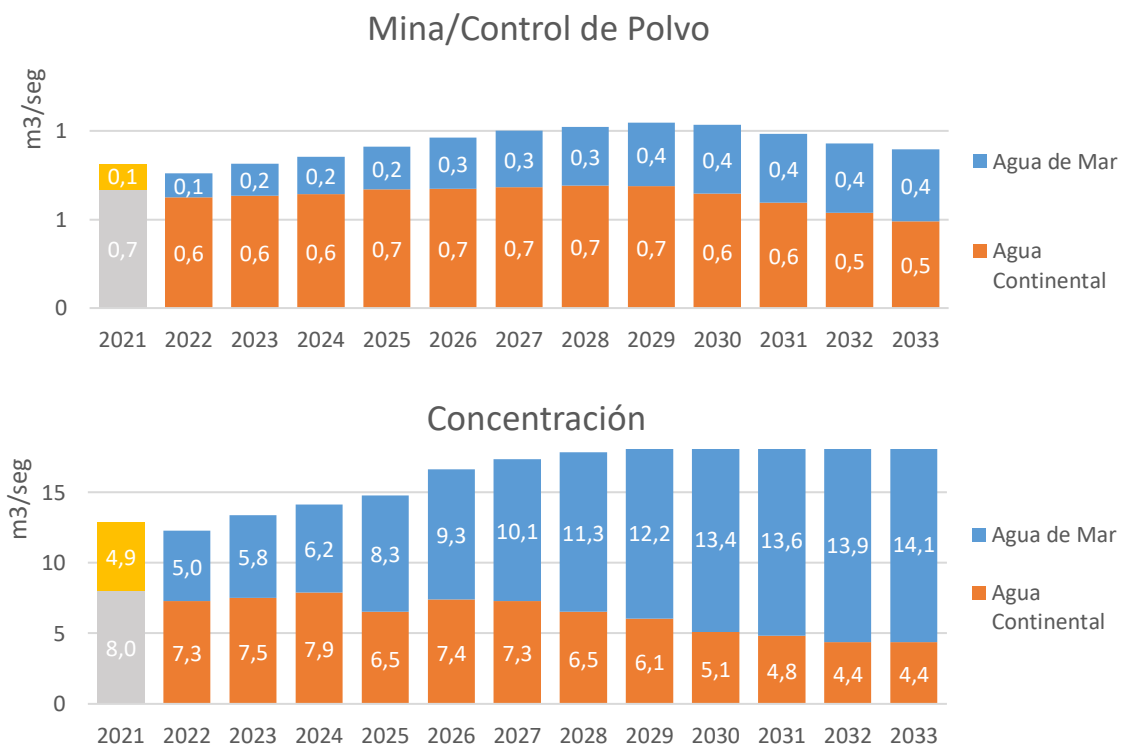
Para el análisis de la información, se identifican y agrupan 5 distintas áreas de consumo de agua de la industria minera del cobre en base al procesamiento de minerales y otras áreas, las cuales se describen a continuación:

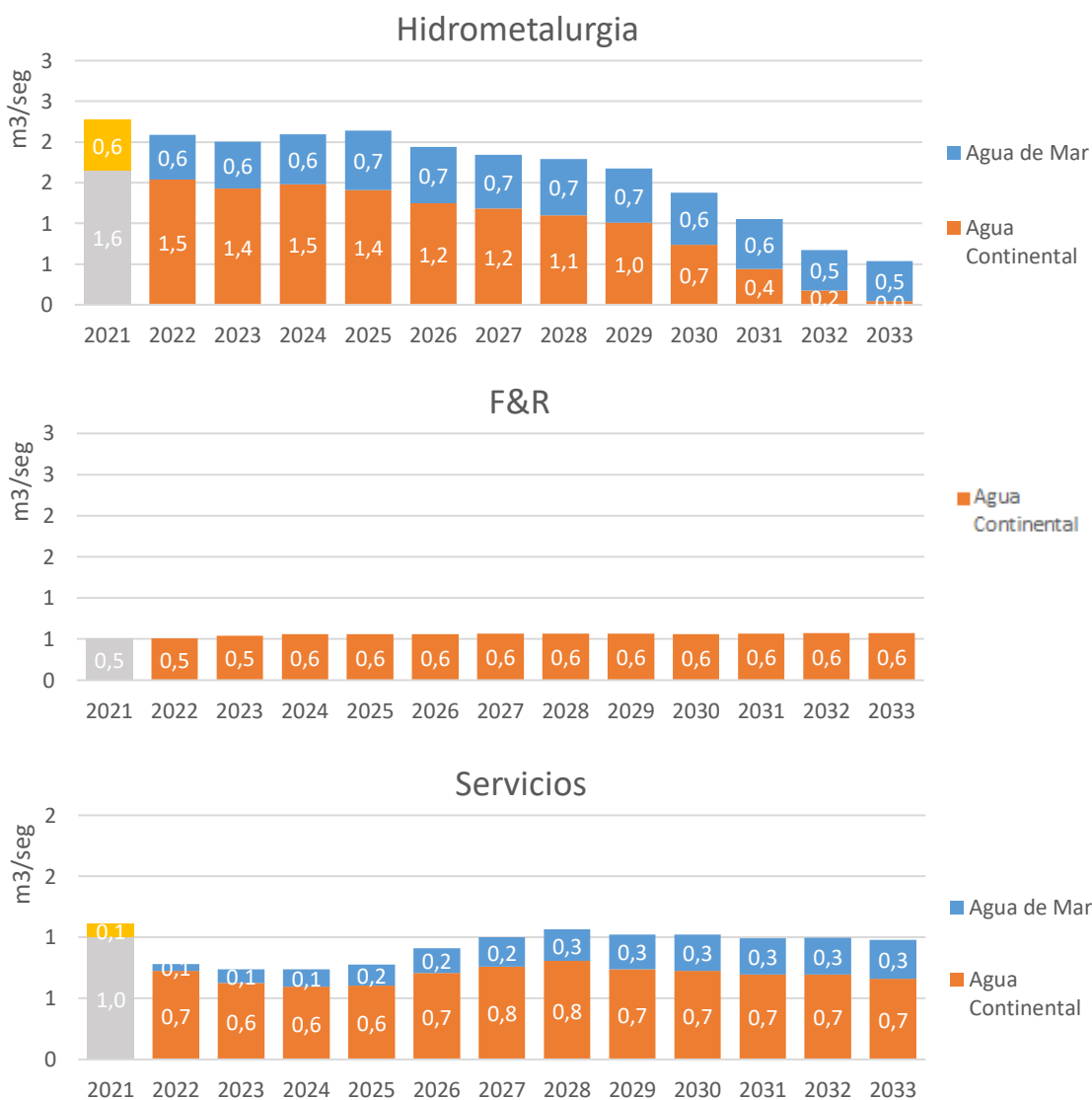
- **Agua mina/control de polvo:** Este incluye la mina, ya sea a cielo abierto o subterráneo y el transporte del material hasta el chancado primario. En esta área el agua es utilizada principalmente para la supresión de polvo en caminos, y en la extracción y bombeo desde labores subterráneas.
- **Área planta concentradora:** Comprende el procesamiento de minerales, el cual representa el mayor consumo de agua con respecto a los volúmenes totales. Esta área involucra la conminución del mineral (molienda secundaria), luego la flotación, clasificación y espesamiento. Las aguas residuales de los procesos pueden o no ser recirculadas al proceso desde los depósitos de relaves, como de los procesos de espesamiento y filtrado, entre otros. Incluye Planta de molibdeno.

- **Área planta hidrometalurgia:** Considera los procesos de lixiviación en pilas, la extracción por solventes y la electro obtención para la producción de cátodos. Los principales consumos de agua resultan como consecuencia de la evaporación de las pilas de lixiviación donde se vierte una solución ácida, de agua con ácido sulfúrico en la superficie de las pilas (PLS).
- **Fundición y refinería:** El concentrado seco se somete a un proceso de pirometalurgia para obtener placas gruesas, de forma de ánodos. Este es comercializado directamente o enviado al proceso de refinación la cual se lleva a cabo en las celdas electrolíticas en una solución de ácido sulfúrico. A la que se le aplica una corriente eléctrica, lográndose cátodos de alta pureza.
- **Servicios:** El principal uso del agua es para bebida, lavado, riego y baños en los campamentos, y otros consumos menores. Este ítem agrupa diferentes procesos menores que en su conjunto representan parte importante del consumo de agua. Algunos de los procesos que involucra son cesión o venta a terceros, servicios, campamentos, entre otros.

Según los resultados se observa que los concentrados siguen demandando gran parte del agua en la minería del cobre, debido tanto a la proyección de producción de concentrados por el natural agotamiento de los recursos oxidados y su reemplazo por los recursos sulfurados, como a lo intensivo en consumo de agua en el proceso de concentración.

Figura 2. Demanda de agua en la minería del cobre según proceso 2022-2033





Fuente: Cochilco, 2022.

La planta concentradora representara el 86% del consumo de agua total al 2033, mientras que la hidrometalurgia solo un 2%. Esta proyección es reflejo, en parte, del cambio de la matriz de producción, que se vuelca a los minerales de sulfuros, que a su vez deben ser procesados a través de flotación, proceso mucho más intensivo en el uso de agua.

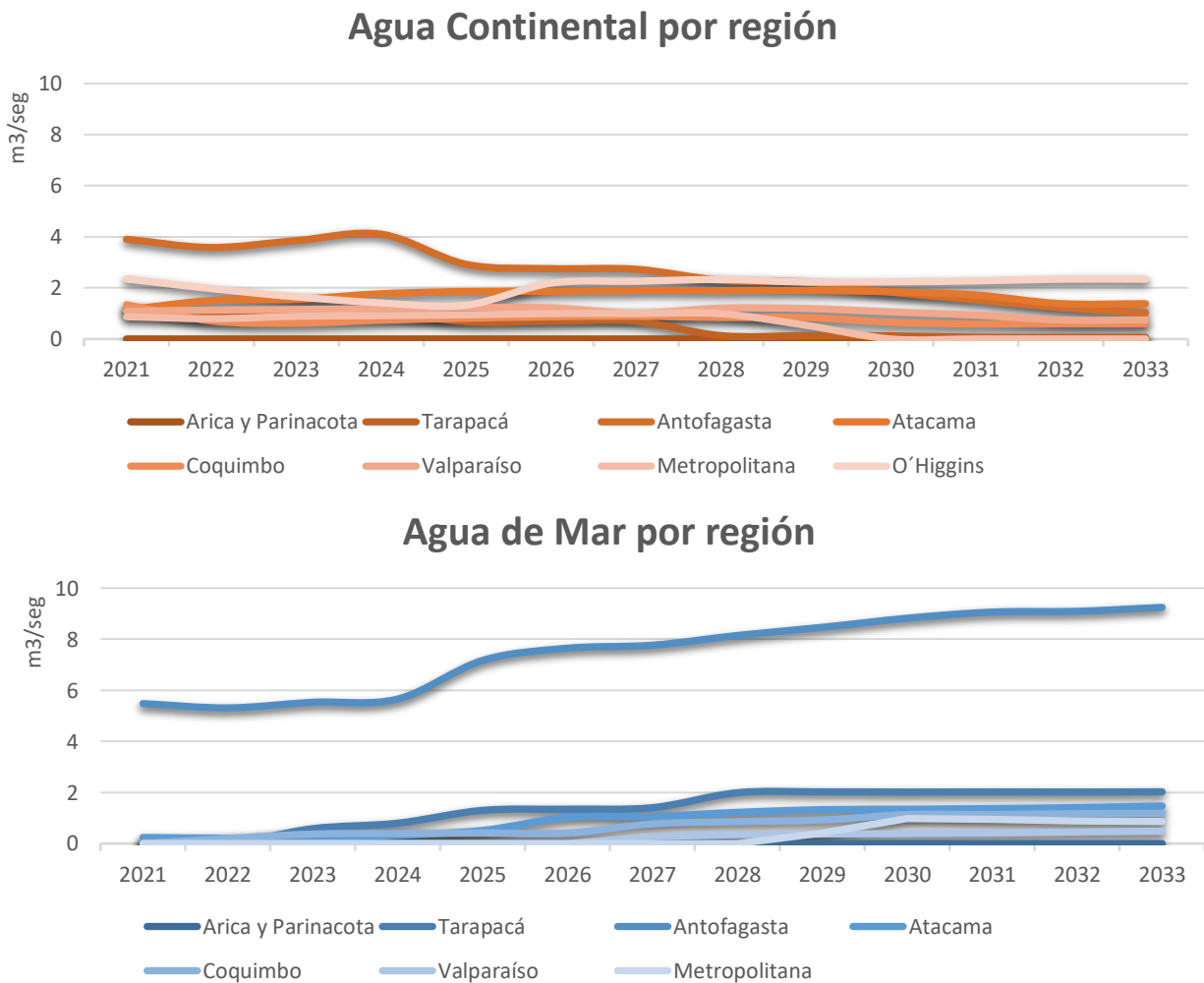
Como se indica en el informe de proyección de producción, la producción esperada de concentrados se espera alcance un aumento de 46,4% hacia 2033, respecto la producción real de 2021, lo que viene de la mano con un aumento importante del procesamiento de minerales sulfurados en plantas concentradoras, que se espera pase de las 677,98 millones de toneladas en 2021 a 1.080,62 millones de toneladas hacia 2033, que corresponde a un crecimiento de 59,4%.



## Valor esperado según región

De manera general, la mayoría de las regiones mantienen una tendencia a la baja para la próxima década respecto del consumo del agua continental. En relación al consumo de agua de mar, las regiones que consideran proyectos de agua de mar como Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo y Metropolitana, presentan incremento significativo en la demanda de agua de mar para la próxima década.

Figura 2. Demanda de agua en la minería del cobre según región  
2022-2033

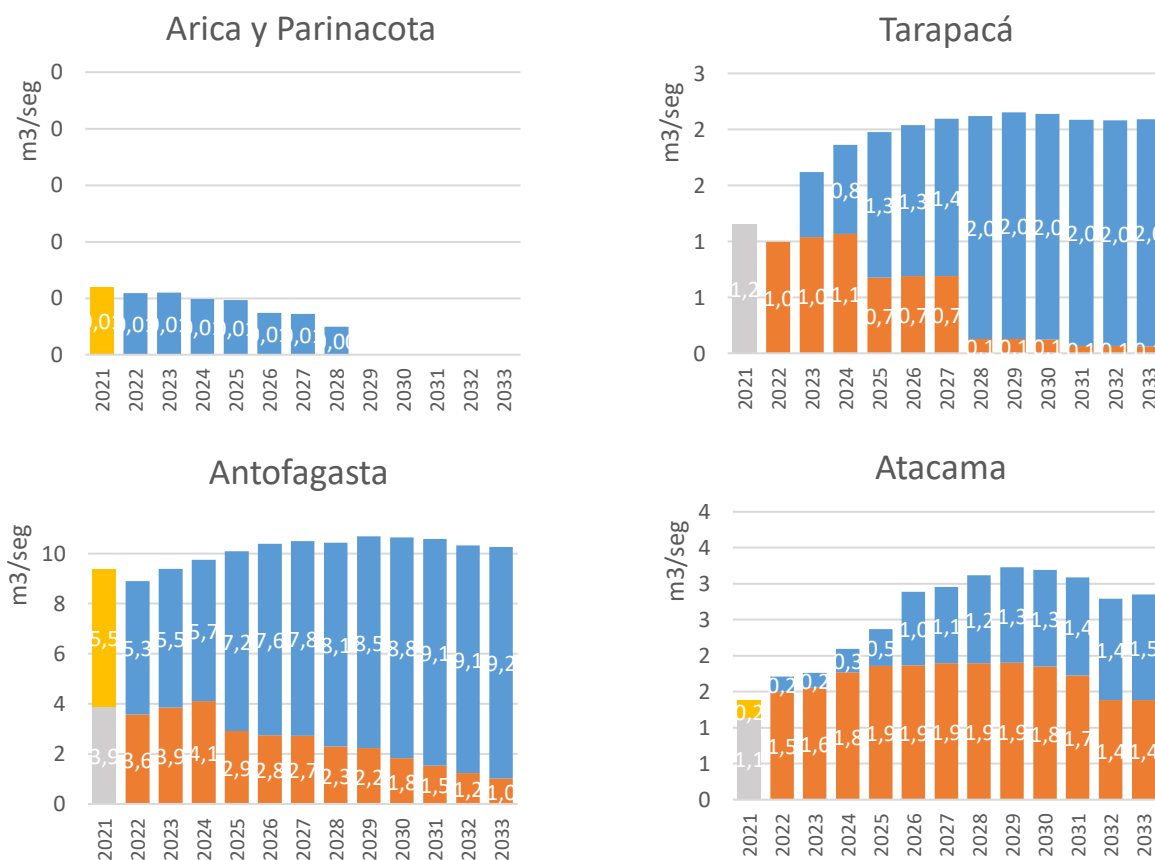


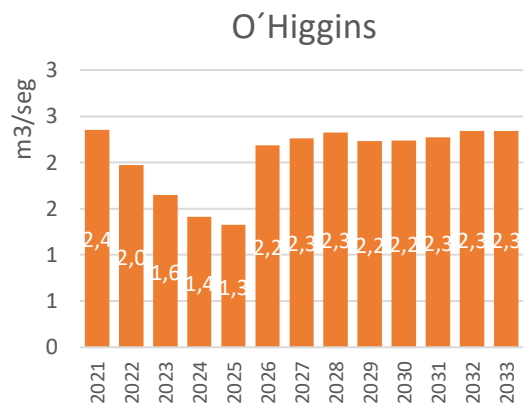
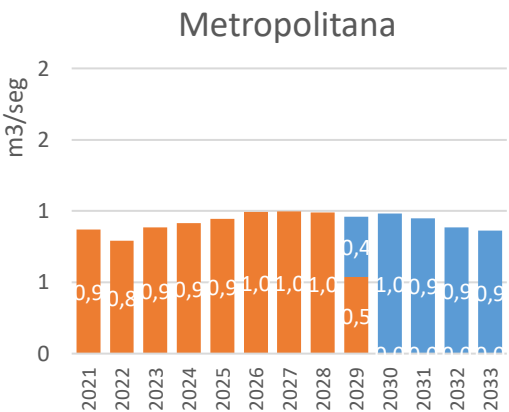
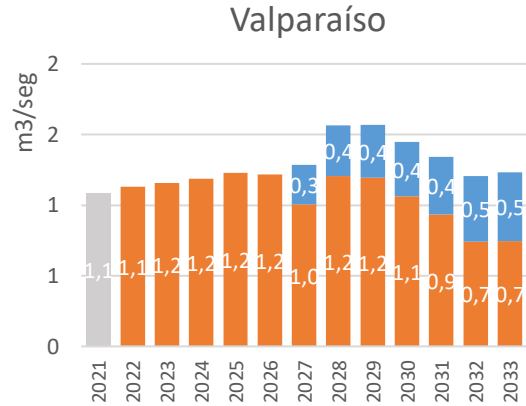
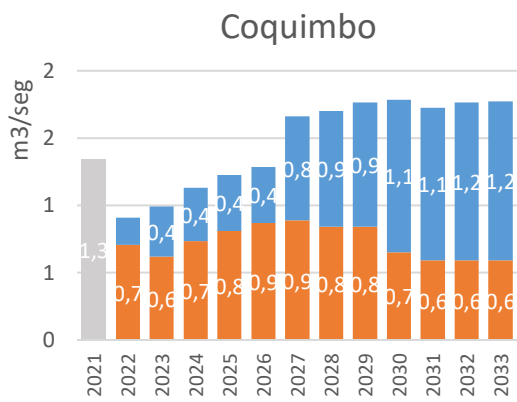
Fuente: Cochilco, 2022.

Antofagasta es la región con mayor consumo de agua y se espera un comportamiento similar para la próxima década, justificado por ser la principal región de producción de cobre. Del mismo modo, en la medida que estas regiones aumenten su suministro de agua de mar, se espera que disminuyan su consumo de agua continental. En efecto, se estima al 2033 que el consumo de agua **continental** en la región Metropolitana sea cero, en Tarapacá disminuya un 94%, en Antofagasta disminuya en un 74%, Valparaíso baje un 34%, Coquimbo en un 16%% y Atacama en un 8%, respecto del consumo del 2021.

A continuación se muestra la proyección de demanda de agua en cada región con más detalle.

Figura 2. Demanda de agua en la minería del cobre según región  
2022-2033





■ Agua de Mar  
 ■ Agua Continental

Fuente: Cochilco, 2022.

El cambio más significativo respecto a la proyección del año anterior es la entrada en el escenario futuro de proyectos de desalación para las regiones de Valparaíso y Metropolitana, disminuyendo así la presión en los recursos continentales.

## Valor esperado según condición

Para este análisis, se definen cuatro condiciones: base, probable, posible y potencial; las cuales están en base a los atributos específicos de tipo de proyecto, a la etapa de avance en que se encuentra, al estado de la tramitación ante el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) y a la fecha estimada de puesta en marcha. Cada atributo tiene una gradualidad que puede asociarse a mayor o menor certeza y la combinación de ellos entrega una percepción de la condicionalidad en que se encuentra para su materialización.

Figura 2. Tabla caracterización de condicionalidad de los proyectos

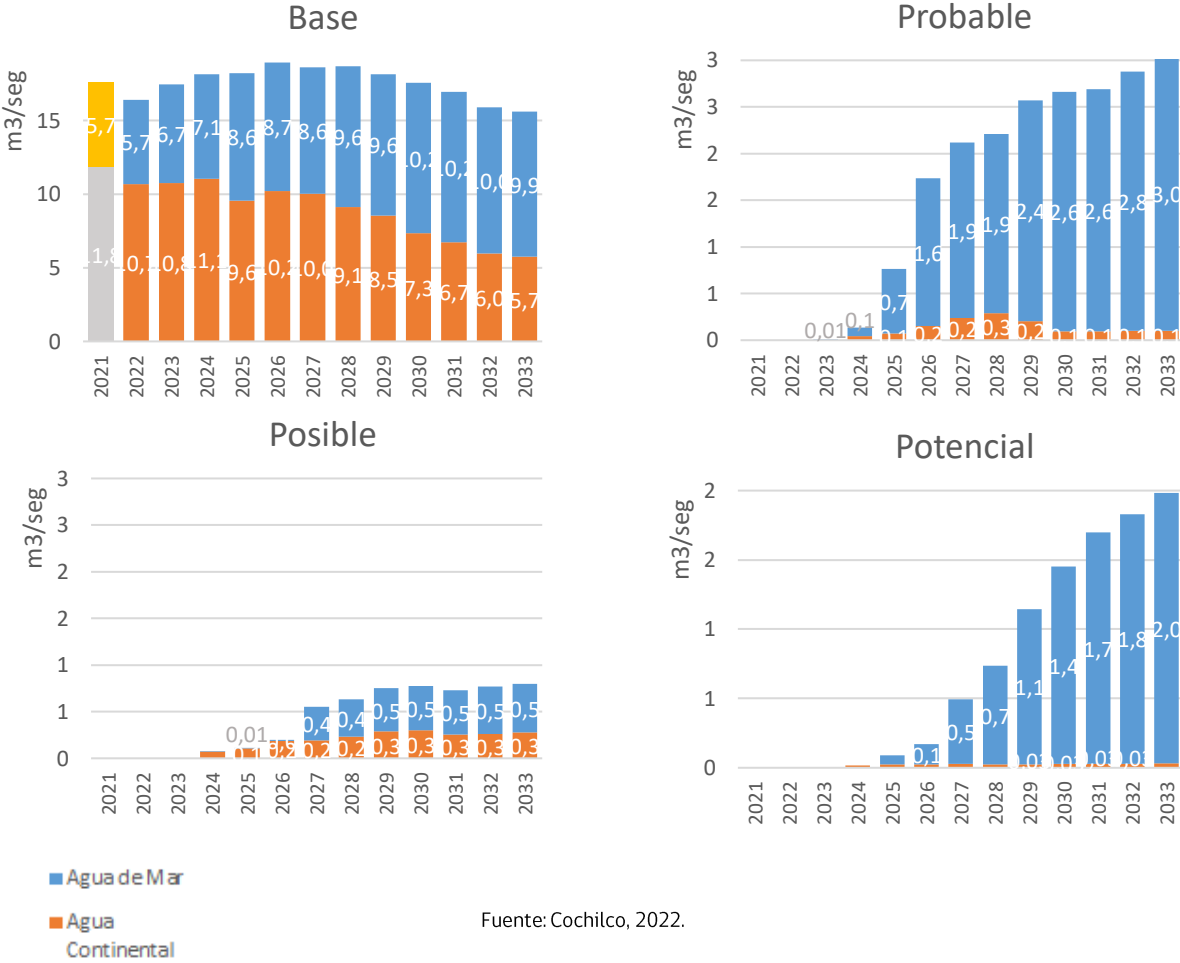
| Condición        | Tipo proyecto          | Etapa de avance         | Trámite SEA                            | Puesta en marcha  |
|------------------|------------------------|-------------------------|--|-------------------|
| <b>BASE</b>      | Cualquiera             | Ejecución               | RCA aprobada                           | En el período     |
| <b>PROBABLE</b>  | Cualquiera             | Ejecución suspendida    | RCA aprobada o en reclamación judicial | En el período     |
|                  | Cualquiera             | Factibilidad            | RCA aprobada                           | En el período     |
|                  | Reposición o Expansión | Factibilidad            | EIA o DIA en trámite                   | En el período     |
| <b>POSIBLE</b>   | Reposición o Expansión | Factibilidad suspendida | EIA o DIA en trámite                   | En el período     |
|                  | Reposición o Expansión | Factibilidad            | EIA o DIA no presentada                | En el período     |
|                  | Nuevo                  | Factibilidad            | EIA o DIA en trámite o no presentada   | En el período     |
|                  | Cualquiera             | Factibilidad            | RCA aprobada                           | Fuera del período |
|                  | Reposición o Expansión | Factibilidad            | EIA o DIA en trámite o no presentada   | Fuera del período |
| <b>POTENCIAL</b> | Cualquiera             | Factibilidad suspendida | Cualquiera                             | Fuera del período |
|                  | Cualquiera             | Prefactibilidad         | Cualquiera                             | Cualquiera        |

Fuente: Cochilco, 2022.

A continuación, se observa que al 2033 para el caso del agua continental el mayor consumo esperado para la próxima década proviene de faenas en condición base, es decir proyectos en operación o en ejecución, por lo que correspondería un consumo esperado con un alto grado de certeza, para el 2033 cerca del 93% del consumo de agua continental en la minería del cobre está asociada a proyectos en condición base, mientras que solo el 7% restante tiene mayor incertidumbre.

Para el 2033, más de la mitad del consumo esperado de agua de mar procede de proyectos en condición base, alcanzando el 64%, mientras que el 36% restante está asociado a proyectos en condición probable (19%), posible (3%) y potencial (13%), otorgando mayor incertidumbre a su fecha de materialización.

Figura 2. Demanda de agua en la minería del cobre según condición 2022-2033



En términos generales, en los últimos años, la principal característica está en que los proyectos de agua de mar han disminuido su grado de incertidumbre, ya que estos están relacionados a aquellas iniciativas con mayor probabilidad de materialización y de cumplimiento de las fechas propuestas.

## Valor esperado según etapa de desarrollo

Para analizar la demanda esperada de agua fresca en la minería del cobre según el estado de avance de los proyectos en el catastro de inversiones, se definieron cuatro etapas de desarrollo; pre factibilidad, factibilidad, en ejecución y operación.

Las distintas etapas se definen como:

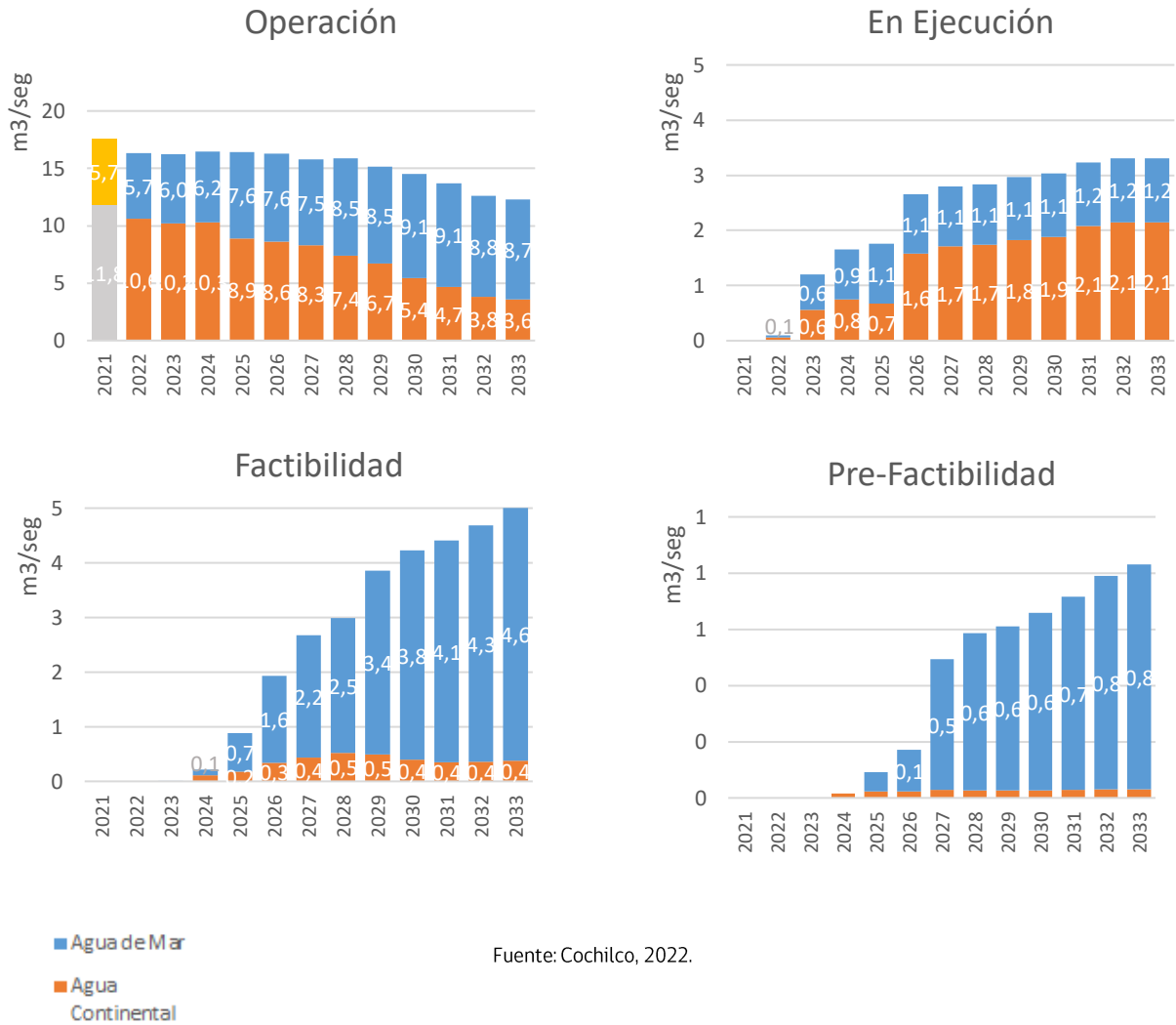
- **Operación:** Proyectos que se encuentran actualmente operando
- **En ejecución:** Cuentan con la aprobación de la inversión y de los permisos correspondientes para su desarrollo. Ya se encuentran en alguna de las fases de ingeniería de detalle y de construcción hasta el inicio de la puesta en marcha.
- **En estudio de factibilidad:** Aquellos que ya han iniciado los estudios de factibilidad y de evaluación ambiental (EIA o DIA) hasta que los hayan terminado, pero sin haber tomado aún la decisión final aprobatoria de la inversión.
- **En estudio de prefactibilidad:** Aquellos que se encuentran en la fase inicial de estudios de prefactibilidad hasta que se tome la decisión de continuar a la etapa siguiente

Al analizar la demanda futura de agua según la etapa de desarrollo se observa que la mayor cantidad de agua, continental y de mar, está en las operaciones, representando el 57% al 2033, donde se aprecia una tendencia a la baja en el consumo de agua continental y una tendencia al alza en el consumo de agua de mar.

Por otro lado, los proyectos en ejecución, representan un 15% al 2033, respecto del consumo de agua total. Aquellos que están en etapa de factibilidad, con un menor grado de certidumbre representan un 23% del agua total al 2032, donde destaca el uso de agua de mar. Finalmente los proyectos en etapa de pre factibilidad, sujetos a una menor probabilidad de materialización, representarían cerca del 4% del agua estimada para el 2033, estos últimos son casi totalmente abastecidos con agua de mar.

Específicamente en el caso de los proyectos con agua de mar se puede concluir que los proyectos de agua de mar han aumentado si nivel de certidumbre conforme los proyectos van acercándose a su fecha de materialización y cuentan con los permisos exigidos.

Figura 2. Demanda de agua en la minería del cobre según condición  
2022-2033



Fuente: Cochilco, 2022.

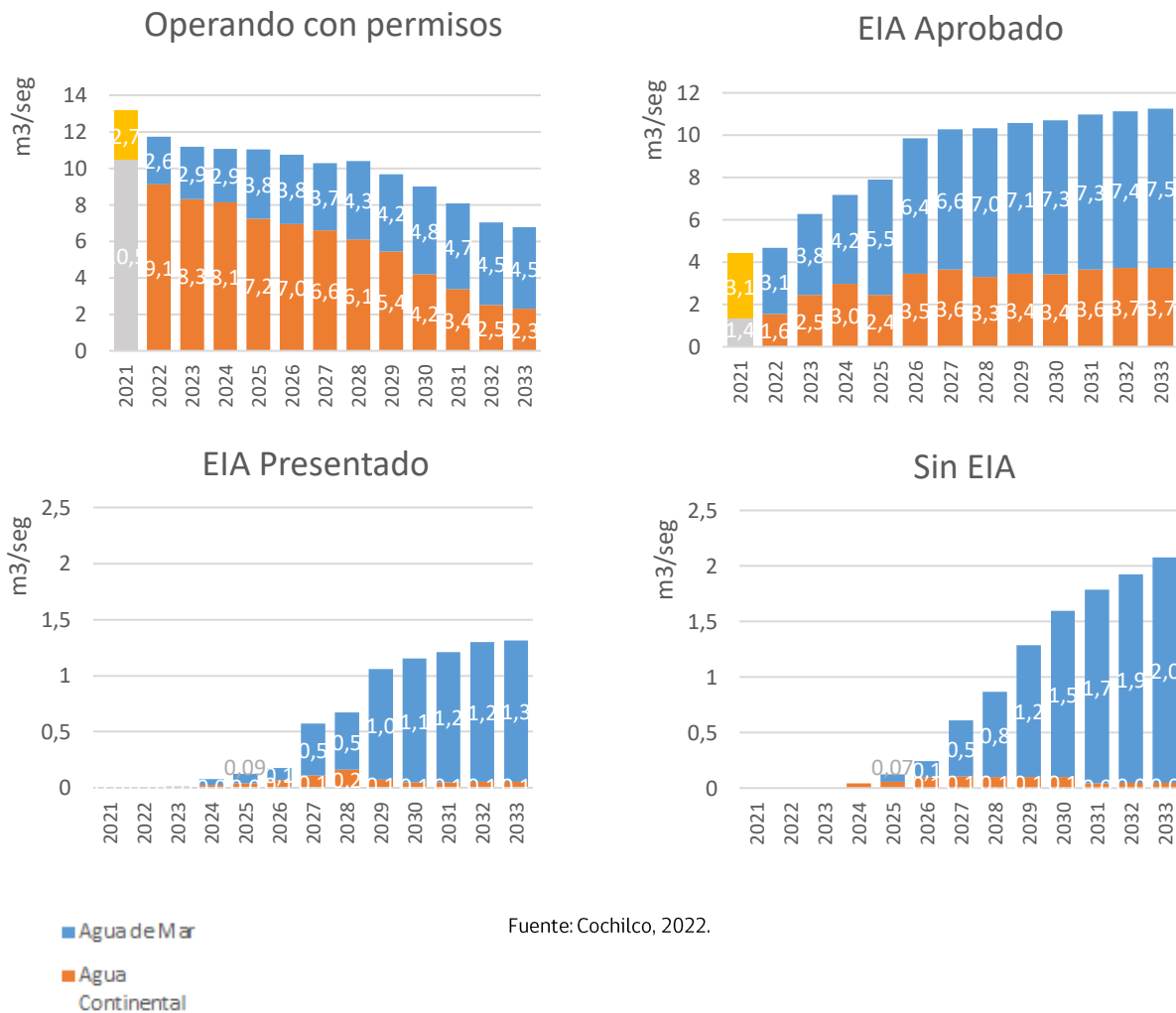
## Valor esperado según estado de los permisos ambientales

La RCA que entrega el Servicio de Evaluación Ambiental SEA, es un documento administrativo que se obtiene una vez culminado el proceso de evaluación, del Estudio de Impacto Ambiental EIA o de la Declaración de Impacto Ambiental DIA según corresponda, donde se establece si el proyecto presentado ha sido aprobado o rechazado.

Por ello se distinguen cuatro estados de mayor a menor certidumbre:

- Operando con permisos
- EIA o DIA aprobada
- EIA o DIA presentado
- Sin EIA o DIA

Figura 2. Demanda de agua en la minería del cobre según condición 2022-2033





La evolución de la demanda esperada de agua según el estado de los permisos ambientales de los proyectos indica una tendencia donde los proyectos actualmente en operación o con EIA aprobados corresponderían a un 84% del consumo de agua total al 2033, mientras que el 16% restantes está asociado a proyectos que recientemente han presentado o no tienen los permisos ambientales, lo que da menor grado de certeza al cumplimiento de las fechas estipuladas.

Es importante resaltar el alto porcentaje de proyectos que en materia ambiental cumplen con los permisos ya aprobados.

## Catastro de agua de mar

La escasez de agua en algunas regiones del norte de Chile se ha transformado en un tema estratégico para industrias como la minería. La búsqueda de opciones para enfrentar la estrechez hídrica ha llevado a las empresas a privilegiar la construcción de plantas desalinizadoras. A través de la construcción de estas plantas, las empresas mineras pueden generar una visión de largo plazo con respecto al suministro hídrico.

Dada la relevancia que tiene y tendrá el uso de agua de mar en la industria minera del cobre, se indica a continuación el catastro de las plantas desaladoras y operaciones y/o proyectos con uso directo de agua de mar (sin desalar) presentes en el país, ya sea aquellas que están en operación o en distintos grados de avance según la información pública indicada por las empresas.

Al mismo tiempo es importante considerar las singularidades de cada operación y su entorno en la definición de su abastecimiento hídrico; el uso de agua de mar no es siempre factible técnica, económica o socialmente. La localización de las operaciones es vital en el análisis, pues no todas pueden abastecerse de agua de mar.

En esa misma línea la búsqueda de sinergias entre operaciones mineras u otros sectores es fundamental para el desarrollo del uso de agua de mar. Hasta la fecha se ha visto el desarrollo uno a uno de planta-operación minera, sin embargo un trabajo conjunto podría ser beneficioso en los ámbitos económicos, sociales y ambientales. El desarrollo de infraestructura compartida es parte de la mirada a largo plazo que debemos desarrollar.

CATASTRO DE PLANTAS DESALADORAS Y PROYECTOS DE USO DE AGUA DE MAR – Actualización 2022

| AÑO PUESTA EN MARCHA | PROPIETARIO          | MINA  | REGIÓN             | ETAPA DE DESARROLLO         | TIPO       | CAPACIDAD DE DESALACIÓN (lts/seg) | CAPACIDAD USO AGUA DE MAR (lts/seg) | Longitud tuberías de transporte de agua (Km) |
|----------------------|----------------------|---|--------------------|-----------------------------|------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--|
| 1994                 | ANTOFAGASTA MINERALS | Michilla                                      | Antofagasta        | <b>Detenida</b>             | Detenida   | -                                 | -                                   | -  |
| ND                   | ENAMI                | Planta J.A. Moreno (Taltal)                   | Antofagasta        | Operando                    | Operación  | -                                 | 15                                  | 0,5  |
| 1996                 | LAS CENIZAS          | Las Cenizas Taltal                            | Antofagasta        | Operando                    | Operación  | 9                                 | 12                                  | 7  |
| 2005                 | MANTOS DE LA LUNA    | Mantos de Luna                                | Antofagasta        | Operando                    | Operación  | 5                                 | 20                                  | 8  |
| 2006                 | BHP BILLITON         | Escondida - Planta Coloso                     | Antofagasta        | Operando                    | Operación  | 525                               | -                                   | 180  |
| 2010                 | ANTOFAGASTA MINERALS | Distrito Centinela (Esperanza + El Tesoro)    | Antofagasta        | Operando                    | Operación  | 50                                | 1500                                | 145  |
| 2013                 | LUNDIN MINING        | Candelaria                                    | Atacama            | Operando                    | Operación  | 500                               | -                                   | 110  |
| 2014                 | MANTOS COPPER        | Mantoverde                                    | Atacama            | Operando                    | Operación  | 120                               | -                                   | 42   |
| 2014                 | KGHM INT.            | Sierra Gorda                                  | Antofagasta        | Operando                    | Operación  | -                                 | 1315                                | 142  |
| 2015                 | CAP Minería          | Cap Minería y otros clientes                  | Atacama            | Operando                    | Operación  | 600                               | -                                   | 120  |
| 2015                 | PAMPA CAMARONES      | Pampa Camarones                               | Arica y Parinacota | <b>Detenida</b>             | Detenida   | -                                 | 25                                  | 12   |
| 2017                 | ANTOFAGASTA MINERALS | Antucoya                                      | Antofagasta        | Operando                    | Operación  | 30                                | 280                                 | 145  |
| 2018                 | BHP BILLITON         | Escondida EWS                                 | Antofagasta        | Operando                    | Operación  | 2500                              | -                                   | 180  |
| 2019                 | Haldeman             | Continuidad operacional faena minera Michilla | Antofagasta        | Reapertura planta existente | Reapertura | 15                                | 70                                  | 15   |
| 2021                 | BHP BILLITON         | Spence Growth Option (SGO)                    | Antofagasta        | Operando                    | Operación  | 1000                              | -                                   | 154  |
|                      |                      |   |                    |                             |            |                                   |                                     |  |
|                      |                      |   |                    |                             |            |                                   |                                     |  |

| AÑO PUESTA EN MARCHA | PROPIETARIO               | MINA   | REGIÓN      | ETAPA DE DESARROLLO              | TIPO         | CAPACIDAD DE DESALACIÓN (lts/seg) | CAPACIDAD USO AGUA DE MAR (lts/seg) | Longitud tuberías de transporte de agua (Km) |
|----------------------|---------------------------|--|-------------|----------------------------------|--------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--|
| 2023                 | ANTOFAGASTA MINERALS      | Proyecto de Infraestructura Complementaria (INCO)      | Coquimbo    | En Ejecución                     | Nuevo        | 400                               | -                                   | 150  |
| 2025                 | LUNDIN MINING             | Candelaria - Optimización y Continuidad Operacional    | Atacama     | Factibilidad - EIA en Evaluación | Ampliación   | agrega 100                        | -                                   | 110  |
| 2024                 | ALXAR (COPEC)             | Sierra Norte (ex Diego de Almagro)                     | Atacama     | Factibilidad - EIA Aprobado      | Nuevo        | -                                 | 315                                 | 61   |
| 2023                 | TECK                      | Quebrada Blanca Hipógeno                               | Tarapacá    | En ejecución                     | Nuevo        | 850 (potencial de 1.200)          | -                                   | 165  |
| 2025                 | COLLAHUASI                | Collahuasi   | Tarapacá    | Factibilidad - EIA Presentado    | Nuevo        | 525 *                             | -                                   | 195  |
| 2024                 | CAPSTONE                  | Desarrollo Mantoverde (***)                            | Atacama     | Construcción                     | Ampliación   | agrega 260                        | -                                   | 42   |
| 2025                 | CODELCO-CHILE             | Planta desaladora Distrito Norte                       | Antofagasta | Factibilidad - EIA Aprobado      | Nuevo        | 1956                              | -                                   | 160  |
| 2024                 | Copper Bay                | Playa Verde  | Atacama     | Factibilidad - EIA Aprobado      | Nuevo        | Sin información                   | Sin información                     | Sin información                              |
| 2024                 | ANTOFAGASTA MINERALS      | Desarrollo Minera Centinela - Fusión Etapa 1 y Etapa 2 | Antofagasta | Factibilidad - EIA Aprobado      | Distribución | -                                 | 1150**                              | 145  |
| 2025                 | CAPSTONE                  | Santo Domingo (***)                                    | Atacama     | Factibilidad - EIA Aprobado      | Nuevo        | 30                                | 400                                 | 112  |
| 2027                 | Andes Iron                | Dominga (Hierro)                                       | Coquimbo    | Factibilidad - EIA Presentado    | Nuevo        | 495                               | -                                   | 26,4   |
| <b>Hipotéticos</b>   |                           |  |             |                                  |              |                                   |                                     |  |
| 2027                 | ANTOFAGASTA MINERALS      | Proyecto Adaptación Operacional                        | Coquimbo    | Pre Factibilidad - Sin EIA       | Ampliación   | ampliar planta MLP +400           | -                                   | 150  |
| 2025                 | Sociedad Minera El Águila | Costa Fuego (Ex Productora)                            | Atacama     | Pre Factibilidad - Sin EIA       | Nuevo        | 368                               | -                                   | 62   |
| 2028                 | GOLDCORP y TECK           | Nueva Unión Fase 1                                     | Atacama     | Factibilidad - Sin EIA           | Nuevo        | 700                               | -                                   | 90   |

|                      |   |   |                     |   |              |                 |     |            |
|----------------------|---|---|---------------------|---|--------------|-----------------|-----|------------|
| 2025                 | Coro Mining   | Proyecto Marimaca                                     | Antofagasta         | Pre Factibilidad - Sin EIA              | Nuevo        | Sin información | 100 | 25         |
| 2029                 | FREEPORT McMORAN  | El Abra Mill Project                                  | Antofagasta         | Factibilidad - Sin EIA                  | Nuevo        | 500             | -   | ND         |
| ND                   | Compañía Minera Viscachitas Holding (CMVH) y Desala Petorca SPA | Proyecto Vizcachitas                                  | Valparaíso (Papudo) | Estudio de prefactibilidad (greenfield) | Nuevo        | 2050            |     | ND         |
| <b>Multiclientes</b> |   |   |                     |   |              |                 |     |            |
| ND                   | Trends Industrial   | ENAPAC (Energías y Aguas del Pacífico).               | Atacama             | Factibilidad - EIA Aprobado             | Nuevo        | 1750            |     |            |
| ND                   | Redabast Chile SPA  | ENAPAC Distribución Norte (conducción y distribución) | Atacama             | En Calificación                         | Distribución | Hasta 1900      |     |            |
| ND                   | Redabast Chile SPA  | ENAPAC Distribución Este (conducción y distribución)  | Atacama             | En Calificación                         | Distribución | Hasta 1200      |     |            |
| 2026                 | Cramsa  | Aguas marítimas                                       | Antofagasta         | En Calificación                         | Distribución | 350,000 m3/día  | -   | 510 (****) |
| 2025                 | Aguas pacifico  | Proyecto Aconcagua                                    | Valparaíso          | EIA Aprobado                            |              | 1000 (*****)    | -   | 105        |

\* Agua desalada que se utilizará en caso de mantención o falla de las instalaciones de abastecimiento hídrico de uso permanente. El sistema de desalinización y conducción será habilitado en dos fases para suplir caudales máximos de 525 L/s y 1.050 L/s en el cuarto y octavo año del Proyecto.

\*\* Desarrollo Minera Centinela, pendiente de decisión inversional. El proyecto fue concebido en 2 fases, pero proyecta construir en una sola fase con un caudal de 1.150 L/s. Originalmente considera etapa 1 nuevo acueducto paralelo y etapa 2 Reemplazo de acueducto existente.

\*\*\* Evaluación de posibles sinergias para el uso de infraestructura entre Mantoverde y proyecto Santo Domingo.

\*\*\*\* Red de acueductos de distribución de 510 km

\*\*\*\*\* 500 l/s serian para abastecer la planta Las Tórtolas de la operación minera Los Bronces.

ND = No Disponible

## Comentarios finales

De acuerdo a los resultados de este informe surgen algunos desafíos y oportunidades en relación al agua y la minería.

En primer lugar el sector minero tiene el potencial de aumentar la confianza y mejorar las relaciones con las comunidades y todas las partes interesadas. Se han observado experiencias internacionales donde el enfoque proactivo para la administración del agua en la etapa inicial de exploración ha ayudado a fomentar las relaciones con las partes interesadas locales e identificar oportunidades para crear y compartir valor.

El no mantener buenas relaciones puede significar conflictos con las comunidades circundantes y con ello un gasto de capital significativo en infraestructura relacionada con el agua, y también la licencia social para operar.

En otro aspecto, un desafío interesante está relacionado a los nexos o vínculos entre agua y otros insumos, los sistemas de agua de la mina representan sistemas complejos, por lo que resolver un problema puede crear otro o dar solución a ambos, todo depende de las particularidades del sitio; como por ejemplo el caso de agua y energía. Los requisitos de energía para bombear agua en las minas pueden ser sustanciales. al analizar las actuales operaciones y futuros proyectos con agua de mar, no debemos dejar de lado la estrecha relación que existe entre el uso de agua de mar y el consumo energético, pues de una manera u otra estamos traspasando el obstáculo de escasez hídrica a un problema energético. El costo del agua se transforma ineludiblemente en costo energético. Esto pone de relieve la importancia de una mayor integración entre el agua y la energía sostenible, en el que la reutilización del agua, combinado con la gestión integrada por cuencas, podrían proporcionar una solución para la escasez observada en las cuencas altamente vulnerables ubicadas en ambientes áridos, por lo tanto, existe una necesidad para optimizar los objetivos de eficiencia hídrica y energética de manera conjunta, las estrategias para reducir el uso del agua pueden reducir también el uso general de energía.

Desde un punto de vista global resulta necesario dar una mirada holística a la administración del agua, esto requiere una comprensión integral de la calidad del agua que se gestiona en una mina y cómo esto se ve influenciado por las características y las actividades dentro de la cuenca más amplia. Entonces comprender la cantidad y calidad del agua es importante para reducir los riesgos relacionados con el agua, identificar oportunidades, atraer inversiones y generar confianza con las comunidades locales.

El uso eficiente del agua es el primer paso que hay que tomar para efectuar una buena gestión, es necesario dar una mirada circular y aprovechar al máximo cada gota que entra al sistema, ya sea por reciclaje, reutilización o recirculación, mientras más uso le damos a la misma gota de agua

menor cantidad de agua nueva será necesaria, debemos ir en búsqueda de un sistema de circuito cerrado.

Finalmente respecto al análisis de riesgos, se observa que los efectos del cambio climático ya pueden apreciarse, es por esto que se sugiere una gestión de riesgos general para las operaciones mineras.

Algunos riesgos asociados a la gestión del recurso hídrico pueden ser:

- **Riesgos físicos:** El principal riesgo se relaciona con problemas de disponibilidad de agua. Lo fundamental es asegurar el suministro de agua.
- **Riesgos regulatorios y legales:** estos riesgos pueden surgir de problemas de disponibilidad o calidad del agua. Los problemas de calidad del agua pueden aumentar los costos operativos y de capital debido a la necesidad de prevenir o tratar el agua contaminada. Un marco regulatorio claro es fundamental, sobre todo en el caso del agua de mar y las plantas desaladoras.
- **Riesgos de reputación:** Evitar la destrucción de valor y mantener a todas las partes interesadas informadas constantemente de manera de generar una relación basada en la confianza. En muchos casos, el riesgo reputacional puede extenderse más allá de una sola empresa y afectar a toda la industria.

En este sentido se recomienda la implementación de un enfoque sistemático e integral que cuantifique el impacto de estos riesgos.

Para finalizar se plantea una necesidad de reimaginar la gestión del agua; a menos que empecemos a hacer algo diferente, la minería del futuro intensificará los desafíos relacionados con el agua que ya existen hoy.

## Anexos

Todas las tablas se encuentran el litros por según (lts/seg)

Año 2021 corresponde al consumo real no estimado, de acuerdo a los datos de la Encuesta de Producción, energía y agua.

A1. Tabla proyección de demanda por fuentes de abastecimiento

| FUENTES                 | 2021  | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  | 2026  | 2027  | 2028  | 2029  | 2030  | 2031  | 2032  | 2033  |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Agua Continental</b> | 11844 | 10686 | 10755 | 11185 | 9759  | 10577 | 10469 | 9679  | 9052  | 7754  | 7113  | 6344  | 6149  |
| <b>Agua de Mar</b>      | 5732  | 5729  | 6706  | 7185  | 9411  | 10440 | 11291 | 12584 | 13543 | 14689 | 14947 | 15043 | 15275 |
| <b>Total general</b>    | 17576 | 16415 | 17460 | 18371 | 19170 | 21017 | 21760 | 22263 | 22594 | 22442 | 22060 | 21387 | 21424 |

A2. Tabla proyección de demanda por región

| POR REGION                | 2021         | 2022         | 2023         | 2024         | 2025        | 2026         | 2027         | 2028         | 2029         | 2030         | 2031         | 2032         | 2033         |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Agua Continental</b>   | <b>11844</b> | <b>10686</b> | <b>10755</b> | <b>11185</b> | <b>9759</b> | <b>10577</b> | <b>10469</b> | <b>9679</b>  | <b>9052</b>  | <b>7754</b>  | <b>7113</b>  | <b>6344</b>  | <b>6149</b>  |
| <b>Arica y Parinacota</b> | 0            | 0            | 0            | 0            | 0           | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            |
| <b>Tarapacá</b>           | 1152         | 997          | 1037         | 1065         | 675         | 690          | 689          | 128          | 128          | 123          | 64           | 63           | 63           |
| <b>Antofagasta</b>        | 3903         | 3582         | 3851         | 4101         | 2921        | 2753         | 2729         | 2296         | 2222         | 1834         | 1529         | 1224         | 1025         |
| <b>Atacama</b>            | 1139         | 1505         | 1555         | 1772         | 1857        | 1866         | 1897         | 1895         | 1900         | 1847         | 1722         | 1383         | 1380         |
| <b>Coquimbo</b>           | 1342         | 708          | 619          | 734          | 810         | 870          | 890          | 841          | 841          | 653          | 590          | 592          | 593          |
| <b>Valparaíso</b>         | 1088         | 1130         | 1157         | 1187         | 1227        | 1218         | 1005         | 1204         | 1193         | 1061         | 935          | 741          | 747          |
| <b>Metropolitana</b>      | 870          | 793          | 887          | 914          | 944         | 994          | 998          | 988          | 537          | 0            | 0            | 0            | 0            |
| <b>O'Higgins</b>          | 2350         | 1972         | 1650         | 1413         | 1325        | 2186         | 2261         | 2326         | 2230         | 2236         | 2273         | 2340         | 2341         |
| <b>Agua de Mar</b>        | <b>5732</b>  | <b>5729</b>  | <b>6706</b>  | <b>7185</b>  | <b>9411</b> | <b>10440</b> | <b>11291</b> | <b>12584</b> | <b>13543</b> | <b>14689</b> | <b>14947</b> | <b>15043</b> | <b>15275</b> |
| <b>Arica y Parinacota</b> | 12           | 11           | 11           | 10           | 10          | 7            | 7            | 5            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            |
| <b>Tarapacá</b>           | 0            | 0            | 582          | 798          | 1300        | 1346         | 1406         | 1990         | 2024         | 2017         | 2022         | 2017         | 2026         |
| <b>Antofagasta</b>        | 5480         | 5311         | 5532         | 5658         | 7171        | 7649         | 7767         | 8147         | 8467         | 8823         | 9063         | 9094         | 9248         |
| <b>Atacama</b>            | 240          | 207          | 207          | 323          | 515         | 1024         | 1060         | 1222         | 1327         | 1347         | 1370         | 1409         | 1472         |
| <b>Coquimbo</b>           | 0            | 200          | 374          | 395          | 415         | 414          | 772          | 859          | 925          | 1133         | 1136         | 1174         | 1180         |
| <b>Valparaíso</b>         | 0            | 0            | 0            | 0            | 0           | 0            | 279          | 361          | 377          | 388          | 407          | 464          | 486          |
| <b>Metropolitana</b>      | 0            | 0            | 0            | 0            | 0           | 0            | 0            | 0            | 423          | 981          | 949          | 886          | 863          |

A3. Tabla proyección de demanda por proceso

| PROCESOS                     | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027  | 2028  | 2029  | 2030  | 2031  | 2032  | 2033  |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>CONCENTRADORA</b>         |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |
| Agua Continental             | 8017 | 7290 | 7524 | 7905 | 6512 | 7386 | 7281  | 6516  | 6050  | 5090  | 4821  | 4362  | 4374  |
| Agua de Mar                  | 4851 | 4982 | 5830 | 6220 | 8271 | 9253 | 10071 | 11302 | 12229 | 13353 | 13646 | 13853 | 14067 |
| <b>FYR</b>                   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |
| Agua Continental             | 511  | 508  | 544  | 558  | 562  | 562  | 567   | 565   | 566   | 561   | 564   | 574   | 575   |
| <b>HIDROMETALURGIA</b>       |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |
| Agua Continental             | 1647 | 1538 | 1426 | 1483 | 1412 | 1249 | 1180  | 1099  | 1006  | 734   | 437   | 173   | 48    |
| Agua de Mar                  | 626  | 553  | 580  | 609  | 725  | 693  | 660   | 691   | 672   | 646   | 615   | 500   | 487   |
| <b>SERVICIOS</b>             |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |
| Agua Continental             | 998  | 725  | 626  | 595  | 603  | 706  | 760   | 807   | 740   | 724   | 697   | 697   | 663   |
| Agua de Mar                  | 112  | 59   | 114  | 145  | 173  | 205  | 240   | 260   | 284   | 300   | 296   | 299   | 317   |
| <b>MINA/CONTROL DE POLVO</b> |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |
| Agua Continental             | 670  | 625  | 634  | 644  | 670  | 674  | 681   | 692   | 689   | 645   | 594   | 538   | 490   |
| Agua de Mar                  | 143  | 135  | 181  | 211  | 241  | 288  | 319   | 331   | 358   | 390   | 390   | 390   | 405   |



#### A4. Tabla proyección de demanda por condición

| CONDICIÓN        | 2021  | 2022  | 2023  | 2024  | 2025 | 2026  | 2027  | 2028 | 2029 | 2030  | 2031  | 2032 | 2033 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|------|
| <b>BASE</b>      |       |       |       |       |      |       |       |      |      |       |       |      |      |
| Agua Continental | 11844 | 10686 | 10755 | 11054 | 9555 | 10210 | 10008 | 9129 | 8533 | 7331  | 6732  | 5957 | 5739 |
| Agua de Mar      | 5732  | 5729  | 6697  | 7085  | 8643 | 8706  | 8586  | 9559 | 9597 | 10225 | 10206 | 9952 | 9851 |
| <b>PROBABLE</b>  |       |       |       |       |      | 1733  |       | 2208 |      |       |       |      |      |
| Agua Continental | 0     | 0     | 0     | 41    | 72   | 154   | 241   | 292  | 206  | 95    | 95    | 98   | 98   |
| Agua de Mar      | 0     | 0     | 9     | 95    | 694  | 1579  | 1877  | 1917 | 2366 | 2567  | 2596  | 2780 | 2956 |
| <b>POSIBLE</b>   |       |       |       |       |      |       |       |      |      |       |       |      |      |
| Agua Continental | 0     | 0     | 0     | 73    | 108  | 189   | 192   | 233  | 287  | 301   | 257   | 258  | 281  |
| Agua de Mar      | 0     | 0     | 0     | 6     | 6    | 6     | 363   | 398  | 463  | 471   | 474   | 511  | 518  |
| <b>POTENCIAL</b> |       |       |       |       |      |       |       |      |      |       |       |      |      |
| Agua Continental | 0     | 0     | 0     | 17    | 23   | 24    | 28    | 26   | 26   | 27    | 28    | 30   | 31   |
| Agua de Mar      | 0     | 0     | 0     | 0     | 68   | 148   | 465   | 710  | 1117 | 1425  | 1670  | 1800 | 1951 |

#### A4. Tabla proyección de demanda por etapa de desarrollo

| ETAPA DE DESARROLLO     | 2021  | 2022  | 2023  | 2024  | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033  |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| <b>En Ejecución</b>     |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      | 3306  |
| Agua Continental        | 0     | 62    | 557   | 753   | 669  | 1580 | 1715 | 1736 | 1829 | 1884 | 2077 | 2149 | 2149  |
| Agua de Mar             | 0     | 35    | 648   | 899   | 1087 | 1074 | 1082 | 1096 | 1136 | 1146 | 1154 | 1159 | 1157  |
| <b>Factibilidad</b>     | 0     |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      | 5004  |
| Agua Continental        | 0     | 0     | 0     | 114   | 180  | 343  | 433  | 525  | 493  | 396  | 353  | 357  | 379   |
| Agua de Mar             | 0     | 0     | 9     | 101   | 700  | 1585 | 2239 | 2465 | 3362 | 3833 | 4053 | 4330 | 4625  |
| <b>Operación</b>        |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      | 12284 |
| Agua Continental        | 11844 | 10624 | 10198 | 10301 | 8886 | 8630 | 8293 | 7393 | 6704 | 5447 | 4656 | 3808 | 3590  |
| Agua de Mar             | 5732  | 5694  | 6049  | 6186  | 7556 | 7632 | 7504 | 8463 | 8461 | 9078 | 9053 | 8794 | 8694  |
| <b>Pre-Factibilidad</b> |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      | 830   |
| Agua Continental        | 0     | 0     | 0     | 17    | 23   | 24   | 28   | 26   | 26   | 27   | 28   | 30   | 31    |
| Agua de Mar             | 0     | 0     | 0     | 0     | 68   | 148  | 465  | 560  | 584  | 631  | 688  | 761  | 799   |

A5. Tabla proyección de demanda por estado de los permisos ambientales

| ESTADO DE LOS PERMISOS AMBIENTALES | 2021  | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 |
|------------------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>EIA aprobado</b>                |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>Agua Continental</b>            | 1356  | 1561 | 2455 | 2976 | 2441 | 3455 | 3644 | 3301 | 3444 | 3416 | 3644 | 3722 | 3731 |
| <b>Agua de Mar</b>                 | 3057  | 3115 | 3818 | 4211 | 5455 | 6400 | 6641 | 7030 | 7124 | 7284 | 7347 | 7418 | 7528 |
| <b>EIA presentado</b>              |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>Agua Continental</b>            | 0     | 1    | 1    | 23   | 37   | 69   | 110  | 161  | 73   | 51   | 51   | 53   | 53   |
| <b>Agua de Mar</b>                 | 0     | 0    | 9    | 55   | 90   | 107  | 462  | 511  | 987  | 1103 | 1161 | 1248 | 1262 |
| <b>N/A</b>                         |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>Agua Continental</b>            | 10487 | 9125 | 8299 | 8143 | 7225 | 6958 | 6613 | 6117 | 5433 | 4188 | 3375 | 2523 | 2319 |
| <b>Agua de Mar</b>                 | 2675  | 2615 | 2879 | 2920 | 3798 | 3784 | 3679 | 4277 | 4246 | 4804 | 4697 | 4499 | 4455 |
| <b>Sin EIA</b>                     |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>Agua Continental</b>            | 0     | 0    | 0    | 42   | 55   | 95   | 102  | 100  | 102  | 99   | 43   | 45   | 46   |
| <b>Agua de Mar</b>                 | 0     | 0    | 0    | 0    | 68   | 148  | 509  | 765  | 1186 | 1497 | 1743 | 1878 | 2030 |

#### A6. Supuestos para la proyección y simulación.

- Para las faenas en operación se utiliza el coeficiente de consumo de agua continental reportado al 2021.
- Para proyectos de expansión se utiliza el mismo coeficiente que la operación madre u operaciones de análogas características.
- Para efectos de la proyección estos coeficientes se mantienen constantes.
- Para los nuevos proyectos se consideran coeficientes unitarios de operaciones similares, o el promedio de la industria.
- En el caso de agua de mar se establecen coeficientes similares a los de las operaciones actuales con agua de origen marino.
- Para los proyectos que tienen asociado el uso de agua de mar se rigen en base a las capacidades de las plantas y sistemas de impulsión, con un coeficiente por tonelada de mineral promedio.

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

**Camila Montes**

Analista de Estrategias y Políticas Públicas

**Victor Garay**

Director de Estudios y Políticas Públicas (S)

Diciembre / 2022

