

Recursos hídricos en la minería del cobre

Actualización 2020



DEPP 17/2021
RPI 2021-A-11440



Resumen ejecutivo

En un contexto de menor disponibilidad de agua por una parte, macro tendencias sustentables a nivel global, y la necesidad del recurso hídrico en la industria minera para satisfacer el aumento de producción, se hace cada vez mas necesario una gestión transparente en los temas relacionados al agua. La entrega de información oportuna es una herramienta de comunicación que ayuda a construir confianzas entre todos los usuarios, en ese sentido la cooperación y comunicación con los distintos actores y usuarios es fundamental a la hora de generar valor compartido.

El siguiente informe recoge la información recopilada de las distintas faenas de la minería del cobre a través de la Encuesta de Producción, Energía y Recursos Hídricos.

Al analizar el año 2020, se observa que el agua de origen continental alcanzó los 12,09 m³/seg (19% del total), por su parte el agua de mar tuvo un incremento y llegó a los 5,28 m³/seg (8% del total) y el agua reutilizada fue de 46,98 m³/seg (73% del total), lo que en total suma 64,34 m³/seg de agua para la minería .

En el caso de las aguas continentales las fuentes de abastecimiento para la industria minería corresponden a: aguas superficiales que representan el 40% de las aguas continentales, aguas subterráneas representando el 48%, y aguas adquiridas a terceros con el 12%. A nivel de procesos el principal consumo de agua continental en la minería del cobre fue en el proceso de concentración, el cual representa el 59% del total de aguas continentales utilizadas en la minería del cobre. En segundo lugar se encuentra el ítem otros o servicios varios, representando el 19%, le sigue el consumo asociado al proceso de hidrometalurgia alcanzando un 11% del total de aguas continentales. Por otra parte el área mina contabilizó un 4% del total, y el área FURE (fundición y refinería) representó el 3% del consumo de aguas continentales, al igual que la cesión de aguas a terceros.

En el caso del agua de mar, al 2020 alcanzó los 5,28 m³/seg, de los cuales 1,96 m³/seg corresponden a agua de mar utilizada directamente en los procesos, mientras que 3,32 m³/seg es de agua previamente desalinizada. Respecto del 2019, el uso de agua de mar aumentó un 30%.

Una adecuada gestión hídrica y su optimización, impactan directamente en la cantidad de agua utilizada independientemente de su origen para cada proceso. A medida que el uso de agua de mar se ha incorporado en la minería del cobre, se hace cada vez mas necesario utilizar el indicador de *make up* , ya que el consumo unitario de agua continental implica una subestimación del consumo de agua. Para el año 2020 el *make up* de agua en concentradora alcanzó los 0,54 m³/ton mineral, mientras que en hidrometalurgia fue de 0,13 m³/ton mineral.

A nivel nacional la tasa de reutilización en las faenas para el 2020 fue de 46,98 m³/seg equivalente a un 73%, ponderado según la producción de cada región. En el caso de la concentradora, la cantidad de agua reutilizada para el año 2020 fue de 33,93 m³/seg, equivalente a una tasa de 74,1%.

Contenidos

01

Introducción

02

Objetivos y
Metodología

03

Análisis de
Resultados

04

Indicadores de
gestión

05

Balance
hídrico -
Propuesta

06

Reflexiones
finales



01 Introducción

De acuerdo a los últimos diagnósticos en relación al agua y el [informe elaborado por la Mesa Nacional del Agua](#), existe un consenso en cuanto al cambio climático y su severa afectación a la disponibilidad de recursos hídricos en el país.

Para enfrentar la escasez hídrica, el 9 de octubre de 2019 se creó la Mesa Nacional del Agua, instancia público-privada conformada por representantes de la sociedad civil, gremios, el Congreso y el Gobierno con el objetivo de buscar soluciones de mediano y largo. Esta mesa, es liderada por el Ministro de Obras Públicas y cuyo secretario ejecutivo es el Director General de Aguas, está integrada por 26 representantes provenientes del Congreso Nacional, la Sociedad Civil y el Gobierno

En febrero de 2020 se elaboró el primer informe, donde se destaca un diagnóstico compartido, Los resultados del Balance Hídrico Nacional para las macrozonas norte y centro (DGA, 2018) muestran una clara tendencia a la baja en las precipitaciones y una disminución progresiva de los caudales en los ríos.

La disponibilidad de agua en cantidad y calidad adecuada varía mucho según zonas geográficas. En los últimos años se ha observado una disminución sostenida y creciente en la disponibilidad de recursos hídricos, de entre un 20% y 50% en las macrozonas sur y norte-centro respectivamente, la que se proyecta sigan en déficit en los próximos 30 años (DGA; 2018, 2019).

Por otra parte se espera que a futuro el aumento de la población y el crecimiento de las industrias más importantes del país (agricultura y minería), suponen mayor demanda de agua.

En este escenario de incertidumbre hídrica, en junio 2021 se ingresa proyecto de ley que crea la **Subsecretaría de Recursos Hídricos** dependiente del Ministerio de Obras Públicas, cuyo objetivo principal es la creación de una nueva institucionalidad de recursos hídricos que fortalezca su gobernanza, planificación, regulación, inversión en infraestructura y gestión.



01 Introducción



Desde una mirada global, las macro tendencias apuntan a la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático. De acuerdo al informe de la UNESCO “el cambio climático eleva el riesgo hídrico en la medida que acentúa la ocurrencia de daños sociales, ambientales y económicos” (UNESCO 2020).

Los objetivos de desarrollo sustentable de la ONU publicados en 2015 sirven de paraguas para guiar los esfuerzos y metas de las actividades. Para alcanzar estas metas, todos tiene que hacer su parte: los gobiernos, el sector privado, la sociedad civil y personas.

Por su parte la economía verde refleja un cambio de paradigma hacia un enfoque integrado donde se valore la naturaleza y el medio ambiente, el bienestar humano y el desarrollo económico.

Asimismo la economía circular tiene como objetivo reducir el impacto ambiental relacionado a la generación de residuos, favoreciendo el ciclo típico de fabricación, uso y disposición a favor de la mayor reutilización y reciclaje posible; cuanto más tiempo se usan los materiales y los recursos, más valor se extrae de ellos alargando el ciclo de vida de las materiales y productos.

En este contexto el Ministerio de Minería elaboró el [Anteproyecto de Política Nacional Minera 2050](#) el cual tiene como uno de sus propósitos impulsar el desarrollo sustentable de la minería alcanzando la carbono neutralidad al 2040, contribuyendo a satisfacer las necesidades del presente de manera responsable y asegurando recursos para las generaciones futuras, con metas definidas en materia de recursos hídricos.

Bajo este escenario de menor disponibilidad de agua y macro tendencias sustentables, y dada la importancia de este recurso en la producción minera en Chile, COCHILCO elabora anualmente el informe de consumo de agua en la minería del cobre, que recoge la información recopilada de las distintas faenas a través de la Encuesta de Producción, Energía y Recursos Hídricos.

La industria minera requiere del agua para satisfacer el aumento de producción, y es necesario gestionar el riesgo de abastecimiento. Sin embargo la cooperación y comunicación con los distintos actores y usuarios es fundamental a la hora de generar valor compartido. En ese sentido la transparencia y entrega de información oportuna es una herramienta de comunicación que ayuda a construir confianzas entre todos los usuarios.

02 Objetivos y Metodología

El informe tiene por objetivo monitorear el uso de agua en los distintos procesos de la minería del cobre, aumentar la disponibilidad y transparencia de información del sector en temas críticos y servir como base para el análisis de las discusiones públicas.

De acuerdo con las guías del ICMM (Consejo Internacional de Minería y Metales por sus siglas en inglés) la elaboración de informes busca realizar análisis comparativos y supervisar el desempeño; fomentar transparencia, la concienciación y la comunicación interna.

Asimismo se busca definir un conjunto de parámetros normalizados referentes al agua que describan adecuadamente las prácticas clave de la industria en este ámbito y sirvan de base para la realización de análisis comparativos (Guía práctica para una presentación coherente de informes sobre el agua, ICMM 2017).



El alcance de este análisis comprende las empresas productoras de cobre entre las regiones centro norte del país, desde la región de Arica y Parinacota, hasta la región de O´Higgins, en donde se desarrolla la mayor actividad cuprífera. No es aplicable a propiedades antiguas, explotaciones clausuradas y/o proyectos de construcción,

Para este informe la tasa de respuesta fue de 48 operaciones mineras del cobre y 7 instalaciones de Fundición y/o Refinería. Se estima y extrapolan los datos para completar los requerimiento de agua para el 100% de la producción, de manera de poder comparar año a año en base al total de la producción.

02 Objetivos y Metodología

La metodología utilizada en este estudio corresponde al procesamiento de datos, clasificación y breve análisis de la información entregada en “Encuesta de Producción, agua y energía” en faenas mineras de cobre. Para lograr esto se obtuvieron los datos referentes al consumo de agua, específicamente los datos de consumo de agua fresca en los procesos productivos de concentración e hidrometalurgia. La información provista por las empresas mineras tiene carácter reservado, por lo que los resultados se muestran de manera global.



Fuente: WAF, Centre for Water in the minerals industry (CWIMI),
Queensland University.

La información se estructura considerando los distintos procesos involucrados en la producción de cobre en el país. Cada uno de estos puntos representa un centro de consumo de agua, unos más intensivos que otros, pero que a fin de cuentas requieren del recurso hídrico para realizar su tarea.

Este modelo de entrada-salida, descrito en la figura 2, con base en el *Water Accounting Framework* (WAF) elaborado en la Universidad de Queensland, Australia, proporciona un enfoque coherente para cuantificar los flujos que entran y salen basado en sus fuentes, y por otra parte el modelo operacional proporciona orientación para los procesos de agua dentro de sus operaciones.

De acuerdo a la guía de ICMM del año 2017 se describen los cuatro parámetros normalizados referentes al agua a nivel de explotación.

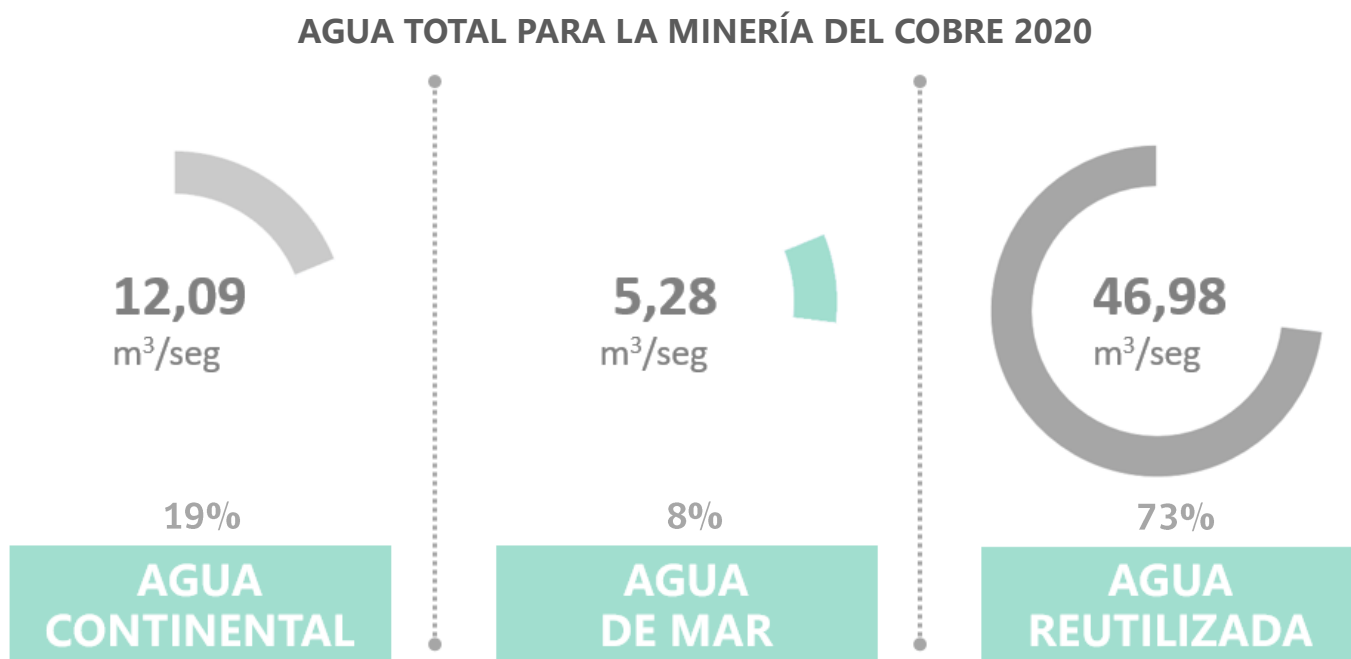
03 Análisis de Resultados

La industria minera requiere del recurso hídrico para el procesamiento de los minerales, para ello la minería utiliza el agua en una serie de actividades que incluyen el procesamiento de minerales y sus servicios anexos. A continuación se detalla la cantidad de agua utilizada por la industria minera del cobre para la obtención de las 5.733 miles de toneladas de cobre fino producidas en 2020 (*).

La información se estructura considerando el consumo total y el consumo de agua continental; los distintos procesos involucrados en la producción de cobre en el país, el origen del agua utilizada, entre otras materias.

Entradas de agua total

A grandes rasgos existen tres fuentes de origen de agua; el agua continental, el agua de origen oceánico y las aguas recirculadas del proceso minero.



El agua total es aquella necesaria para mantener a régimen el proceso productivo. Corresponde al total de entrada de aguas la cual puede provenir de distintas fuentes.

Entradas de agua total

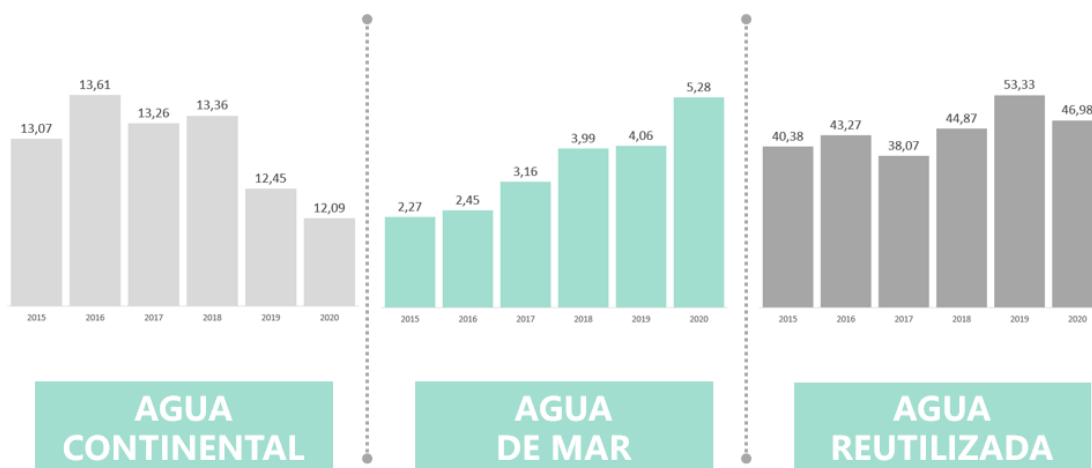
Las aguas continentales considera todos los cuerpos de agua permanentes que se encuentran en el interior del continente, alejados de las zonas costeras. Algunas aguas continentales son ríos, lagos, llanuras de inundación, reservas y humedales entre otros. Mientras que las aguas de origen oceánico, provienen del mar y tienen un alto contenido salobre. Por su parte las aguas reutilizadas corresponden a todos aquellos flujos que son reinyectados al sistema, estos pueden ser previamente tratados o no.

Al analizar el año 2020, se observa que el agua de origen continental alcanzó los 12,09 m³/seg (**19%**), por su parte el agua de mar tuvo un incremento y llegó a los 5,28 m³/seg (**8%**) y el agua reutilizada fue de 46,98 m³/seg (**73%**), lo que en total suma 64,34 m³/seg de agua para la minería

Al analizar la tendencia de los consumos globales en la minería, podemos ver que el agua continental mantiene una tasa de decrecimiento del orden del 1% promedio anual en los últimos 5 años, con tendencia a la baja.

En el caso del agua de mar se observa una tendencia al alza, con una tasa de crecimiento del orden del 20% promedio anual en los últimos 5 años. Mientras que el agua reutilizada mantiene variaciones año a año, con una tendencia inestable, esto principalmente por la dificultad en encontrar una definición estandarizada en la metodología, alcance y concepto de las aguas reutilizadas.

TENDENCIA DE LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS DE AGUA TOTAL PARA LA MINERÍA DEL COBRE 2020 (m³/seg)



Aguas Continentales

El análisis se centra en el requerimiento de aguas continentales en la minería del cobre, puesto que son aquellas fuentes que están sujetas a una insuficiencia y sobredemanda que exige a todos los usuarios realizar una correcta gestión del agua y disminuir su consumo en la mayor medida posible, por lo tanto su disponibilidad está limitada.

Al año 2020 la cantidad de agua continental utilizada por la minería del cobre alcanzó los 12,09 m³/seg, un 3% menor que el año anterior.

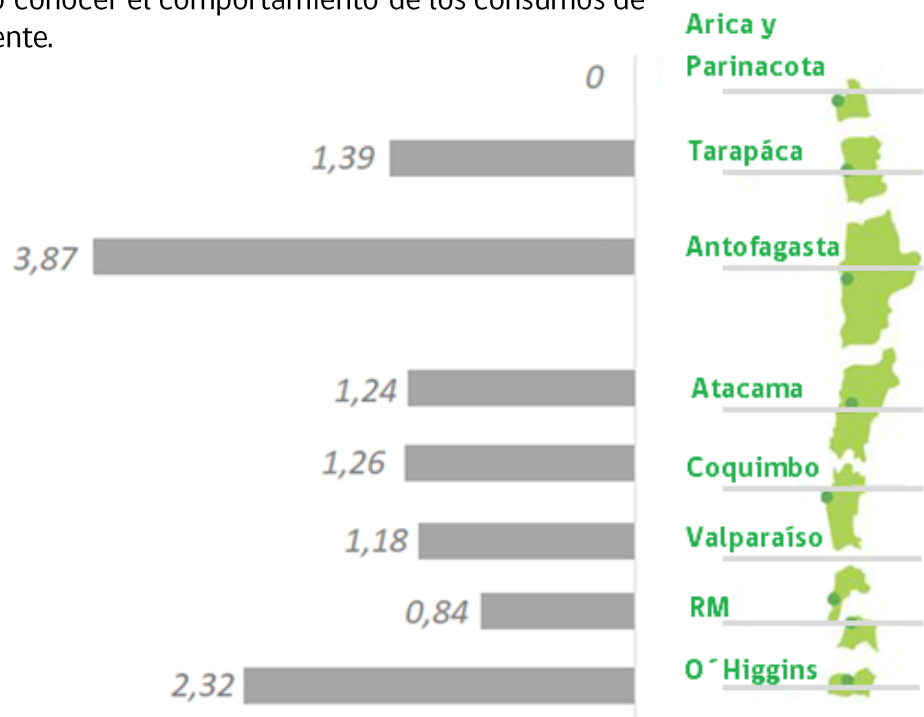
Aguas Continentales 2020

12,09 m³/seg

Para la minería del cobre

Según distribución regional

Dada la diversidad geográfica de nuestro país, la distribución de los recursos hídricos es desigual a lo largo del territorio nacional, por ello es necesario conocer el comportamiento de los consumos de agua regionalmente.



DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE AGUAS CONTINENTALES PARA LA MINERÍA DEL COBRE 2020 (m³/seg)

Aguas Continentales

Según distribución regional

Las regiones de Tarapacá, Antofagasta y Atacama concentran el 74% de la producción de cobre a nivel nacional, mientras que el consumo de agua continental de estas regiones representa el 54%. Por lejos, la región de Antofagasta presenta el mayor consumo de agua, con un 32%, dado que concentra el 54% de la producción de cobre nacional.



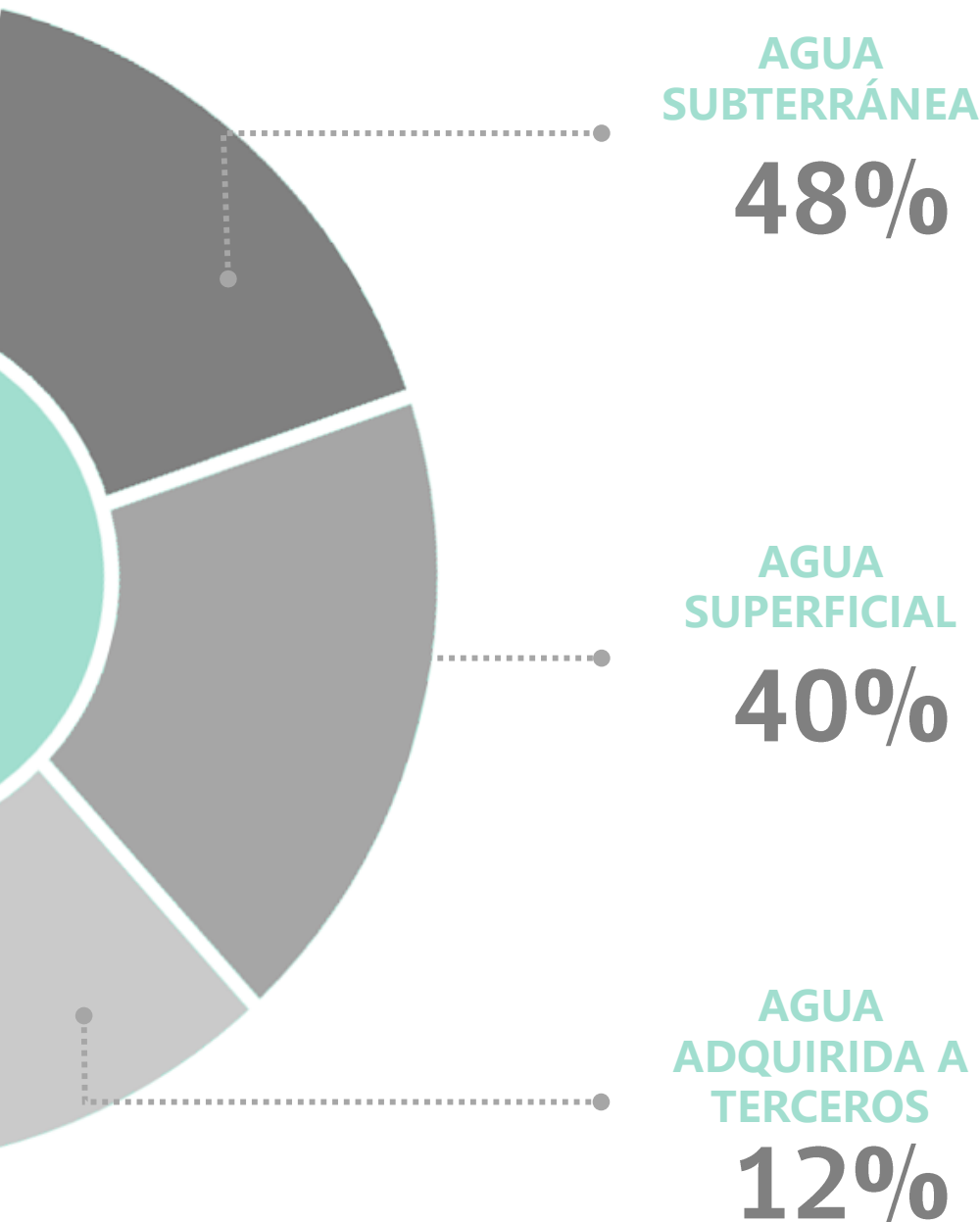
El sector agrícola es el mayor usuario de agua consuntiva en Chile con un 72%, seguido por el agua potable, consumo industrial y uso minero, con el 12%, 7% y 4%, respectivamente (el 5% restante está asociado al sector pecuario y al uso consuntivo en generación eléctrica) (DGA, 2017). Si bien la minería no es el sector que utiliza un mayor porcentaje de agua continentales a nivel nacional, esta actividad está ubicada principalmente en la zona norte y centro, donde la disponibilidad es limitada.

La minería se ubica aguas arriba en las cuencas, lo cual implica relacionarse con otros actores y usuarios, principalmente para la agricultura y el consumo doméstico que se ubican aguas abajo, asimismo es necesario conocer la distribución regional de los requerimiento de agua continental de manera de poder enfatizar los esfuerzos en aquellas zonas con mayor estrés hídrico.

Aguas Continentales

Según fuente de abastecimiento

Las fuentes de abastecimiento de agua continental para la industria minería corresponden a: aguas subterráneas representando el 48% de las aguas continentales, aguas superficiales que representan el 40% de las aguas continentales y aguas adquiridas a terceros con el 12%.



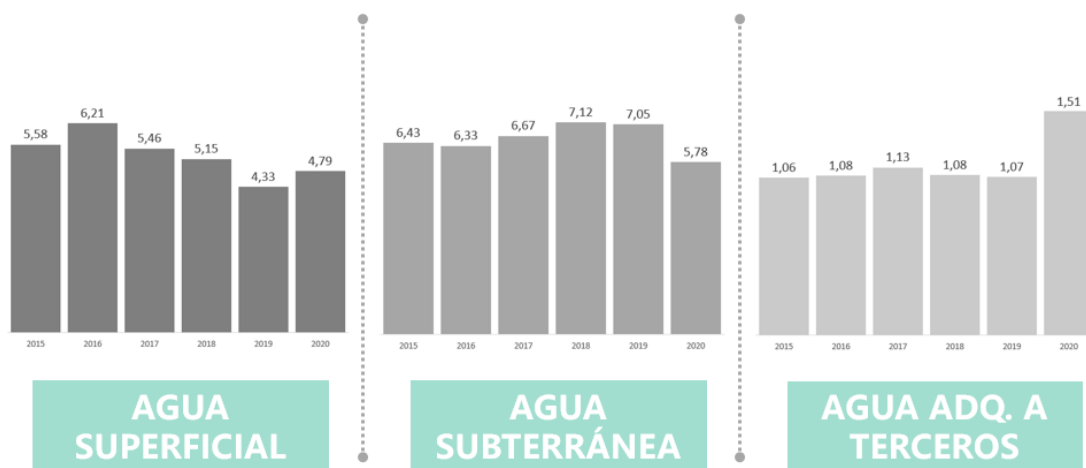
* Considera aguas de reúso o industriales

Aguas Continentales

Según fuente de abastecimiento

Las aguas superficiales son aquellas que corren por cauces naturales como vertientes, esteros, ríos y quebradas, o se encuentran acumuladas en depósitos como lagos, lagunas, pantanos, ciénagas, y/o embalses. Por su parte las aguas subterráneas son aquellas que están ocultas bajo tierra, almacenadas en acuíferos o embalses subterráneos que requieren de labores previas de exploración, para efecto de este estudio se consideran también en este ítem las aguas del minero o aguas halladas. Por último las aguas adquiridas a terceros que hacen referencia a un contrato con terceros donde se compra el agua directamente.

TENDENCIA DE LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS DE AGUA CONTINENTAL SEGÚN FUENTE DE ABASTECIMIENTO 2020 (m³/seg)



Las aguas de origen superficial han disminuido poco a poco, esto principalmente por la escasez del recurso que vivimos a nivel nacional, sin embargo durante el último año presentaron un aumento del 11%, respecto del año 2019. El principal aumento se dio en las regiones de Coquimbo, Valparaíso y O´Higgins.

Por su parte las aguas subterráneas han sido la mayor fuente de abastecimiento. No obstante, en relación al año anterior disminuyeron en torno al 18%, principalmente en la regiones de Antofagasta y Metropolitana.

Asimismo las aguas adquiridas a terceros tuvieron un aumento considerable respecto al año anterior, esto pues en parte se consideran las agua industriales o de reüso, lo cual no compite con el consumo de agua para la población, al ser de una calidad menor.

Aguas Continentales

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:

- **Área mina:**

Este incluye la mina, ya sea a cielo abierto o subterránea 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.

- **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 refinaría:**

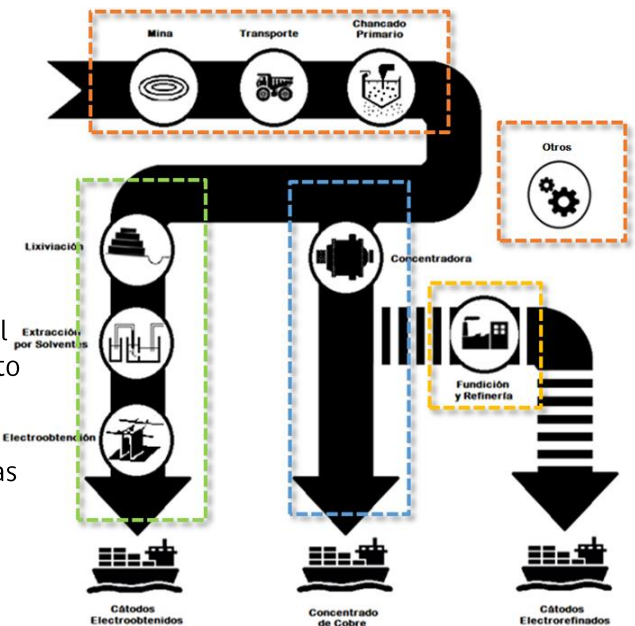
El concentrado seco se somete a un proceso de pirometalurgia para obtener placas gruesas, de forma de ánodos. Este es comercializado directamente o enviado al proceso de refinación la cual se lleva a cabo en las celdas electrolíticas en una solución de ácido sulfúrico. A la que se le aplica una corriente eléctrica, lográndose cátodos de alta pureza.

- **Cesión o venta a terceros:**

Corresponde a flujos de agua que son entregados mediante venta o cesión a un tercero, este puede ser otra faena de la misma empresa, una empresa minera, comunidades, ciudades, etc.

- **Otros/Servicios:**

Se agrupan todas aquellas actividades con volúmenes de consumo de agua poco significativos frente al total consumido en una operación minera. El principal uso del agua es para bebida, lavado, riego y baños en los campamentos, y otros consumos menores.



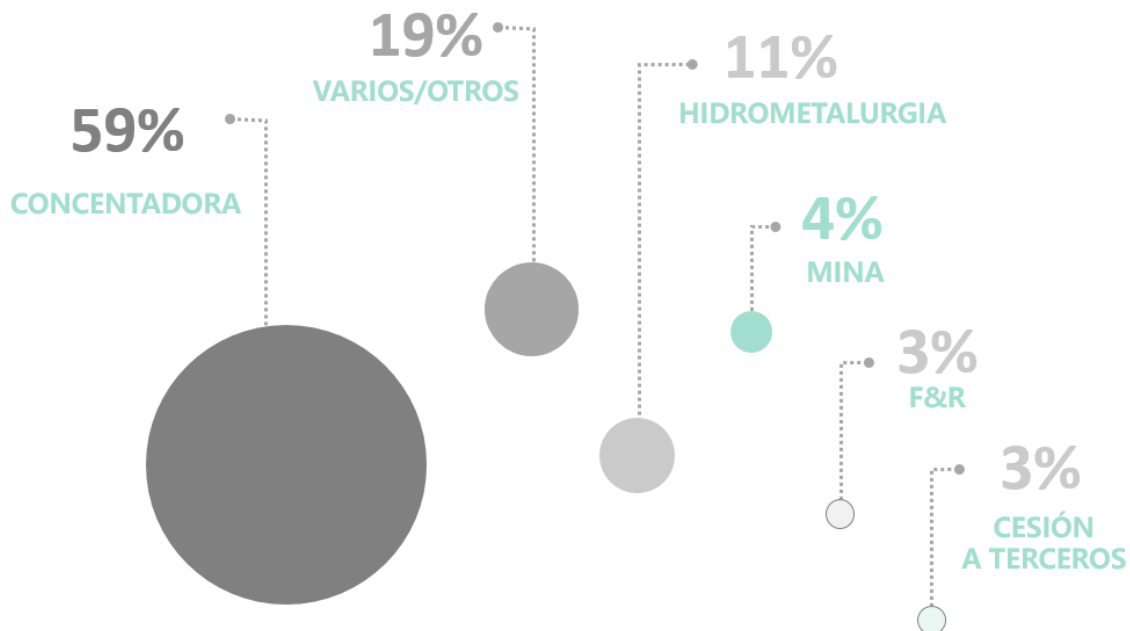
Aguas Continentales

Según proceso

El principal consumo de agua en la minería del cobre fue en el **proceso de concentración** de minerales sulfurados para la obtención de concentrados, el cual representa el 59% del total de aguas continentales utilizadas en la minería del cobre. En segundo lugar se encuentra el ítem **otros** o servicios varios, que durante el 2020 llegó a representar el 19%, en este punto se contabilizan las aguas utilizadas en campamentos, para riego, y otros procesos de menor consumo de agua.

En tercer lugar se encuentra el consumo asociado al proceso de **hidrometalurgia** para la obtención de cátodos a partir de minerales oxidados, alcanzando un 11% del total de aguas continentales. Por otra parte el área **mina** contabilizó un 4% del total, y el área **FURE** (fundición y refinación) representó el 3% del consumo de aguas continentales, al igual que la **cesión de aguas a terceros**.

AGUA CONTINENTAL SEGÚN PROCESO EN LA MINERÍA DEL COBRE 2020 (%)



Al 2020 el proceso de concentración requirió mas de **5 veces** lo necesaria para el proceso de hidrometalurgia. Esto principalmente por la naturaleza de los procesos.

Aguas Continentales

Según proceso

Al analizar la variación anual del consumo de agua por proceso minero, se observa que evidentemente el proceso de concentración para minerales sulfurados se mantiene por lejos como el mayor demandante, siendo el proceso más intensivo en el uso de recursos hídricos.

TENDENCIA DE LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS DE AGUA CONTINENTAL SEGÚN PROCESO MINERO 2020 (m³/seg)



Concentración :

A nivel general el consumo de la concentradora disminuyó un 11% respecto al año anterior. Desde el punto de vista regional, la región de Tarapacá tuvo un aumento considerable en el consumo de agua continental para la concentración, por un incremento en el mineral procesado y aumento en la producción de cobre en concentrados. En el caso de Antofagasta el consumo en concentradora disminuyó fuertemente, en más de un 40%, gracias al consumo de agua de mar.

Para la región de Atacama hubo una baja cercana al 5% debido a la disminución leve en varias operaciones de concentrados. En la región de Coquimbo el consumo aumentó puntualmente por la mayor extracción de agua continental dado los bajo niveles de agua en uno de los tranques de relaves de una operación, cuya agua es recirculada. En la región de Valparaíso, RM y O´Higgins el consumo de agua en la concentradora disminuyó respecto al año anterior, asimismo el mineral procesado también registro una baja respecto al año anterior.

Aguas Continentales

Según proceso

Hidrometalurgia:

En el caso de la hidrometalurgia, el proceso requiere de menos entradas de agua, ya que la solución rica en ácido es recirculada sobre las pilas de lixiviación. A nivel general el consumo de agua para la hidrometalurgia disminuyó un 19% respecto al año anterior.

A nivel regional se observa que en la región de Tarapacá hubo un aumento mayor al 45% respecto al año anterior en el consumo de agua en hidrometalurgia, a pesar de mantener una cantidad de mineral procesado similar. En la región de Antofagasta el uso de agua continental en hidrometalurgia disminuyó un 15%, mientras que en Atacama aumentó un 19%, en ambos casos se condice con la variación en la cantidad de mineral tratado.

Para la región de Coquimbo hubo un leve aumento respecto al año anterior. En Valparaíso, el consumo de agua continental en hidrometalurgia disminuyó en más de un 40%, mientras que el mineral disminuye en menor medida, Para el caso de la RM y O´Higgins no se cuentan con datos exactos para el consumo de hidrometalurgia.



Aguas de Mar

Chile es el país de América Latina con mayor capacidad de desalinización, tecnología ligada sin duda a la expansión de la minería que necesita agua en el desierto del norte del país.

La menor disponibilidad de agua en el país y la crisis hídrica en la zona norte donde se concentra la actividad minera, ha motivado a las empresas mineras a buscar nuevas fuentes de abastecimiento para asegurar la producción y a su vez, mantener distintas propuestas de valor ante sus comunidades.

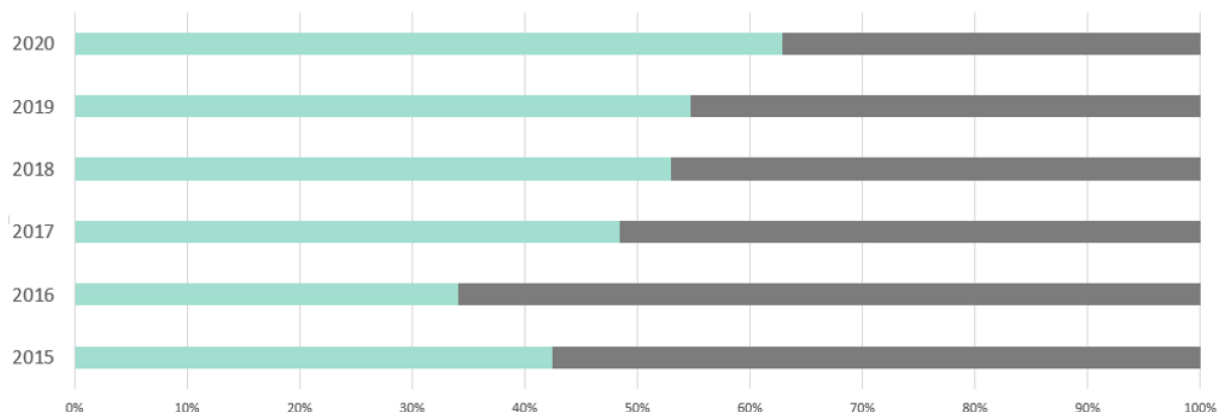
Aguas de mar 2020

5,28 m^3/seg

Para la minería del cobre

Al utilizar agua desalinizada o agua directa de mar se liberan recursos de agua continental que pueden ser requeridos por otros usuarios. Lo anterior, ha llevado a las empresas mineras a la utilización del agua de mar en sus procesos, siendo el sector con mayor aprovechamiento de este recurso, impulsando además una creciente mejora en las tecnologías de impulsión del recurso hídrico.

DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS DE AGUA DE MAR 2020 (%)



Aguas de Mar

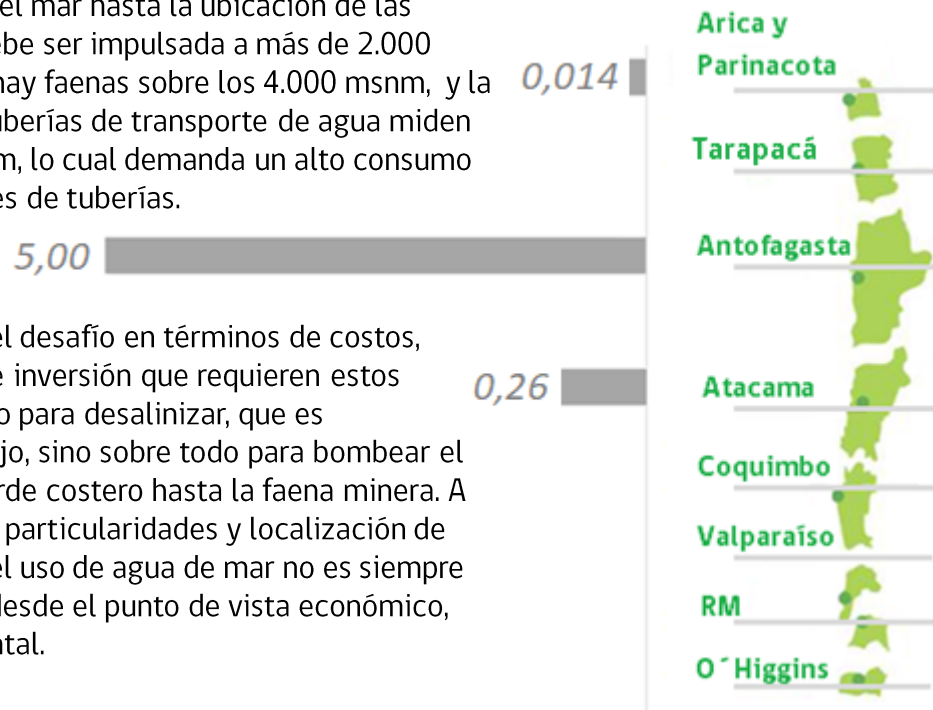
Al 2020 el agua de mar en la minería del cobre alcanzó los 5,28 m³/seg, de los cuales 1,96 m³/seg corresponden a agua de mar utilizada directamente en los procesos, mientras que 3,32 m³/seg es de agua previamente desalinizada. Respecto del 2019, el uso de agua de mar aumentó un 30%.

La alternativa de uso de agua de mar y plantas desaladoras ha sido de gran ayuda frente al escenario de escasez hídrica y a la disponibilidad de agua para las operaciones mineras, contribuyendo a la seguridad del suministro y además a desestresar las fuentes de aguas continentales. A nivel regional, el consumo de agua de mar se concentra en las regiones de Antofagasta y Atacama, representando el 95% y 5% respectivamente.

Si bien la industria minera es la que está usando de forma creciente la desalación para incorporar agua de mar a sus faenas, también tiene aplicaciones para la transformación en agua potable para el consumo humano y, en forma incipiente, de forma tal de extrapolar esta experiencia en el campo de la agricultura.

Sin embargo, hay que considerar ciertos desafíos en materia del uso del agua de mar; en Chile, por su geografía, desde el mar hasta la ubicación de las faenas el agua debe ser impulsada a más de 2.000 m.s.n.m., incluso hay faenas sobre los 4.000 msnm, y la longitud de las tuberías de transporte de agua miden entre 150-200 km, lo cual demanda un alto consumo energético y redes de tuberías.

Otro aspecto es el desafío en términos de costos, debido a la fuerte inversión que requieren estos proyectos, no sólo para desalinizar, que es relativamente bajo, sino sobre todo para bombear el agua desde el borde costero hasta la faena minera. A ello se suman las particularidades y localización de cada operación, el uso de agua de mar no es siempre factible técnica desde el punto de vista económico, social y/o ambiental.



DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE AGUAS DE MAR PARA LA MINERÍA DEL COBRE 2020 (m³/seg)

04 Indicadores de gestión

La gestión del agua de una empresa es parte importante de cualquier programa de sustentabilidad y sostenibilidad, durante todo el ciclo de vida de una operación minera.

A continuación se hace un análisis de los coeficientes unitarios de agua continental por tonelada de mineral procesado, tanto para el proceso de concentración como el de hidrometalurgia. Por otra parte se incorpora el concepto de *make up*, que hace referencia al consumo unitario de agua, independiente de su origen, en cada proceso, lo que nos indica la eficiencia en cuanto a consumo de agua en cada operación. Finalmente se analiza la información de reutilización de agua en las operaciones mineras, ya que en una adecuada gestión de los recursos es primordial privilegiar las opciones de reciclaje por sobre el uso de agua continental.

La gestión del agua a través de indicadores nos permite:



Medir y gestionar. Según la ONU los indicadores constituyen un facilitadores del proceso de toma de decisiones, constituyendo señales de alerta que prevengan daños económicos, sociales y ambientales.



Herramienta de gestión: permiten concentrar la enorme complejidad que existe en un ambiente dinámico, en una cantidad de información manejable, cuantificable, simplificada y comunicable.



Reducir la intensidad de uso del recurso hídrico a través de la maximización sus usos es clave para gestionar la eficiencia y rentabilidad del agua.



04 Indicadores de gestión

Consumo unitario de agua continental

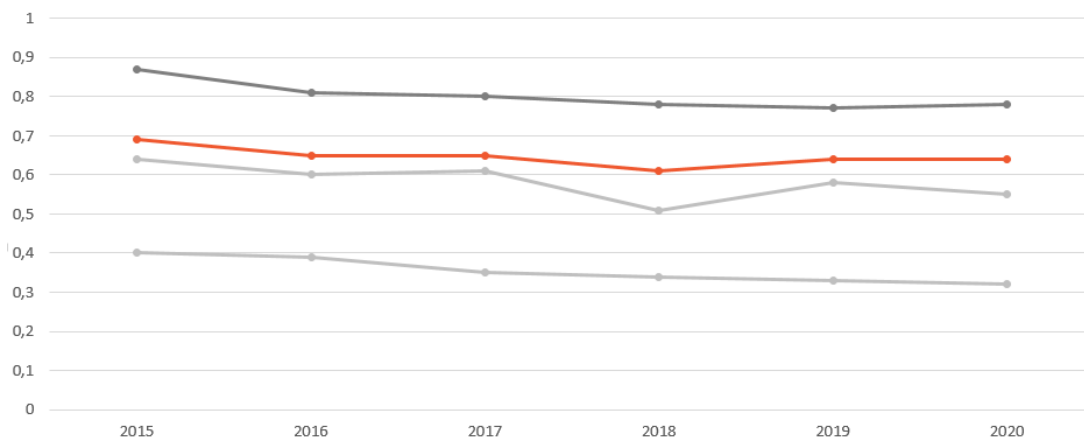
Se observa una tendencia sostenida a la baja en la leyes de mineral, por lo que es necesario procesar una mayor cantidad de mineral para conseguir la misma cantidad de cobre fino, lo cual se traduce en un mayor demanda de agua de mantener el régimen de consumo sin cambios.

Los coeficientes unitarios por proceso se definen como la cantidad de agua de origen continental para procesar una tonelada de mineral, y se calcula según:

$$\text{Coeficiente unitario}_{\text{concentración/hidrometalurgia}} = \frac{\text{Cantidad de agua de origen continental} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{ton}} \right]}{\text{tonelada de mineral procesado}}$$

Es importante señalar que las leyes de mineral juegan un rol fundamental, pues para obtener una misma cantidad de cobre fino tendremos que procesar una mayor o menor cantidad de mineral dependiendo de su porcentaje de cobre contenido.

PERFIL DE LEYES DEL MINERAL DE COBRE ULTIMOS 5 AÑOS (%)



En efecto, el agotamiento de los yacimientos requiere un mayor procesamiento de mineral con el fin de obtener la misma cantidad de cobre fino.

- Concentradora
- Ley Promedio Chile
- Lixiviación Heap
- Lixiviación Dump y/o Rom

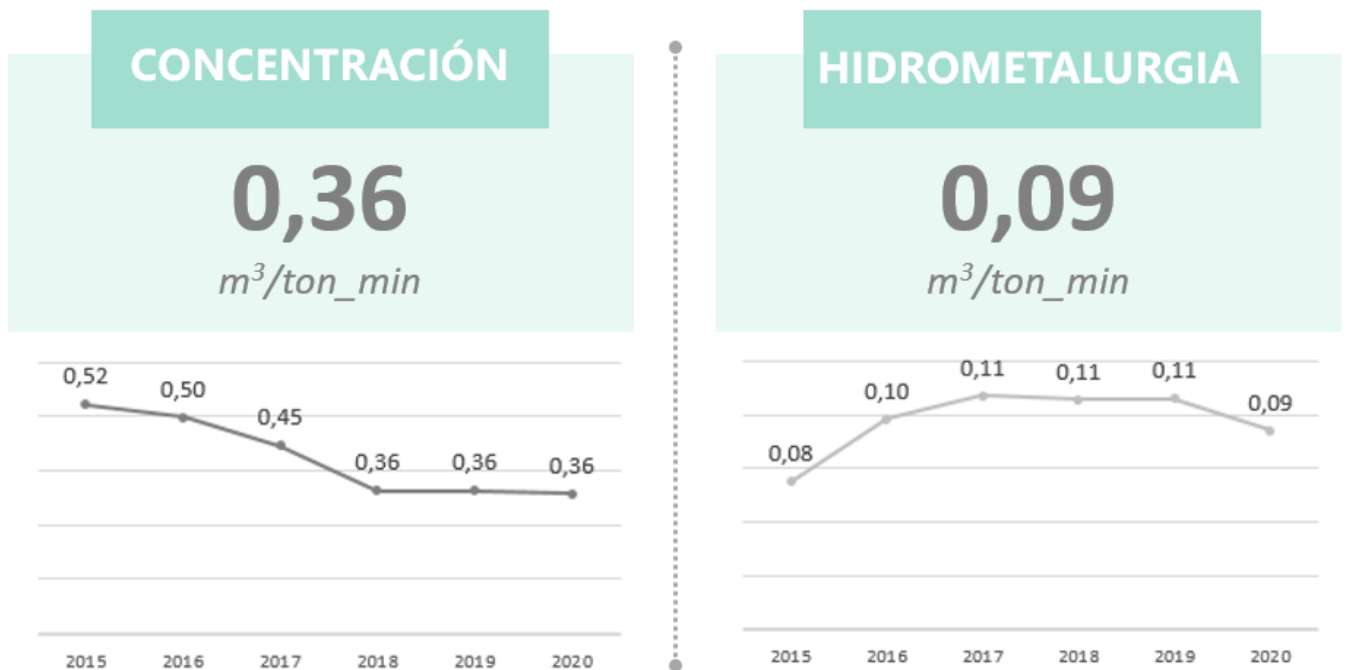
04 Indicadores de gestión

Consumo unitario de agua continental

Dado el agotamiento de los recursos, es posible advertir que la explotación de minerales de baja ley seguirá en aumento, y el cambio en la matriz productiva para las próximas décadas se vuelca hacia los minerales de sulfuros, generando un aumento creciente en la demanda de agua de no implementar medidas de reducción, eficiencia y/o nuevas fuentes.

En el año 2020 el consumo unitario en el proceso de concentración fue de 0,36 m³/ton mineral, en tanto el consumo unitario en el proceso de hidrometalurgia fue de 0,09 m³/ton mineral.

TENDENCIA DE LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS DE CONSUMO UNITARIO DE AGUA CONTINENTAL SEGÚN PROCESO MINERO 2020 (m³/ton min)



En el caso del consumo unitario de agua continental en el proceso de concentración, este se mantiene estable desde 2018, lo que da cuenta que a pesar de aumentar el uso de agua de mar en 2020, la eficiencia del consumo de agua continental en el proceso se ha mantenido igual. Mientras tanto, la baja en el consumo unitario de agua continental para el proceso de hidrometalurgia se debe principalmente por el uso de agua de mar, especialmente en empresas de mediana minería.

04 Indicadores de gestión

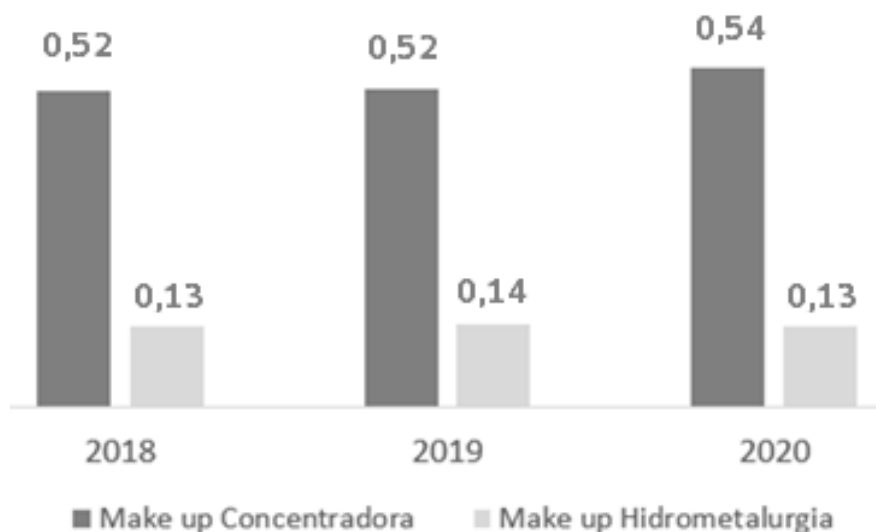
Make up

Para el año 2020 el *make up* de agua en concentradora alcanzó los 0,54 m³/ton mineral, mientras que en hidrometalurgia fue de 0,13 m³/ton mineral. Una adecuada gestión hídrica y su optimización, impactan directamente en la cantidad de agua utilizada independientemente de su origen para cada proceso.

A medida que el uso de agua de mar se ha incorporado en la minería del cobre, se hace cada vez más difícil separar las entradas de agua al sistema, por lo que resulta necesario utilizar el indicador de *make up* ya que el consumo unitario de agua continental implica una subestimación del consumo de agua, pues las faenas con abastecimiento de agua de mar tienen un consumo nulo de agua en el proceso, lo que no refleja la eficiencia del proceso.

El *make up* es calculado como; el volumen total de agua consumida por tonelada/unidad de material retirado, mineral extraído, mineral procesado y/o producto final, según corresponde para la instalación operativa. El objetivo es mostrar la intensidad de uso de agua. Este parámetro busca permitir a la industria desarrollar una variable sobre la intensidad con fines comparativos y de supervisión del desempeño.

Make Up de AGUA SEGÚN PROCESO MINERO 2020 (m³/ton_min)



04 Indicadores de gestión

Make up

De este modo a partir del año 2018, Cochilco levanta la información respecto a las entradas de agua, ya sea continental y/o de mar, necesario para tratar una tonelada de mineral. Considera la cantidad de agua que debe entrar al proceso, excluyendo las aguas recirculadas. No se cuenta con suficiente data histórica, por lo que es un indicador en proceso.

De acuerdo a estos datos, podemos concluir que en general las empresas mineras no han visto un uso óptimo de los recursos de agua, sino mas bien han agregado nuevas fuentes. En ese sentido es importante avanzar hacia un uso eficiente de agua, independiente de donde provenga, impulsando tecnologías de optimización y reúso, para disminuir las entradas de agua en el sistema. En este ámbito se abren oportunidades de desarrollo en esta área para lograr resultados cada vez mejor, de manera de obtener el mejor rendimiento posible de cada gota de agua que entra al sistema, sin importar si es agua continental o de mar.

Entre el 2019 y el 2020 el *make up* para ambos procesos se ha mantenido prácticamente constante. Evidentemente, el *make up* en los procesos de concentración es mayor que en los procesos de hidrometalurgia, siendo casi 4 veces superior.



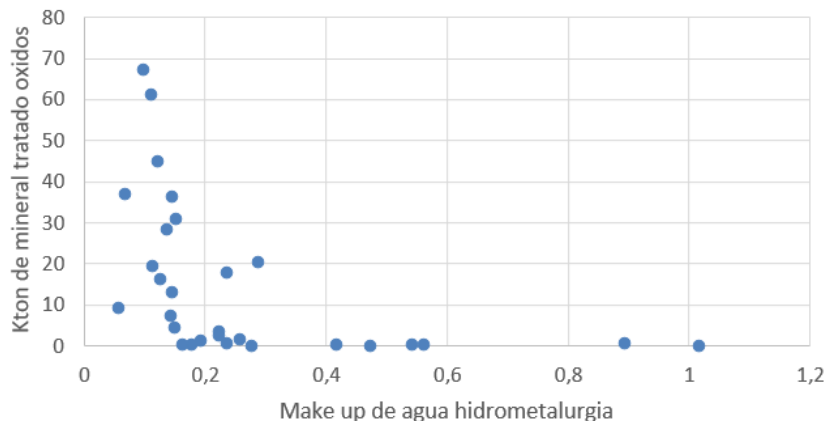
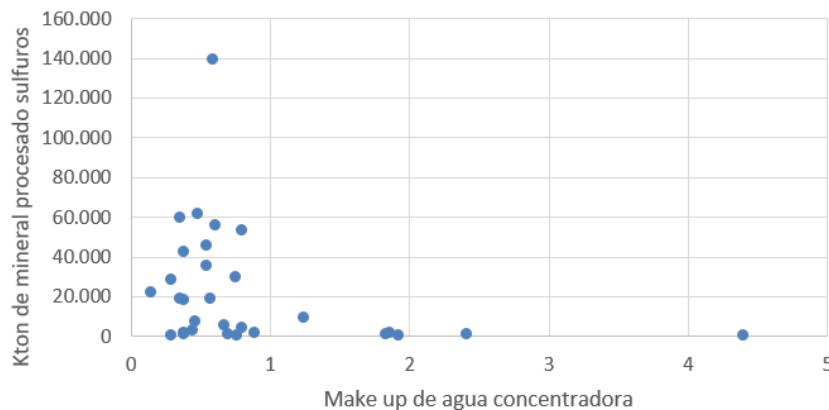
04 Indicadores de gestión

Make up vs mineral procesado

Al analizar el *make up* en relación a la cantidad de mineral procesado, se observa que en ambos casos, concentración y hidrometalurgia, las operaciones que procesan una mayor cantidad de mineral tienen mejor rendimiento del uso del agua, mientras que aquellas con un *make up* mayor por lo general son de menor cantidad de procesamiento de mineral.

Esto indica que el tamaño de las operaciones influye en la eficiencia hídrica, puesto que permite generar economías de escala e invertir en tecnologías nuevas que permitan disminuir el consumo de agua, que justifican económicamente la mayor aplicación de medidas para aumentar la conservación de los recursos hídricos y su reutilización en el tratamiento. No obstante, es importante destacar el uso de agua de mar en algunas operaciones de mediana minería para la obtención de cátodos, permitiendo un uso eficiente de los recursos hídricos.

***Make Up* DE AGUA vs MINERAL PROCESADO SEGÚN PROCESO MINERO 2020 (m3/ton_min vs Kton)**



04 Indicadores de gestión

Tasas de Reutilización

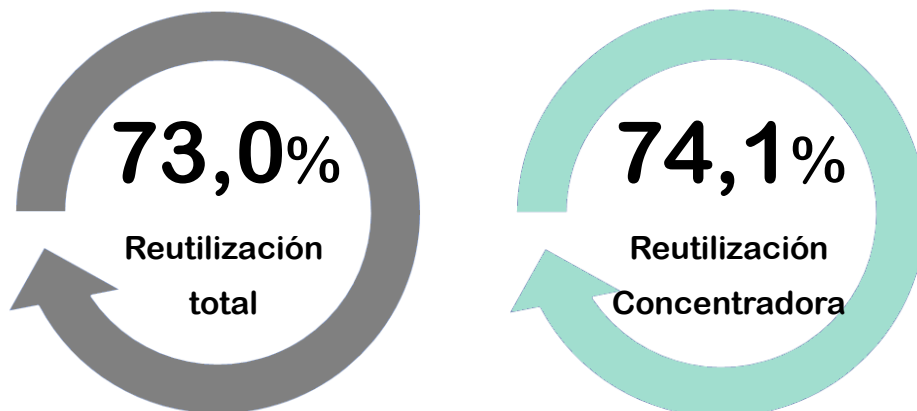
Los excedentes de agua del procesamiento de minerales pueden ser reutilizados dentro de un mismo proceso, en etapas diferentes, o enviadas desde y hacia procesos distintos, de acuerdo a los requerimientos de calidad y cantidad de cada uno de ellos. Como resultado, se produce un ahorro importante por efecto de la optimización del uso del recurso y la reducción en los volúmenes de aguas que deben ser tratadas previo a su descarga.

En el caso de los minerales de sulfuros, al maximizar la reutilización desde los tranques de relaves y espesadores, así como también, regulando los C_p de operación de los mismos, evitando fugas y minimizando evaporaciones, es posible alcanzar bajos valores de consumo. Por otra parte en el caso de los óxidos, recirculando las soluciones, evitando infiltraciones y minimizando la evaporación el consumo de agua puede optimizarse.

A nivel nacional la tasa de reutilización en las faenas para el 2020 fue de 46,98 m³/seg equivalente a un 73%, ponderado según la producción de cada región. Este valor presentó una disminución del orden del 12% respecto del 2019.

En el caso de la concentradora, la cantidad de agua reutilizada para el año 2020 fue de 33,93 m³/seg, equivalente a una tasa de 74,1%. En este proceso la recuperación de las aguas debe ser maximizada para minimizar el consumo de aguas continentales y disminuir la cantidad de descarga. Al ser un proceso muy intensivo en el uso del recurso, sobre todo por el proceso de flotación, es deseable reutilizar la mayor cantidad de agua posible.

TASA REUTILIZACIÓN EN FAENA Y CONCENTRADORA 2020 (%)



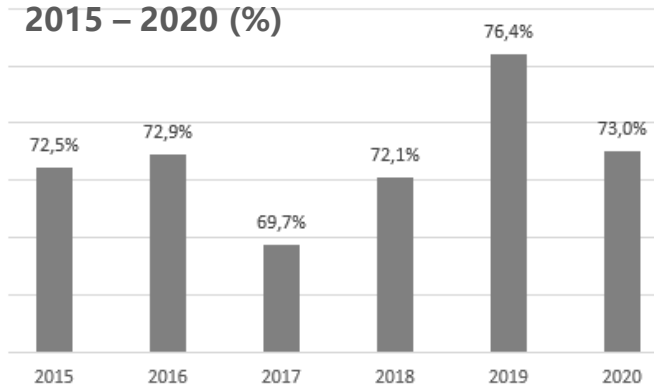
04 Indicadores de gestión

Tasas de Reutilización

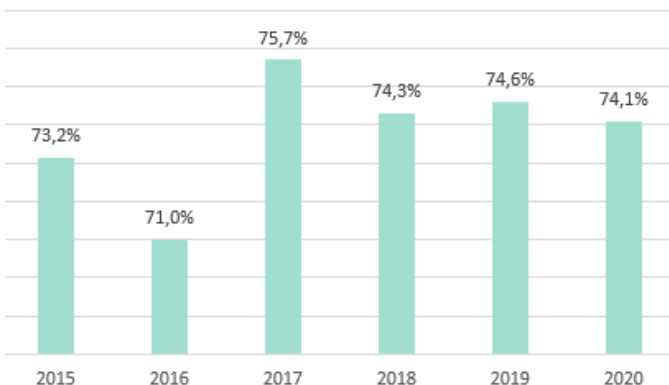
Sin embargo es necesario precisar que es preciso homologar los conceptos a nivel de industria para poder generar un indicador confiable y robusto. De acuerdo al análisis de los datos se desprende que las empresas mineras tienen distintas consideraciones para la definición del concepto y reportan valores muy diferentes.

Considerando los datos históricos se observa una tendencia inestable, principalmente por las diferencias de concepto que existe entre empresas.

TENDENCIA TASA REUTILIZACIÓN EN FAENA 2015 – 2020 (%)



TENDENCIA TASA REUTILIZACIÓN EN CONCENTRADORA 2015 – 2020 (%)



De acuerdo a la guía de ICMM se propone un estándar para la reutilización de las aguas, por lo que el trabajo hacia adelante es poder establecer una forma clara de medir y reportar las aguas reutilizadas. Para ello se está trabajando junto a las empresas mineras de manera de llegar a una definición común.

05 Balance hídrico

Este balance hídrico busca aplicar los principios del modelo de balance y simplificar los diagramas de flujo internos para visibilizar de manera fácil el uso de agua en la minería del cobre.

Los balances hídricos nos permiten comprender la demanda de agua actual y disponibilidad, si logramos un mayor detalle también podemos analizar los requisitos de calidad, requisitos de tratamiento o almacenamiento, y cantidades y calidades de descarga. Asimismo nos permiten desarrollar estrategias adecuadas de gestión y mitigación, junto con evaluar opciones alternativas de gestión del agua para diferentes escenarios.

El ICMM ha desarrollado un marco de gestión del agua que adopta un enfoque centrado en las zonas de captación en lo que respecta a la gestión del agua. La actualización de la guía de buenas prácticas fue publicada en Agosto 2021 (Water Reporting: Good practice guide, 2nd Edition), y plantea una serie de orientaciones prácticas para la entrega de información interna y externa de los reportes de agua.

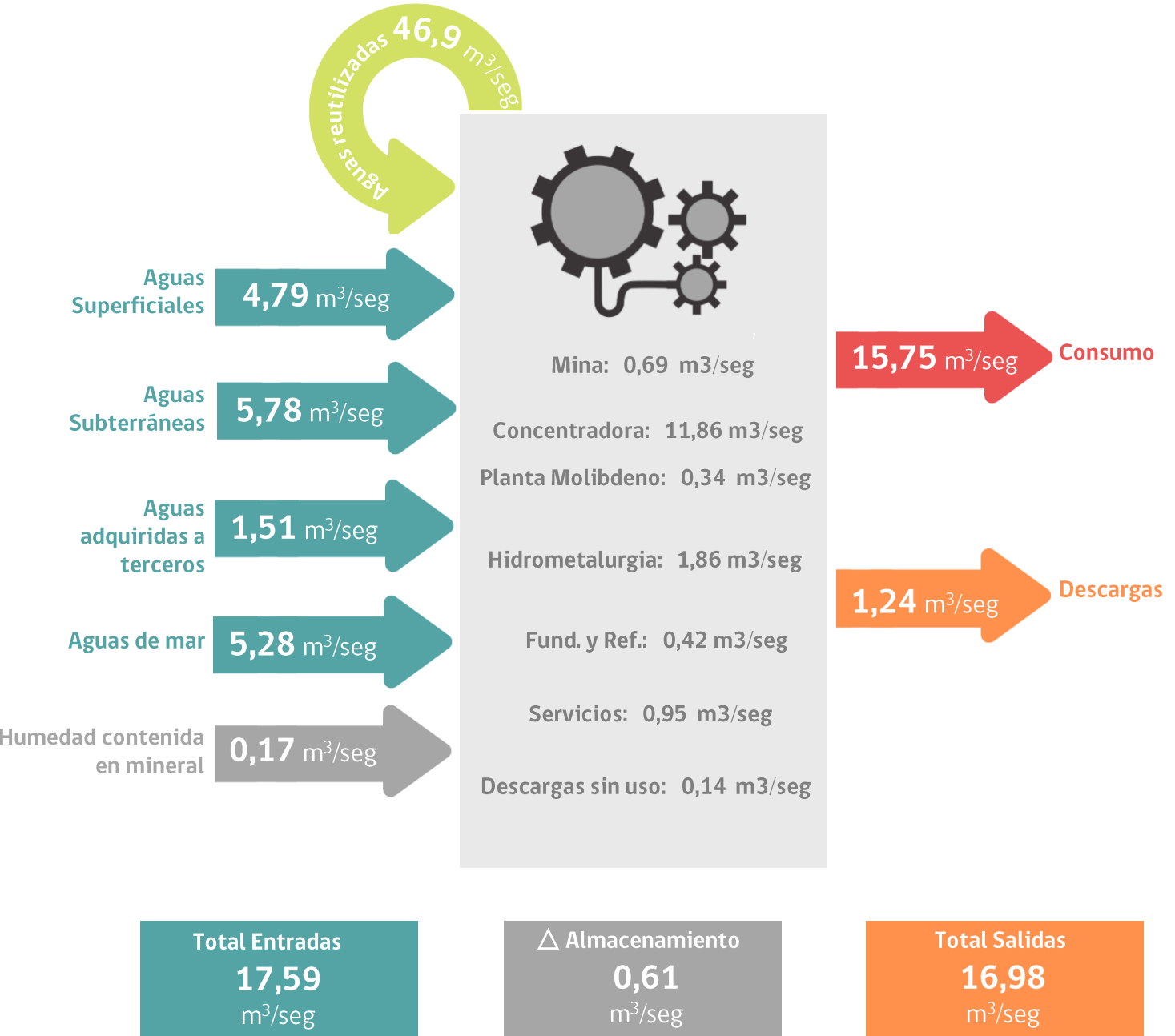
Si bien cada balance de agua es propio de cada instalación minera, este balance busca establecer un esquema general que permita simplificar y visibilizar las entradas y salidas de agua, y el uso de agua en cada tarea/operación.

Un primer paso es establecer la frontera del sistema, en este caso la frontera o límite del sistema se fija dentro de la instalación, no desde el punto de la captura de las aguas. Por lo tanto las entradas de agua se determinan una vez en la instalación. En el caso de agua de mar no se considera la captura desde el borde costero y su posterior vertido, sino que el agua que efectivamente llega a la operación.

05 Balance hídrico – Propuesta

De acuerdo a la propuesta de ICMM, junto con la información histórica que levanta Cochilco, y los datos que están disponibles se presenta una propuesta de balance hídrico para la minería del cobre.

PROPUESTA BALANCE HÍDRICO PARA LA MINERÍA DEL COBRE 2020



(*) El valor de "Almacenamiento" sólo indica el cambio en el volumen durante el período contable y no describe el volumen total de agua almacenada.

05 Balance hídrico

Muchas operaciones tienen depósitos de agua que permiten la gestión eficiente de flujo de agua, por lo tanto el almacenamiento o acumulación puede ser positivo (reflejando un aumento en el volumen almacenado) o negativo (reflejando una disminución en el volumen almacenado) durante el período contable, dependiendo de la magnitud relativa de las entradas y salidas al sistema.

Los depósitos de almacenamiento permiten:

- Equilibrar las demandas operativas de agua, las entradas y salidas de agua.
- Recoger agua que ya ha sido utilizada y recuperada. dentro del sitio para un tratamiento adicional y / o uso por parte del instalación (es decir, reutilización y reciclaje).
- Manejar los flujos de clima húmedo y seco o clima estacional variaciones.
- Gestionar las distintas demandas operativas de agua, por ejemplo, asociadas con paradas de mantenimiento o restricciones de permisos.

Hay que tener en consideración que el valor de almacenamiento solo indica el cambio en el volumen durante el período contable y no describir el volumen total de agua almacenada.

Otra consideración a tener en cuenta es que la propuesta de la guía del ICMM también considera un análisis de la calidad de las aguas y riesgos asociados, lo cual no se puede llevar a cabo en este caso ya que no contamos con esa información.

06 Reflexiones finales

Al año 2020 la cantidad de agua continental utilizada por la minería del cobre alcanzó los 12,09 m³/seg, un 3% menor que el año anterior, mientras que el agua de mar utilizada fue de 5,28 m³/seg, un 30% mayor que el año anterior.

De acuerdo a los datos entregados en la “Encuesta de Producción, agua y energía” se determina la cantidad de agua utilizada por la minería del cobre. Si bien a nivel nacional el consumo de agua continental presenta una tendencia a la baja en la última década, existen ciertos desafíos en materia hídrica que es necesario trabajar de manera general, local y por parte de las empresas.

A nivel general, y en línea con el informe realizado en la Mesa del agua, se observa que si bien existe un diagnóstico conocido, aún resulta necesario avanzar en el desarrollo de infraestructura adecuada para enfrentar la escasez hídrica. En este sentido es necesario lograr trabajos colaborativos de manera de gestionar el recurso en conjunto. Por lo demás, existe una dispersión institucional en la toma de decisiones lo que obstaculiza la coordinación. En este línea de trabajo el [Anteproyecto de la Política Nacional Minera 2050](#) establece metas en relación al agua e infraestructura compartida y la participación activa en el desarrollo de la gestión integrada por cuencas (GIRH) al 2030.

Por otra parte, y bajo una mirada local, es necesario cambiar el paradigma de la gestión del recurso hídrico, y trabajar en conjunto para solucionar los problemas asociados. Analizar el problema de suministro de agua en un contexto regional, buscando posibles sinergias positivas desde el punto de vista económico, ambiental y social. El desarrollo de planes estratégicos y la gestión por cuenca permiten comprender la dinámica del recurso hídrico y generar asociaciones colaborativas óptimas, de manera de utilizar de la mejor manera el recurso. Se hace fundamental comprender quiénes son las partes interesadas en el área de extracción, así como los riesgos y las oportunidades de asociación con las partes. El primer paso debe considerar una participación temprana y conocer las costumbres y prácticas locales en relación a los recursos hídricos de manera de evitar conflictos sociales a futuro y establecer un ambiente de colaboración.

06 Reflexiones finales

A nivel operacional es necesario asegurar suficiente agua para satisfacer el aumento de la producción. Se observa que la minería del cobre ha disminuido el uso de agua continental, sin embargo la intensidad del uso del agua en los procesos mineros muestra que no hay mejoras considerables en la eficiencia de los procesos, mas bien se observa un cambio de agua continental por agua de mar, lo que evidentemente libera recursos continentales, pero existe una oportunidad de mejorar el rendimiento de los procesos con respecto al uso del agua.

En relación a la meta planteada en el anteproyecto de política nacional minera 2050 respecto al consumo de agua continental, se propone disminuir el porcentaje de agua continental; no superando el 10% de las aguas totales utilizadas al 2030 y el 5% al 2040, promoviendo otras fuentes que no compitan con el consumo humano.

Al 2020 el porcentaje de las aguas continentales respecto a las aguas totales fue de un 19%. Cabe mencionar que hay empresas mineras que ya han hecho públicos sus compromisos en relación al recurso hídrico para los próximos años, los que van en línea con esta meta. Para el 2030 es necesario hacer un esfuerzo por parte de la industria de manera de disminuir el consumo de agua, ya sea disminuyendo el uso de agua continental, aumentando el uso de nuevas fuentes y/o aumentando las aguas reutilizadas.

Para alcanzar este meta es importante considerar las singularidades y localización de cada operación y su entorno en la definición de su abastecimiento hídrico; el uso de agua de mar no es siempre factible, por lo que se requiere avanzar en la búsqueda de nuevas tecnologías y desarrollo de I+D+i en relación a reutilización y reciclaje junto con una gestión adecuada de las fuentes de suministro.

Con respecto a las aguas reutilizadas se debe recalcar la dificultad en la correcta medición de este flujo por dos factores, en primer lugar existe dificultad en su precisión por los instrumentos de medición y por otra parte existen diferencias en la definición de la reutilización/reúso/recirculación/reciclaje, por lo que en los últimos años a pesar de los esfuerzos por consensuar una definición común, se han visto mediciones diferentes entre empresas para un mismo concepto.

06 Reflexiones finales

Para ello Cochilco esta trabajando con algunas de las grandes empresas, a través del Consejo Minero, en buscar una definición de conceptos de manera de tener estadísticas cada vez mas robustas.

Un último punto a considerar es la utilización de aguas industriales y/o aguas servidas tratadas en la minería. En un principio se debe determinar un marco regulatorio respecto al uso de las aguas sanitarias. Sin embargo, de acuerdo al primer informe de la Mesa del Agua elaborado a principios de 2020, se estableció que dados los avances tecnológicos, las posibilidades de uso de las aguas servidas tratadas con fines productivos, e incluso para consumo humano, imponen nuevos desafíos. Dada la alta cobertura de saneamiento en zonas urbanas del país, existe una cantidad significativa de recurso hídrico disponible en aguas servidas tratadas. En total, en Chile se tratan cerca de 1.284 millones de m³ de aguas servidas al año, equivalentes a un caudal medio de 40,7 m³ /s.

Un paso importante seria comprender y evaluar los requisitos y las fuentes de agua para las instalaciones mineras; para ello es preciso determinar la calidad potencial del agua necesaria. Por ejemplo, las aguas grises, o los desechos sanitarios tratados, se pueden reutilizar como agua de enfriamiento y preparación de calderas, previo tratamiento.

ANEXOS

CONSUMO DE AGUA CONTINENTAL EN LA MINERÍA DEL COBRE POR PROCESO Y TOTAL

	Unidades / Unit	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Concentración / Concentrator (milling)	lts/seg	8.724	9.144	8.856	9.190	9.079	8.947	9.201	9.708	8.902	8.085	7.995	7.100
Hidrometalurgia / Hydrometallurgy (leaching)	lts/seg	2.184	1.856	1.778	1.384	1.751	1.705	2.008	1.930	1.845	1.729	1.693	1.374
Mina/Mine	lts/seg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	675	637	481
Fundición y Refinería/Smelter & Refinery	lts/seg	ND	ND	ND	ND	566	551	523	640	539	518	426	418
Otros/ Others	lts/seg	1.362	1.651	1.930	1.804	1.324	1.748	1.339	1.337	1.978	2.082	1.396	2.304
Cesión o venta a terceros / Supply to Third Party	lts/seg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	269	304	413
TOTAL PAÍS / CHILE													
TOTAL	lts/seg	12.270	12.651	12.564	12.379	12.719	12.951	13.072	13.614	13.264	13.358	12.451	12.089

EXTRACCIÓN DE AGUA EN LA MINERÍA DEL COBRE SEGÚN FUENTE DE EXTRACCIÓN

	Unidades / Unit	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Aguas Superficiales / Surface water	lts/seg	ND	ND	ND	5.867	5.942	5.908	5.577	6.206	5.463	5.153	4.328	4.794
Aguas Subterráneas / Groundwater	lts/seg	ND	ND	ND	5.749	6.200	6.302	6.430	6.332	6.667	7.122	7.053	5.782
Aguas adquiridas a terceros / Purchased water	lts/seg	ND	ND	ND	763	577	742	1.064	1.077	1.133	1.083	1.069	1.514
Aguas de mar / Seawater	lts/seg	316	243	713	978	1.287	1.707	2.275	2.446	3.162	3.993	4.062	5.277
TOTAL PAÍS / CHILE TOTAL	lts/seg	-	-	-	13.357	14.006	14.658	15.347	16.060	16.426	17.351	16.512	17.366

USO DE AGUA DE MAR EN LA MINERÍA DEL COBRE

	Unidades / Unit	2009	2010	2011 ⁽²⁾	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Desalada / Desalinated water	lts/seg	180	132	223	369	581	885	965	834	1.532	2.117	2.224	3.316
Salobre / Brackish water	lts/seg	136	111	490	609	706	822	1.309	1.612	1.630	1.876	1.838	1.961
TOTAL	lts/seg	316	243	713	978	1.287	1.707	2.275	2.446	3.162	3.993	4.062	5.277

RECIRCULACIÓN DE AGUA EN LA OPERACIÓN COMPLETA

	Unidades / Unit	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Agua Reciclada total / total recirculated water	lts/seg	ND	ND	25.367	34.291	32.138	31.708	40.382	43.269	38.069	44.867	53.325	46.977
Tasa de recirculación total promedio / Average total recirculation rate	%	ND	ND	68,7%	74,0%	73,0%	73,9%	72,5%	72,9%	69,7%	72,1%	76,4%	73,0%

RECIRCULACIÓN DE AGUA EN LA CONCENTRADORA⁽¹⁾

	Unidades / Unit	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Agua Reciclada en concentradora / Recirculated water in concentrator	lts/seg	14.696	18.052	20.601	21.750	20.386	21.408	25.071	23.717	27.720	35.934	36.497	33.924
Tasa de recirculación concentradora promedio / Average recirculation rate in concentrator	%	57,3%	62,9%	67,7%	68,0%	67,8%	70,3%	73,2%	71,0%	75,7%	74,3%	74,6%	74,1%

ANEXOS

CONSUMO UNITARIO DE AGUA CONTINENTAL POR TONELADA DE MINERAL PROCESADO

	Unidades / Unit	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Concentración / Concentrator	m3/ton_min	0,672	0,686	0,650	0,605	0,574	0,535	0,522	0,498	0,447	0,364	0,364	0,357
Hidrometalurgia / Hydrometallurgy	m3/ton_min	0,120	0,118	0,120	0,105	0,093	0,081	0,075	0,098	0,107	0,106	0,106	0,094

CONSUMO UNITARIO DE ACUERDO AL TAMAÑO DE EMPRESA

	Unidades / Unit	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CONCENTRACIÓN / CONCENTRATOR													
Gran Minería del Cobre / Large copper mining	m3/ton_min	0,668	0,679	0,632	0,592	0,565	0,529	0,501	0,494	0,441	0,359	0,360	0,347
Mediana Minería del Cobre / Mid-size copper mining	m3/ton_min	0,781	0,902	0,884	0,884	0,852	0,589	0,886	0,733	0,654	0,405	0,400	0,535
PROMEDIO PAÍS / COUNTRY AVERAGE		0,67	0,69	0,65	0,61	0,57	0,53	0,52	0,50	0,45	0,36	0,36	0,36
HIDROMETALURGIA / HYDROMETALLURGY													
Gran Minería del Cobre / Large copper mining	m3/ton_min	0,121	0,108	0,119	0,104	0,095	0,079	0,071	0,092	0,100	0,103	0,110	0,094
Mediana Minería del Cobre / Mid-size copper mining	m3/ton_min	0,106	0,190	0,239	0,098	0,060	0,150	0,252	0,269	0,253	0,398	0,130	0,102
PROMEDIO PAÍS / COUNTRY AVERAGE		0,12	0,12	0,12	0,10	0,09	0,08	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,09

ANEXOS

CONSUMO DE AGUA CONTINENTAL EN LA MINERÍA DEL COBRE POR PROCESO A NIVEL REGIONAL

	Unidades / Unit	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ARICA Y PARINACOTA													
Concentración	lts/seg	ND	ND	ND	ND	ND	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Hidrometalurgia	lts/seg	ND	ND	ND	ND	ND	3	4	5	5	NA	NA	NA
Mina	lts/seg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NA	NA	NA
Fundición y Refinería	lts/seg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Otros	lts/seg	ND	ND	ND	ND	ND	1	2	0	0,1	0,1	0,0	0,0
Cesión o venta a terceros	lts/seg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0	0	0
TOTAL	lts/seg	ND	ND	ND	ND	ND	4	7	5	5	0,1	0,0	0,0
TARAPACA													
Concentración	lts/seg	997	952	887	902	905	905	905	862	844	935	727	940
Hidrometalurgia	lts/seg	179	189	140	170	131	163	163	107	91	68	57	83
Mina	lts/seg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	68	24	60
Fundición y Refinería	lts/seg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0	NA
Otros	lts/seg	99	273	261	289	284	273	148	160	233	164	463	244
Cesión o venta a terceros	lts/seg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,2	65,8	66,3
TOTAL	lts/seg	1.275	1.413	1.288	1.361	1.320	1.341	1.217	1.129	1.167	1.235	1.336	1.393
ANTOFAGASTA													
Concentración	lts/seg	3.373	3.242	3.081	3.271	3.289	3.227	3.093	2.836	2.372	2.322	2.363	1.380
Hidrometalurgia	lts/seg	1.441	1.329	1.388	1.002	1.369	1.351	1.643	1.535	1.484	1.318	1.443	1.218
Mina	lts/seg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	308	341	212
Fundición y Refinería	lts/seg	ND	ND	ND	ND	221	294	261	258	239	254	220	215
Otros	lts/seg	937	976	781	679	107	553	515	686	872	845	437	707
Cesión o venta a terceros	lts/seg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	167	132	133
TOTAL	lts/seg	5.751	5.546	5.250	4.952	4.986	5.424	5.512	5.315	4.967	5.214	4.936	3.865
ATACAMA													
Concentración	lts/seg	1.201	1.266	1.208	1.136	1.121	882	866	1.033	995	816	917	1.588
Hidrometalurgia	lts/seg	153	165	168	134	158	100	70	68	60	49	44	53
Mina	lts/seg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	67	41	15
Fundición y Refinería	lts/seg	ND	ND	ND	ND	80	77	80	114	81	82	48	42
Otros	lts/seg	296	235	260	354	95	390	151	107	214	268	109	97
Cesión o venta a terceros	lts/seg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	101	59	163
TOTAL	lts/seg	1.650	1.667	1.636	1.624	1.454	1.449	1.168	1.322	1.351	1.383	1.219	1.239
COQUIMBO													
Concentración	lts/seg	479	794	801	903	702	886	962	1.134	823	803	817	958
Hidrometalurgia	lts/seg	34	25	4	12	6	7	14	53	56	8	8	9
Mina	lts/seg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	99	82	78
Fundición y Refinería	lts/seg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0	NA
Otros	lts/seg	21	21	153	108	377	93	170	104	267	328	88	160
Cesión o venta a terceros	lts/seg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0	46	51
TOTAL	lts/seg	534	839	958	1.023	1.085	986	1.145	1.291	1.146	1.238	1.041	1.256
VALPARAISO													
Concentración	lts/seg	751	947	1.034	997	1.066	1.141	1.038	1.156	962	819	897	845
Hidrometalurgia	lts/seg	96	NI	76	2	2	0	33	34	16	36	19	11
Mina	lts/seg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	53	26	35
Fundición y Refinería	lts/seg	ND	ND	ND	ND	114	79	82	82	80	75	69	67
Otros	lts/seg	0	147	0	76	270	218	148	63	205	170	150	222
Cesión o venta a terceros	lts/seg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0	0	0
TOTAL	lts/seg	847	1.094	1.110	1.075	1.452	1.438	1.301	1.336	1.263	1.154	1.162	1.181
O'HIGGINS													
Concentración	lts/seg	1.403	1.508	1.429	1.392	1.312	1.304	1.741	1.883	1.978	1.859	1.739	1.586
Hidrometalurgia	lts/seg	265	118	1	10	10	10	10	8	8	8	22	NI
Mina	lts/seg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	52	70	52
Fundición y Refinería	lts/seg	ND	ND	ND	ND	150	100	100	186	139	106	88	93
Otros	lts/seg	0	0	305	256	156	183	162	161	142	319	135	584
Cesión o venta a terceros	lts/seg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0	0	0
TOTAL	lts/seg	1.668	1.626	1.735	1.659	1.628	1.598	2.013	2.238	2.268	2.344	2.054	2.315
REGIÓN METROPOLITANA													
Concentración	lts/seg	521	436	417	589	684	602	596	804	927	530	534	523
Hidrometalurgia	lts/seg	16	30	1	54	75	71	70	118	125	219	100	NI
Mina	lts/seg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	29	54	29
Fundición y Refinería	lts/seg	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0	NA
Otros	lts/seg	9	0	170	42	35	38	42	56	44	11	14	289
Cesión o venta a terceros	lts/seg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0	0	0
TOTAL	lts/seg	546	466	588	685	794	711	708	979	1.097	789	702	841
TOTAL MINERÍA DEL COBRE													
Concentración	lts/seg	8.724	9.144	8.856	9.190	9.079	8.947	9.201	9.708	8.902	8.085	7.995	7.100
Hidrometalurgia	lts/seg	2.184	1.856	1.778	1.384	1.751	1.705	2.008	1.930	1.845	1.706	1.693	1.374
Mina	lts/seg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	675	637	481
Fundición y Refinería	lts/seg	ND	ND	ND	ND	566	551	523	640	539	518	426	418
Otros	lts/seg	1.362	1.651	1.930	1.804	1.324	1.748	1.339	1.337	1.978	2.106	1.396	2.304
Cesión o venta a terceros	lts/seg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	269	304	413
TOTAL MINERÍA DEL COBRE	lts/seg	12.270	12.651	12.564	12.379	12.719	12.951	13.072	13.614	13.264	13.358	12.451	12.089

ANEXOS

EXTRACCIÓN DE AGUA EN LA MINERÍA DEL COBRE SEGÚN FUENTE DE EXTRACCIÓN POR REGIONES

	Unidades / Unit	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ARICA Y PARINACOTA													
Aguas Superficiales	lts/seg	ND	ND	ND	ND	ND	0	0	0	0	0	0	0
Aguas Subterráneas	lts/seg	ND	ND	ND	ND	ND	0	0	0	0	0	0	0
Aguas adquiridas a terceros	lts/seg	ND	ND	ND	ND	ND	4	7	5	5	0,1		0
Aguas de mar	lts/seg	ND	ND	ND	ND	ND	0	0	0	0	0	0	13,5
TOTAL	lts/seg	ND	ND	ND	ND	ND	4	7	5	5	0,1	0,0	13,5
TARAPACA													
Aguas Superficiales	lts/seg	ND	ND	ND	0	105	104	0	15	0	0	5	18
Aguas Subterráneas	lts/seg	ND	ND	ND	1.271	1.215	1.153	1.133	1.030	1.090	1.156	1.257	1.294
Aguas adquiridas a terceros	lts/seg	ND	ND	ND	90	0	84	84	85	77	79	74	81
Aguas de mar	lts/seg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	lts/seg	0	0	0	1.361	1.320	1.341	1.217	1.129	1.167	1.235	1.336	1.393
ANTOFAGASTA													
Aguas Superficiales	lts/seg	ND	ND	ND	1.915	1.964	1.926	1.674	1.747	750	801	761	778
Aguas Subterráneas	lts/seg	ND	ND	ND	2.539	2.580	2.921	3.148	2.854	3.433	3.580	3.481	2.155
Aguas adquiridas a terceros	lts/seg	ND	ND	ND	498	422	484	691	715	784	834	814	932
Aguas de mar	lts/seg	316	243	713	978	1.039	1.990	1.767	2.053	2.694	3.656	3.620	5.001
TOTAL	lts/seg	316	243	713	5.931	6.005	7.321	7.279	7.368	7.661	8.870	8.676	8.866
ATACAMA													
Aguas Superficiales	lts/seg	ND	ND	ND	701	541	545	408	384	546	594	520	568
Aguas Subterráneas	lts/seg	ND	ND	ND	747	717	708	704	767	634	668	701	656
Aguas adquiridas a terceros	lts/seg	ND	ND	ND	175	154	155	56	171	171	121	49	15
Aguas de mar	lts/seg	0	0	0	0	248	433	508	393	468	337	419	262
TOTAL	lts/seg	0	0	0	1.624	1.660	1.841	1.676	1.714	1.819	1.720	1.689	1.501
COQUIMBO													
Aguas Superficiales	lts/seg	ND	ND	ND	589	494	552	608	660	609	611	458	647
Aguas Subterráneas	lts/seg	ND	ND	ND	433	590	433	507	614	520	622	579	606
Aguas adquiridas a terceros	lts/seg	ND	ND	ND	0	0	0	31	17	16	5	5	3
Aguas de mar	lts/seg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	lts/seg	0	0	0	1.023	1.085	986	1.145	1.291	1.146	1.238	1.041	1.256
VALPARAISO													
Aguas Superficiales	lts/seg	ND	ND	ND	754	829	819	681	705	638	466	475	507
Aguas Subterráneas	lts/seg	ND	ND	ND	322	509	525	606	619	612	679	675	661
Aguas adquiridas a terceros	lts/seg	ND	ND	ND	0	0	15	14	12	13	9	11	13
Aguas de mar	lts/seg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	lts/seg	0	0	0	1.075	1.338	1.359	1.301	1.336	1.263	1.154	1.162	1.181
O'HIGGINS													
Aguas Superficiales	lts/seg	ND	ND	ND	1.430	1.363	1.423	1.683	1.953	2.017	2.133	1.871	2.000
Aguas Subterráneas	lts/seg	ND	ND	ND	229	219	175	181	285	251	211	184	315
Aguas adquiridas a terceros	lts/seg	ND	ND	ND	0	0	0	150	0	0	0	0	0
Aguas de mar	lts/seg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	lts/seg	0	0	0	1.659	1.582	1.598	2.013	2.238	2.268	2.344	2.054	2.315
REGION METROPOLITANA													
Aguas Superficiales	lts/seg	ND	ND	ND	478	600	537	523	742	903	548	237	275
Aguas Subterráneas	lts/seg	ND	ND	ND	207	194	174	153	162	127	206	177	96
Aguas adquiridas a terceros	lts/seg	ND	ND	ND	0	0	0	32	74	67	35	116	470
Aguas de mar	lts/seg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	lts/seg	0	0	0	685	794	711	708	979	1.097	789	531	841
TOTAL MINERÍA DEL COBRE													
Aguas Superficiales	lts/seg	ND	ND	ND	5.867	5.942	5.908	5.577	6.206	5.463	5.153	4.328	4.794
Aguas Subterráneas	lts/seg	ND	ND	ND	5.749	6.200	6.302	6.430	6.332	6.667	7.122	7.053	5.782
Aguas adquiridas a terceros	lts/seg	ND	ND	ND	763	577	742	1.064	1.077	1.133	1.083	1.069	1.514
Aguas de mar	lts/seg	316	243	713	978	1.287	1.707	2.275	2.446	3.162	3.993	4.062	5.277
TOTAL MINERÍA DEL COBRE	lts/seg	-	-	-	13.357	14.006	14.658	15.347	16.060	16.426	17.351	16.512	17.366



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

Camila Montes P.
Analista de Estrategias y Políticas Públicas

Jorge Cantallopts A.
Director de Estudios y Políticas Públicas

Noviembre/ 2021