

Comisión Chilena del Cobre
Dirección de Estudios y Políticas Públicas

**GESTION DEL RECURSO HÍDRICO Y LA MINERIA EN
CHILE**

**"PROYECCIÓN CONSUMO DE AGUA EN LA MINERÍA DEL
COBRE 2009-2020"**
DE / 09 / 2009

INDICE

PRESENTACIÓN.....	3
I. ANTECEDENTES	4
II. CONSUMO DE AGUA EN LA MINERÍA DEL COBRE.....	6
III. METODOLOGÍA	7
3.1 Información.....	7
3.2 Fórmulas	8
IV. PROYECCIONES DE DEMANDA DE AGUA EN LA MINERÍA DEL COBRE	9
4.1 Proyecciones.....	9
4.1.1 Consideraciones adicionales	9
4.1.2 Resultados.....	11
V. CONSIDERACIONES GENERALES.....	22
ANEXO1	23

GESTION DEL RECURSO HÍDRICO Y LA MINERIA EN CHILE
"Proyección Consumo de Agua en la Minería del Cobre 2009-2020"

PRESENTACIÓN

La Dirección de Estudios y Políticas Públicas de COCHILCO se ha involucrado activamente en la discusión sobre la escasez de agua en el norte de Chile y los impactos que se derivan para el desarrollo minero. En el año 2007, se asumió la Secretaría Ejecutiva de la instancia conocida como "Mesa del Agua" y en ese marco se lideró la elaboración de varios productos que han sido reconocidos por actores de todos los sectores. Entre éstos, vale destacar un informe de derechos, extracciones y tasas unitarias de consumo de agua de la industria minera elaborado por consultores externos, con el aporte de asociaciones gremiales y empresas mineras, y validado por la Dirección General de Aguas. Este informe permitió constatar, entre otras cosas, los importantes logros en materia de eficiencia hídrica que alcanzó la industria del cobre en el período 2000-2006: 28% en concentración y 49% en hidrometalurgia. Sobre esta base, en una publicación posterior de COCHILCO, se describieron buenas prácticas y casos exitosos de gestión hídrica por parte de cinco empresas mineras.

Con una mejor base de información sobre el consumo de agua de la industria minera, nos planteamos como desafío intentar generar una visión prospectiva de lo que puede esperarse sea el consumo de agua en los años venideros. Si bien sabemos que cualquier ejercicio de proyección al futuro es difícil, nos pareció que era relevante acometer el desafío pues, por una parte, sabemos que el recurso hídrico continuará siendo (y cada vez más) un insumo crítico para la industria minera, y por otra, las consecuencias potenciales del cambio climático en la zona norte no hacen más que agudizar la necesidad de realizar una gestión óptima y sustentable del agua.

Para este ejercicio particular, necesariamente debimos descansar en supuestos que sabemos fuertes (ej.: leyes de mineral constantes, coeficientes unitarios de consumo de agua constantes), como también en nuestras propias estimaciones acerca de los años de entrada en operación de proyectos, producciones esperadas y funcionamiento de plantas desalinizadoras para la minería. Todo lo anterior, corresponde a la mejor estimación de los especialistas de COCHILCO sobre la base de información pública disponible, y no compromete por tanto a las empresas del sector.

Sin perjuicio de lo anterior, es nuestro convencimiento que los resultados alcanzados son un aporte para las autoridades públicas y todos quienes se interesen por el desarrollo minero, ya que estos antecedentes de más largo plazo ayudan a la formulación de políticas públicas y a mejorar la toma de decisiones para una gestión eficiente y sustentable del recurso hídrico en el país.

ANA ISABEL ZÚÑIGA

Directora de Estudios y Políticas Públicas

Santiago de Chile, Octubre 2009.

I. ANTECEDENTES

El agua dulce es un recurso natural único y escaso, esencial para la vida y las actividades productivas, y por tanto directamente relacionado con el crecimiento económico.

La disponibilidad de agua dulce en el mundo es limitada, además existe una distribución desigual del recurso en las distintas superficies continentales, dando lugar a zonas de abundancia y zonas de escasez de agua¹. Ejemplo de ello es la zona norte de Chile, que es una de las zonas más secas del planeta, con escasos recursos hídricos superficiales y en la que, además, existe una creciente demanda de agua por parte de las distintas actividades productivas y el consumo humano.

Para la minería, que es y seguirá siendo una de las actividades productivas de mayor importancia en Chile, la disponibilidad y gestión adecuada del agua es clave para su sustentabilidad. Como es sabido, la actividad minera nacional se desarrolla en condiciones particulares, la mayor parte de los yacimientos están emplazados en la zona norte del país, zona que enfrenta una limitada disponibilidad del recurso hídrico, por tanto el agua se ha convertido en un insumo crítico, estratégico y de alto costo. Por tanto, esta situación de disponibilidad limitada del recurso y que además presenta una demanda creciente que compite con otros sectores de la economía, ha motivado al sector minero a seguir aumentando los niveles de eficiencia, a partir de soluciones tecnológicas y a generar nuevos mecanismos para enfrentar los nuevos desafíos en cuanto al abastecimiento del recurso hídrico en el norte del país como, por ejemplo, el uso de nuevas fuentes de agua.

Frente a esta situación de estrechez hídrica en el norte de Chile, se adiciona otro tema crítico a considerar como son los posibles impactos derivados del cambio climático. En particular, dentro de los potenciales impactos de este fenómeno sobre los recursos hídricos en esta zona, hay dos aspectos que destacan, uno derivado del cambio en temperaturas y otro de los cambios en precipitación. El primero dice relación con la reducción del área andina capaz de almacenar nieve entre las estaciones del año. Las crecidas invernales de los ríos con cabecera andina, se verán incrementadas por el consiguiente aumento de las cuencas portantes, y la reserva nival de agua se verá disminuida. En cuanto a las precipitaciones, éstas se incrementarían en primavera y verano en la región altiplánica pero disminuirían desde Antofagasta al sur del país (alrededor de 20-25% de variación negativa). Como consecuencia, aumentaría la aridez en el norte del país².

Estos posibles impactos, y cómo afectarán a los distintos sectores productivos, incluyendo minería están siendo analizados por especialistas a través de distintos

¹ Fuente: http://epa.gov/region01/students/pdfs/ww_intro.pdf, Documento "All the Water in the World".

² Fuente: Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2008-2012, CONAMA.

estudios enmarcados dentro del contexto del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático insertado en la Estrategia Nacional de Cambio Climático.

Este Plan de Acción tiene el objetivo de establecer el nivel de vulnerabilidad de los recursos hídricos frente a escenarios climáticos proyectados a nivel de cuencas, identificando y evaluando los impactos climáticos en los sistemas hídricos seleccionados y definir las opciones que permitan la adaptación del uso de los recursos hídricos al cambio climático.

Para cumplir este propósito, el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático en una de sus líneas de acción indica la necesidad de determinar la disponibilidad futura de agua para consumo humano, minería, agricultura y generación eléctrica, considerando los efectos del cambio climático y sus proyecciones de demanda.

En este contexto, resulta clave elaborar proactivamente una proyección de consumo de agua por parte de la industria minera.

Como punto inicial de esta tarea, cabe destacar que la Mesa Público Privada Nacional de la Gestión del Recurso Hídrico y la Minería en Chile, ha trabajado desde el año 2007 en generar información clave sobre la situación actual de la minería respecto a un insumo tan estratégico como el agua.

Uno de los resultados de la Mesa fue consensuar y validar cifras del consumo de agua de la minería del cobre en el país. Es así como en marzo 2008 se publicó el Informe Técnico "Derechos, extracciones y tasas unitarias de consumo de agua del sector minero regiones centro-norte de Chile", realizado por Proust Consultores para la División de Estudios y Planificación de la DGA.

La información generada en este estudio, sumada a la información disponible en COCHILCO (para efectos de la elaboración de otros estudios), son la base para construir posibles escenarios de proyección de la demanda futura de agua del sector minero en función de proyecciones de producción futura de cobre.

II. CONSUMO DE AGUA EN LA MINERÍA DEL COBRE

El cobre se obtiene a partir de dos tipos de minerales: sulfuros y óxidos o minerales lixiviables. Los minerales sulfurados de cobre se someten a molienda, concentración, fundición y electro-refinación para obtener un cátodo electro-refinado (cátodo ER). Esto se denomina procesamiento pirometalúrgico. La recuperación de cobre a partir de minerales oxidados se hace a través de la vía hidrometalúrgica que incluye los procesos de lixiviación, extracción por solvente y electroobtención (SX-EW).

En la minería del cobre el consumo de agua incluye el uso de agua fresca para reponer las pérdidas producidas en el proceso de producción. El agua se utiliza principalmente en los procesos tradicionales de concentración por flotación, en la fusión y electrorrefinación, y en el proceso hidrometalúrgico en la lixiviación, extracción por solventes y electroobtención.

La industria minera del cobre nacional ha mejorado la eficiencia en el consumo de agua. En términos promedios, el consumo de agua fresca en el proceso de concentración se ha reducido desde 1,1 a 0,79 m³/ton mineral tratado y en el procesamiento por la vía hidrometalúrgica también se ha reducido desde 0,30 a 0,13 m³/ton mineral en el período 2000 al 2006³.

Esta reducción en el consumo de agua por parte del sector minero es reflejo de los esfuerzos realizados por la minería para reducir el consumo de agua fresca en procesos productivos, a través de mejoras operacionales y de una gestión integral.

Tabla 1. Consumos Promedio de Agua en la Minería Nacional por Tipo de Mineral Tratado

Proceso	Consumo Unitario de Agua Fresca	
	Año 2000 ⁽¹⁾ m ³ /ton mineral	Año 2006 ⁽²⁾ m ³ /ton mineral
Concentración	1,1 (0,4-2,30)	0,79 (0,3-2,1)
Hidrometalurgia	0,3 (0,15-0,4)	0,13 (0,08-0,25)

(1) Fuente: Documento "Uso eficiente de aguas en la industria minera y buenas prácticas" APL 2002

(2) Fuente: Estudio "Derechos, extracciones y tasas unitarias de consumo de agua del sector minero, regiones centro-norte de Chile", DGA-Proust Consultores, marzo 2008.

³ Ver Tabla 1.

III. METODOLOGÍA

3.1 Información

Para realizar la estimación de consumo de agua se utilizó la siguiente información:

- Estimación que realiza COCHILCO sobre las proyecciones de producción futura de cobre, tanto de concentrados (proceso de concentración), como de cátodos de cobre SX-EW (proceso hidrometalúrgico), sobre la base de los proyectos categorizados según su certeza, distinguiendo casos en construcción (que se adicionan a la producción base), proyectos probables (estudios avanzados) y posibles (antecedentes de la intención, sin compromiso formal);
- Información disponible en COCHILCO (para efectos de la elaboración de otros estudios) respecto de ley de los minerales y tasas de recuperación de cobre al año 2008, tanto para minerales sulfurados como óxidos, los que son procesados mediante concentración e hidrometalurgia respectivamente, para las distintas faenas mineras productoras de cobre en el país;
- Información sobre los coeficientes al año 2006 de consumo unitario de agua tanto en el proceso de concentración como hidrometalurgia, disponibles en el estudio "Derechos, extracciones y tasas unitarias de consumo de agua del sector minero, regiones centro-norte de Chile" realizado por la Dirección General de Aguas y Proust Consultores en marzo 2008. Complementariamente, se utilizaron coeficientes más actualizados obtenidos de fuentes confiables (i.e. Reportes de Sustentabilidad).

BASES DE CÁLCULO	UNIDADES	
Producción de Cobre	KTMF	Miles de toneladas métricas fino contenido en Concentrados y Cátodos SX-EW
Ley del Mineral:	% CuT	Porcentaje de cobre total en el mineral
Mineral Procesado	TM	Toneladas métricas de mineral a tratar
Recuperación Global	%CuT	Porcentaje de recuperación de cobre del mineral
Consumo Unitario de Agua	m³/TM	Cantidad de agua (fresca, recirculada o total) utilizada para procesar u obtener 1 unidad de materia prima o de producto, según corresponda.
Consumo de Agua	m³	

3.2 Fórmulas

a) **Producción de Cobre = Mineral procesado * Ley del Mineral * % Recuperación**

→ **Mineral Procesado [TM] = $\frac{\text{Producción de Cobre [KTMF]} * 1000}{\text{Ley del Mineral [\%CuT]} * \% \text{ Recuperación [\%CuT]}}$**

b) **Consumo de Agua[m³]=Mineral procesado [TM] * Consumo Unitario Agua [m³/TM]**

En primer lugar, se utilizó la ley del mineral y la recuperación del año 2008 para cada faena minera y por tipo de mineral a procesar (óxido y sulfuros) en todos aquellos casos en los que se contaba con información. Las implicancias de esta consideración metodológica se explican en la sección V del presente documento.

Luego, en base a las proyecciones del 2008 al 2020 de producción de concentrados y cátodos de cobre⁴, se procedió a estimar la cantidad de mineral (sulfuro u óxido) necesaria de procesar para la obtención de los concentrados y cátodos, para cada faena minera y para cada año desde el 2008 al 2020.

Una vez obtenida la cantidad anual de mineral necesaria de tratar para la obtención de los citados productos, se aplicó el coeficiente unitario de consumo de agua correspondiente al respectivo proceso de concentración o hidrometalurgia, obteniéndose así una estimación del consumo de agua fresca para la producción de concentrados y cátodos de cobre.

⁴ Fuente: Estudio: "Inversión en la Minería Chilena del Cobre y del Oro Proyección del período 2009 – 2013", Vicente Pérez, COCHILCO, actualizado a agosto 2009.

IV. PROYECCIONES DE DEMANDA DE AGUA EN LA MINERÍA DEL COBRE

En este capítulo se analizan los resultados obtenidos de las proyecciones del consumo de agua fresca en la minería del cobre para el período 2009-2020, desde la I a la VI Región, incluida la Región Metropolitana.

Para estos efectos, y sobre la base de los antecedentes públicos disponibles, se construye un escenario base de demanda de agua fresca por parte de la minería del cobre que considera la puesta en marcha de las plantas desalinizadoras para abastecer de agua fresca a la producción de El Morro y Escondida.

En relación a Proyecto El Morro, éste presentó en noviembre del 2008 ante el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) que contempla la utilización de agua de mar para la operación y abastecimiento de la minera. El EIA de este proyecto está en etapa de calificación por parte de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).

A su vez, Minera Escondida presentó un EIA para suministro complementario de agua desalinizada, el cual fue aprobado en junio de 2009 por la Comisión Regional del Medio Ambiente (COREMA) de Antofagasta. El proyecto contempla la ampliación de la actual Planta desalinizadora El Coloso que contempla la ampliación de la actual Planta desalinizadora El Coloso, de capacidad de 525 l/s, e incorporar así una capacidad adicional de abastecimiento de 3200 l/s de agua de mar desalinizada. Esta nueva fuente de agua se utilizará complementariamente a las fuentes de agua actuales y a las que se desarrollen en el futuro, con el objetivo de contribuir a la continuidad en el largo plazo de las operaciones de Minera Escondida. La inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto se estima en 3.500 millones de dólares, sin embargo cabe señalar que Minera Escondida ha decidido postergar para el 2010⁵ la decisión acerca de la continuación de este proyecto.

4.1 Proyecciones

4.1.1 Consideraciones adicionales

Cabe señalar que para el análisis de este escenario de estimaciones de la demanda de agua fresca por parte de la minería del cobre en el país:

- No se consideró el agua demandada por la producción de Michilla ni del nuevo proyecto Esperanza, ambos de Antofagasta Minerals, puesto que estas faenas utilizan agua directa de mar en sus procesos.
- En lo referente a las estimaciones de demanda de agua fresca para la producción de concentrados de Escondida:
 - ✓ Se sustrajo el agua abastecida por la Planta Desalinizadora El Coloso. Durante el año 2008 la Planta Coloso suministró 6.301.015 m³/año⁶ de agua desalinizada, lo que representa alrededor de un 38 % de la

⁵ Fuente: Prensa Pública

⁶ Fuente: Reporte de sustentabilidad de minera Escondida 2008

capacidad total de la Planta⁷. Así para estimar cual sería el volumen de agua desalada abastecida por Coloso y que debería por tanto ser sustraída de la proyección de consumo, se usó el supuesto que en el año 2009 la planta operaría a un 80% del total de su capacidad, y a partir del año 2010 en su total capacidad.

- ✓ Puesto que se estima que la producción de concentrados en Escondida con sus operaciones Escondida y Escondida Fase V se iría incrementando hacia el año 2020, se decidió sustraer de los cálculos de demanda de agua para estas operaciones, además del agua abastecida por la actual Planta desalinizadora Coloso, el suministro de agua fresca proveniente de la nueva planta desalinizadora de capacidad de 3.200 l/s que Minera Escondida ha considerado construir⁸.

Basados en el supuesto que Minera Escondida tomara la decisión de construir la planta desalinizadora en el año 2010 y que la construcción se lleve a cabo entre el año 2011 y 2015⁹, la planta podría entrar en operación el año 2016. Para efectos de cálculo se realizó el supuesto que la nueva planta desalinizadora de Escondida entraría en operación el año 2016 a un 20% de su capacidad, al año 2017 con 40% de su capacidad, al año 2018 con un 80% de su capacidad y a partir del año 2019 a 100% de su capacidad. Este suministro de agua fresca de la nueva planta desalinizadora sería complementario a las actuales fuentes de agua fresca de Escondida.

Cabe señalar al respecto, que en el año 2018 se estima que la nueva planta desalinizadora proveería completamente las necesidades de agua para la producción de concentrados, por tanto, el agua restante una vez abastecida el agua requerida para la producción de concentrados, se ha sustraído a la demanda de agua de la producción de cátodos de Escondida.

Sin perjuicio de ello, se debe hacer presente que estos supuestos sobre el uso y distribución de agua desalinizada ameritan ser validados por la empresa.

- Otra consideración fundamental en el análisis del escenario propuesto es la exclusión de la demanda de agua por parte del proyecto El Morro, que se ubica en la III Región del país y que entra en operación el año 2014. El abastecimiento total de agua fresca para la producción de concentrados en esta operación será suministrado por una planta desalinizadora¹⁰. A la fecha

⁷ La capacidad de producción de agua desalinizada de Planta Coloso es de 525 l/s lo que equivale a 16.556.400 m³ al año.

⁸ Fuente: Estudio de Impacto Ambiental para suministro complementario de agua desalinizada. Aprobado en junio 2009 por la COREMA de Antofagasta.

⁹ Según expertos la construcción de una planta desalinizadora toma alrededor de 4 años.

¹⁰ Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Proyecto el Morro, año 2008.

de realizar este trabajo, el proyecto El Morro presentó un EIA que contempla la instalación de una planta desalinizadora que abastecerá toda el agua fresca necesaria para su producción¹¹. Esto requerirá de una gran obra de ingeniería que transportará agua desde la planta desalinizadora que se ubicará en Punta Totoral, hasta 4.000 metros sobre nivel del mar, con un caudal de 650 l/s.

Tomando en cuenta las consideraciones antes expuestas a continuación se analizan los resultados de las proyecciones del consumo de agua en la minería del cobre para el período 2009-2020, desde la I a la VI Región incluida la Región Metropolitana excluyendo el consumo de agua fresca por parte de El Morro, Michilla, Esperanza y considerando el agua abastecida por la planta desalinizadora El Coloso y su nueva ampliación.

4.1.2 Resultados

En primer lugar se presentan las demandas estimadas de agua en millones de m³ para la producción de concentrados de cobre y para la producción de cátodos SX-EW respectivamente, agrupados por región. Luego, se estima para cada región, la demanda de agua fresca para la producción total de cobre en el país, es decir, para la producción de concentrados más la de cátodos.

A continuación, en la siguiente Tabla se presenta la estimación de la demanda de agua fresca para la producción de concentrados de cobre en el país, agrupado por regiones.

Tabla 2. Proyección de Demanda de Agua para la Producción de Concentrados de Cobre en Chile. Período 2009-2020.

REGIÓN	PROYECCIÓN DEMANDA AGUA PARA LA PRODUCCION DE CONCENTRADOS DE COBRE EN CHILE (millones de m ³)											
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
I	38,6	41,6	42,5	37,5	44,7	46,3	49,4	63,9	73,4	80,3	82,6	79,5
II	90,5	100,2	96,7	91,9	86,6	81,7	121,5	120,9	110,2	80,9	79,7	77,3
III	37,3	33,6	29,5	8,4	17,1	43,3	60,4	83,9	84,7	83,5	81,2	82,1
IV	17,8	33,3	41,6	43,8	43,3	42,7	41,9	41,9	41,9	41,9	41,2	41,2
V	27,9	30,5	35,5	37,9	37,3	34,1	55,2	83,6	86,1	99,0	109,1	103,1
VI	65,0	67,0	67,9	73,6	74,6	73,8	71,4	67,1	62,5	63,8	64,2	65,7
Metropolitana	21,4	19,6	19,6	21,1	35,3	38,2	41,1	41,0	41,0	38,8	38,8	38,8
Varios	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3
TOTAL	311,8	339,2	346,6	327,6	352,1	373,3	454,1	515,6	513,1	501,6	510,1	501,1

Fuente: Elaboración COCHILCO

En esta Tabla se observa que en general a nivel nacional al año 2017, los mayores demandas de agua fresca estimados para la producción de concentrados de cobre son en la II Región. A partir del año 2018 las cifras señalan que la V Región liderará el consumo de agua hasta el año 2020, seguida por la III, II y I Región.

¹¹ Este EIA está en etapa de calificación por parte de la COREMA de la III Región.

La II Región congrega la mayor producción de concentrados de cobre en el país, situación que se mantiene hasta el año 2020.

Se estima que Minera Escondida liderará la producción de concentrados en la II Región con sus operaciones de Escondida y Escondida Fase V (que se asume entraría en operación el 2015). Es así como sería el mayor consumidor de agua en esta Región hasta el año 2016. Cabe señalar que en la estimación de la demanda de agua fresca por parte de Minera Escondida para su producción de concentrados, se sustrajo lo abastecido por la Planta Desalinizadora El Coloso y la de su ampliación. A su vez, se estima que el segundo productor de concentrados y consumidor de agua fresca en la II Región hasta el año 2018 sería Chuquicamata, siendo Sulfuros RT el tercer productor y demandante de agua fresca en la región hasta el año 2018.

Igualmente se puede observar en la II Región 2 períodos claros, el primero de 2010 al 2014 en el que hay una reducción gradual en la demanda de agua fresca año a año para la producción de concentrados de cobre. Esta caída en la demanda estimada de agua fresca se explica principalmente por la proyección de una producción decreciente de concentrados en ese período por parte de Escondida y Chuquicamata, así como también a que se estima que Planta Coloso estará operando a su capacidad total de producción de agua desalinizada a partir del año 2010. El año 2015 nuestra proyección asume que entrarían en operación además de las faenas anteriores proyectos como Escondida Fase V, Minera A. Hales y Sierra Gorda.

El otro período destacable es el 2016 al 2020 en el que se evidencia igualmente que en período anterior, una decreciente demanda de agua fresca al año 2020 en la II Región. Esta disminución en la demanda de agua se debería fundamentalmente a la entrada en operación de la nueva planta desalinizadora de Escondida a partir del año 2016.

Cabe señalar que en la II Región se encuentra otro significativo proyecto como es Esperanza, pero su demanda no fue considerada para el cálculo de las estimaciones de demanda de agua fresca, debido a que es de conocimiento público que Esperanza usará agua directa de mar en sus procesos productivos.

Para el caso de la III Región, se estima que Candelaria sería el mayor productor de concentrados hasta el 2013, sin embargo Salvador que es el segundo productor de concentrados hasta el año 2011¹², sería el mayor demandante de agua fresca en la Región hasta ese año.

Cabe destacar que Minera Candelaria cuenta con un sistema eficiente de manejo del recurso hídrico que le ha permitido alcanzar un altísimo grado de eficiencia en el consumo de agua fresca en el proceso de concentración¹³.

¹² Se estima que el cierre de Salvador será el año 2011.

¹³ Con una tasa de 0,31 m³/ton mineral tratado de agua fresca en el año 2008. Fuente: Minera Candelaria

En la Tabla 1, se puede observar que en la III región entre el año 2009 al 2012 hay una disminución gradual en la demanda de agua fresca para la producción de concentrados. Esta caída en el consumo de agua fresca se basa principalmente en la estimación de una menor proyección de producción de concentrados por parte de Candelaria, Salvador, y Ojos del Salado, en consecuencia se requeriría un menor consumo de agua fresca. En lo referente al año 2012 específicamente, nuestras proyecciones indican que la fuerte reducción en la demanda de agua se debería fundamentalmente al cierre de Salvador así como (en menor medida) debido al cese de producción de Minera Ojos del Salado, que se asume serían el año 2011.

Un aspecto relevante que destaca analizando los datos de la III Región, es el incremento en la demanda de agua fresca a partir del año 2013 hasta el 2020. Esto se debería fundamentalmente a la puesta en marcha del proyecto Cerro Casale el año 2015 y a que Caserones (que se asume entraría en operación el año 2013) podría estar operando a plena capacidad también a partir del 2014¹⁴.

En relación a la I Región, las cifras muestran que la demanda de agua fresca es gradualmente creciente año a año, esto se debería esencialmente a la estimación de una producción creciente de concentrados por parte de Collahuasi y su Ampliación Fase I, Ampliación Fase II (que puede entrar en operación a partir del 2015) y Quebrada Blanca Hipógeno (que podría operar a partir del 2017).

Se puede a su vez observar en esta Región que en el año 2016 hay un incremento importante respecto al año anterior en la demanda de agua, esto se debe principalmente a que la Ampliación Fase II de Collahuasi podría estar operando con una importante producción de concentrados.

En relación a la IV Región, nuestras estimaciones indican que el mayor productor de concentrados de cobre al año 2020 sería Minera Los Pelambres que a su vez sería el mayor demandante de agua en la Región hasta ese año. Cabe destacar al respecto, que Minera Los Pelambres opera con una de las tasas más bajas a nivel nacional de consumo unitario de agua fresca en la planta concentradora¹⁵.

Se puede observar también en la IV Región que se proyecta un paulatino aumento en la demanda de agua fresca para la producción de concentrados, lo cual se explica principalmente por las estimaciones de un progresivo aumento en la producción de concentrados de cobre año a año, por parte de Pelambres, Talcuna/Tugal y a que podría entrar en operación proyectos como Andacollo Sulfuros en el año 2010 y Ampliación de Pelambres el año 2011.

¹⁴ Cabe señalar al respecto que Cerro Casale y Caserones son proyectos de baja ley por tanto, requieren tratar una mayor cantidad de mineral para la obtención de una misma cantidad de cobre comparado con operaciones de mayor ley del mineral.

¹⁵ Con una tasa de consumo unitario de agua fresca de 0,39 m³/tonelada de mineral tratado.
Fuente: Minera Los Pelambres

En cuanto a la V Región, nuestras proyecciones señalan que el mayor productor de concentrados de cobre y mayor demandante de agua fresca al año 2015 sería Andina con sus operaciones Andina Rajo, Expansión Fase I (que podría entrar en operación a partir del año 2010) y Expansión Fase II (que puede entrar en operación a partir del año 2015). Se estima que el evidente incremento en el consumo de agua fresca a partir del año 2015 al 2020 en la V Región se debería a la posible entrada en operación de Expansión Fase II de Andina ese año.

Las proyecciones indican que la Región Metropolitana también incrementaría la demanda de agua al año 2020 fundamentalmente por la estimación de producción de concentrados de Minería Los Bronces y la posible entrada en operación de la Ampliación Los Bronces el año 2012.

En relación a la VI Región, se puede observar 2 períodos claros, el primero de 2009 al 2014 en el que hay un aumento gradual en la demanda de agua fresca año a año para la producción de concentrados de cobre. Este incremento en la demanda estimada de agua fresca se explicaría principalmente por la proyección de una mayor producción de concentrados de El Teniente y por tanto mayor demanda de agua en ese período. El otro período destacable es a partir del 2015 al 2020 y a diferencia del período anterior, se proyecta habría una gradual reducción en la demanda de agua. Esta disminución se debería fundamentalmente a las estimaciones de una menor producción de concentrados en esa Región.

En síntesis, si analizamos las cifras de la demanda de agua necesaria para la producción de concentrados de cobre en el país, se estima que al año 2020 la demanda de agua crecería en todas las Regiones del país, a excepción de la II Región donde la demanda cae respecto a la demanda de agua actual, y la VI Región en que la demanda de agua se mantendría al mismo nivel de la demanda actual.

A nivel nacional, en el período 2009-2020 se proyecta que el consumo total de agua para la producción de concentrados aumentaría en más de 189,3 millones de m³ respecto al consumo actual, lo que significaría un incremento del 60,7%.

Respecto a la caída en la demanda de agua en la II Región en el período 2009-2020, ésta se debería fundamentalmente a la estimación de que la Planta desalinizadora Coloso y su ampliación estarían operando a su total capacidad al año 2020.

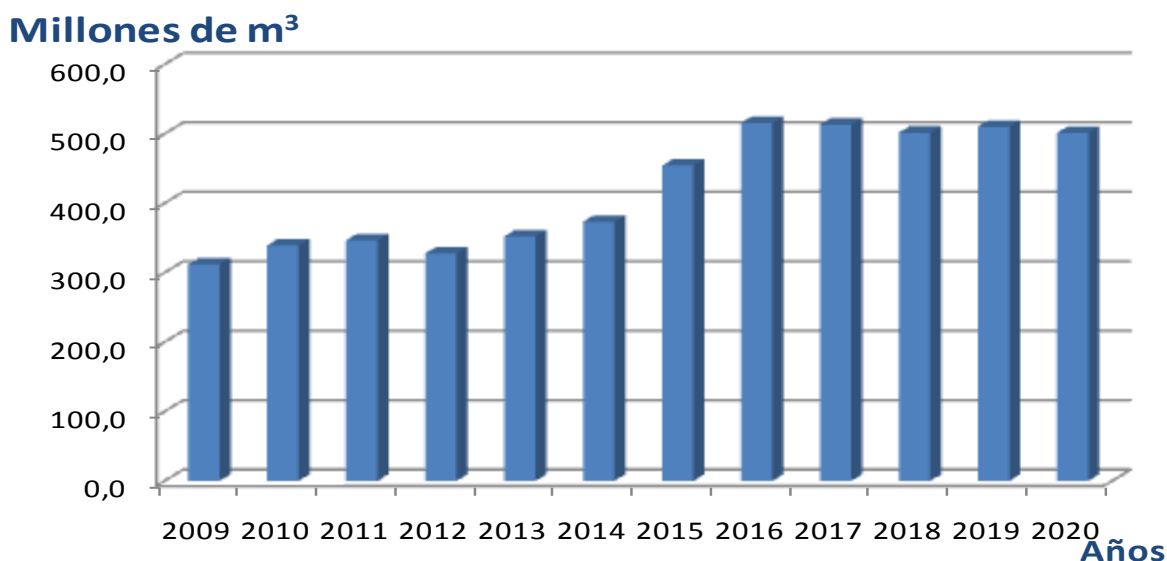
El mayor incremento en la demanda de agua en el período 2009-2020 para producir concentrados, sería en la V Región con 75,2 millones de m³ más de agua fresca respecto a la demanda actual, lo que equivale a un aumento del 269,5%. Este relevante incremento se explica por la entrada en operación de Andina Fase II según se explicó anteriormente.

La otra Región que se estima tendría un considerable aumento respecto a la demanda de agua fresca actual, es la III Región. Al año 2020 tendrá un consumo

de agua de 44,8 millones de m³ más que en el año 2009, es decir habrá un aumento del 120%. Esto se debería principalmente a que en la III Región el año 2015, además de Candelaria, podrían estar en operación proyectos importantes como Cerro Casale y Caserones.

En el gráfico que se presenta a continuación, se puede observar las estimaciones de demanda de agua para la producción total de concentrados en el país desde el año 2009 hasta el año 2020. La tendencia es que habría un gradual incremento en la demanda de agua fresca año a año por parte de la industria minera para la producción de concentrados de cobre. La excepción en esta tendencia es en el año 2012, explicada por cierres de operaciones en la III Región. También destaca que en año 2015 y el año 2016 hay un salto significativo en el crecimiento de la demanda de agua explicada por la posible entrada en operación de proyectos detallados anteriormente. Producidos estos saltos, la tendencia es más bien estable en los años siguientes.

Gráfico 1. Proyección de Demanda de Agua para la Producción de Concentrados de Cobre en Chile Período 2009-2020.



Fuente: Elaboración COCHILCO

A continuación, en la Tabla 3, se muestra la estimación de la demanda de agua fresca por Región para la producción de cátodos de cobre electroobtenidos en el país.

Como se puede observar en esta Tabla, en relación a la demanda de agua fresca para la producción cátodos de cobre SX-EW, se estima que los mayores requerimientos de agua a nivel nacional al año 2020 serían por lejos en la II Región.

Tabla 3. Proyección de Consumo de Agua para la Producción de Cátodos SX-EW en Chile Período 2009-2020.

REGIÓN	PROYECCIÓN DEMANDA AGUA PARA LA PRODUCCION DE SX DE COBRE EN CHILE (millones de m ³)											
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
I	5,5	5,8	5,8	5,5	5,5	5,7	5,7	5,5	5,0	4,3	4,3	4,2
II	47,9	48,9	47,2	50,1	49,5	48,2	46,5	45,7	44,6	29,8	28,8	28,3
III	4,5	5,7	5,4	3,9	5,8	5,6	5,4	5,6	4,8	4,7	4,1	2,4
IV	0,8	0,5	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
V	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,7	1,7	1,7	1,4	1,5
Metropolitana	2,9	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Varios	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
TOTAL	62,0	63,6	61,4	62,5	64,1	62,7	60,8	60,6	59,1	43,6	41,8	39,5

Fuente: Elaboración COCHILCO

La II Región concentra el mayor número de faenas y proyectos mineros que producen cátodos de cobre por la vía hidrometalúrgica en el país, situación que según nuestras proyecciones se mantendría al año 2020.

Como se muestra en Tabla 3, hasta el año 2017 en la II Región la demanda de agua fresca, en líneas generales, se mantendría constante respecto al nivel de demanda de agua actual.

Se estima que el mayor productor de cátodos de cobre en la II Región hasta el año 2014 sería Codelco Norte con la producción de sus operaciones Mina Sur de Chuquicamata y Radomiro Tomic, seguido por Escondida con sus operaciones Lixiviación de Sulfuros y Escondida Pilas. La operación Radomiro Tomic es la que lideraría la demanda de agua en la Región para ese período seguido por la operación de Escondida Lixiviación de Sulfuros. Cabe señalar que esta última operación, trata mineral de baja ley y de baja recuperación por tanto es mayor la cantidad de mineral a tratar para la obtención del metal y consiguientemente mayor el volumen de agua necesaria para la obtención de cátodos de cobre.

Otro período que se puede distinguir en la II Región es a partir del año 2018 hasta el año 2020. Se proyecta que en estos años el volumen de agua fresca requerido para la producción de cátodos se mantendría constante y sería considerablemente menor respecto al agua demandada en período anterior. Esta disminución se debería fundamentalmente a que se estima que la nueva planta desalinizadora de Escondida podría estar abasteciendo el agua fresca demandada por las operaciones Escondida Pilas y Lixiviación de Sulfuros a partir del año 2018.

Asimismo, esta reducción en la demanda de agua fresca en la II Región para este período también se explicaría debido a que se estima una menor producción de cátodos por parte de Radomiro Tomic y Mina Sur de Chuquicamata al año 2020. También habría que considerar en esta disminución de demanda de agua fresca

que se asume que en el año 2015 cerrarían faenas actuales como El Abra y Mantos Blancos.

Las proyecciones indican que en este período, del año 2018 al año 2020, Escondida sería el mayor productor de cátodos de cobre. Sin embargo, este hecho no tendría mayor impacto en la demanda de agua fresca en la Región debido al abastecimiento alternativo que obtendría de la ampliación de la Planta desalinizadora de Coloso.

Otros actores relevantes en cuanto a producción de cátodos y que se proyecta serían consumidores importantes de agua fresca en la II Región son las operaciones de Gaby, Zaldívar, Spence, la Extensión de Lomas Bayas y también la posible entrada de nuevos proyectos como Franke¹⁶ el año 2010, Franke Ampliación el año 2013 y, El Abra (lixiviación de sulfuros) el año 2011.

En relación a la I Región, se estima que el mayor productor de cátodos de cobre al año 2020 sería Cerro Colorado seguido por Quebrada Blanca. Cerro Colorado sería el mayor demandante de agua fresca en la región hasta el 2020, seguido por Quebrada Blanca hasta el año 2017, año en que se estima cerraría esta operación. A su vez los otros importantes consumidores de agua fresca en la Región son Sagasca SX-EW y Collahuasi.

En la Tabla 3 se muestra que para la I Región en el período 2009 al año 2017 la demanda de agua en líneas generales se mantendría constante y a partir del año 2018 al 2020 la demanda de agua fresca disminuiría para la producción de cátodos. Esta menor demanda se debería principalmente a que se estima que Quebrada Blanca cerraría el año 2017.

Respecto a la III Región, el mayor productor de cátodos de cobre sería Manto Verde hasta el año 2019, año en que se estima cerraría la faena. Consecuentemente Manto Verde lideraría la demanda de agua en la Región hasta el año 2019. A su vez, se estima que los otros actores relevantes, tanto en producción de cátodos como en demanda de agua fresca serían Salvador, Dos Amigos y la posible entrada de nuevos proyectos el año 2013 como Caserones, San Antonio Óxidos.

En Tabla 3, se puede observar que hay un relativo importante aumento en la demanda de agua fresca para la III Región entre el año 2009 y el 2010. Este incremento esencialmente se debería a la estimación de que Salvador aumentaría su producción de cátodos para ese año. Luego las cifras muestran que entre el año 2010 al año 2016 la demanda de agua fresca se mantendría en líneas generales a un nivel constante con excepción del año 2012, en el que se evidencia una reducción en la demanda. Se estima que la menor demanda de

¹⁶ Cabe precisar que Franke se desarrolla en el límite sur de la Región de Antofagasta, razón por la cual su consumo de agua fue imputado a esa región. En una actualización futura de estas proyecciones, esta consideración debiera ser revisada en función de la localización de la fuente de abastecimiento de esta operación.

agua en la Región el año 2012 se debería principalmente al cierre de Salvador el año 2011 y a que en el año 2013 podrían entrar en operación dos actores relevantes tanto en la producción de cátodos como en la demanda de agua fresca como son Caserones y San Antonio Óxidos.

A partir del año 2017 al año 2020, las cifras muestran que habría una progresiva reducción en la demanda de agua fresca para la producción de cátodos en la III Región. Esta caída en el consumo de agua fresca en la Región se debería fundamentalmente a que se estima una menor producción de cátodos por parte de Caserones y Manto Verde. A su vez, cabe considerar que se asume que el cierre de Manto Verde y Diego de Almagro sería el año 2019.

En la IV Región está en operación Minera Andacollo que sería el principal productor de cátodos de cobre SX-EW hasta el 2011 y principal demandante de agua fresca de la Región hasta ese año. Se estima que Andacollo tendría una producción gradualmente decreciente hasta el año 2011. El otro proyecto importante en la IV Región es Tres Valles, que entraría en operación el año 2012. Se estima que Minera Tres Valles sería el mayor productor de cátodos y consecuentemente el mayor demandante de agua fresca de la Región hasta el 2020. El otro actor relevante en la Región sería Planta Delta que podría tener su puesta en marcha a partir del año 2010.

En la V Región la demanda de agua fresca sería fundamentalmente por la operación de los proyectos Planta Catemu, El Soldado y la posible entrada en operación de Andina Lixiviación el año 2016 .

En Tabla 3 se puede observar que hasta el año 2016 en la V Región la demanda de agua fresca se mantendría constante. En el año 2017 se evidencia un relativo importante incremento en la demanda de agua, esto se debería a la estimación de una mayor producción de cátodos por parte de Andina Lixiviación a partir del año 2017.

En relación a la Región Metropolitana, presenta en líneas generales una demanda constante de agua fresca para la producción de cátodos debida básicamente a la proyección constante de producción de cátodos de Minera Los Bronces y de la Ampliación Los Bronces que podría entrar en operación el año 2012.

En el gráfico que se presenta a continuación, se puede observar las estimaciones de consumo de agua para la producción total de cátodos electro obtenidos en el país desde el año 2009 hasta el año 2020. La tendencia que se puede observar en este gráfico es que entre el año 2009 y el año 2017 la demanda de agua sufriría leves variaciones de un año a otro manteniéndose en líneas generales constante al nivel de demanda actual. No obstante, a partir del año 2018 el gráfico muestra que habría un descenso en la demanda de agua fresca al año 2020 por parte la industria minera para la producción de cátodos de cobre. Esto se debería esencialmente a dos factores. Por una parte, al abastecimiento de agua fresca de la nueva planta desalinizadora de Escondida en este período, y

por otra, a que la proyección de producción de cátodos electroobtenidos es decreciente hacia el final de la próxima década.

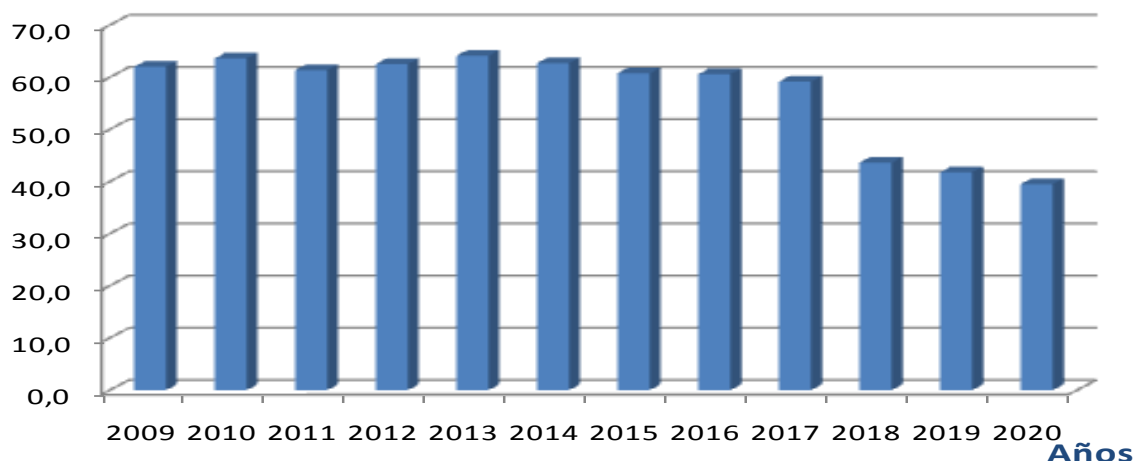
Si analizamos las cifras de demanda de agua necesaria para la producción de cátodos a nivel nacional, en el período 2009-2020 se proyecta que el consumo total de agua disminuiría en más de 22,5 millones de m³ respecto al consumo actual, lo que significaría una disminución del 36,3%.

Cabe destacar además que para este tipo de producto, se estima que al año 2020 el consumo de agua disminuirá en todas las Regiones respecto de la demanda de agua al año 2009, a excepción de la V Región, en que el incremento sería de 1,2 millones me m³ al año 2020 respecto de la demanda actual. En la V Región el incremento en el consumo de agua se debería fundamentalmente a los planes de expansión de producción de cátodos por parte de Andina.

En líneas generales, esta disminución en la demanda de agua fresca para la producción de cátodos en el país al año 2020 se explicaría debido a que se espera una menor disponibilidad futura de recursos lixiviables¹⁷ necesarios para la producción de cátodos SX-EW en el país y por tal se estima habría una menor producción de cátodos al año 2020 respecto al año 2009.

Gráfico 2. Proyección de Consumo de Agua para la Producción de Cátodos SX-EW en Chile Período 2009-2020.

Millones de m³



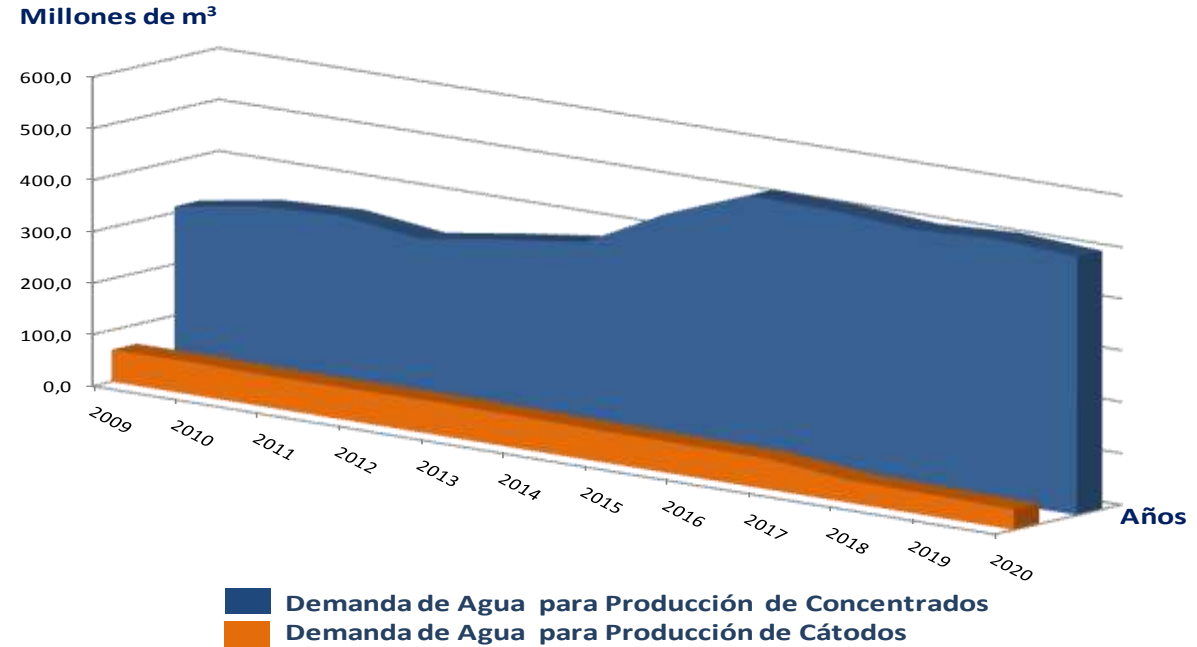
Fuente: Elaboración COCHILCO

Como se puede observar en Gráfico 3 siguiente, comparativamente el volumen de agua consumida para producir cobre a partir de minerales sulfurados es significativamente mayor que aquel requerido para la producción de cobre a partir de minerales lixiviables. Esto se debe fundamentalmente a los dos factores ya señalados. Por una parte, el consumo unitario promedio para producir concentrados (0,79 m³/ton mineral) es alrededor de 6 veces más que el de la

¹⁷ Fuente: Expertos de COCHILCO

línea hidrometalúrgica (0,13 m³/ton mineral), y por otra, las proyecciones de producción de cobre indican que la producción de cobre fino contenido en concentrados es también bastante superior a la de los recursos lixiviables.

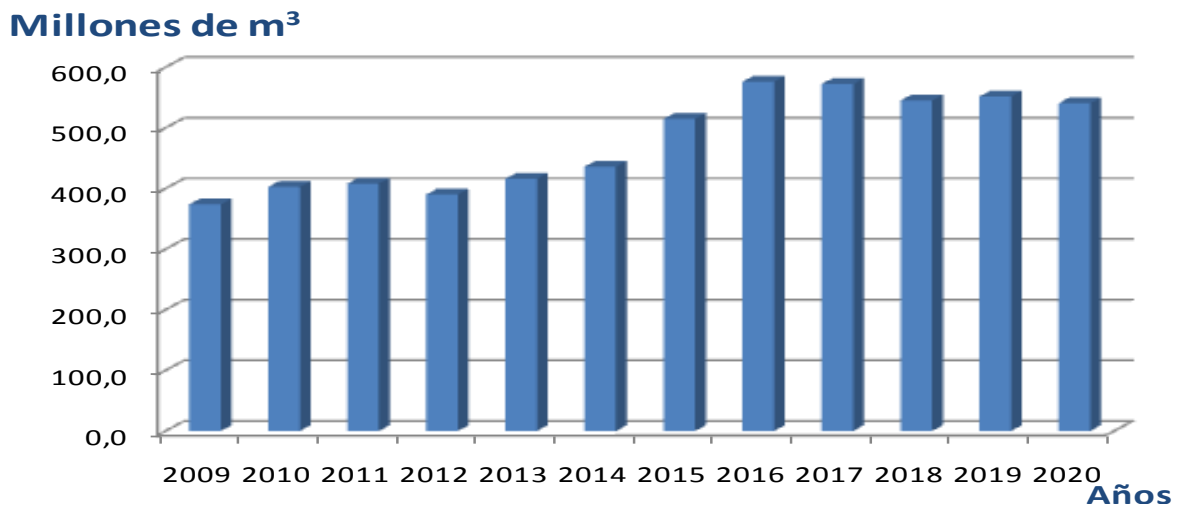
Gráfico 3. Proyección de Demanda de Agua para la Producción de Concentrados y Cátodos SX-EW en Chile Período 2009-2020.



Fuente: Elaboración COCHILCO

Finalmente, las proyecciones de demanda de agua fresca para la producción total de cobre mostradas se presentan en el Gráfico 4. Se evidencia que la tendencia es a un aumento progresivo año a año en la demanda de agua.

Gráfico 4. Proyección de Demanda de Agua para la Producción Total de Cobre en Chile. Período 2009-2020.



Fuente: Elaboración COCHILCO

En términos sintéticos, el Gráfico 4 indica que para el período comprendido entre 2009 a 2014, el consumo de agua fresca de la minería del cobre en Chile se ubicaría en torno a 404,5 millones de m³ (12,8 m³/seg), el año 2015 podría ser considerado como de transición (514,9 millones de m³, 16,3 m³/seg), y durante el período 2016 a 2020 el consumo se ubicaría en torno a 557,2 millones de m³ (17,7 m³/seg).

En la siguiente Tabla, se muestra en detalle la estimación de la demanda de agua fresca por Región para la producción total de cobre en el país.

Tabla 4. Proyección por Región del Consumo de Agua para la Producción Total de Cobre en Chile. Período 2009-2020.

REGIÓN	PROYECCIÓN DEMANDA AGUA PARA LA PRODUCCION TOTAL DE COBRE EN CHILE (millones de m ³)											
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
I	44,0	47,4	48,3	43,0	50,2	51,9	55,0	69,4	78,3	84,7	86,9	83,7
II	138,4	149,1	143,8	142,0	136,1	129,9	168,0	166,6	154,8	110,7	108,6	105,6
III	41,8	39,3	34,8	12,3	22,9	48,9	65,7	89,5	89,5	88,2	85,2	84,5
IV	18,6	33,8	41,9	44,1	43,9	43,3	42,5	42,4	42,4	42,4	41,8	41,8
V	28,2	30,8	35,8	38,2	37,6	34,4	55,5	84,3	87,9	100,7	110,5	104,6
VI	65,0	67,0	67,9	73,6	74,6	73,8	71,4	67,1	62,5	63,8	64,2	65,7
Metropolitana	24,4	22,0	22,0	23,5	37,7	40,6	43,5	43,2	43,2	41,0	41,0	41,0
Varios	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6
TOTAL	373,8	402,8	408,0	390,1	416,2	436,0	514,9	576,1	572,2	545,2	551,9	540,6

Fuente: Elaboración COCHILCO

A modo de comparación, en el año 2009, con una producción de cobre estimada de 5,3 millones de toneladas, la demanda de agua fresca sería de 373,8 millones de m³ lo que equivale a 11,9 m³/s. Para el año 2020 se proyecta una producción de 7,5¹⁸ millones de toneladas de cobre y se estima la demanda de agua fresca en el orden de 540,6 millones de m³ equivalentes a 17,1 m³/s. Es así como la demanda de agua en el año 2020 se situaría en más de 166,8 millones de m³ que el consumo actual, lo que representaría un aumento del 44,6% respecto a la demanda de agua fresca en el año 2009, con un aumento en la producción de cobre en el orden de 41,5% para el mismo período.

¹⁸ Fuente: Vicente Perez, experto de COCHILCO

V. CONSIDERACIONES GENERALES

Las proyecciones presentadas en este informe no toman en cuenta posibles eficiencias en el uso del recurso hídrico (por ejemplo mayor incremento en uso de agua recirculada) que puedan ocurrir a futuro, así como no toma en cuenta el posible desarrollo y/o uso de nuevas fuentes de agua además de la desalinización para cubrir las futuras demandas de consumo de este recurso.

Así, cabe hacer presente que las proyecciones de demanda de agua de la minería del cobre estimadas en este trabajo corresponden a una estimación estática de la situación futura, basada en la situación de consumo de agua actual en la minería del cobre.

Es importante destacar el hecho que la gran minería del cobre en los últimos 5 años ha tenido un gran avance en aumentar la eficiencia en el uso del recurso hídrico, en efecto para el proceso de concentración la eficiencia en el consumo de agua ha aumentado en un 28% pese al incremento de la producción de concentrados de cobre para el mismo período y en el caso de la hidrometalurgia el aumento en la eficiencia en el consumo de agua ha sido de un 49% comparando los mismos períodos¹⁹.

No obstante que esta situación de evidente eficiencia en el consumo de agua en los procesos de concentración e hidrometalurgia por parte de la gran minería del cobre pueda seguir incrementándose, cabe señalar que hay diversas faenas que ya han alcanzado máximos de eficiencia en estos procesos y que difícilmente puedan alcanzar mayores eficiencias. Dentro de los casos exitosos de gestión eficiente del recurso hídrico de faenas mineras es posible mencionar por ejemplo a Minera Candelaria, que cuenta con un sistema eficiente de manejo del recurso hídrico que le permite obtener un reciclaje de agua de alrededor de un 87% del consumo total y tener un consumo unitario de 0,31 m³/s²⁰.

Por último, considerando que la tendencia en las leyes de los minerales tratados y en las recuperaciones del proceso es decreciente en los últimos 10 años, lo que implica que para producir 1 tonelada de cobre fino hoy se requiere extraer y procesar una mayor cantidad de mineral que hace una década, y dado que para este estudio de proyecciones de consumo de agua al año 2020 se tomó la ley del mineral y recuperación constatada para 2008 como constante para los años siguientes, se debe señalar que las estimaciones aquí expuestas son más bien conservadoras a la hora de determinar el mineral necesario a tratar para llegar a las producciones proyectadas lo que está en directa relación con la estimación del consumo de agua correspondiente.

¹⁹ Fuente: Estudio "Derechos, extracciones y tasas unitarias de consumo de agua del sector minero, regiones centro-norte de Chile", DGA-Proust Consultores, marzo 2008.

²⁰ Fuente: Minera Candelaria.

ANEXO1

Consideraciones a la Metodología:

- Se consideró información con la que cuenta COCHILCO (para efectos de otros estudios) sobre la ley del mineral y Recuperación en el año 2008 para cada faena minera y por tipo de mineral a procesar (óxido y sulfuros) a excepción de las siguientes faenas:

- ✓ Zaldívar, Minera A. Hales, Cerro Casale, Diego de Almagro, Caserones, Talcuna/Tugal, Andacollo Sulfuros , Pilar Norte y la producción de Varios;

En estos casos se revisó información bibliográfica (SEIA, memorias anuales, informes de prensa etc.) acerca de la Ley de mineral de la faena, en la mayoría de los casos se encontró Ley para el 2006 y en cuanto a la recuperación, se utilizó la Recuperación promedio para los sulfuros en Chile que corresponde a un 85,92% CuT.

- ✓ Sagasca SX-EW, Manto de la Luna, Iván, Antucoya, Sierra Miranda, Manto Verde, Dos Amigos, Franke, Diego de Almagro, San Antonio óxidos, Tres Valles, Planta Catemu y Varios;

En estos casos se revisó información bibliográfica (SEIA, memorias anuales, informes de prensa etc.) acerca de la Ley de mineral de la faena, en la mayoría de los casos se encontró Ley para el 2008 y en cuanto a la recuperación, se utilizó la Recuperación promedio para los óxidos en Chile que corresponde a un 71,75%CuT.

- En el caso de Andina de CODELCO Chile, COCHILCO contaba con la información de la proyección de ley y recuperación de cobre para el período 2008-2015, por lo tanto basado en las estimaciones de producción de Andina contenidas en el informe de inversiones que realiza COCHILCO se procedió a estimar la cantidad de mineral a tratar por año en el período 2008-2015.

LISTA DE FAENAS INVOLUCRADAS EN EL ESTUDIO

Concentrados

REGIÓN	FAENA	OPERADOR	Estado de operación	TIPO	Consumo Unitario (m3/t)
I	Collahuasi	Doña Inés de Collahuasi	En operación	Concentrados	0,70
I	Ampliación Fase I	Doña Inés de Collahuasi	Nuevo Proyecto	Concentrados	0,70
I	Ampliación Fase II	Doña Inés de Collahuasi	Nuevo Proyecto	Concentrados	0,70
I	Ampliación Fase III	Doña Inés de Collahuasi	Nuevo Proyecto	Concentrados	0,70
I	Quebrada Blanca Hipógeno	Teck	Nuevo Proyecto	Concentrados	0,79
II	Mantos Blancos	Anglo American Chile	En operación	Concentrados	0,63
II	Escondida	BHP Billiton	En operación	Concentrados	0,71
II	Chuquicamata	Codelco Chile	En operación	Concentrados	0,74
II	Escondida Fase V	BHP Billiton	Nuevo Proyecto	Concentrados	0,71
II	Mina A. Hales	Codelco Chile	Nuevo Proyecto	Concentrados	0,79
II	Sulfuros RT	Codelco Chile	Nuevo Proyecto	Concentrados	0,74
II	Sierra Gorda	Quadra Mining	Nuevo Proyecto	Concentrados	0,79
II	El Bronce de Atacama	Atacama Kozan	En operación	Concentrados	0,79
III	Salvador	Codelco Chile	En operación	Concentrados	2,07
III	Candelaria	Freeport Mc Moran	En operación	Concentrados	0,31
III	Ojos del Salado	Freeport Mc Moran	En operación	Concentrados	1,96
III	Cerro Casale	Barrick	Nuevo Proyecto	Concentrados	0,79
III	Diego de Almagro	Cerro Dominador	Nuevo Proyecto	Concentrados	0,79
III	Caserones	Pan Pacific Copper	Nuevo Proyecto	Concentrados	0,79
IV	Los Pelambres	Antofagasta Minerals	En operación	Concentrados	0,39
IV	Ampliación Pelambres	Antofagasta Minerals	Nuevo Proyecto	Concentrados	0,39
IV	Talcuna / Tugal	San Gerónimo	Nuevo Proyecto	Concentrados	0,79
IV	Andacollo Sulfuros	Teck	Nuevo Proyecto	Concentrados	0,79
IV	El Soldado	Anglo American Chile	En operación	Concentrados	0,31
V	Andina	Codelco Chile	En operación	Concentrados	0,97
V	Expansión Andina I	Codelco Chile	Nuevo Proyecto	Concentrados	0,97
V	Expansión Andina II	Codelco Chile	Nuevo Proyecto	Concentrados	0,97
V	Expansión Andina III	Codelco Chile	Nuevo Proyecto	Concentrados	0,97
VI	El Teniente	Codelco Chile	En operación	Concentrados	1,41
VI	Pilar Norte	Codelco Chile	Nuevo Proyecto	Concentrados	1,41
VI	Nuevo Nivel Mina	Codelco Chile	Nuevo Proyecto	Concentrados	1,41
VI	Los Bronces	Anglo	En operación	Concentrados	1,01
Metropolitana	Ampliación Los Bronces	Anglo American Chile	Nuevo Proyecto	Concentrados	1,01
	Varias	Pequeños productores	En operación	Concentrados	0,79

Óxidos

REGIÓN	FAENA	OPERADOR	Estado de operación	TIPO	Consumo Unitario (m3/t)
I	Quebrada Blanca	Teck	En operación	SX-EW	0,13
I	Collahuasi	Doña Inés de Collahuasi	En operación	SX-EW	0,08
I	Expansión de Collahuasi	Doña Inés de Collahuasi	Nv o. Proyecto	SX-EW	0,08
I	Sagasca SxEw	Haldeman	En operación	SX-EW	0,13
I	Cerro Colorado	BHP Billiton	En operación	SX-EW	0,20
II	Santa Bárbara	Anglo American Chile	En operación	SX-EW	0,13
II	Zaldívar	Barrick	En operación	SX-EW	0,13
II	Escondida Pilas	BHP Billiton	En operación	SX-EW	0,12
II	Escondida Lix.Sulfuros	BHP Billiton	En operación	SX-EW	0,08
II	Spence	BHP Billiton	En operación	SX-EW	0,13
II	Codelco Norte Óxidos	Codelco Chile	En operación	SX-EW	0,17
II	El Tesoro	Antofagasta Minerals	En operación	SX-EW	0,26
II	Continuidad Tesoro	Antofagasta Minerals	En operación	SX-EW	0,26
II	Cerro Dominador	Cerro Dominador	En operación	SX-EW	0,13
II	Planta Sta. Margarita	Cerro Dominador	En operación	SX-EW	0,13
II	Taltal	ENAMI	En operación	SX-EW	0,13
II	El Abra	Freeport Mc Moran	En operación	SX-EW	0,11
II	Manto de la Luna	Manto de la Luna	En operación	SX-EW	0,13
II	Ivan	Rayrock	En operación	SX-EW	0,13
II	Lomas Bayas	Xstrata	En operación	SX-EW	0,13
II	Sierra Miranda	Sierra Miranda	En operación	SX-EW	0,13
II	Antucoya	Antofagasta Minerals	Nuevo Proyecto	SX-EW	0,13
II	Continuidad Tesoro	Antofagasta Minerals	Nuevo Proyecto	SX-EW	0,26
II	Gaby	Codelco Chile	Nuevo Proyecto	SX-EW	0,13
II	Expansión Gaby	Codelco Chile	Nuevo Proyecto	SX-EW	0,13
II	El Abra (Lix. Sulfuros)	Freeport Mc Moran	Nuevo Proyecto	SX-EW	0,11
II	Extensión Lomas Bayas	Xstrata	Nuevo Proyecto	SX-EW	0,13
II	Franke	Centenario Copper	Nuevo Proyecto	SX-EW	0,13
II	Franke Ampliación	Centenario Copper	Nuevo Proyecto	SX-EW	0,13

III	Manto Verde	Anglo American Chile	En operación	SX-EW	0,20
III	Dos Amigos	CEMIN	En operación	SX-EW	0,13
III	Salvador	Codelco Chile	En operación	SX-EW	0,25
III	Salado y Vallenar	ENAMI	En operación	SX-EW	0,13
III	Punta del Cobre	Punta del Cobre	En operación	SX-EW	0,13
III	Diego de Almagro	Cerro Dominador	Nuevo Proyecto	SX-EW	0,13
III	San Antonio Óxidos	Codelco Chile	Nuevo Proyecto	SX-EW	0,13
III	Caserones	Pan Pacific Copper	Nuevo Proyecto	SX-EW	0,13
IV	Andacollo	Teck	En operación	SX-EW	0,13
IV	Planta Delta	ENAMI	Nuevo Proyecto	SX-EW	0,13
IV	Tres Valles	Vale	Nuevo Proyecto	SX-EW	0,13
V	El Soldado	Anglo American Chile	En operación	SX-EW	0,19
V	Planta Catemu	CEMIN	En operación	SX-EW	0,13
Metropolitana	Los Bronces	Anglo American Chile	En operación	SX-EW	0,08
----	Varias	Pequeños productores	En operación	SX-EW	0,13

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

Rossana Cristina Brantes Abarca

Directora de Estudios y Políticas Públicas

Ana Isabel Zuñiga

Octubre 2009