



Mercado Chileno del ácido sulfúrico al año 2030

DEPP 27/2021

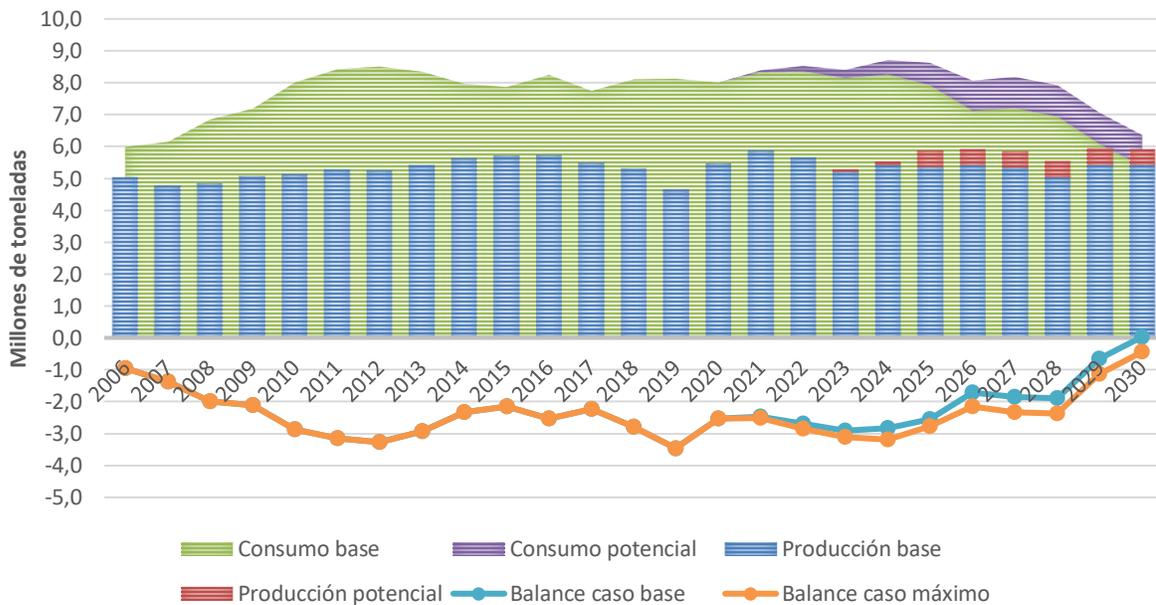
Resumen Ejecutivo

El análisis del balance del mercado del ácido sulfúrico para la próxima década muestra que un potencial cambio de deficitario a excedentario no se daría en la próxima década, rompiendo con lo observado en los últimos 10 años, donde el potencial cambio ocurría entre 2 a 3 años antes del cierre del periodo de análisis. Esto responde, mayormente, a la extensión de la vida útil de faenas hidrometalúrgicas y aumentos de consumo en operaciones actuales debido a factores técnicos. Todo esto se da en un escenario de precios del cobre al alza, lo que ha permitido que los recursos existentes se conviertan en reservas económicamente extraíbles para las diversas compañías mineras en el país.

Existen dos puntos de inflexión en el balance. El primero en el año 2026, como resultado de la caída fuerte de consumo, con una producción de ácido en alza debido a la entrada en operación en 2025 de Nueva Paipote. La caída del consumo, de alrededor de 570 mil toneladas respecto a 2025, es producto del cierre de la línea de óxidos de Chuquicamata, Spence y el proyecto Delirio, esto sumado a algunas caídas de consumo provenientes de Escondida.

El siguiente punto de inflexión se observa en 2028, donde luego de un aumento del déficit de ácido, este se reduce fuertemente a partir de este año. Este ocurre por cambios en el consumo y por una recuperación fuerte de la producción después de 2028. Los principales consumos que desaparecen son por el cierre de Pampa Camarones, de la Planta San José de Pucobre y de los consumos de San Gerónimo, todo esto sumado a algunas reducciones importantes en los consumos de faenas importantes como Antucoya, Zaldívar, Radomiro Tomic y Lomas Bayas.

Figura 1: Balance del mercado nacional de ácido sulfúrico, histórico y futuro.



Fuente: Elaborado en COCHILCO, 2021



Respecto al comportamiento del precio del ácido sulfúrico, en lo que va de 2021 se han observado algunas dificultades operacionales en las fundiciones chinas, principales proveedores del insumo, lo que podría presionar al alza el precio del ácido por lo menos para los próximos 2 años. Es así como, con los antecedentes recopilados a la fecha, se espera que el precio promedio 2021 cierre con valores cercanos a los 105 – 108 US\$/ton CIF, pero a largo plazo, el precio debería ajustarse levemente a la baja con valores promedio en torno a los 90 – 95 US\$/ton CIF promedio hacia el 2025 debido a que la demanda interna bordearía los 8,6 Mton de ácido, casi 200 mil toneladas más de lo que se espera sea demandado en 2021.



Índice

Resumen Ejecutivo.....	I
Índice de figuras.....	IV
Índice de tablas.....	IV
Introducción	6
1. El mercado chileno del ácido sulfúrico	8
1.1. Comportamiento del mercado nacional en el período 2011 - 2020.....	8
1.2. Producción y consumo de ácido sulfúrico en el año 2020	8
1.3. Tasas de producción y consumo de ácido sulfúrico.....	10
1.3.1. Tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico en las fundiciones de cobre.....	10
1.3.2. Tasa de consumo unitario de H ₂ SO ₄ en lixiviación por tonelada de cobre SxEw	11
1.4. Comercio exterior chileno de ácido sulfúrico, periodo 2011 - 2020.....	14
1.4.1. Importaciones de ácido sulfúrico al año 2020	14
1.4.2. Exportaciones de ácido sulfúrico al año 2020	17
2. Proyección del mercado del ácido sulfúrico en Chile, 2021 – 2030	20
2.1. Comportamiento del consumo de ácido sulfúrico (2021 – 2030)	20
2.2. Comportamiento de la producción de ácido sulfúrico (2021 - 2030)	22
2.3. Balance del mercado chileno del ácido sulfúrico al año 2030.....	24
2.3.1. Análisis nacional del mercado del ácido sulfúrico	25
2.3.2. Análisis regional del mercado del ácido sulfúrico	26
3. Comentarios finales.....	31
Anexos.....	34
A1: Metodología	34
A1.1. Cobertura	34
A1.2. Criterio de segmentación.....	34
A1.2.1. Según su nivel de certeza	34
A1.2.2. Según el desarrollo cronológico	36
A1.3. Caracterización de las empresas productoras y/o consumidoras de ácido sulfúrico.....	36
A2: Principales productores y consumidores de ácido sulfúrico en Chile.....	37
A2.1. Principales productores y consumidores de ácido sulfúrico en Chile	37



A2.1.1. Plantas de producción de ácido sulfúrico	37
A2.1.2. Principales operaciones y proyectos consumidores de ácido sulfúrico	38
A3: Unidades de medida y abreviaciones	39

Índice de figuras

Figura 1: Balance del mercado nacional de ácido sulfúrico, histórico y futuro.....	1
Figura 2: Producción cátodos SxEw, tasa de cons. de ácido y ley de óxidos promedio, 2011 – 2020.....	11
Figura 3: Relación entre la producción de cátodos SxEw y la tasa de consumo de H2SO4, año 2020. ...	12
Figura 4. Distribución de las faenas de gran minería privada y estatal respecto tasas de consumo	13
Figura 5. Distribución de las faenas de mediana minería privada y estatal respecto tasas de consumo	14
Figura 6: Evolución de las importaciones de ácido sulfúrico, periodo 2011 – 2020.....	15
Figura 7: Valor unitario del ácido sulfúrico CIF (US\$/ton) versus volumen de importaciones	16
Figura 8: Volumen y distribución de las importaciones de H2SO4 según país de origen, 2011 – 2021 ..	17
Figura 9: Evolución de las exportaciones de ácido sulfúrico, periodo 2011 – 2021*	18
Figura 10: Consumo de ácido sulfúrico base y potencial proyectado hacia el 2030	21
Figura 11: Consumo de H2SO4 en minería del cobre vs producción de cátodos SxEw, 2021 – 2030	22
Figura 12: Composición histórica y proyectada del origen de la producción de H2SO4 en Chile	23
Figura 13: Producción base y potencial proyectada a 2030.....	23
Figura 14: Balances del mercado chileno del ácido sulfúrico 2021 – 2030.....	25
Figura 15: Balance nacional y regional del mercado chileno del H2SO4, 2021 - 2030, caso potencial ...	28

Índice de tablas

Tabla 1: Evolución del mercado chileno del ácido sulfúrico, 2011 - 2020 (miles de toneladas)	8
Tabla 2: Distribución de la producción y consumo de ácido en el año 2020 y variación año anterior	9
Tabla 3: Tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico por tonelada de cobre fundido 2011 – 2020 ..	10
Tabla 4. Tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico por tonelada de cobre en conc. procesado en fundición 2020	11
Tabla 5: Balance del mercado del ácido sulfúrico en Chile (2021 – 2030).....	24
Tabla 6: Balances regionales del mercado del H2SO4 en Chile, en miles de toneladas (2021 – 2030) ...	27
Tabla 7: Principales empresas productoras de ácido sulfúrico en Chile	37
Tabla 8: Principales operaciones consumidoras de ácido sulfúrico en Chile	38



Introducción



Introducción

La necesidad de contar con información actualizada que permita comprender los fundamentos y el comportamiento actual y proyectado del mercado chileno del ácido sulfúrico, especialmente para las fundiciones de cobre que lo producen y las operaciones de lixiviación de minerales oxidados y sulfuros lixiviables que lo consumen, permitió iniciar esta línea de trabajo en COCHILCO hace casi una década.

El presente informe corresponde a una actualización del informe anual del mercado del ácido sulfúrico a través del instrumento denominado “Encuesta de ácido sulfúrico 2021 y proyección hacia el 2030”, que considera información real hasta 2020 y proyectando el balance entre oferta y demanda hasta el año 2030.

Este informe se divide en tres secciones. La primera considera una revisión de los antecedentes del mercado del ácido sulfúrico en Chile recopilados a través de la encuesta de producción y consumo de ácido sulfúrico 2020, en lo que respecta a revisar el comportamiento del último decenio de la producción, consumo y comercio exterior, con énfasis en el comportamiento del último año calendario que para efectos de este trabajo es 2020. En este mismo contexto se revisa el comportamiento del precio del insumo en el último periodo, previo a la publicación de este trabajo, que para este caso corresponde a información actualizada hasta octubre de 2021.

La segunda sección es un análisis de las proyecciones de oferta y demanda del insumo para el periodo comprendido entre los años 2021 y 2030, y sus respectivos balances de mercado tanto a nivel nacional y regional. Este análisis se realiza en base a escenarios de corto, mediano y largo plazo.

Finalmente, como tercera sección, se presentan las principales conclusiones de este trabajo.



Capítulo 1:

El mercado chileno del ácido sulfúrico



1. El mercado chileno del ácido sulfúrico

Este capítulo presenta una actualización de la información sobre el mercado del ácido sulfúrico, resultado de la data obtenida en la “Encuesta de Producción y Consumo de Ácido Sulfúrico” para el año 2020, permitiendo caracterizar el mercado del ácido sulfúrico en Chile, tanto en la actualidad como en los últimos diez años.

1.1. Comportamiento del mercado nacional en el período 2011 - 2020

La producción de ácido sulfúrico en Chile durante 2020, alcanzó las 5,47 millones de toneladas, un crecimiento de 17,5% con respecto a lo declarado en 2019, rompiendo la racha de disminución de producción nacional observada desde 2016, donde Chile alcanzó el peak productivo de los últimos 20 años (Tabla 1). Por otra parte, se registra una disminución de 28,5% respecto a 2019 en las importaciones, tendencia que se mantendrá por lo menos por los próximos 10 años, como se observará más adelante.

Tabla 1: Evolución del mercado chileno del ácido sulfúrico, 2011 - 2020 (miles de toneladas)

ÍTEM	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Producción	5.272,3	5.242,0	5.415,6	5.635,2	5.709,7	5.721,4	5.497,8	5.303,2	4.653,4	5.465,7
(+) Importaciones	3.164,0	3.211,5	2.834,3	2.246,9	2.180,7	1.727,2	2.046,5	2.993,2	3.427,4	2.450,8
(-) Exportaciones	-62,6	-15,0	-52,3	-17,3	-54,4	-72,2	-14,9	-14,6	-3,2	-48,2
CONSUMO APARENTE	8.373,7	8.438,4	8.197,6	7.864,8	7.836,1	7.376,4	7.529,4	8.281,8	8.077,6	7.868,3

Fuente: "Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Minerales 2001-2020", Cochilco 2021

La relación entre el ácido sulfúrico y la producción de cobre se observa en dos áreas: cátodos SxEw, importante demandante de ácido sulfúrico; y concentrados de cobre tratados en fundiciones nacionales, que genera una “producción obligada” de ácido sulfúrico.

Respecto de la producción SxEw, si bien ésta ha tenido un fuerte declive, el consumo de ácido ha seguido estable debido a factores operacionales de las faenas hidrometalúrgicas que inciden en tasas de consumo mayores aunque la producción decaiga, tal como se verá más adelante en este trabajo. En el caso de la producción de ácido, aunque la producción de cobre en fundición ha caído casi un 21% en los últimos diez años, la producción de ácido sulfúrico ha tenido vaivenes, pero en promedio se observa un crecimiento de un 3,7% en la década. Esto responde más bien a la calidad de los concentrados y a las mejoras implementadas a los complejos FURE por el DS28, más que al volumen de concentrados procesados en fundiciones.

1.2. Producción y consumo de ácido sulfúrico en el año 2020

La encuesta 2020 de “Consumo y Producción de Ácido Sulfúrico”, recopilada por Cochilco, muestra una caída de 1,2% en el consumo de total de ácido sulfúrico en Chile, donde la regiones de Coquimbo



y Atacama registran las disminuciones más importantes (25,6% y 17,8%, respectivamente), particularmente por algunas bajas de consumo relacionadas a menores producciones por parte de operaciones como Carmen de Andacollo y Tres Valles en Coquimbo; y Mantoverde, Caserones, Pucobre y Planta Vallenar de ENAMI, en el caso de Atacama.

Por el lado de los crecimiento del consumo, O'Higgins, Arica y Parinacota y Valparaíso muestran los mayores aumentos (142,1%, 29,3% y 9,1%, respectivamente), relacionados a aumentos de consumo en El Teniente, Pampa Camarones y Cerro Negro, respectivamente.

Por el lado de la oferta, la producción nacional aumentó 17,5% con respecto a 2019, influenciada por las fundiciones estatales ubicadas en Atacama, O'Higgins y Antofagasta, respectivamente, quienes son responsables del 57,7% de la oferta y sigue dominada por las empresas estatales de minería del cobre con un 51% de participación.

Tabla 2: Distribución de la producción y consumo de ácido en el año 2020 y variación año anterior

DISTRIBUCIÓN	PRODUCCIÓN			CONSUMO			DÉFICIT O EXCEDENTE
	Miles de ton	Variación 2020/2019	Part.	Miles de ton	Variación 2020/2019	Part.	Miles de ton
TOTAL NACIONAL	5.466	17,5%	100%	8.012	-1,2%	100%	-2.546
Regional							
Arica y Parinacota	--	--	--	133	29,3%	1,7%	-133
Tarapacá	--	--	--	344	-5,5%	4,3%	-344
Antofagasta	2.547	15,0%	46,6%	6.321	0,4%	78,9%	-3.774
Atacama	758	43,9%	13,9%	739	-17,8%	9,2%	19
Coquimbo	--	--	--	83	-25,6%	1,0%	-83
Valparaíso	821	3,8%	15,0%	108	9,1%	1,3%	714
Metropolitana	70	--	1,3%	119	3,0%	1,5%	-49
O'Higgins	1.269	20,8%	23,2%	36	142,1%	0,4%	1.233
Sur (resto)	--	--	--	110	--	1,4%	-110
Por origen o destino							
Minería del cobre	4.681	20,7%	85,6%	7.563	-1,8%	94,4%	-2.881
Otros	784	1,1%	14,4%	449	9,0%	5,6%	335
Por tipo de abastecimiento							
Autoabastecimiento	1.619	-3,6%	29,6%	1.619	-3,6%	20,2%	--
Comercial	3.847	29,4%	70,4%	6.393	-0,6%	79,8%	-2.546
Por tipo de empresas							
Estatales	3.154	32,9%	57,7%	2.389	-7,7%	29,8%	765
Privadas	2.311	1,4%	42,3%	5.604	1,4%	69,9%	-3.293

Fuente: Elaborado en COCHILCO según datos suministrado por las compañías

El balance nacional resultante de este resumen se mantiene deficitario, pero con una fuerte disminución de la necesidad de importación en un 26% respecto a 2019.



1.3. Tasas de producción y consumo de ácido sulfúrico

En el presente subcapítulo se analizará la oferta y demanda a través de indicadores relacionados a estos dos ámbitos. Por el lado de la oferta, se revisará la relación entre el procesamiento de concentrados en fundición y su posterior producción de cobre fundido-refinado, sumando también aquella producción producto de la tostación de concentrados, respecto a la producción obligada de ácido sulfúrico, mientras que por el lado del consumo, veremos cómo se relaciona la utilización de este insumo en las operaciones de lixiviación y su producción de cátodos SxEw.

1.3.1. Tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico en las fundiciones de cobre

La mitigación de emisiones de gases sulfurosos a la atmósfera por parte de complejos industriales, tales como fundiciones y refineras, mediante plantas captadoras de gases sulfurosos, trae consigo la producción de ácido sulfúrico. Esto depende tanto de aspectos tecnológicos como también de la naturaleza de los minerales procesados, por eso la fuerte relación entre producción FURE y producción de ácido sulfúrico en la industria minera (Tabla 3).

Tabla 3: Tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico por tonelada de cobre fundido 2011 – 2020

Producción	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ácido sulfúrico (kton)	4.944	4.529	4.542	4.665	4.593	4.687	4.442	4.271	3.681	4.426
Cobre fundición - Ánodos (kton)	1.522	1.342	1.358	1.362	1.382	1.365	1.265	1.246	1.011	1.206
Tasa de producción unitaria (ton H₂SO₄/ton Cu)	3,25	3,37	3,34	3,42	3,32	3,43	3,51	3,43	3,64	3,67

Fuente: Elaborado en Coquilco en base a información de las empresas.

La “tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico”, que es la relación entre la producción de ácido sulfúrico y la producción de ánodos en fundición, alcanzó en 2020 las 3,67 toneladas de ácido generado por tonelada de cobre producido en FURE, equivalente a un aumento del 0,79% con respecto a 2019 y un aumento de 13% con respecto a 2011, lo que se explicaría en parte por la calidad de los concentrados fundidos y refinados en el país.

Respecto a este punto, se hace necesario tratar de implementar una nueva medida de tasa de producción de ácido sulfúrico, considerando en vez de la producción de ánodos en fundición, el procesamiento de concentrados en estos complejos metalúrgicos, o bien, el procesamiento de concentrados en tostación. Como primera observación, para 2020 se obtienen los siguientes datos:



Tabla 4. Tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico por tonelada de cobre en conc. procesado en fundición 2020

Conc. procesado en fund. y tostación 2020 (kton)	Ácido producido 2020 (kton)	Tasa de producción de ácido sulfúrico 2020 (ton ácido/ton conc. proc.)		
		Global	Máximo	Mínimo
5.288	4.632	0,88	1,01	0,53

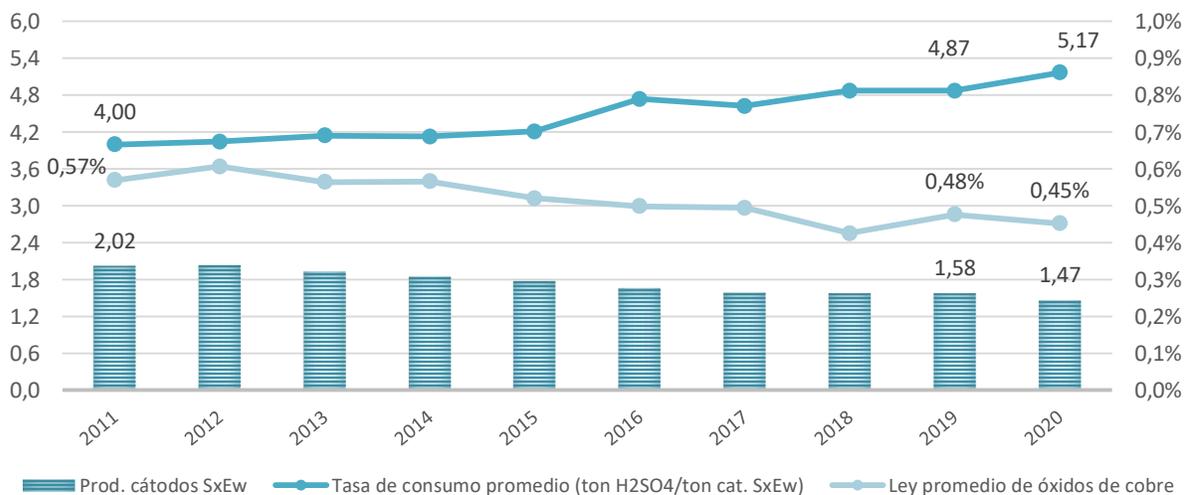
Fuente: Elaborado en Cochilco en base a información de las empresas.

Según los datos recopilados, durante 2020 se procesaron en las siete fundiciones del país y en la tostadora de DMH un total de 5,3 millones de toneladas de concentrados, que en su conjunto produjeron 4,6 millones de toneladas de ácido. De todos los complejos metalúrgicos considerados, la recuperación máxima de ácido sulfúrico corresponde a una tasa de 1,01 ton de ácido/ ton de conc. procesado, mientras que la mínima recuperación fue de 0,53. Asimismo, solo 3 complejos tienen tasas por sobre el promedio nacional.

1.3.2. Tasa de consumo unitario de H₂SO₄ en lixiviación por tonelada de cobre SxEw

El indicador de consumo denominado “tasa de consumo de ácido sulfúrico” se define como las toneladas de ácido necesarias para producir, mediante un proceso hidrometalúrgico, una tonelada de cobre fino en cátodos. Este indicador viene en amplio crecimiento desde el año 2014, donde se destaca una relación inversamente proporcional respecto de la ley promedio de mineral lixiviado del país. Adicionalmente se observa el contraste con la producción de cátodos SxEw, el cual se observa a la baja (Figura 2).

Figura 2: Producción cátodos SxEw, tasa de cons. de ácido y ley de óxidos promedio, 2011 – 2020



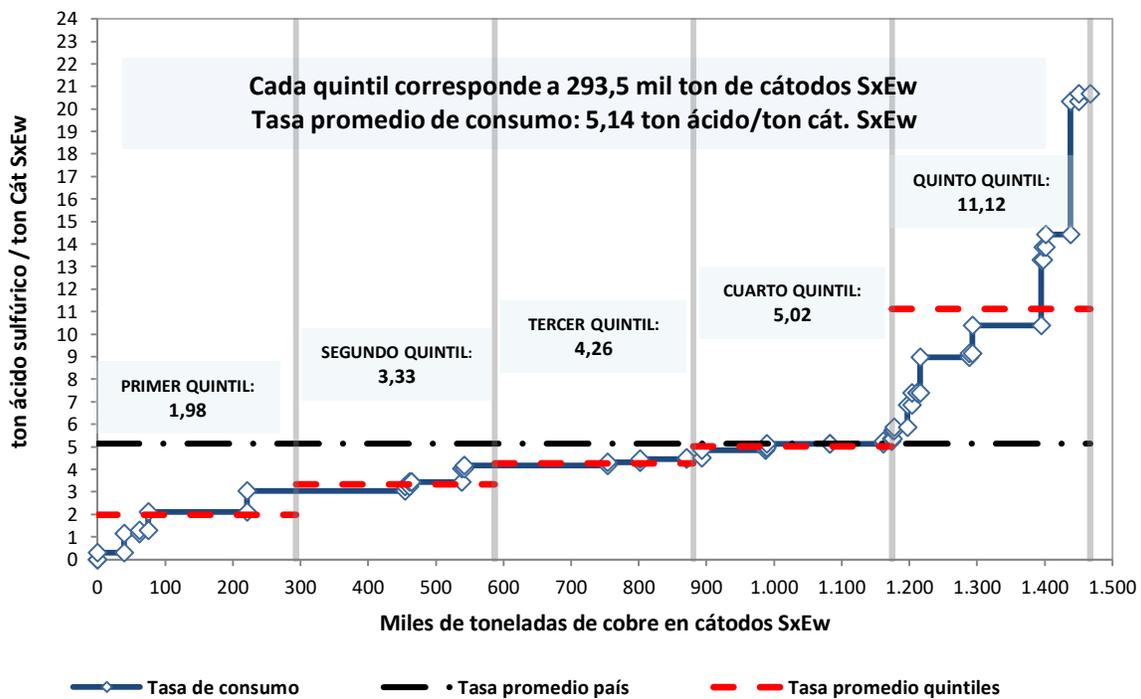
Fuente: Elaborado por Cochilco en base a información de las compañías mineras.



Como se puede observar en la figura anterior, el rendimiento hidrometalúrgico, que corresponde a una evaluación del comportamiento al alza o a la baja de la tasa de consumo¹, ha caído un 19,2% en la última década y un 6% entre 2019 y 2020. Asimismo, la ley promedio de mineral oxidado ha caído 20,6% en la década, un 2,5% entre 2019-2020, con una producción de cátodos SxEw que también ha disminuido tanto en la década de análisis como interanual (27,5% y 7,1%, respectivamente).

La tasa de consumo tiene tras de ella una variabilidad importante entre diversas operaciones, que durante 2020 han registrado tasas de consumo entre 0,30 a 20,66 (ton ácido/ton cátodos SxEw). En la Figura 3 se muestran las principales operaciones mineras de cobre, ordenadas según tasa de consumo de ácido sulfúrico, de menor a mayor, contrastándose con el aporte productivo de cátodos SxEw.

Figura 3: Relación entre la producción de cátodos SxEw y la tasa de consumo de H2SO4, año 2020.



Fuente: Elaborado por Cochilco en base a información de las compañías mineras.

Al segmentar en quintiles la producción de cátodos SxEw 2020, donde cada quintil corresponde a 293,5 kt de Cu, es posible analizar las diferencias de consumo de ácido sulfúrico entre cada una de las 33 operaciones consideradas en la muestra².

Existen 17 operaciones, equivalentes al 79% de la producción 2020 de cátodos SxEw, que se ubican por debajo de la tasa promedio nacional de consumo de 5,14 ton de ácido sulfúrico/ton de cobre contenido en cat. SxEw, entre el primer y parte del cuarto quintil de la muestra. De estas, 13

¹ El rendimiento hidrometalúrgico cae cuando la tasa de consumo aumenta, y mejora o aumenta cuando esta tasa cae.

² Estas operaciones corresponden al 100% de la producción de cátodos SxEw del país, entre medianas y grandes empresas.

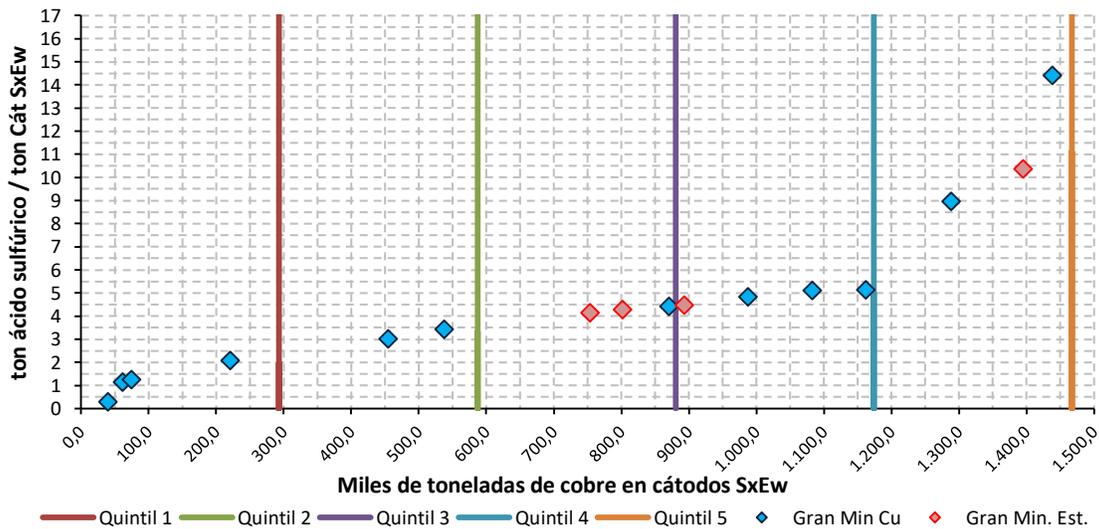


pertencen a la “gran minería del cobre”, tanto privada como estatal, y cuatro a la “mediana minería”, tanto privada como estatal.

Por otra parte, tenemos 16 operaciones que corresponderían a aquellas “menos eficientes” al ubicarse entre el cuarto y quinto quintil con tasas de consumo superiores al promedio nacional, que alcanzan una participación en la producción nacional de 21%.

Una distribución mejor se observa en las figuras siguientes, donde se identifican las operaciones según sean gran minería privada o estatal, o mediana minería privada o estatal.

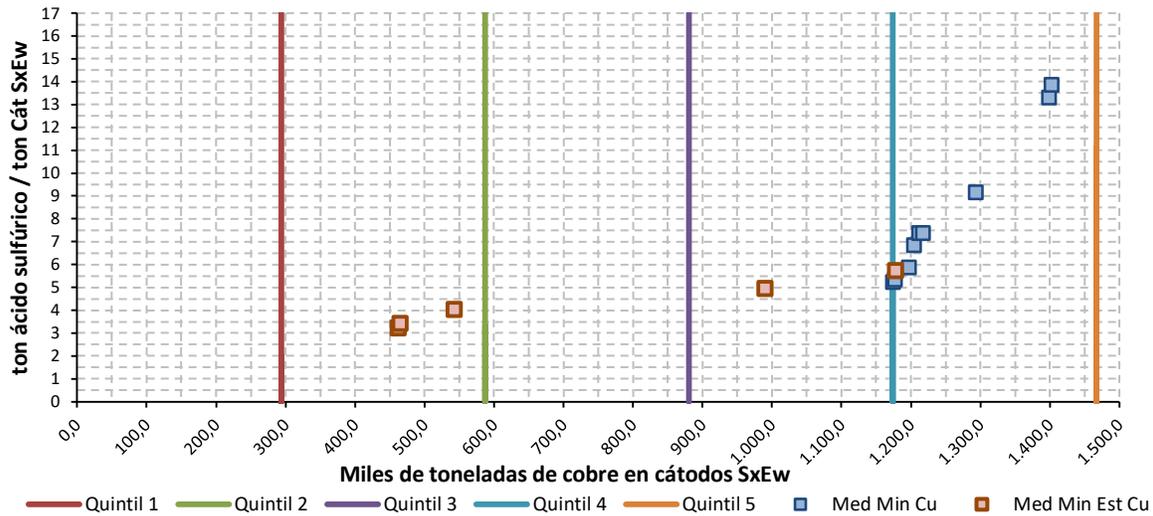
Figura 4. Distribución de las faenas de gran minería privada y estatal respecto tasas de consumo



En el caso de la gran minería, tanto privada como estatal, se observa que 7 operaciones, equivalentes al 58,9% de la producción de cobre en cátodos SxEw, se ubican por debajo de la tasa de consumo promedio (5,14 ton ácido/ton Cu fino). Asimismo, se observa que 3 de las cinco operaciones de gran minería estatal se encuentran en la misma situación anterior, pero contenidas entre el tercer y cuarto quintil, mientras que las operaciones de la gran minería privada se encuentran mayormente entre el primer y segundo quintil.



Figura 5. Distribución de las faenas de mediana minería privada y estatal respecto tasas de consumo



Para el caso de las medianas mineras, la situación es completamente distinta. Se observa que cuatro de las cinco operaciones de mediana minería estatal se encuentran bajo la tasa promedio de consumo de ácido, mientras que las 10 operaciones de mediana minería privada se encuentran por sobre esta tasa.

Si bien se puede interpretar que las medianas mineras son “menos eficientes” en consumo de ácido sulfúrico, esta aseveración no puede ser concluyente si es que no se analizan variables como el tamaño de producción, tipo de mineral procesado o variables exógenas que puedan afectar los procesos.

1.4. Comercio exterior chileno de ácido sulfúrico, periodo 2011 - 2020

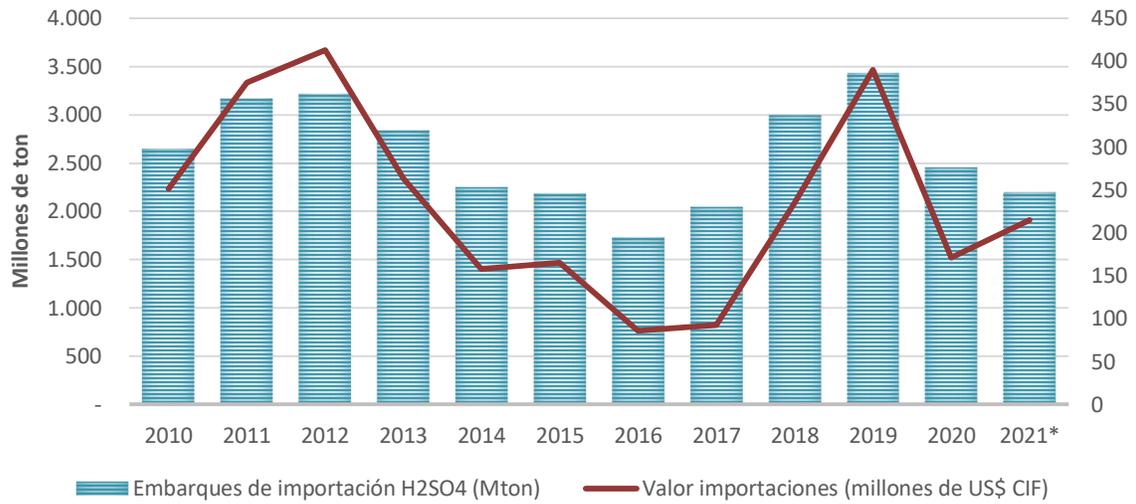
El mercado del ácido sulfúrico en Chile se destaca por su condición deficitaria, relacionado a un gran consumo proveniente mayormente de la producción hidrometalúrgica de cobre, hace que nuestro país dependa fuertemente de las importaciones de este insumo. Por otra parte, la geografía extensa de nuestro país, dificulta la logística del transporte del ácido, lo que hace necesario ubicar las importaciones lo más cerca del consumidor y así evitar altos costos de colocación del insumo debido, ya que gran parte de la oferta interna del ácido proviene de la zona centro-sur del país y la demanda es de la zona norte. El presente capítulo mostrará cómo ha sido el comercio exterior de ácido sulfúrico en Chile para el periodo 2011-2020.

1.4.1. Importaciones de ácido sulfúrico al año 2020

A diferencia de los últimos cuatro años, se observa en 2019 un alza de las importaciones, casi a volúmenes similares a *peak* en 2012, aumentando en un 15% con respecto a 2018, mientras que el escenario en 2020 muestra un descenso del -43% en comparación a 2019, esto respondiendo en mayor medida al déficit estructural existente en el mercado nacional producto de las mejoras de los complejos FURE en los últimos dos años con fines de cumplir con el DS28 (Figura 6).



Figura 6: Evolución de las importaciones de ácido sulfúrico, periodo 2011 – 2020



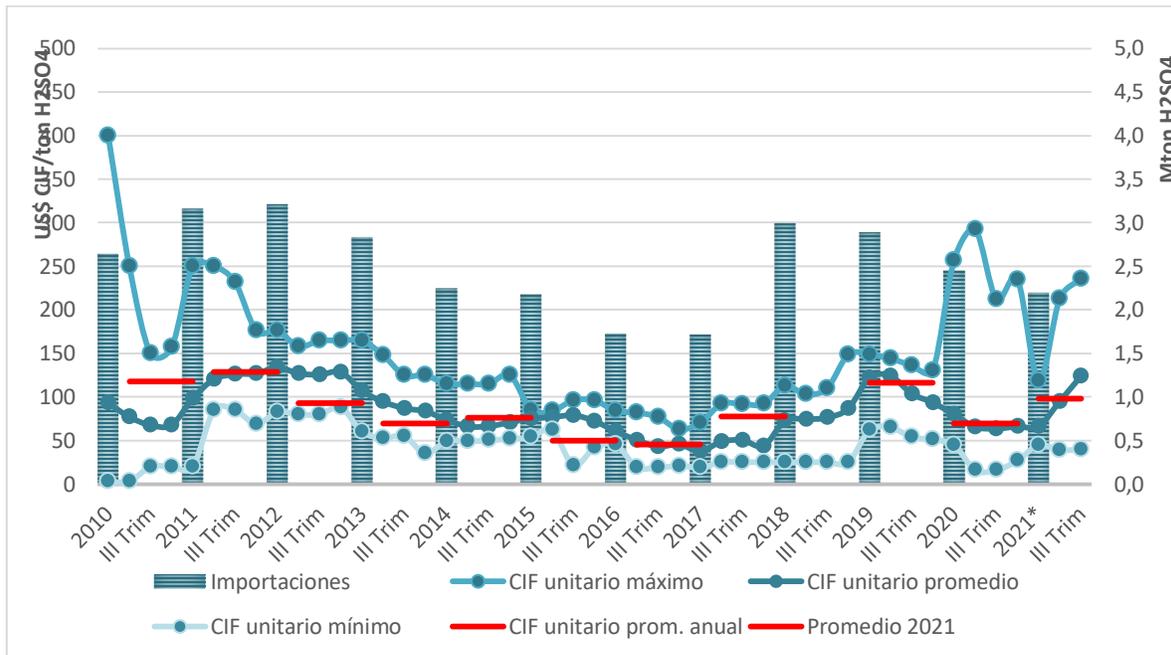
Fuente: Elaborado por Cochilco sobre la base de datos del Servicio de Aduanas.

A pesar de la caída observada en 2020, a septiembre de 2021 se observa un aumento importante tanto del volumen como del valor CIF de las importaciones. Por una parte, el volumen de importaciones enero-septiembre 2020 respecto al mismo periodo en 2021 ha crecido un 11,5%, mientras que el valor CIF de las mismas en el mismo periodo ha aumentado un 54%. Con esos antecedentes es posible estimar que para el cierre de 2021 se puedan alcanzar más de 2,7 millones de toneladas de importaciones de ácido sulfúrico.

El precio no siempre se relaciona directamente a aumentos de volumen de las importaciones, por lo cual, para un mejor análisis de esta variable, es recomendable realizar una revisión de los precios promedio trimestrales de importación de ácido sulfúrico. Un registro de esto, en un rango de precios máximos, mínimos y promedios, se puede observar en la Figura 7, para el periodo comprendido entre el primer trimestre de 2010 hasta septiembre de 2021.



Figura 7: Valor unitario del ácido sulfúrico CIF (US\$/ton) versus volumen de importaciones³



Fuente: Elaborado por Cochilco sobre la base de datos del Servicio de Aduanas.

Desde antes de 2010 el valor CIF promedio viene disminuyendo (Figura 7), con dos periodos marcados de aumento del volumen de exportaciones, 2010-2012 y 2016-2018. Entre estos periodos, el precio promedio comienza a descender de la mano de una disminución del volumen de importaciones.

Desde principios de 2018 vemos un precio promedio al alza, pasando de 37,8 US\$/ton CIF el primer trimestre de 2017 a 72,9 US\$/ton CIF el primer trimestre de 2018, para luego ir en pleno ascenso hasta el segundo trimestre de 2019 donde registra un promedio de 124,1 US\$/ton. Si bien durante 2020 se observaron máximos que no se habían visto en los últimos 10 años, 292,2 US\$/ton en el segundo trimestre de 2020, los promedios no superaron los 70 US\$/ton promedio al cierre del mismo año. Luego de algunas señales de problemas de suministro internacional del insumo a fines de 2020, 2021 ha observado precios al alza con un promedio al tercer trimestre de 123,8 US\$/ton, el segundo promedio trimestral más alto después del alcanzado el segundo trimestre de 2019.

En lo que va de 2021 se han observado algunas dificultades operacionales en las fundiciones chinas, principales proveedores del insumo, lo que podría presionar al alza el precio del ácido por lo menos para los próximos 2 años. Es así como, con los antecedentes recopilados a la fecha, se espera que el

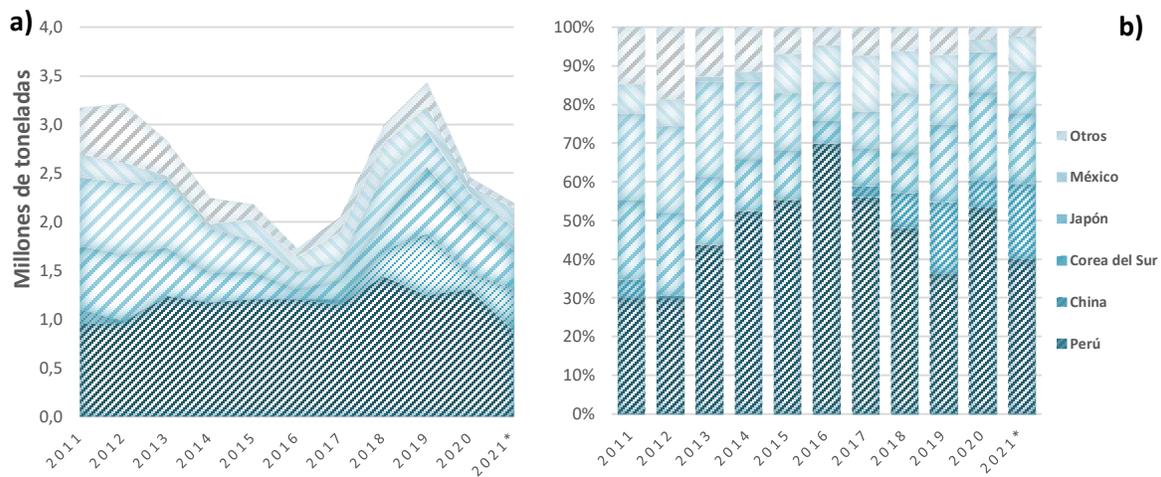
³ Importaciones registradas desde el primer trimestre de 2010 a septiembre de 2021, años 2010 – 2020 el total de importaciones son anuales, mientras que para 2021 corresponde a las realizadas hasta septiembre del mismo año..



precio promedio 2021 cierre con valores cercanos a los 105 – 108 US\$/ton CIF, pero a largo plazo, el precio debería ajustarse levemente a la baja con valores promedio en torno a los 90 – 95 US\$/ton CIF promedio hacia el 2025 debido a que la demanda interna bordearía los 8,6 Mton de ácido, casi 200 mil toneladas más de lo que se espera sea demandado en 2021.

Respecto al origen de las importaciones, la Figura 8 muestra la distribución de las importaciones en cantidad (figura 8-a) y en participación (figura 8-b) de los principales países de origen.

Figura 8: Volumen y distribución de las importaciones de H2SO4 según país de origen, 2011 – 2021



Fuente: Elaborado por Cochilco sobre la base de datos del Servicio de Aduanas.

En resumen, las importaciones en Chile están dominadas por Perú como origen en los últimos 10 años, con China teniendo un rol importante desde 2017, desplazando a países como Corea del Sur y Japón. México, luego ha sido un actor importante, pero con cierto grado de inestabilidad en su participación de las importaciones.

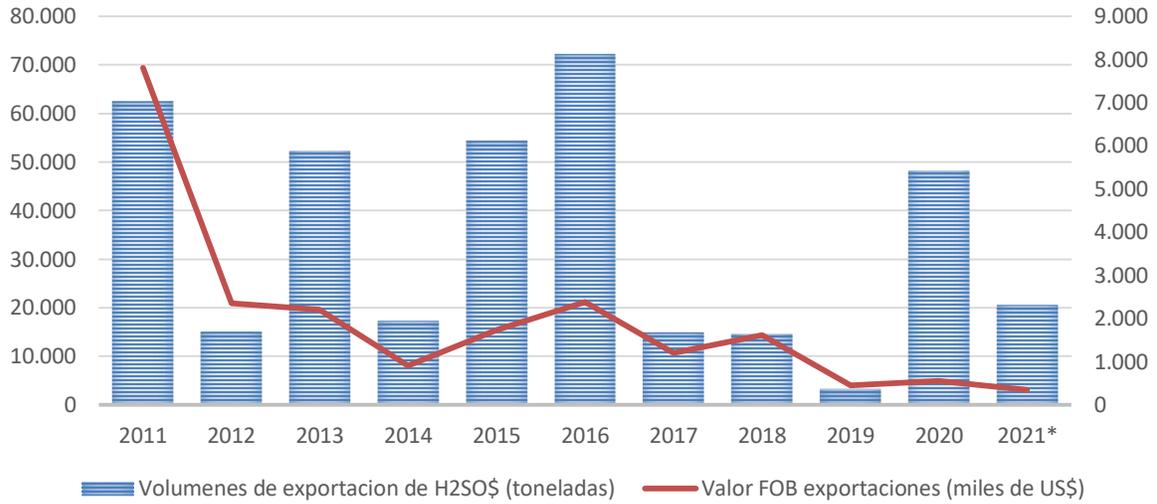
1.4.2. Exportaciones de ácido sulfúrico al año 2020

Durante 2020 las exportaciones de ácido sulfúrico alcanzaron las 48.200 toneladas de ácido, donde un 62% de ellas tuvo como destino Brasil, mientras que el 38% restante hacia Argentina, por un valor FOB de US\$ 0,35 millones. A octubre de 2021, las exportaciones alcanzaban un total de 20.533 toneladas, donde el 96% ha tenido destino a Brasil, mientras que el 4% restante se exportaron hacia Bolivia.

La evolución de las exportaciones de ácido sulfúrico en el último decenio, tanto en volumen como en valor FOB, se registra en la Figura 9.



Figura 9: Evolución de las exportaciones de ácido sulfúrico, periodo 2011 – 2021*



(*) Actualizado a octubre de 2021

Fuente: Elaborado por Cochilco sobre la base de datos del Servicio de Aduanas.



Capítulo 2:

Proyección del mercado del ácido sulfúrico en Chile, 2021 – 2030



2. Proyección del mercado del ácido sulfúrico en Chile, 2021 – 2030

El mercado del ácido sulfúrico en Chile ha reaccionado en los últimos 30 años a las fluctuaciones internas entre la capacidad productiva del insumo, como el consumo interno, que a su vez depende del precio del cobre y como este influye en la creación de reservas económicamente extraíbles en las líneas hidrometalúrgicas. En este capítulo, inicialmente, pretende analizar estas fluctuaciones observadas en las proyecciones de consumo y producción de ácido reportadas por las compañías para el próximo decenio. Este análisis se complementa mediante una revisión general y en detalle del balance nacional del mercado del ácido, para finalmente mostrar a líneas generales el balance regional de este insumo, todo con horizonte hacia el 2030.

2.1. Comportamiento del consumo de ácido sulfúrico (2021 – 2030)

La encuesta de producción y consumo de ácido sulfúrico para el periodo 2021 – 2030 muestra que el consumo base⁴ se mantiene estable en el corto plazo (2021 – 2022), con un crecimiento de 0,05%, donde se observa un *peak* de consumo en 2022 de 8,35 millones de toneladas, el cual, al igual que en el análisis del año pasado, sería el último máximo consumo base a registrar en la próxima década. En el mediano plazo (2023 – 2025). Los años 2023 y 2025 se observan importantes reducciones de demanda, 212 mil toneladas y 347 mil toneladas de ácido sulfúrico, respectivamente. Esto debido al cierre de Quebrada Blanca en el periodo anterior, Carmen de Andacollo en 2023 y Cerro Colorado, Franke y Cenizas Taltal en 2025.

En el largo plazo (2026 – 2030), el consumo base sufrirá una fuerte caída, desde las 7,12 millones de toneladas esperadas para 2026 hasta las 5,4 millones de toneladas estimadas para 2030, una caída de 24,3% en el período.

Con respecto al consumo potencial, esto quiere decir que consideramos aquellos futuros proyectos que podrían ser consumidores del insumo, en el corto plazo se observa un crecimiento del consumo total en alrededor de 1,6%, influenciado las reaperturas de Rayrock, la puesta en marcha de Planta NORA, del proyecto Delirio y del procesamiento de óxidos provenientes de Rajo Inca en Salvador.

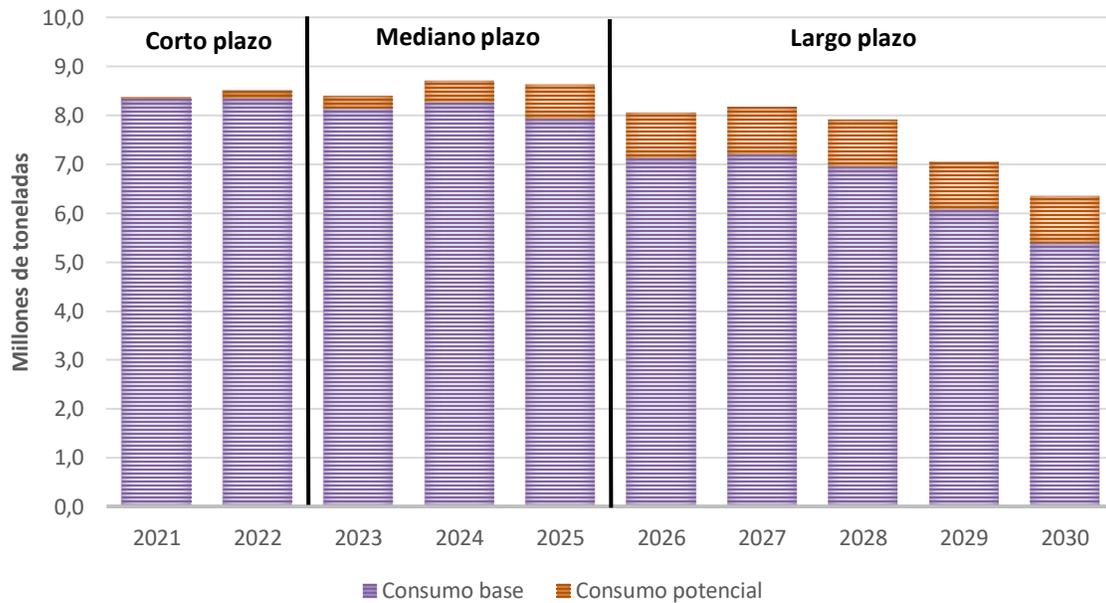
Nuevamente observamos que el aumento se registraría en el mediano plazo, donde *peak* de consumo esperado se ubicaría en 2024 con alrededor de 8,71 millones de toneladas de ácido sulfúrico. Los consumos nuevos que influyen el crecimiento en este periodo son provenientes de las reaperturas potenciales de Sagasca y Collahuasi, junto a la entrada en operación de los proyectos Marimaca, Diego de Almagro, Costa Fuego (Ex Productora) y Playa Verde, que en conjunto aportan alrededor de 500 mil toneladas de ácido sulfúrico hacia el 2025.

⁴ Consumo de aquellas faenas mineras, tanto de la minería del cobre como de minerales industriales, y a complejos industriales, que se encuentran actualmente en operación.



Finalmente, en el largo plazo, periodo 2026 a 2030, si bien se agregan al consumo 240 mil toneladas de consumo de ácido provenientes del proyecto Polo Sur y de la plena operación de Marimaca, el consumo seguirá a la baja con una caída estimada de 21,1% en el periodo, cerrando el periodo de análisis con una demanda de 6,36 millones de toneladas (Figura 10).

Figura 10: Consumo de ácido sulfúrico base y potencial proyectado hacia el 2030

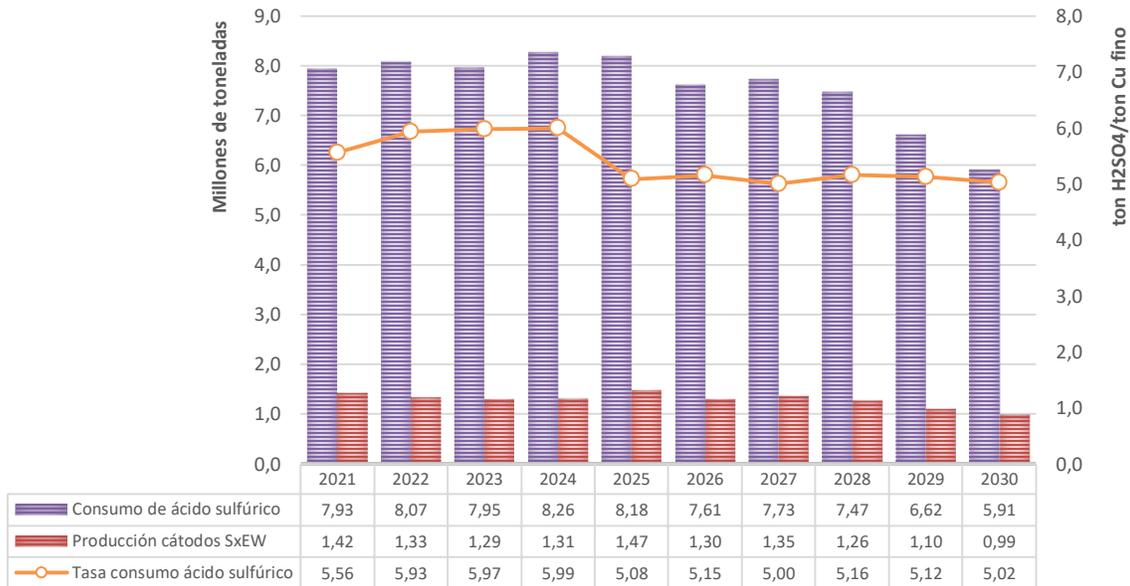


Fuente: Elaborado por Cochilco

El peso de la minería del cobre en la demanda de ácido sulfúrico ha sido predominante en este mercado en los últimos 30 años, situación que seguirá siendo así en el próximo decenio. Sin embargo, se observa una disminución de la participación, mientras para 2020 se declaró para la minería del cobre una participación de 94,6% en el consumo nacional de ácido sulfúrico, para 2030 se espera que corresponda a un 93%. Una vista de la tendencia de las tasas de consumo se observa en la Figura 11.



Figura 11: Consumo de H2SO4 en minería del cobre vs producción de cátodos SxEw, 2021 – 2030



Fuente: Elaborado por Cochilco

La tasa de consumo se mantendría en torno a las 5,4 toneladas de ácido consumido por tonelada de cobre fino producido en la próxima década, como promedio, un crecimiento de 10,2% respecto a la tasa promedio estimada en el informe anterior. Sin embargo, esta tasa tendrá un descenso de alrededor de 9,6% en el periodo, muy relacionado a la caída productiva esperada para la década de 30,7%.

2.2. Comportamiento de la producción de ácido sulfúrico (2021 - 2030)

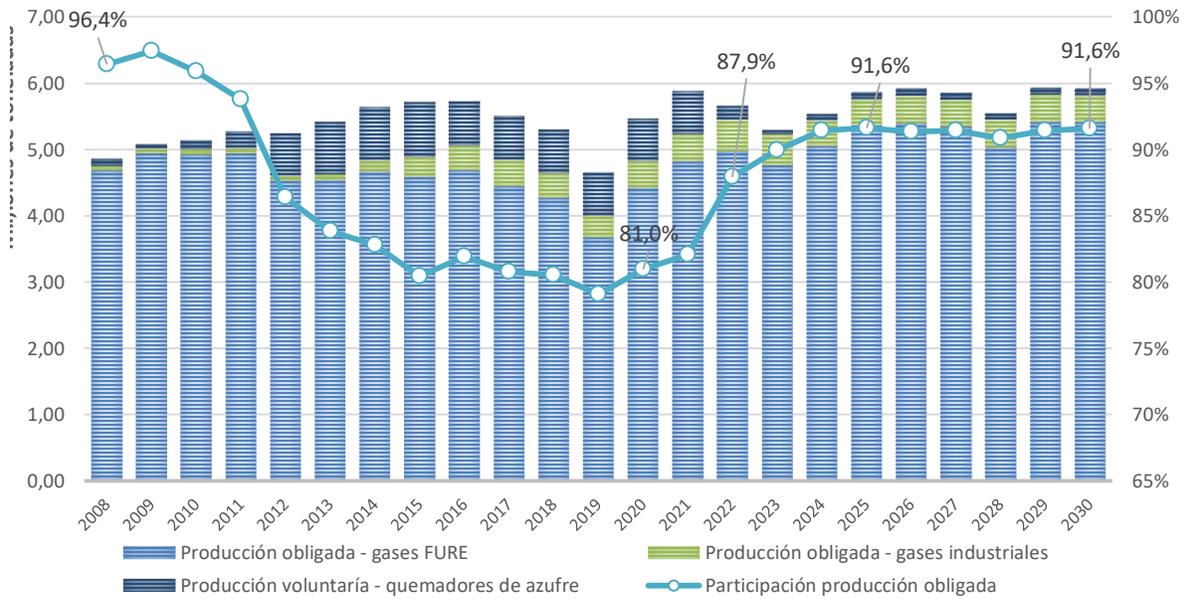
La producción nacional de ácido sulfúrico, relacionada directamente a temas medioambientales de los complejos metalúrgicos del país⁵. Es así como, en los últimos trece años se ha observado una tendencia creciente en la producción de ácido sulfúrico, registrando a 2016 como el año donde se alcanzó la máxima producción, 5,72 millones de toneladas de ácido sulfúrico, para posteriormente ajustarse a la baja debido a las sucesivas paralizaciones de las fundiciones nacionales en busca de optimizar sus captaciones de gases sulfurosos con miras a cumplir con el DS 28.

Los antecedentes recopilados indican que la producción obligada de FURE en 2020 alcance un 81% de participación en la producción total de ácido sulfúrico. Para 2030, producto en parte al cierre definitivo de la planta de azufre de NORACID, se estima que la participación de la producción obligada alcance el 91,6% (Figura 12).

⁵ La producción de ácido sulfúrico es, mayormente, producto de la captación de gases sulfurosos tanto en la industria del cobre como en otros complejos metalúrgicos del país.



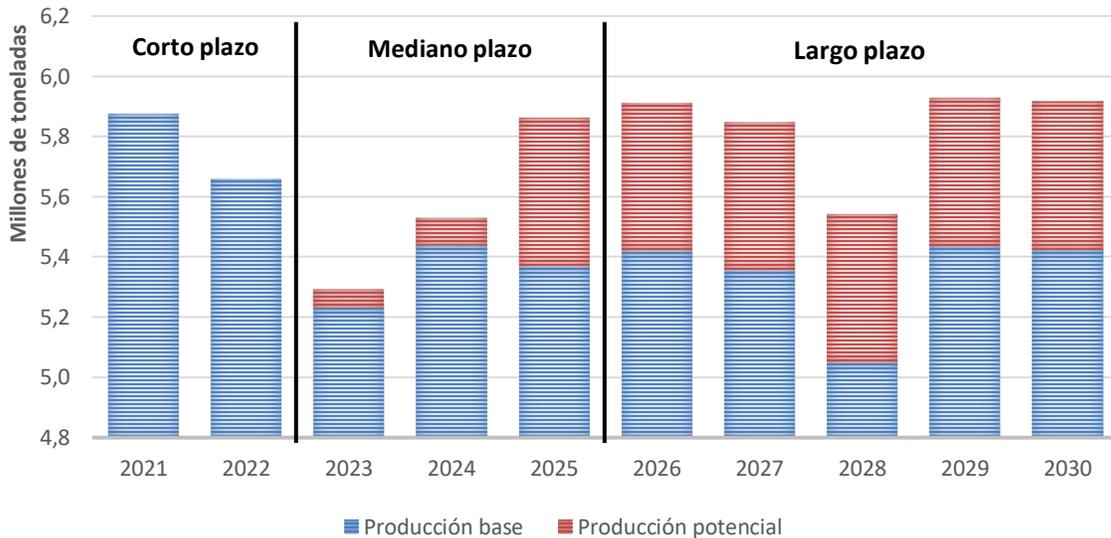
Figura 12: Composición histórica y proyectada del origen de la producción de H2SO4 en Chile



Fuente: Elaborado por Cochilco

La tendencia de la producción de ácido se analiza, como todos los años, en tres periodos, como se observa en la Figura 13.

Figura 13: Producción base y potencial proyectada a 2030



Fuente: Elaborado por Cochilco



- i. **Corto plazo (2021– 2022):** Se espera un aumento de la producción en 2021 de 7,5% respecto a 2020 debido a la recuperación productiva de Chuquicamata y Potrerillos, luego de la leve recuperación ocurrida durante 2020 producto de la pandemia. El año 2022, se observa una disminución de 3,7% en la producción de ácido, lo que se relaciona al cierre de NORACID en este año.
- ii. **Mediano plazo (2023 – 2025):** Un aumento de producción de alrededor de 4,0% promedio, aun considerando disminuciones provenientes del cierre de la planta de NORACID en el periodo anterior, sumado a una mantención programada para Chuquicamata en 2023 (-160 mil toneladas). La potencial reapertura del quemador de Haldeman, junto al potencial proyecto Nueva Paipote de ENAMI, son los impulsores de este crecimiento en alrededor de 490 mil toneladas de ácido sulfúrico en conjunto.
- iii. **Largo plazo (2026 – 2030):** Durante este periodo se observa una producción estable en torno a las 5,83 Mton promedio, con un peak de 5,97 Mton en el año 2029.

2.3. Balance del mercado chileno del ácido sulfúrico al año 2030

A continuación se muestra el balance nacional del ácido sulfúrico (Anexo 1. Metodología), bajo tres escenarios: corto plazo (2021 – 2022), mediano plazo (2023 – 2025 y largo plazo (2026 – 2030).

Tabla 5: Balance del mercado del ácido sulfúrico en Chile (2021 – 2030)

PERFILES	CORTO PLAZO		MEDIANO PLAZO			LARGO PLAZO				
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
CASO BASE										
(+) Producción Base	5.873,9	5.657,8	5.231,0	5.438,1	5.368,0	5.417,8	5.354,8	5.049,3	5.434,8	5.422,8
(-) Consumo Base	8.349,0	8.352,8	8.141,0	8.271,3	7.924,1	7.124,7	7.198,9	6.950,2	6.085,6	5.395,5
Balance Caso Base	-2.475,1	-2.695,1	-2.910,0	-2.833,2	-2.556,1	-1.707,0	-1.844,2	-1.900,9	-650,8	27,3
CASO PRODUCCIÓN MÁXIMA										
(+) Producción máxima (Base + Potencial)	5.873,9	5.657,8	5.291,0	5.528,1	5.860,0	5.909,8	5.846,8	5.541,3	5.926,8	5.914,8
(-) Consumo Base	8.349,0	8.352,8	8.141,0	8.271,3	7.924,1	7.124,7	7.198,9	6.950,2	6.085,6	5.395,5
Balance Caso Consumo Máximo	-2.475,1	-2.695,1	-2.850,0	-2.743,2	-2.064,1	-1.215,0	-1.352,2	-1.408,9	-158,8	519,3
CASO CONSUMO MÁXIMO										
(+) Producción Base	5.873,9	5.657,8	5.231,0	5.438,1	5.368,0	5.417,8	5.354,8	5.049,3	5.434,8	5.422,8
(-) Consumo máximo (Base + Potencial)	8.379,0	8.515,4	8.398,8	8.711,1	8.630,0	8.056,7	8.172,9	7.916,2	7.062,6	6.359,5
Balance Caso Producción Máxima	-2.505,1	-2.857,7	-3.167,8	-3.273,0	-3.262,0	-2.639,0	-2.818,2	-2.866,9	-1.627,8	-936,7
CASO CONSUMO POTENCIAL										
(+) Producción máxima (Base + Potencial)	5.873,9	5.657,8	5.291,0	5.528,1	5.860,0	5.909,8	5.846,8	5.541,3	5.926,8	5.914,8
(-) Consumo máximo (Base + Potencial)	8.379,0	8.515,4	8.398,8	8.711,1	8.630,0	8.056,7	8.172,9	7.916,2	7.062,6	6.359,5
Balance Caso Consumo Potencial	-2.505,1	-2.857,7	-3.107,8	-3.183,0	-2.770,0	-2.147,0	-2.326,2	-2.374,9	-1.135,8	-444,7

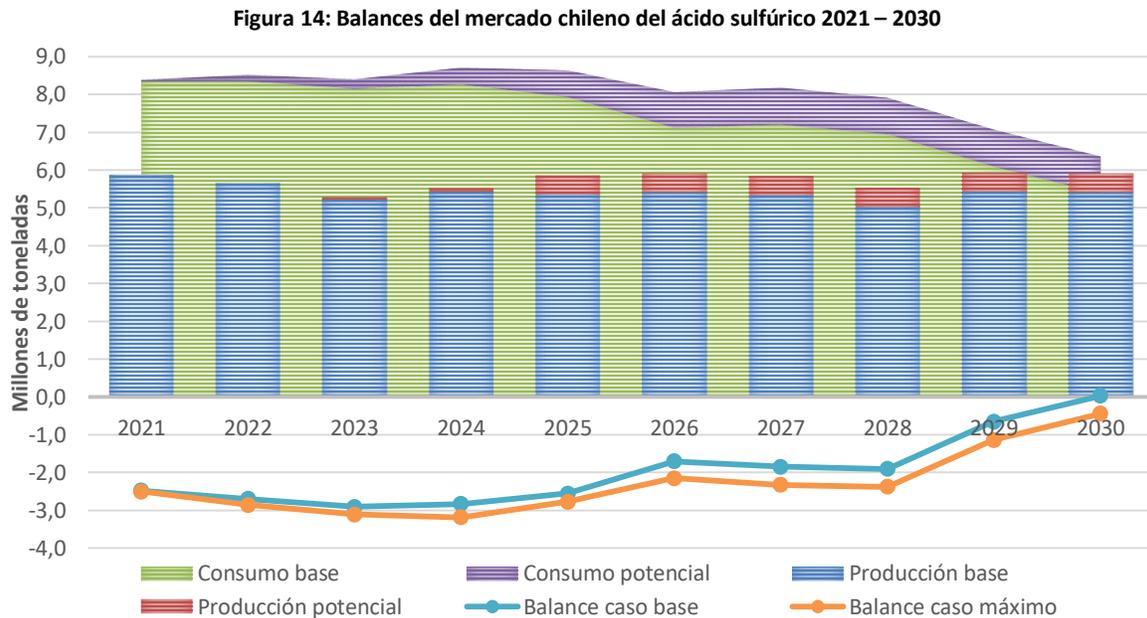
Fuente: Elaborado por Cochilco, en base a los antecedentes proporcionados por emp. productoras y consumidoras a agosto 2021



Un análisis más detallado de estos perfiles, tanto a nivel nacional como regional, se verá a continuación.

2.3.1. Análisis nacional del mercado del ácido sulfúrico

Para realizar el análisis del balance futuro hacia 2030 del mercado del ácido sulfúrico en Chile, bajo los cuatro escenarios posibles mostrados anteriormente, es necesario graficarlos según su disposición temporal (Figura 14).



Fuente: Elaborado en Cochilco

Como se puede observar, existen dos puntos de inflexión en el balance. El primero en el año 2026, como resultado de la caída fuerte de consumo, con una producción de ácido en alza debido a la entrada en operación en 2025 de Nueva Paipote. La caída del consumo, de alrededor de 570 mil toneladas respecto a 2025, es producto del cierre de la línea de óxidos de Chuquicamata, Spence y el proyecto Delirio, esto sumado a algunas caídas de consumo provenientes de Escondida.

El siguiente punto de inflexión se observa en 2028, donde luego de un aumento del déficit de ácido, este se reduce fuertemente a partir de este año. Este ocurre por cambios en el consumo y por una recuperación fuerte de la producción después de 2028. Los principales consumos que desaparecen son por el cierre de Pampa Camarones, de la Planta San José de Pucobre y de los consumos de San Gerónimo, todo esto sumado a algunas reducciones importantes en los consumos de faenas importantes como Antucoya, Zaldívar, Radomiro Tomic y Lomas Bayas.



En el caso de la producción de este periodo, se observan caídas puntuales en 2028 de Altonorte, Chuquicamata y ventanas, que en conjunto suman una disminución de producción respecto a 2027 de 305 mil toneladas.

Una descripción más detallada para cada balance, tanto en el corto, mediano y largo plazo, se describe a continuación:

a. Balance caso base:

- i** Corto plazo: Balance deficitario, el cual pasa de 2,48 millones de toneladas en 2021 a 2,7 millones el 2022.
- ii** Mediano plazo: En este periodo se registra una caída de 2,7% en el consumo base, mientras que la producción nacional registra un aumento de un 2,6%, lo que reduce el déficit del periodo en 12,2%, cerrando hacia el 2025 con un déficit de 2,6 millones de toneladas.
- iii** Largo plazo: Oferta interna estable en el periodo, con crecimiento de 0,1%. Sin embargo, el consumo caería alrededor de un 24% lo que haría cambiar de deficitario a excedentario el balance hacia el 2030, con un excedente de producción interna de 27.300 toneladas.

b. Balance caso máximo:

- i** Corto plazo: Balance deficitario aumenta un 14,1%, influenciado por una caída en la producción de 3,7% entre 2021 y 2022. Se cierra el periodo con déficit de 2,86 millones de toneladas.
- ii** Mediano plazo: La oferta aumenta 10,8%, mientras que la demanda solo un 2,8%, reduciendo el déficit del insumo en 10,9%. Este periodo cierra con un balance deficitario de 2,77 millones de toneladas hacia 2025.
- iii** Largo plazo: El cambio de balance deficitario a excedentario no ocurre en este periodo, a diferencia del caso base, desplazándose más allá del período de análisis. Esto ocurre debido a que muchos proyectos extendieron sus vidas útiles respecto a lo catastrado en el informe anterior, lo que desplazo el cambio del balance. El periodo de análisis cierra con un déficit de 445 mil toneladas, 79% menos que el déficit registrado en 2026.

2.3.2. Análisis regional del mercado del ácido sulfúrico

La asimetría geográfica en lo que respecta al mercado del ácido sulfúrico nacional es una característica importante al momento de dimensionar la logística de obtención del insumo y los costos asociados al transporte y disposición de esta sustancia considerada peligrosa al movilizar de un punto geográfico a otro. Una mejor percepción de esta asimetría se observa en la Tabla 6.



Tabla 6: Balances regionales del mercado del H2SO4 en Chile, en miles de toneladas (2021 – 2030)

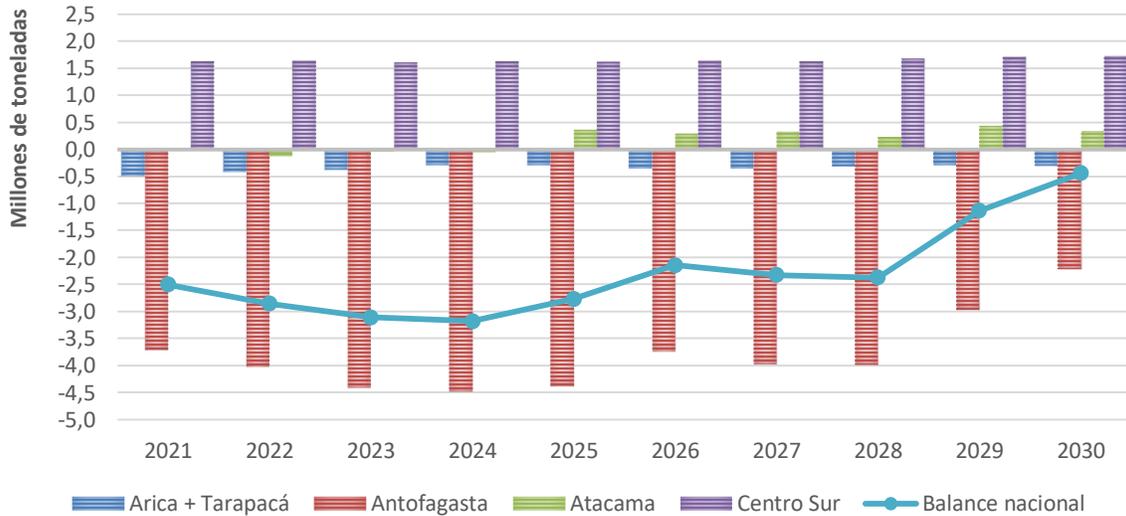
ESCENARIOS REGIONALES	PERÍODOS	CORTO PLAZO		MEDIANO PLAZO				LARGO PLAZO				
		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
1) CASO BASE REGIONES TARAPACÁ Y ARICA - PARINACOTA												
(+) Producción Base		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-) Consumo Base		406,8	374,0	309,4	202,3	150,8	137,7	113,8	101,5	101,5	101,5	
Balance Caso Base regiones XV y		(406,8)	(374,0)	(309,4)	(202,3)	(150,8)	(137,7)	(113,8)	(101,5)	(101,5)	(101,5)	
CASO POTENCIAL REGIONES TARAPACÁ Y ARICA -												
(+) Producción Base		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(+) Producción Potencial		-	-	60,0	90,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
(+) Producción máxima regional		-	-	60,0	90,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
(-) Consumo Base		406,8	374,0	309,4	202,3	150,8	137,7	113,8	101,5	101,5	101,5	
(-) Consumo Potencial		-	-	33,0	181,0	301,0	304,0	296,0	289,0	301,0	287,0	
(-) Consumo máximo		406,8	374,0	342,4	383,3	451,8	441,7	409,8	390,5	402,5	388,5	
Balance Caso Potencial regiones		(406,8)	(374,0)	(282,4)	(293,3)	(351,8)	(341,7)	(309,8)	(290,5)	(302,5)	(288,5)	
2) CASO BASE REGIÓN DE ANTOFAGASTA												
(+) Producción Base		2.861,9	2.599,8	2.156,0	2.339,1	2.267,0	2.354,8	2.322,8	1.937,3	2.362,8	2.353,8	
(-) Consumo Base		6.543,9	6.560,9	6.505,6	6.764,8	6.502,3	5.695,3	5.849,6	5.480,9	4.890,7	4.126,8	
Balance Caso Base II		(3.681,9)	(3.961,2)	(4.349,6)	(4.425,7)	(4.235,3)	(3.340,5)	(3.526,8)	(3.543,6)	(2.528,0)	(1.773,1)	
CASO POTENCIAL REGION DE ANTOFAGASTA												
(+) Producción Base		2.861,9	2.599,8	2.156,0	2.339,1	2.267,0	2.354,8	2.322,8	1.937,3	2.362,8	2.353,8	
(+) Producción Potencial		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(+) Producción máxima regional		2.861,9	2.599,8	2.156,0	2.339,1	2.267,0	2.354,8	2.322,8	1.937,3	2.362,8	2.353,8	
(-) Consumo Base		6.543,9	6.560,9	6.505,6	6.764,8	6.502,3	5.695,3	5.849,6	5.480,9	4.890,7	4.126,8	
(-) Consumo Potencial		30,0	54,0	54,0	54,0	154,0	394,0	444,0	444,0	444,0	444,0	
(-) Consumo máximo		6.573,9	6.614,9	6.559,6	6.818,8	6.656,3	6.089,3	6.293,6	5.924,9	5.334,7	4.570,8	
Balance Caso Potencial II región		(3.711,9)	(4.015,2)	(4.403,6)	(4.479,7)	(4.389,3)	(3.734,5)	(3.970,8)	(3.987,6)	(2.972,0)	(2.217,1)	
3) CASO BASE REGIÓN DE ATACAMA												
(+) Producción Base		911,0	935,0	977,0	971,0	995,0	947,0	927,0	987,0	938,0	927,0	
(-) Consumo Base		926,1	936,2	833,9	808,3	780,5	818,2	762,6	917,5	672,3	746,5	
Balance Caso Base III		(15,1)	(1,2)	143,1	162,7	214,5	128,8	164,4	69,5	265,7	180,5	
CASO POTENCIAL REGION DE ATACAMA												
(+) Producción Base		911,0	935,0	977,0	971,0	995,0	947,0	927,0	987,0	938,0	927,0	
(+) Producción Potencial		-	-	-	-	392,0	392,0	392,0	392,0	392,0	392,0	
(+) Producción máxima regional		911,0	935,0	977,0	971,0	1.387,0	1.339,0	1.319,0	1.379,0	1.330,0	1.319,0	
(-) Consumo Base		926,1	936,2	833,9	808,3	780,5	818,2	762,6	917,5	672,3	746,5	
(-) Consumo Potencial		-	108,6	170,8	204,8	250,8	234,0	234,0	233,0	232,0	233,0	
(-) Consumo máximo		926,1	1.044,8	1.004,7	1.013,1	1.031,3	1.052,2	996,6	1.150,5	904,3	979,5	
Balance Caso Potencial III región		(15,1)	(109,8)	(27,7)	(42,1)	355,7	286,8	322,4	228,5	425,7	339,5	
4) CASO BASE REGIONES CENTRO-SUR												
(+) Producción Base		2.101,0	2.123,0	2.098,0	2.128,0	2.106,0	2.116,0	2.105,0	2.125,0	2.134,0	2.142,0	
(-) Consumo Base		472,3	481,7	492,2	496,0	490,5	473,6	472,9	450,3	421,1	420,7	
Balance Caso Base		1.628,7	1.641,3	1.605,8	1.632,0	1.615,5	1.642,4	1.632,1	1.674,7	1.712,9	1.721,3	
CASO POTENCIAL REGIONES CENTRO-SUR												
(+) Producción Base		2.101,0	2.123,0	2.098,0	2.128,0	2.106,0	2.116,0	2.105,0	2.125,0	2.134,0	2.142,0	
(+) Producción Potencial		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(+) Producción máxima regional		2.101,0	2.123,0	2.098,0	2.128,0	2.106,0	2.116,0	2.105,0	2.125,0	2.134,0	2.142,0	
(-) Consumo Base		472,3	481,7	492,2	496,0	490,5	473,6	472,9	450,3	421,1	420,7	
(-) Consumo Potencial		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(-) Consumo máximo		472,3	481,7	492,2	496,0	490,5	473,6	472,9	450,3	421,1	420,7	
Balance Caso Potencial regiones		1.628,7	1.641,3	1.605,8	1.632,0	1.615,5	1.642,4	1.632,1	1.674,7	1.712,9	1.721,3	

Fuente: Elaborado por Cochilco, en base a los antecedentes proporcionados por empresas productoras y consumidoras a agosto 2021



La Figura 15 muestra esta disparidad en los balances en las regiones, según el caso potencial de estas zonas geográficas, tal cual como se mostró en la Tabla 6.

Figura 15: Balance nacional y regional del mercado chileno del H₂SO₄, 2021 - 2030, caso potencial



Fuente: Elaborado en Cochilco

Tanto para Arica-Parinacota y Tarapacá como para Antofagasta se observa un balance deficitario en todo el horizonte estudiado. En el caso de Arica y Parinacota, debido al cierre de las líneas de óxidos de Pampa Camarones (2027), Cerro Colorado (2024) y Quebrada Blanca (2022) se estima una reducción de consumos cercana a las 305 mil toneladas, sin embargo las potenciales reaperturas de las líneas de óxidos de Collahuasi (2024) y Sagasca (2023) podrían contribuir con consumos importantes que mantendrían estable el balance deficitario.

Para Antofagasta se observa un alza de déficit de ácido sulfúrico hasta 2024, con un peak de 4,48 millones de toneladas, mismo año donde el consumo alcanza el peak de 6,82 millones de toneladas. Posterior a ese año se observa que el balance deficitario cae hasta llegar a 3,73 millones de toneladas el 2026, para luego retomar un crecimiento moderado hasta 2028 (déficit de 3,99 millones de toneladas). Hacia el cierre del periodo de análisis, el déficit caería hasta 2,22 millones de toneladas, acompañado de un consumo cercano a las 4,6 millones de toneladas.

Atacama en cambio pasa a balance excedentario a partir de 2025, un año después de lo estimado en el informe anterior, esto debido a que no se observan cierres de operaciones mineras en el mediano plazo, pero si reducciones de consumo importante que subsanan con la entrada de proyectos nuevos como Delirio y Planta NORA en 2022, Playa Verde en 2024 y Costa Fuego en 2025. Si bien la reducción de consumos en el periodo de análisis es en torno a las 180 mil toneladas, los proyectos nuevos aportarían con 233 mil toneladas de consumo “nuevo”. El balance es responsabilidad de la potencial entrada del proyecto Nueva Paipote, que duplicaría la producción actual de ácido en la región.

La zona centro sur mantiene estables los excedentes de ácido sulfúrico, sin mayores cambios en el periodo de análisis.



Capítulo 3:

Comentarios finales



3. Comentarios finales

El análisis del balance del mercado del ácido sulfúrico para la próxima década muestra que un potencial cambio de deficitario a excedentario no se daría en la próxima década, rompiendo con los análisis observados en los últimos 10 años, donde se observaba un cambio entre 2 a 3 años antes del cierre del periodo de análisis. Esto responde, mayormente, a la extensión de la vida útil de faenas hidrometalúrgicas y aumentos de consumo en operaciones actuales debido a factores técnicos. Todo esto se da en un escenario de precios del cobre al alza, lo que ha permitido que los recursos existentes se conviertan en reservas económicamente extraíbles para las diversas compañías mineras en el país.

Consumo de ácido sulfúrico en Chile

- Con respecto al consumo total estimado en el corto plazo, esto quiere decir que consideramos el consumo proveniente de las operaciones actuales más aquellos futuros proyectos que podrían ser consumidores potenciales del insumo, se observa un crecimiento de este en alrededor de 1,6%, influenciado las reaperturas de Rayrock, la puesta en marcha de Planta NORA, del proyecto Delirio y del procesamiento de óxidos provenientes de Rajo Inca en Salvador.
- Nuevamente observamos que el aumento se registraría en el mediano plazo, donde el peak de consumo esperado se ubicaría en 2024 con alrededor de 8,71 millones de toneladas de ácido sulfúrico. Los consumos nuevos que influyen el crecimiento en este periodo son provenientes de las reaperturas potenciales de Sagasca y Collahuasi, junto a la entrada en operación de los proyectos Marimaca, Diego de Almagro, Costa Fuego (Ex Productora) y Playa Verde, que en conjunto aportan alrededor de 500 mil toneladas de ácido sulfúrico hacia el 2025.
- Finalmente, en el largo plazo, periodo 2026 a 2030, si bien se agregan al consumo 240 mil toneladas de consumo de ácido provenientes del proyecto Polo Sur y de la plena operación de Marimaca, el consumo seguirá a la baja con una caída estimada de 21,1% en el periodo, cerrando el periodo de análisis con una demanda de 6,36 millones de toneladas

Producción de ácido sulfúrico en Chile

- Se espera en el corto plazo un aumento de la producción en 2021 de 7,5% respecto a 2020 debido a la recuperación productiva de Chuquicamata y Potrerillos, luego de la leve recuperación ocurrida durante 2020 producto de la pandemia. El año 2022, se observa una disminución de 3,7% en la producción de ácido, lo que se relaciona al cierre de NORACID en este año.
- Para el mediano plazo se observa un aumento de producción de alrededor de 4,0% promedio, aun considerando disminuciones provenientes del cierre de la planta de NORACID en el periodo

anterior, sumado a una mantención programada para Chuquicamata en 2023 (-160 mil toneladas). La potencial reapertura del quemador de Haldeman, junto al potencial proyecto Nueva Paipote de ENAMI, son los impulsores de este crecimiento en alrededor de 490 mil toneladas de ácido sulfúrico en conjunto.

- Finalmente, para el largo plazo, se observa una producción estable en torno a las 5,83 Mton promedio, con un peak de 5,97 Mton en el año 2029.

Balance del mercado chileno del ácido sulfúrico

- Existen dos puntos de inflexión en el balance. El primero en el año 2026, como resultado de la caída fuerte de consumo, con una producción de ácido en alza debido a la entrada en operación en 2025 de Nueva Paipote. La caída del consumo, de alrededor de 570 mil toneladas respecto a 2025, es producto del cierre de la línea de óxidos de Chuquicamata, Spence y el proyecto Delirio, esto sumado a algunas caídas de consumo provenientes de Escondida.
- El siguiente punto de inflexión se observa en 2028, donde luego de un aumento del déficit de ácido, este se reduce fuertemente a partir de este año. Este ocurre por cambios en el consumo y por una recuperación fuerte de la producción después de 2028. Los principales consumos que desaparecen son por el cierre de Pampa Camarones, de la Planta San José de Pucobre y de los consumos de San Gerónimo, todo esto sumado a algunas reducciones importantes en los consumos de faenas importantes como Antucoya, Zaldívar, Radomiro Tomic y Lomas Bayas.

Precio futuro del ácido sulfúrico

- Desde principios de 2018 vemos un precio promedio al alza, pasando de 37,8 US\$/ton CIF el primer trimestre de 2017 a 72,9 US\$/ton CIF el primer trimestre de 2018, para luego ir en pleno ascenso hasta el segundo trimestre de 2019 donde registra un promedio de 124,1 US\$/ton. Si bien durante 2020 se observaron máximos que no se habían visto en los últimos 10 años, 292,2 US\$/ton en el segundo trimestre de 2020, los promedios no superaron los 70 US\$/ton promedio al cierre del mismo año. Luego de algunas señales de problemas de suministro internacional del insumo a fines de 2020, 2021 ha observado precios al alza con un promedio al tercer trimestre de 123,8 US\$/ton, el segundo promedio trimestral más alto después del alcanzado el segundo trimestre de 2019.
- En lo que va de 2021 se han observado algunas dificultades operacionales en las fundiciones chinas, principales proveedores del insumo, lo que podría presionar al alza el precio del ácido por lo menos para los próximos 2 años. Es así como, con los antecedentes recopilados a la fecha, se espera que el precio promedio 2021 cierre con valores cercanos a los 105 – 108 US\$/ton CIF, pero a largo plazo, el precio debería ajustarse levemente a la baja con valores promedio en torno a los 90 – 95 US\$/ton CIF promedio hacia el 2025 debido a que la demanda interna bordearía los 8,6 Mton de ácido, casi 200 mil toneladas más de lo que se espera sea demandado en 2021.



Anexos



Anexos

A1: Metodología

El presente capítulo muestra las notas metodológicas que inciden en la confección del presente informe, desde la cobertura del mismo hasta los criterios de segmentación en el análisis de la data expuesta.

A1.1. Cobertura

El marco de referencia es el mercado chileno en términos de producción, consumo y comercio exterior del ácido sulfúrico. Para ello, la información es recopilada a través de una consulta formal a las principales compañías nacionales productoras y consumidoras de ácido sulfúrico sobre sus perfiles estimados de producción y/o consumo para próximo decenio, cuyas respuestas se hasta el primer trimestre del año en curso. Por lo tanto, el balance nacional del ácido sulfúrico excluye las consideraciones sobre el mercado peruano, sin perjuicio de consignar que este es el origen de la mayor cantidad de importaciones de ácido sulfúrico.

Aunque es necesario reconocer la dificultad que representa para las empresas proyectar sus perfiles de producción y/o consumo por tan largo plazo y la consecuente incerteza en las cifras más lejanas proyectadas, el valor que se procura dar a la información radica en pesquisar los cambios de tendencias que se pueden registrar en el largo plazo que podría afectar a la magnitud del balance del mercado y su condición deficitaria.

La información sobre comercio exterior histórica fue obtenida de fuentes públicas, a partir de datos del Servicio de Aduanas.

A1.2. Criterio de segmentación

Con el fin de analizar la data recopilada, en el presente subcapítulo se muestran los criterios de segmentación utilizados, desde las consideraciones para definir nivel de certeza de los perfiles de producción y consumo de ácido sulfúrico, los periodos de tiempo considerados y la información utilizada para caracterizar a los actores del mercado.

A1.2.1. Según su nivel de certeza

Para efectos de la proyección se definen casos que varían en función del grado de certeza que se le asigna a los antecedentes disponibles. La mayor certeza se le asigna a los datos aportados para las operaciones y proyectos ya en construcción. Adicionalmente se dispone de los datos correspondientes a los proyectos potenciales que las empresas, consumidoras o productoras, tienen en estudio con la intención de poner en marcha, aunque todavía no cuentan con la aprobación para su construcción.



Estos nuevos datos son más inciertos, pues algunos de ellos pueden realizarse sólo parcialmente o nunca.

En función del grado de confianza de los antecedentes disponibles se construyen cuatro casos posibles, los que se señalan a continuación.

- a) Caso base: Considera sólo los perfiles anuales de producción y consumo de las operaciones vigentes, más las que se encuentran en construcción, en virtud de los cuales se determina el balance resultante para el período.

Estos antecedentes constituyen la base de la proyección, porque sus respectivos perfiles sólo dependen del devenir de cada una de las actividades en marcha.

Desde este piso se construyen los siguientes casos hipotéticos agregando los perfiles potenciales cuyos pronósticos obtenidos de los proyectos tienen una menor certeza en las cantidades anuales estimadas y/o en la oportunidad que se pongan en marcha.

- b) Caso consumo máximo: A partir del caso base, se define un caso intermedio agregándole al caso base los antecedentes recogidos de los proyectos mineros potenciales en carpeta, es decir, que se encuentran en estudio con diversos grados de avances, pero no cuentan aún con la decisión de invertir en su construcción y puesta en marcha.

En este caso se trabaja con los perfiles máximos de consumo, manteniendo los perfiles básicos de producción y se calcula el nuevo saldo resultante para cada año del período.

Como los perfiles de consumo potencial tienen un buen grado de probabilidad de materializarse, este hipotético caso permite apreciar las disponibilidades de abastecimiento de ácido nacional en el caso más adverso, donde la oferta correspondería sólo a las plantas actuales.

- c) Caso producción máxima: Del mismo modo, a partir del caso básico, se define un segundo caso intermedio agregándole ahora solo los proyectos de nuevas plantas productoras en estudio, es decir, que se encuentran con diversos grados de avances, pero no cuentan aún con la decisión de invertir en su construcción y puesta en marcha.

En este caso, se trabaja con los perfiles máximos de producción, manteniendo los perfiles básicos de consumo y se calcula el nuevo saldo resultante para cada año del período.

Ello permite observar el espacio de mercado disponible en el caso más adverso donde la demanda sería sólo de las operaciones vigentes.

- d) Caso potencial o balance máximo: Finalmente se define un cuarto caso hipotético, sumando a los respectivos perfiles base, los perfiles potenciales de producción y de consumo de ácido sulfúrico que aportarían los proyectos que tienen en estudio los productores de ácido y los consumidores mineros.

Aunque los perfiles potenciales son más inciertos de cumplirse, este caso permite apreciar el potencial máximo de producción y consumo de ácido sulfúrico en el territorio nacional para el próximo decenio, junto con determinar la factibilidad que se produzca el cambio estructural en el mercado chileno del ácido sulfúrico, desde un balance deficitario a uno con excedente.



A1.2.2. Según el desarrollo cronológico

El período de proyección se ha segmentado en tres sub-períodos consecutivos para captar como iría variando el comportamiento del mercado.

- a) Corto plazo (2021 – 2022): Corresponde al bienio más inmediato en cual incluye las operaciones vigentes, lo que confiere un alto grado de certeza.
- b) Mediano Plazo (2023 – 2025): En este trienio aparecen los proyectos potenciales consumidores y de producción, cuya magnitud y oportunidad en que se materializarían puede estar sujeta a cambios en los próximos años. Su interés radica en los efectos que pueden acarrear la puesta en marcha de este tipo de proyectos, con lo que disminuye el grado de certeza de la proyección.
- c) Largo plazo (2026 – 2030): Aunque las proyecciones para el quinquenio final se hacen más inciertas, su interés principal radica en los efectos de la declinación de varias operaciones de lixiviación y el probable cambio en la situación de déficit estructural hacia un excedente.

A1.3. Caracterización de las empresas productoras y/o consumidoras de ácido sulfúrico

Para efectos de caracterizar tanto a los productores de ácido sulfúrico como a los consumidores, es que cada uno se caracteriza de acuerdo a los siguientes atributos:

- a) Región: lugar de emplazamiento de la operación productora y/o consumidora de ácido sulfúrico.
- b) Propietario: Nombre del propietario principal de la operación productora y/o consumidora de ácido sulfúrico.
- c) Operación: Nombre de la faena productora y/o consumidora de ácido.
- d) Tipo de propiedad: Si la operación productora y/o consumidora de ácido es de capitales privados o estatales.
- e) Destino: Destino de la producción, en caso de las operaciones productoras de ácido. Esta puede ser para autoabastecimiento de sus propias faenas consumidoras en la misma región y/o como oferta comercial disponible para venta a terceros.
- f) Tipo de industria: En el caso de las operaciones consumidoras, se identifica en qué tipo de industria se utiliza el ácido consumido: minería del cobre, minería no metálica o uso industrial, específicamente celulosas o industria química, aunque a partir de este año se incluyen pequeños consumos en plantas de osmosis de desaladoras de agua de mar.
- g) Condición: La cual puede ser base o potencial. Base corresponde a aquellas operaciones, productoras o consumidoras de ácido, vigentes, mientras que “Potencial” considera a aquellos proyectos que tienen en estudio los productores de ácido y los consumidores mineros.



A2: Principales productores y consumidores de ácido sulfúrico en Chile

A2.1. Principales productores y consumidores de ácido sulfúrico en Chile

A continuación se revisarán los principales productores y consumidores de ácido sulfúrico en Chile, caracterizándolos según sus atributos⁶.

A2.1.1. Plantas de producción de ácido sulfúrico

En el mercado chileno existen tres tipos de orígenes de producción de ácido sulfúrico: fundiciones de cobre, por el procesamiento de minerales sulfurados; plantas metalúrgicas, como por ejemplo las plantas de molibdeno o tostación de concentrados con alto contenido de arsénico, y por último, producto de quemadores de azufre. La Tabla 7 muestra las principales empresas productoras de ácido sulfúrico en Chile, ordenadas según origen.

Tabla 7: Principales empresas productoras de ácido sulfúrico en Chile

REGIÓN	PROPIETARIO PRINCIPAL	OPERACIÓN	TIPO DE PROPIEDAD		DESTINO		CONDICIÓN	
			Estatal	Privada	Autoabast.	Oferta	Base	Potencial
Fundiciones de cobre								
Antofagasta	Glencore	Altonorte		X	X	X	X	
Antofagasta	Codelco	Chuquicamata	X		X	X	X	
Atacama	Codelco	Potrerillos	X		X	X	X	
Atacama	Enami	Paipote	X		X	X	X	X
Valparaíso	Anglo American	Chagres		X	X	X	X	
Valparaíso	Codelco	Ventanas	X		X	X	X	
O'Higgins	Codelco	Caletones	X		X	X	X	
Otras Plantas Metalúrgicas								
Antofagasta	Codelco	Ministro Hales (Tostador)	X		X	X	X	
Antofagasta	Molyb	Planta tratamiento Mo		X		X		X
Antofagasta	Molynor	Planta Mo Mejillones		X	X	X	X	X
Metropolitana	Molymet	Planta Mo Nos		X	X	X	X	
Quemadores de azufre								
Tarapacá	Haldeman	Sagasca		X	X	X		X
Antofagasta	Noracid	Mejillones		X		X	X	

Fuente: Elaborado en COCHILCO, 2021.

Para efectos del análisis de la producción proyectada de ácido sulfúrico, todas las operaciones vigentes se considerarán en condición base. Todo proyecto que se vaya a materializar en el periodo de análisis, sin considerar en el estado de ingeniería o permisos ambientales, se consideran para el caso potencial.

⁶ Ver anexo A1.3. Caracterización de las empresas productoras y/o consumidoras de ácido sulfúrico

A2.1.2. Principales operaciones y proyectos consumidores de ácido sulfúrico

Para efectos de destacar los consumidores más importantes de ácido sulfúrico, en la Tabla 8 se muestran aquellas operaciones y proyectos con consumos mayores a 13 mil toneladas de ácido⁷, destacando sus atributos principales.

Tabla 8: Principales operaciones consumidoras de ácido sulfúrico en Chile

REGIÓN	PROPIETARIO PRINCIPAL	OPERACIÓN	TIPO DE PROPIEDAD		TIPO INDUSTRIA	CONDICIÓN	
			Estatal	Privada		Base	Potencial
Autoabastecimiento							
Antofagasta	CODELCO	Chuquicamata	X		Cobre	X	
Antofagasta	CODELCO	Radomiro Tomic	X		Cobre	X	
Antofagasta	CODELCO	Ministro Hales	X		Cobre	X	
Antofagasta	Glencore	Lomas Bayas		X	Cobre	X	
Atacama	CODELCO	Salvador	X		Cobre	X	
Atacama	ENAMI	Plantas varias	X		Cobre	X	
Valparaíso	CEMIN	Amalia-Catemu			Cobre	X	
Metropolitana	Anglo American Sur	Los Bronces		X	Cobre	X	
Abastecimiento externo							
Arica y Parinacota	Pampa Camarones	Pampa Camarones		X	Cobre	X	
Arica y Parinacota	Quiborax	Quiborax		X	No Met.	X	
Tarapacá	BHP BILLITON	Cerro Colorado		X	Cobre	X	X
Tarapacá	Haldeman	Sagasca		X	Cobre		X
Tarapacá	Teck	Quebrada Blanca		X	Cobre	X	
Antofagasta	Mantos Copper	Mantos Blancos		X	Cobre	X	
Antofagasta	AMSA	Minera Centinela - El Tesoro		X	Cobre	X	
Antofagasta	AMSA	Encuentro Óxidos		X	Cobre		X
Antofagasta	AMSA	Zaldivar		X	Cobre	X	
Antofagasta	BHP BILLITON	Escondida		X	Cobre	X	
Antofagasta	BHP BILLITON	Spence		X	Cobre	X	
Antofagasta	CODELCO	Gaby	X		Cobre	X	
Antofagasta	Freeport McMoRan	El Abra		X	Cobre	X	
Antofagasta	Las Cenizas	Taltal óxidos		X	Cobre	X	
Antofagasta	Mantos de la Luna	Grace		X	Cobre	X	
Antofagasta	KGHM	Sierra Gorda Óxidos		X	Cobre		X
Antofagasta	KGHM	Franke		X	Cobre	X	
Atacama	Mantos Copper	Mantoverde		X	Cobre	X	
Atacama	Sierra Norte	Diego de Almagro		X	Cobre		X
Atacama	Pucobre	Biocobre		X	Cobre	X	
Coquimbo	Pucobre	El Espino		X	Cobre		X
Coquimbo	Sproot Resources	Tres Valles		X	Cobre	X	
Metropolitana	Industrias Químicas	Varios		X	Industrial	X	
Sur	Celulosas	Varios		X	Industrial	X	

Fuente: Elaborado en Cochilco.

Las operaciones actuales son consideradas bajo el atributo condición como “Base”, mientras que los proyectos que a la fecha de esta encuesta aun no entran en construcción o con estudios de factibilidad/prefactibilidad en curso son considerados como iniciativas del tipo “Potencial”.

⁷ El estudio estima a más consumidores menores, de tipo minería no metálica, del cobre y otros sectores industriales.



A3: Unidades de medida y abreviaciones

Peso y medida

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

Elementos químicos y minerales

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

Concentración y tasas de producción

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

Procesos e insumos

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

Procesos de producción

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

Moneda y precios

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

Abreviaciones geográficas

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

Tipos de sociedades

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

Otras

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



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

Cristian Cifuentes González

Coordinador de Estrategias y Políticas Públicas

Jorge Cantallopts Araya

Director de Estudios y Políticas Públicas

Diciembre / 2021

