



# Mercado Chileno del ácido sulfúrico al año 2026

---

DEPP 28/2017

## Resumen Ejecutivo

Al revisar la información catastrada mediante la encuesta “Consumo y Producción de Ácido Sulfúrico 2016” realizada por Cochilco, es posible analizar la distribución del consumo y producción para el año 2016, como las proyecciones futuras estimadas por las compañías consideradas en la muestra.

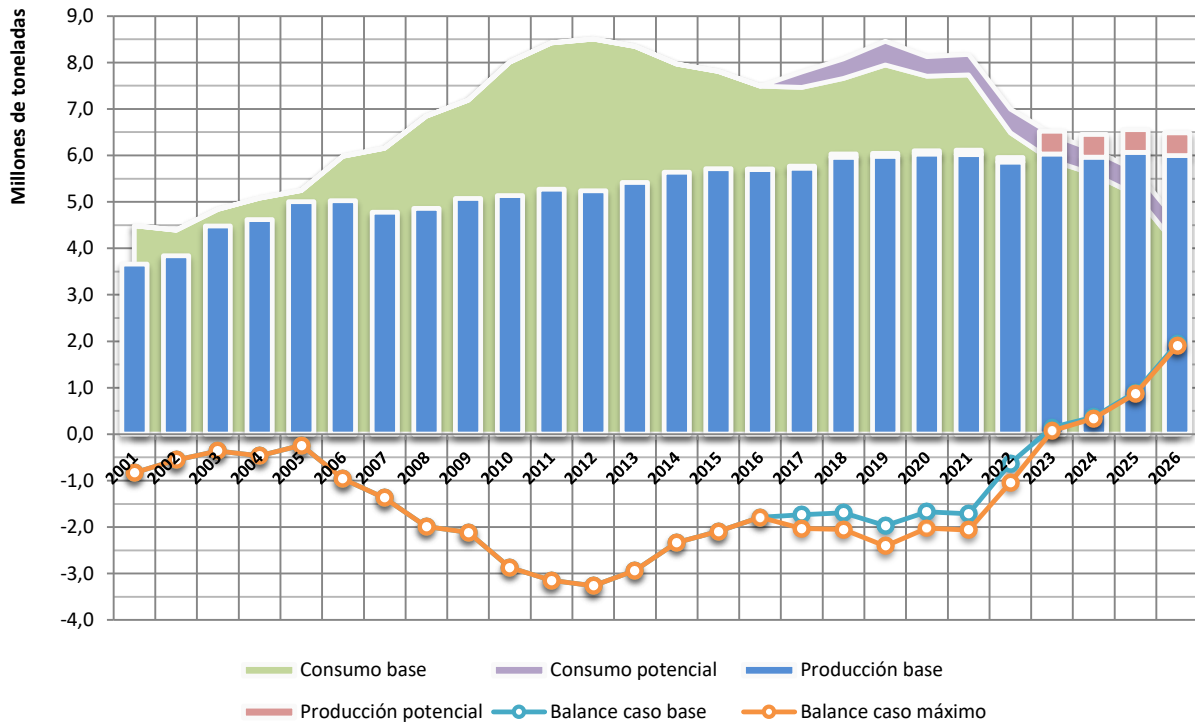
En primer lugar se observa una caída del 4% en el consumo de ácido sulfúrico en Chile, alcanzando las 7,494 millones de toneladas, donde la región de Tarapacá muestra la caída más fuerte (34,3%), determinada por la fuerte influencia de la minería del cobre, específicamente en la lixiviación de minerales para producir cátodos de cobre SxEw, responsable del 95,1% del consumo. A pesar de la caída del consumo, es destacable que la región de Atacama aumenta su consumo con respecto a 2015 en un 6,9%.

Por el lado de la producción, esta alcanzó las 5,708 millones de toneladas y, a pesar de haber caído un 0,12% con respecto a 2015, ésta sigue dominada por las empresas estatales de minería del cobre con un 61,3% de participación, a diferencia del consumo que es dominado por la industria privada, con un 70,7% de participación en el consumo. Se observa que la región de Tarapacá, debido al cierre del quemador de azufre de Haldeman, disminuye su producción en un 96,3%, mientras que la región de Antofagasta, pese a disminuir su consumo con respecto a 2015 en un 0,8%, mantiene el liderazgo como región productora de este insumo con un 50,4% de participación, a través de los complejos fundición-refinería de Chuquicamata, la fundición de Altonorte y la tostadora de Ministro Hales.

Con respecto a los balances futuros esperados para el próximo decenio, en el escenario de balance máximo, con producción máxima y consumo máximo considerados en los perfiles de proyección, este cambia definitivamente de deficitario a excedentario en 2022, estimando que hacia el 2026 el excedente de ácido sulfúrico disponible en el mercado nacional sería un 33,4% de la producción actual de ácido y un 29,4% de la producción futura del insumo.



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



Fuente: Elaborado en COCHILCO, 2017

Con respecto a los balances regionales, se mantiene la inequidad entre la zona de mayores excedentes de ácido (centro-sur), versus los mayores demandantes del insumo (norte), lo que ratifica la problemática logística que afecta negativamente al mercado del ácido sulfúrico nacional donde la oferta se encuentra distante de la demanda.



## 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 2007 - 2016 .....	8
1.2. Producción y consumo de ácido sulfúrico en el año 2016 .....	9
1.3. Tasas de producción y consumo de ácido sulfúrico .....	12
1.3.1. Tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico en las fundiciones de cobre .....	12
1.3.2. Tasa de consumo unitario de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> en lixiviación por tonelada de cobre SxEw .....	12
1.4. Comercio exterior chileno de ácido sulfúrico, periodo 2007 - 2016 .....	15
1.4.1. Importaciones de ácido sulfúrico al año 2016 .....	15
1.4.2. Exportaciones de ácido sulfúrico al año 2016 .....	17
2. Proyección del mercado del ácido sulfúrico en Chile, 2017 – 2026 .....	20
2.1. Comportamiento del consumo de ácido sulfúrico (2017 – 2026) .....	20
2.2. Comportamiento de la producción de ácido sulfúrico (2017 - 2026) .....	22
2.3. Balance del mercado chileno del ácido sulfúrico al año 2025 .....	25
2.3.1. Análisis nacional del mercado del ácido sulfúrico .....	26
2.3.2. Análisis regional del mercado del ácido sulfúrico .....	28
3. Comentarios finales .....	32
Anexos .....	36
A1: Metodología .....	36
A1.1. Cobertura .....	36
A1.2. Criterio de segmentación .....	36
A1.2.1. Según su nivel de certeza .....	36
A1.2.2. Según el desarrollo cronológico .....	38
A1.3. Caracterización de las empresas productoras y/o consumidoras de ácido sulfúrico .....	38
A2: Principales productores y consumidores de ácido sulfúrico en Chile .....	39
A2.1. Principales productores y consumidores de ácido sulfúrico en Chile .....	39



A2.1.1. Plantas de producción de ácido sulfúrico.....	39
A2.1.2. Principales operaciones y proyectos consumidores de ácido sulfúrico .....	40
A3: Unidades de medida y abreviaciones .....	42

## Índice de figuras

Figura 1: Balance del mercado nacional de ácido sulfúrico, histórico y futuro. ....	II
Figura 2: Producción chilena de cobre y participación por tipo de producto, periodo 2007 - 2016 .....	9
Figura 3: Producción cátodos SxEw, tasa de consumo de ácido y ley de óxidos promedio 2007 – 2016	13
Figura 4: Relación entre la producción de cátodos SxEw y la tasa de consumo de H2SO4, año 2016 ....	14
Figura 5: Evolución de las importaciones de ácido sulfúrico, periodo 2007 – 2016.....	15
Figura 6: Valor unitario del ácido sulfúrico CIF (US\$/ton) versus volumen de importaciones .....	16
Figura 7: Volumen y distribución de las importaciones de H2SO4 según país de origen, 2007 - 2016...	17
Figura 8: Evolución de las exportaciones de ácido sulfúrico, periodo 2007 – 2016 .....	18
Figura 9: Consumo de ácido sulfúrico base y potencial proyectado hacia el 2026 .....	21
Figura 10: Consumo de H2SO4 en minería del cobre vs producción de cátodos SxEw, 2016 – 2025 .....	22
Figura 11: Composición histórica y proyectada del origen de la producción de H2SO4 en Chile .....	23
Figura 12: Producción base y potencial proyectada a 2025 .....	23
Figura 13: Balances del mercado chileno del ácido sulfúrico 2017 - 2026 .....	26
Figura 14: Balance nacional y regional del mercado chileno del H2SO4 2017 - 2026, caso potencial ....	30

## Índice de tablas

Tabla 1: Evolución del mercado chileno del ácido sulfúrico, 2007 - 2016 (miles de toneladas) .....	8
Tabla 2: Distribución de la producción y consumo de ácido en el año 2016 y variación año anterior ...	10
Tabla 3: Tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico por tonelada de cobre fundido 2007 – 2016 ..	12
Tabla 4: Balance del mercado del ácido sulfúrico en Chile (2017 – 2026).....	25
Tabla 5: Balances regionales del mercado del H2SO4 en Chile, en miles de toneladas (2017 – 2026)...	29
Tabla 6: Principales empresas productoras de ácido sulfúrico en Chile .....	39
Tabla 7: Principales operaciones consumidoras de ácido sulfúrico en Chile.....	40



## **Introducción**



## **Introducción**

Este trabajo responde a 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.

Esta versión corresponde a una actualización del informe anual del mercado del ácido sulfúrico a través del instrumento denominado “Encuesta de ácido sulfúrico 2016, con información real hasta 2016 y proyectando el balance entre oferta y demanda hasta el año 2026.

El capítulo inicial se enfoca en presentar los antecedentes del mercado del ácido sulfúrico en Chile recopilados a través de la encuesta de producción y consumo de ácido sulfúrico 2016, 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 2016.

Posteriormente, se analizan las proyecciones de oferta y demanda del insumo para el periodo comprendido entre los años 2017 y 2026, 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, se presentan las principales conclusiones de este trabajo.



# Capítulo 1:

## El mercado chileno del ácido sulfúrico





## 1. El mercado chileno del ácido sulfúrico

A continuación se presentan la actualización de información sobre el mercado del ácido sulfúrico, resultado de la data obtenida en la “Encuesta de Producción y Consumo de Ácido Sulfúrico”, con el fin de caracterizar este mercado en Chile y ver el comportamiento que ha tenido en la última década.

### 1.1. Comportamiento del mercado nacional en el período 2007 - 2016

La producción de ácido sulfúrico en Chile, durante 2016, alcanzó las 5,708 millones de toneladas, una caída del 0,12% con respecto a lo declarado en 2015, a sabiendas que ese último año se ha convertido en el peak de producción de ácido sulfúrico en el país. Otro dato interesante a revisar es la caída de las importaciones de este insumo desde 2012, y que en entre los años 2015-2016 alcanzó a un 20,08% de disminución de importaciones (Tabla 1).

**Tabla 1: Evolución del mercado chileno del ácido sulfúrico, 2007 - 2016 (miles de toneladas)**

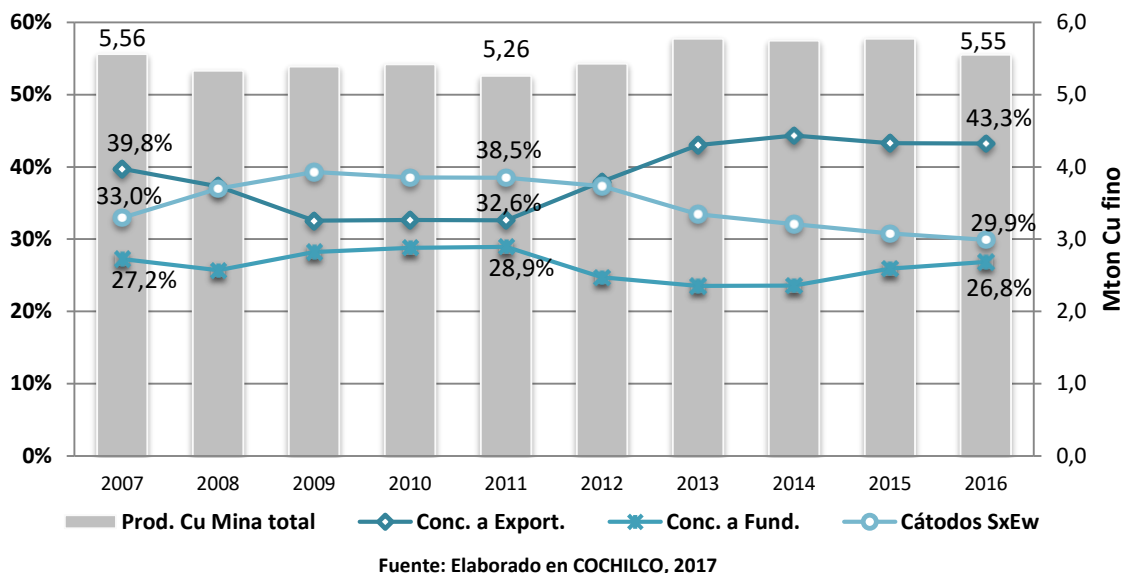
ÍTEM	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Producción	4.775,0	4.858,4	5.076,6	5.138,3	5.272,3	5.242,0	5.415,6	5.635,2	5.715,2	5.708,0
(+) Importaciones	1.285,1	2.398,5	1.872,3	2.643,7	3.164,0	3.211,5	2.834,3	2.246,9	2.180,7	1.727,2
(-) Exportaciones	-124,2	-83,9	-13,5	-13,4	-62,6	-15,0	-52,3	-17,3	-54,4	-72,2
<b>Consumo aparente</b>	<b>5.935,9</b>	<b>7.172,9</b>	<b>6.935,4</b>	<b>7.768,6</b>	<b>8.373,7</b>	<b>8.438,4</b>	<b>8.197,6</b>	<b>7.864,8</b>	<b>7.841,5</b>	<b>7.363,0</b>

Fuente: "Anuario de Estadísticas del cobre y otros minerales 1997 - 2016", Cochilco 2017

Como observaremos más adelante, existe una relación virtuosa en la minería del cobre en Chile, ya que no solo es el principal productor de este insumo en los procesos de fundición-refinería y tostación de concentrados, sino que también es el principal consumidor a través del proceso de electro obtención. La Figura 2 muestra la evolución de la producción total de cobre mina en Chile y la participación que tienen en esta los tres tipos de productos de cobre comerciales exportados: cátodos SxEw (demandante de ácido), concentrados de cobre tratados en fundiciones nacionales (producción obligada de ácido sulfúrico) y concentrados exportados, sin tratamiento nacional.



**Figura 2: Producción chilena de cobre y participación por tipo de producto, periodo 2007 - 2016**



Como se observa en la gráfica, la producción nacional de concentrados exportables ha visto un fuerte impulso a partir de 2011, en desmedro de la producción de cátodos SxEw y con una producción FURE relativamente estable. A pesar de esto, Chile sigue manteniendo el segundo lugar en la producción de cobre refinado en el mundo con un 11,1% de participación, después de China que posee un 35,9%<sup>1</sup>.

## 1.2. Producción y consumo de ácido sulfúrico en el año 2016

Al revisar la información catastrada mediante la encuesta “Consumo y Producción de Ácido Sulfúrico 2016” realizada por Cochilco, es posible analizar la distribución de la producción y el consumo registrado durante el año recién pasado. En primer lugar se observa una caída del 4% en el consumo de ácido sulfúrico en Chile, donde la región de Tarapacá muestra la caída más fuerte (34,3%), determinada por la fuerte influencia de la minería del cobre, específicamente en la lixiviación de minerales para producir cátodos de cobre SxEw, responsable del 95,1% del consumo. A pesar de la caída del consumo, es destacable que la región de Atacama aumenta su consumo con respecto a 2015 en un 6,9%.

Por el lado de la producción, y a pesar de haber caído un 0,1% con respecto a 2015, ésta sigue dominada por las empresas estatales de minería del cobre con un 61,3% de participación, a diferencia del consumo que es dominado por la industria privada, con un 70,7% de participación en el consumo. Se observa que la región de Tarapacá, debido al cierre del quemador de azufre de Haldeman, disminuye su producción en un 96,3%, mientras que la región de Antofagasta, pese a disminuir su consumo con respecto a 2015 en un 0,8%, mantiene el liderazgo como región

<sup>1</sup> Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Minerales 1997-2016, Cochilco 2017.



productora de este insumo con un 50,4% de participación, a través de los complejos fundición-refinería de Chuquicamata, la fundición de Altonorte y la tostadora de Ministro Hales.

Con estos dos ítems revisados, se observa que el balance nacional se mantiene deficitario, pero alrededor de un 15% menos que al año 2015, lo que refleja la caída de observada en la producción de cátodos SxEw.

**Tabla 2: Distribución de la producción y consumo de ácido en el año 2016 y variación año anterior**

DISTRIBUCIÓN	PRODUCCIÓN			CONSUMO			DÉFICIT O EXCEDENTE
	Miles de ton	Variación 2016/2015	Participación	Miles de ton	Variación 2016/2015	Participación	Miles de ton
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>5.708</b>	<b>-0,1%</b>	<b>100%</b>	<b>7.494</b>	<b>-4,0%</b>	<b>100%</b>	<b>-1.786</b>
<b>Regional</b>							
Arica y Parinacota	0	0,0%	0,0%	91	-15,5%	1,2%	-91
Tarapacá	4	-96,3%	0,1%	322	-34,3%	4,1%	-319
Antofagasta	2.879	-0,8%	50,4%	5.895	-2,5%	75,5%	-3.016
Atacama	742	14,9%	13,0%	773	6,9%	9,9%	-31
Coquimbo	0	0,0%	0,0%	74	-11,7%	1,0%	-74
Valparaíso	813	-3,0%	14,2%	96	-9,4%	1,2%	717
Metropolitana	53	14,2%	0,9%	108	0,4%	1,4%	-56
O'Higgins	1.212	2,5%	21,2%	23	-15,1%	0,3%	1.189
Sur (resto)	0	0,0%	0,0%	110	0,0%	1,4%	-110
<b>Por origen o destino</b>							
Minería del cobre	4.946	3,3%	86,6%	7.126	-4,1%	95,1%	-2.180
Otros	762	-18,0%	13,4%	368	-1,4%	4,9%	394
<b>Por tipo de abastecimiento</b>							
Autoabastecimiento	1.588	-4,1%	27,8%	1.588	-4,1%	21,2%	0
Comercial	4.120	1,5%	72,2%	5.907	-4,0%	78,8%	-1.786
<b>Por tipo de empresas</b>							
Estatales	3.498	5,0%	61,3%	2.192	-1,8%	29,3%	1.306
Privadas	2.204	-7,5%	38,6%	5.302	-4,9%	70,7%	-3.097

Fuente: Elaborado en COCHILCO según datos suministrado por las compañías

Tal cual como se observa en la Tabla 2, el análisis de la estructura de oferta y demanda del mercado chileno del ácido sulfúrico observado en 2016 se puede revisar bajo cuatro tópicos:

i. Regional:

- Fuerte caída en la producción y consumo de la región de Tarapacá con respecto a 2015, 96,3% y 34,3%, respectivamente, debido a la paralización de las operaciones de la mina Sagasca de Haldeman y su planta quemadora de azufre.
- Se mantiene la asimetría entre producción y consumo ya que, a pesar de que la producción está mayormente concentrada en la zona norte del país (regiones de Arica y Parinacota a Coquimbo) el consumo también lo está, por ende, el balance excedentario se encuentra en la zona centro-sur, traduciéndose en desafíos a nivel logístico y costo de transporte del

insumo. Este aspecto es el que maneja fuertemente los costos del ácido sulfúrico en las operaciones mineras del país.

ii. Por origen o destino:

- La minería del cobre aumenta levemente su participación como productor del insumo, debido en mayor parte a la caída de la producción obtenida a través de quemadores de azufre, 18% menos que 2015, y en menor medida al leve aumento de la producción obligada, un 3,3% más que en 2015.
- Déficit de la minería del cobre se reduce casi un 18% con respecto a 2015, siendo la necesidad de esta industria de alrededor de un 44% de la producción propia, manteniéndola dependiente de las importaciones.

iii. Tipo de abastecimiento:

- El 27,8% de la producción nacional de ácido sulfúrico es para autoabastecimiento, la cual cayó un 4,1% con respecto a 2015, y representa solo un 21,2% del consumo.
- A pesar de que el restante 72,2% de la producción de ácido sulfúrico queda disponible como oferta a terceros, solo en un 69,7% de la necesidad actual del mercado de ácido sulfúrico no autoabastecida.

iv. Tipo de empresas:

- La oferta estatal sigue controlando el mercado interno de ácido sulfúrico, con un 61,3% de participación. Sin embargo esta oferta, a pesar de que en cantidad podría suplir la necesidad de ácido sulfúrico de las empresas estatales, temas como distancias, asimetrías entre zonas de producción y zonas de consumo, entre otros, hace necesario a estas empresas adquirir insumo por parte de terceros. Asimismo, la oferta privada tampoco es sustentada por el remanente de la industria estatal, ni menos por su propia producción.



### 1.3. Tasas de producción y consumo de ácido sulfúrico

A continuación, se revisará la relación entre la producción de cobre fundido-refinado y la producción obligada de ácido sulfúrico, por el lado de la oferta, y la relación entre el consumo de 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

Como es bien sabido, las fundiciones, refinerías y complejos metalúrgicos que procesan concentrados de cobre, poseen plantas de ácido sulfúrico que buscan mitigar las emisiones medioambientales de gases sulfurosos y, así, cumplir con las normas medioambientales nacionales. La producción de ácido sulfúrico a través de estas plantas captadoras de gases, a su vez, depende tanto de la tecnología de captación de azufre que posea, porcentaje de captación, como de la composición del mineral sulfurado a tratar en los complejos metalúrgicos nombrados anteriormente, por eso la fuerte relación entre producción FURE y producción de ácido sulfúrico.

**Tabla 3: Tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico por tonelada de cobre fundido 2007 – 2016**

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Producción ácido sulfúrico (miles de ton)	4.611	4.683	4.946	4.927	4.944	4.529	4.542	4.665	4.593	4.687
Producción de cobre fundido (miles de ton)	1.514	1.369	1.522	1.560	1.522	1.342	1.358	1.356	1.496	1.491
<b>Tasa de producción unitaria (ton ácido/ton Cu)</b>	<b>3,04</b>	<b>3,42</b>	<b>3,25</b>	<b>3,16</b>	<b>3,25</b>	<b>3,37</b>	<b>3,34</b>	<b>3,44</b>	<b>3,07</b>	<b>3,14</b>

Fuente: Elaborado en Cochilco.

A esta relación la denominamos “*tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico*”, medida en ton de ácido por tonelada de cobre producido en FURE, la cual en 2016 alcanzó las 3,14 toneladas de ácido por tonelada de cobre producido en FURE, equivalente a un aumento de 2,4% con respecto a 2015 y de 3,2% con respecto a 2007. Cabe destacar que aunque la tasa de producción unitaria de ácido haya aumentado levemente, la producción FURE se ha mantenido relativamente estable con una pequeña caída de 0,4% con respecto a 2015, mientras que la producción obligada de ácido aumento un 2% con respecto al mismo año. Esto se explicaría por la calidad de los concentrados fundidos y refinados en el país.

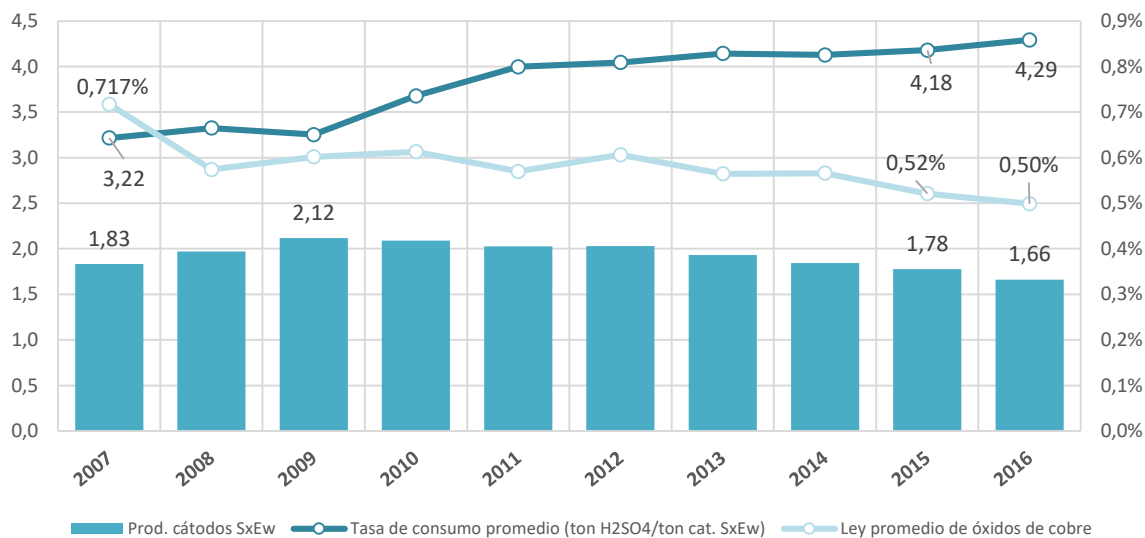
#### 1.3.2. Tasa de consumo unitario de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en lixiviación por tonelada de cobre SxEw

Debido a que la industria cuprífera del país es el principal consumidor del insumo, el consumo unitario de ácido es un buen indicador del comportamiento futuro de su demanda. Asimismo, los aumentos o descensos de este indicador son relacionables plenamente a la ley de mineral a tratar, aunque considerando que hay factores como alteración mineralógica y cantidad de arcillas presentes en el mineral que también los hacen más o menos susceptibles al tratamiento con ácido.



El incremento de la tasa de consumo de ácido sulfúrico en la última década es observable en la Figura 3, donde además se puede ver la relación inversamente proporcional entre esta tasa de consumo y la ley promedio de mineral lixiviado del país. Adicionalmente se observa el contraste con la producción de cátodos SxEw.

**Figura 3: Producción cátodos SxEw, tasa de consumo de ácido y ley de óxidos promedio 2007 – 2016**



Fuente: Elaborado en Cochilco.

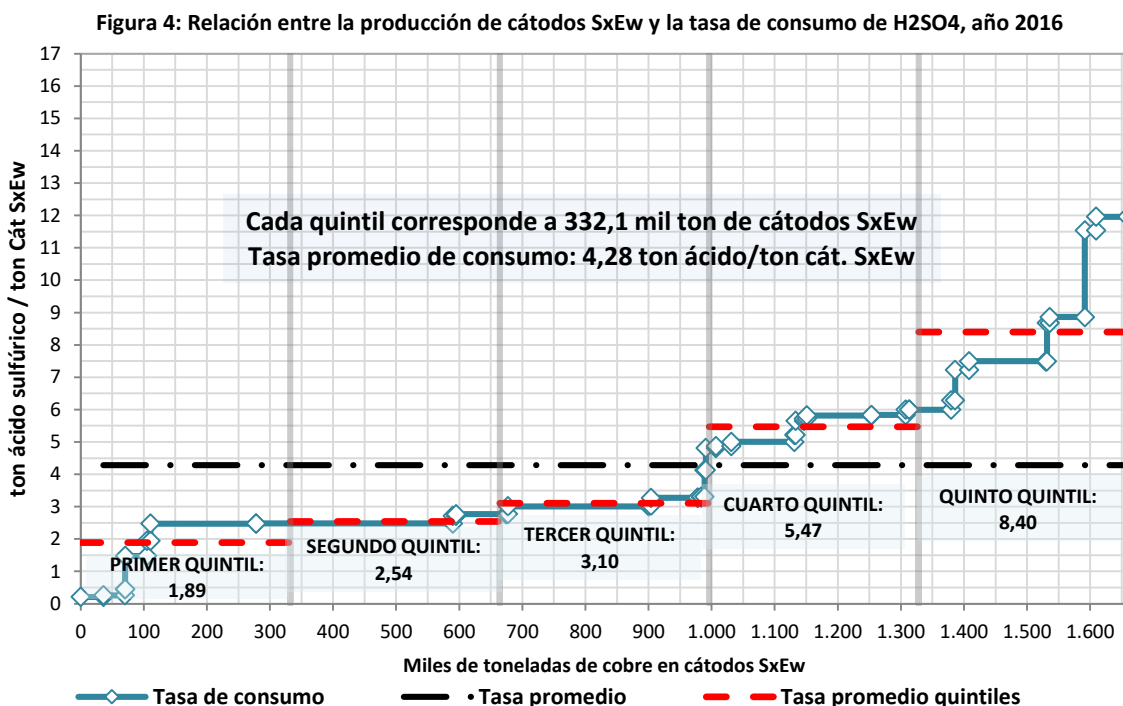
El rendimiento hidrometalúrgico ha caído un 2,7% entre 2015 y 2016, mientras que la ley promedio de mineral oxidado ha caído<sup>2</sup> un 4,2%, y la producción de cátodos SxEw ha disminuido un 6,6% en el mismo periodo.

Revisando los últimos diez años de información, la situación no es muy distinta, donde la tasa de consumo de ácido sulfúrico ha pasado de 3,22 ton. H2SO4/ton de cát. SxEw producido durante el año 2007 a una tasa de 4,29 en 2016, lo que significa un crecimiento de 33,5% en el consumo específico de ácido, a una tasa de 2,93% anual. Asimismo, la ley promedio de mineral oxidado ha caído desde 0,717% de cobre en óxidos en 2007 a 0,500% de cobre en 2016, lo que representa una caída de la ley de 30,4% a una tasa de decrecimiento de 3,53% anual. Por otra parte, la producción de cátodos SxEw ha venido en fuerte descenso desde el *peak* productivo del año 2009, donde llegó a las 2,12 millones de toneladas de cátodos SxEw, para luego caer alrededor de un 22% hacia el 2016, a una tasa de decrecimiento de 2,99% anual hasta llegar a los actuales 1,66 millones de toneladas.

<sup>2</sup> El rendimiento hidrometalúrgico cae cuando la tasa de consumo aumenta, en este caso puntual la tasa de consumo ha aumentado 2,7%, lo que significa que el rendimiento ha caído a la misma tasa.



Esta variación de consumo se ve influenciada fuertemente por la variabilidad existente entre diversas operaciones, las cuales durante 2016 han registrado tasas de consumo entre 0,213 a 20,602 (ton ácido/ton cát 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.



Fuente: Elaborado en Cochilco.

La producción de cátodos SxEw en la figura anterior está segmentada en quintiles, que para 2016 corresponde a 332,1 kt de Cu cada uno, con el fin de destacar las diferencias de consumo de ácido sulfúrico entre cada una de las 35 operaciones consideradas en la muestra<sup>3</sup>.

La Figura 4 permite observar que existen dieciséis operaciones, equivalentes al 59,7% de la producción 2016 de cátodos SxEw, que se ubican por debajo de la tasa promedio nacional de consumo, entre el primer y tercer quintil de la muestra. De estas, nueve pertenecen a la “gran minería del cobre”, tres a la “mediana minería privada” y las otras cuatro a la “mediana y gran minería estatal”. Tal como se comentó al principio de este capítulo, una tasa alta de consumo se relaciona a rendimiento hidrometalúrgico y, por ende, es presumible pensar que estas 16 operaciones son “las más eficientes”, sin embargo es necesario considerar otras variables tales como el efecto escala que poseen, calidad de mineral (ley) e impurezas o alteraciones mineralógicas presentes (más o menos arcilla, por ejemplo).

<sup>3</sup> La muestra recopila la información de 35 operaciones hidrometalúrgicas, que en conjunto agrupan el 100% de la producción del país, entre medianas y grandes empresas.



En cambio, las 19 operaciones restantes que, bajo la premisa anterior serían las “menos eficientes” al ubicarse entre el cuarto y quinto quintil con tasas de consumo superiores al promedio nacional, corresponden al 39,1% de la producción de cobre en cátodos SxEw en 2016 y provienen principalmente del sector de la gran minería, tanto privada (6) como estatal (5), lo que muestra que el factor “escala productiva” no es responsable de forma absoluta de las altas tasas de consumo de ácido, donde las medianas mineras son las menores (6 privadas y 2 estatales).

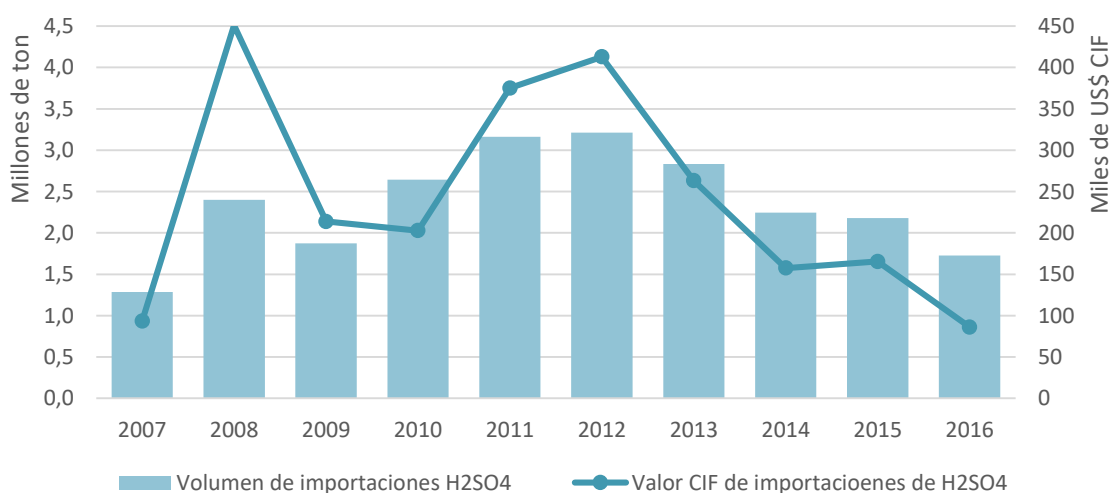
## 1.4. Comercio exterior chileno de ácido sulfúrico, periodo 2007 - 2016

Una característica importante del mercado nacional de ácido sulfúrico es la necesidad de abastecer la necesidad del insumo, producto de su déficit estructural, el cual en el último tiempo se intentó suplir de forma interna a través de quemadores de azufre. Sin embargo esta alternativa no ha podido reemplazar a las importaciones de este insumo. Así mismo, una pequeña parte de la producción interna, es enviada al extranjero. El presente capítulo mostrará una actualización del comercio exterior de ácido sulfúrico en Chile para el periodo 2007-2016

### 1.4.1. Importaciones de ácido sulfúrico al año 2016

Las importaciones de ácido sulfúrico son la respuesta al déficit estructural existente en el mercado nacional, con un escenario a la baja de las importaciones desde su *peak* en 2012, donde el volumen de importaciones ha caído en un 46,2% a 2016 a una tasa promedio de 11,7% (Figura 5).

Figura 5: Evolución de las importaciones de ácido sulfúrico, periodo 2007 – 2016



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

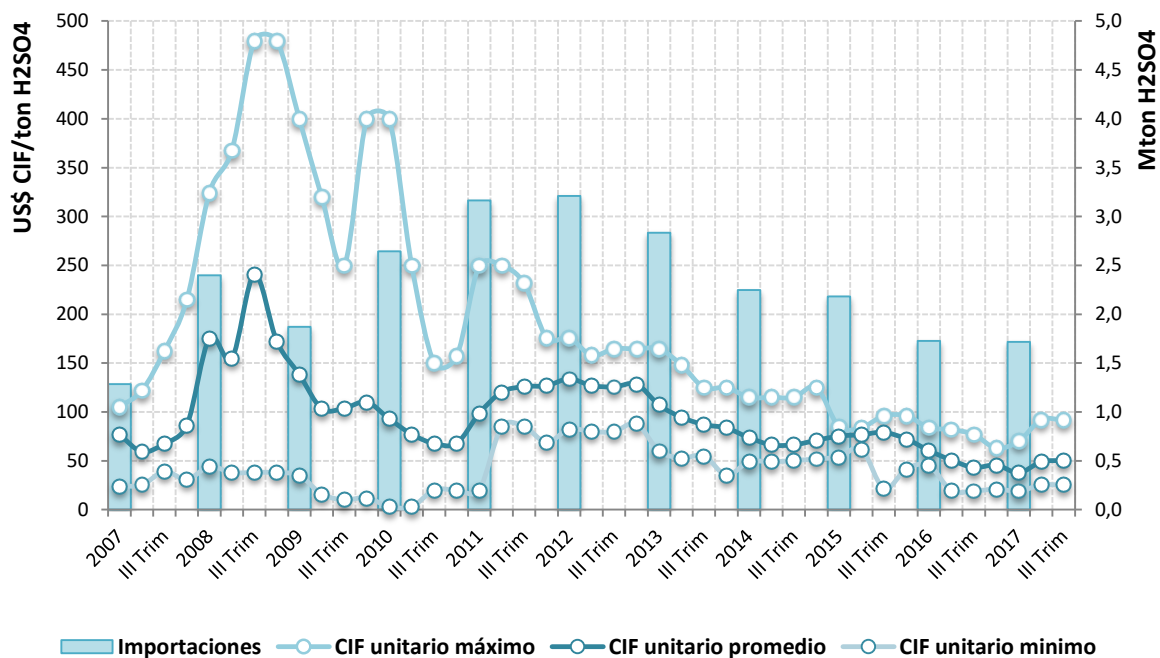
Como se observa en la figura, si revisamos los *peaks* de valor CIF de las importaciones, años 2008-2011-2012, no son totalmente coincidentes con los *peaks* en volumen de importaciones, años 2011-2012. Con el fin de realizar un mejor análisis de este ítem, es necesario revisar la evolución del precio promedio de importación de ácido sulfúrico. Un registro de esto, en un rango de precios máximos,





mínimos y promedios, se puede observar en la Figura 6, para el periodo comprendido entre el primer trimestre de 2007 hasta el tercer trimestre de 2016.

**Figura 6: Valor unitario del ácido sulfúrico CIF (US\$/ton) versus volumen de importaciones<sup>4</sup>**



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

En la Figura 6 se observa por qué 2008, a pesar de ser un año de bajo volumen de importaciones, destaca como peak de valor CIF total de las importaciones: corresponde al precio promedio más alto de los últimos años, con el máximo más alto registrado, 480 US\$ CIF la toneladas de ácido sulfúrico. Posterior a este año, el precio promedio comienza a descender, lo que contrasta con el aumento del volumen de importaciones en los años siguientes.

El año 2014 pasa a ser el inicio de una estabilidad en el precio promedio, con una fuerte disminución del volumen de importaciones en 2016, registrando importaciones por un total de 1.727,2 miles de toneladas valoradas en 86,2 millones de dólares CIF, equivalentes a un precio promedio de 49,9 US\$/ton CIF, una caída de 34,1% con respecto al promedio registrado al cierre del año 2015 (75,8 US\$/ton CIF). De todas formas se espera que 2017 aumente el volumen de importaciones, a precios similares al de los últimos trimestres de este año, donde al tercer trimestre de 2017 se registran importaciones por 1.718,9 miles de toneladas, a un precio de 46,2 US\$ CIF la toneladas de ácido sulfúrico, influenciado por el bajo precio de las importaciones del primer trimestre de 2017.

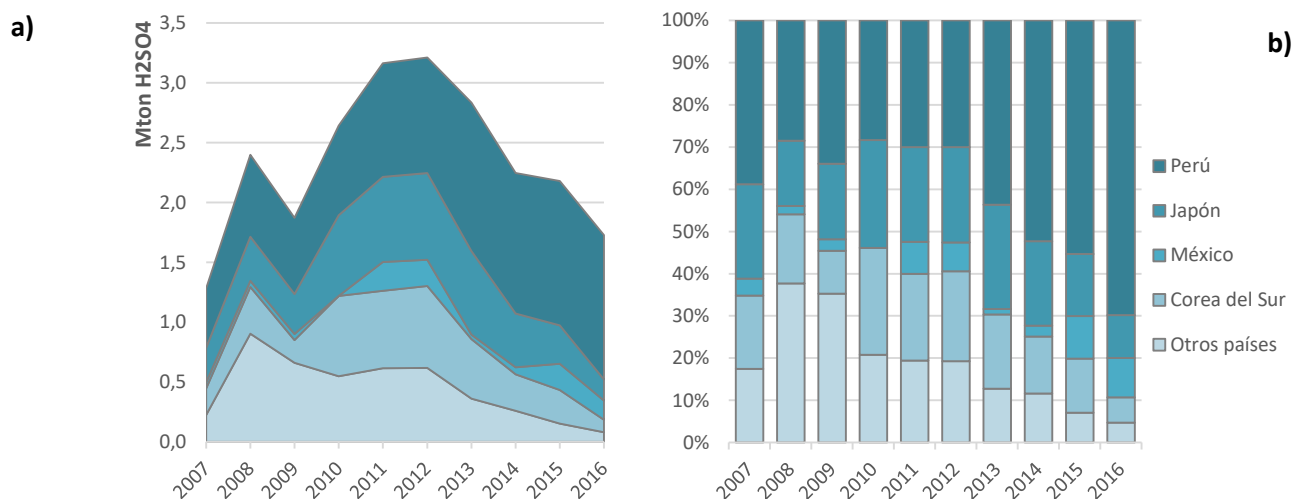
<sup>4</sup> Importaciones registradas desde el primer trimestre de 2007 al tercer trimestre de 2017, años 2007 – 2016 importaciones anuales, mientras que para 2017 corresponde a las realizadas hasta septiembre de 2017.



No obstante es destacable que desde el primer trimestre de 2017 los precios han subido a niveles similares a 2015, con máximos sobre los 90 US\$ CIF la tonelada, que podrían impulsar al alza el precio promedio de cierre de 2017 y de 2018.

La tendencia al descenso en las importaciones de ácido sulfúrico luego de su *peak* en 2012, está fuertemente relacionada con el agotamiento de los recursos lixiviables, descenso que más adelante se podría acrecentar, tal cual como veremos en capítulos posteriores.

**Figura 7: Volumen y distribución de las importaciones de H2SO4 según país de origen, 2007 - 2016**



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

Con respecto al origen de las importaciones, Perú ha sido el principal importador desde 2010, seguido por Japón y Corea del Sur, en forma alternada. Sin embargo durante 2016, México ha cobrado más importancia que Corea del Sur. En la Figura 7 se muestra la distribución de las importaciones en cantidad (figura 6-a) y en participación (figura 6-b) de los principales países de origen.

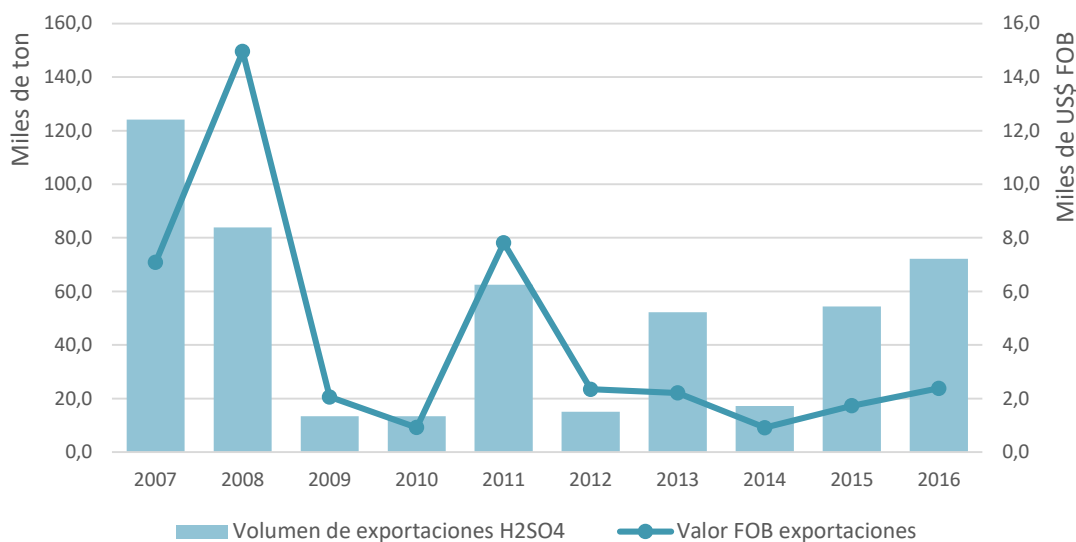
#### 1.4.2. Exportaciones de ácido sulfúrico al año 2016

Durante 2016 las exportaciones de ácido sulfúrico alcanzaron las 72.161 toneladas de ácido, donde a Brasil se dirige el 73% de las exportaciones, mientras que a Bolivia el 27% restante, por un valor FOB de US\$ 2.383,5 mil y a un valor promedio de 33 US\$ FOB la tonelada.

La evolución de las exportaciones de ácido sulfúrico en el último decenio, tanto en volumen como en valor FOB, se registra en la Figura 8.



**Figura 8: Evolución de las exportaciones de ácido sulfúrico, periodo 2007 – 2016**



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

Si comparamos las cifras de exportación de 2016 con respecto a 2015 se observa una continuidad en el crecimiento de estas, que se viene observando desde 2014, año en el cual se comenzó a prever un cambio en el balance futuro del mercado nacional del ácido (de deficitario a excedentario). El crecimiento registrado entre 2015-2016 es de 32,6% en el volumen de exportaciones y un 37,3% en el valor FOB, con un valor promedio en US\$ FOB/ton que aumentó un 3,5%.



## **Capítulo 2:**

# **Proyección del mercado del ácido sulfúrico en Chile, 2017 – 2026**



## 2. Proyección del mercado del ácido sulfúrico en Chile, 2017 – 2026

Este capítulo analiza el comportamiento de la proyección de consumo y producción de ácido, y la estrecha relación con la producción de cátodos SxEW en el próximo decenio. Posteriormente se revisa en forma general y en detalle el balance nacional del mercado del ácido, para finalmente mostrar a líneas generales el balance regional de este insumo, todo con horizonte hacia el 2026.

### 2.1. Comportamiento del consumo de ácido sulfúrico (2017 – 2026)

Según los resultados de la última encuesta de producción y consumo de ácido sulfúrico para el periodo 2017– 2026, el consumo base<sup>5</sup> se mantiene relativamente estable en el corto plazo (2017 – 2018), con un crecimiento de 2,5%. Ya en el mediano plazo (2019 – 2021) podemos observar un *peak* de consumo en 2019 de 7,95 millones de toneladas, el cual sería el último máximo consumo a registrar en la próxima década. Posterior a eso, el consumo caería un 2,7% hacia el 2021.

En el largo plazo (2022 – 2026), el consumo sufrirá una fuerte caída, desde las 6,48 millones de toneladas esperadas para 2022 hasta las 4,04 millones de toneladas estimadas para 2026, una caída de 37,6% en el período.

El consumo potencial, por otra parte, que corresponde al consumo proveniente de cuatro iniciativas de reposición de operaciones actuales de la minería del cobre y por tres proyectos nuevos, al ser añadido al perfil de consumo base en el corto plazo (2017-2018) aumentaría el consumo total en 3,7%. Posterior a este periodo vemos un fuerte aumento del consumo hacia 2019, donde se alcanzaría el segundo consumo más alto registrado en los últimos 20 años, después de los 8,5 millones de toneladas de 2012, alcanzando un consumo total de 8,46 millones de toneladas, para luego disminuir un 3,3% hacia 2021.

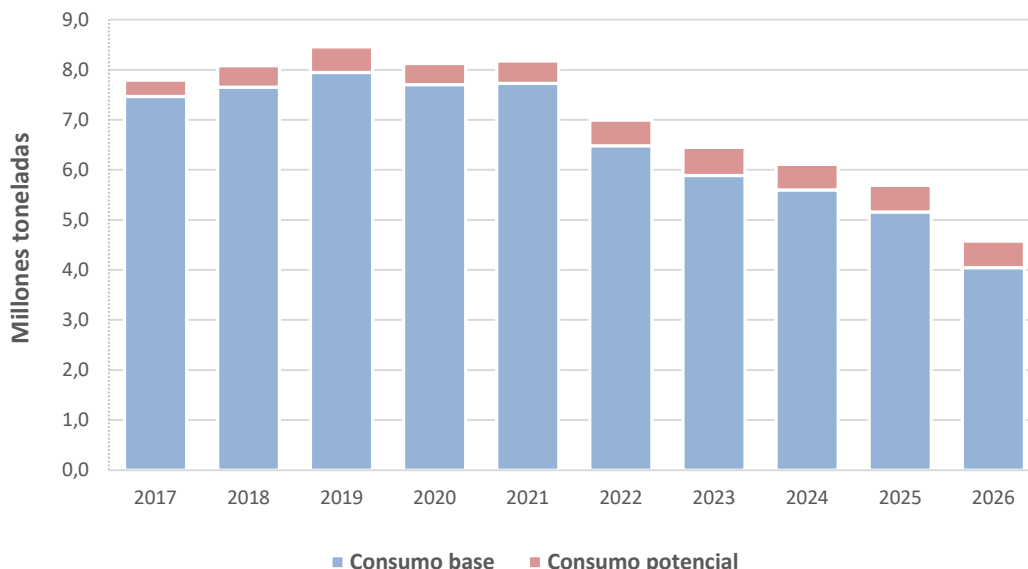
En el largo plazo el consumo seguirá a la baja en este nuevo escenario, manteniéndose a líneas generales la tendencia observada por los consumos base. En resumidas cuentas, el consumo nacional de ácido sulfúrico caerá un 38,9% con respecto a 2016. La Figura 9 muestra gráficamente este análisis.

---

<sup>5</sup> 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.



**Figura 9: Consumo de ácido sulfúrico base y potencial proyectado hacia el 2026**



Fuente: Elaborado por Cochilco

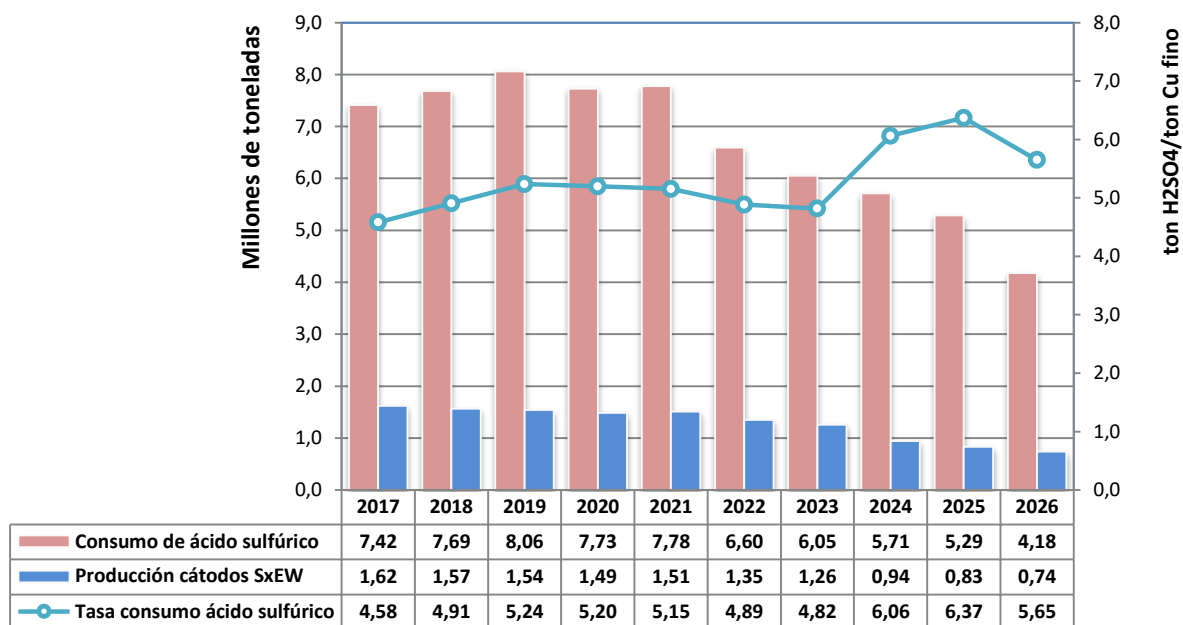
A sabiendas que el consumo de ácido de la minería no metálica, la industria papelera u otras industrias no cupríferas son relativamente constantes en el tiempo, es posible inferir que la declinación de los consumos de ácido sulfúrico se debería principalmente al agotamiento de recursos lixiviables y cierre de operación de algunas faenas de cobre hacia fines del próximo decenio, considerando que en muchas operaciones la baja ley y el aumento de impurezas en el mineral aumenta levemente las tasas de consumo, pero sin influir mayormente en el consumo global de ácido. En estricto rigor, el consumo proveniente de la minería del cobre representó un 95,1% del consumo nacional durante 2016 y se espera que hacia el 2026 corresponda a un 80% del consumo nacional.

Como se comentó anteriormente<sup>6</sup>, otro importante indicador de la tendencia del consumo de ácido es tasa promedio de consumo, que se puede ver en la Figura 10.

<sup>6</sup> Ver capítulo 1.3.2 "Tasa de consumo unitario de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en lixiviación por tonelada de cobre SxEw"



**Figura 10: Consumo de H2SO4 en minería del cobre vs producción de cátodos SxEw, 2016 – 2025**



Fuente: Elaborado por Cochilco

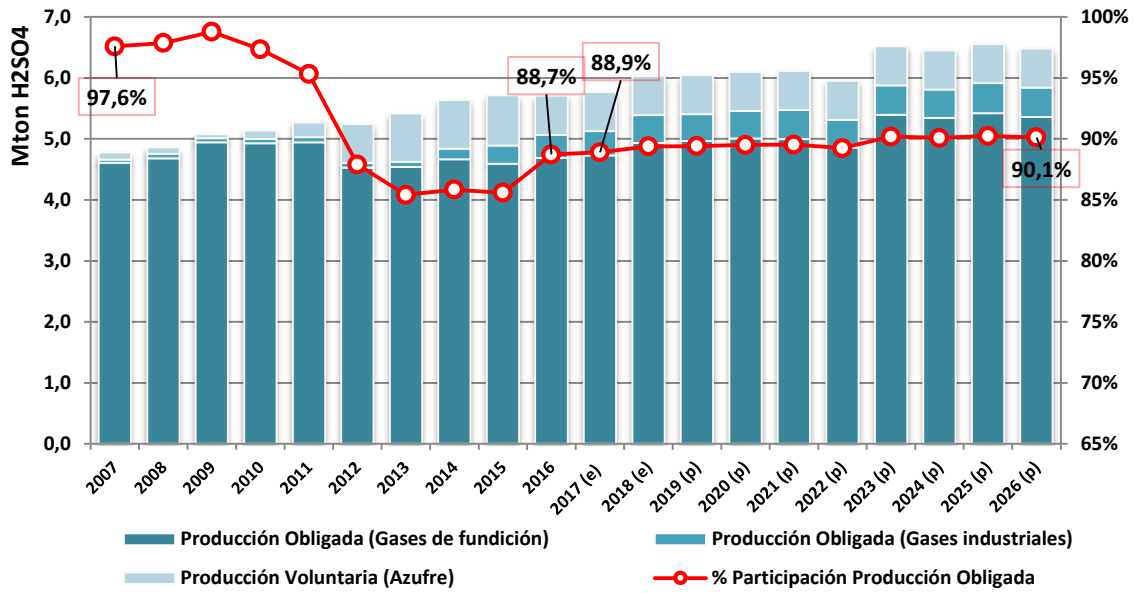
La proyección de la tasa de consumo se desenvuelve de diversas formas durante el periodo de análisis: crecimiento de un 7,1% en el corto plazo, a una tasa de 3,5% anual, decreciente en un 1,6% en el mediano plazo, a una tasa de decrecimiento de 0,5% anual, y finalmente un crecimiento de un 30% entre 2022 y 2025, a una tasa anual de 6,9%, para luego bajar levemente la tasa de consumo en 2026, con un crecimiento promedio para el periodo de 15,6% a una tasa anual de 2,9%.

## 2.2. Comportamiento de la producción de ácido sulfúrico (2017 - 2026)

Luego del máximo alcanzado en 2015 y una leve caída en 2016, la tendencia indica que la producción de ácido sulfúrico seguirá creciendo en la próxima década. Si hace unos años atrás se observaba la fuerte entrada de la producción voluntaria, quemadores de azufre, ahora es llamativo ver como los gases industriales pasan a ser responsables de las futuras alzas de producción. Si los gases de fundición representan actualmente un 89% de participación en la producción, los gases industriales se quedarán en el futuro con casi un 8% de participación (Figura 11).



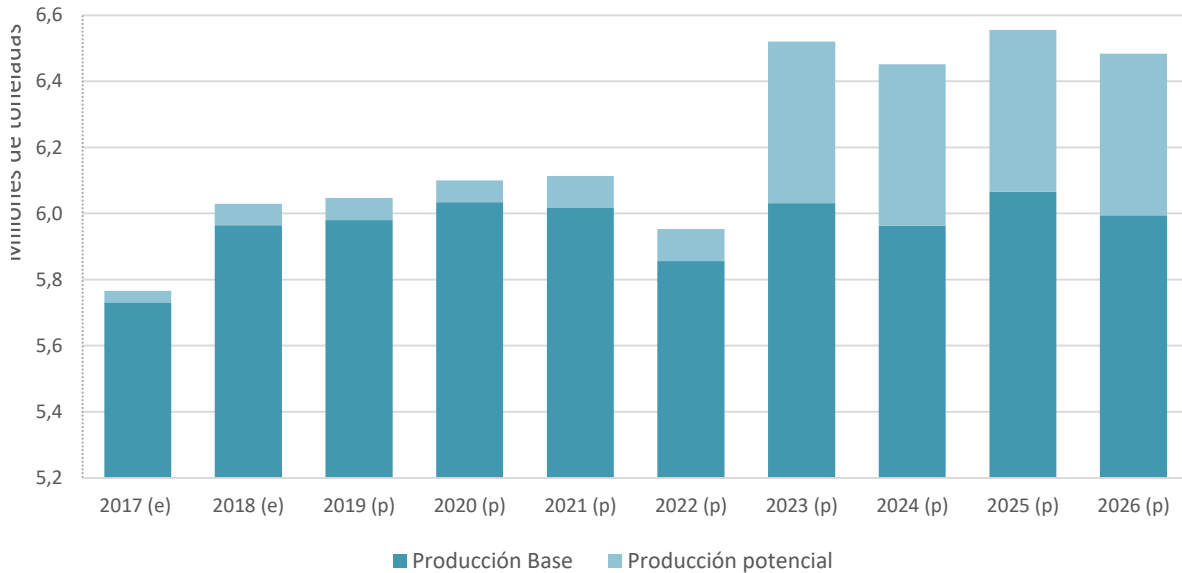
**Figura 11: Composición histórica y proyectada del origen de la producción de H2SO4 en Chile**



Fuente: Elaborado por Cochilco

La tendencia creciente de la producción de ácido se puede analizar en tres periodos, tal cual se observa en la Figura 12.

**Figura 12: Producción base y potencial proyectada a 2025**



Fuente: Elaborado por Cochilco





- i. **Corto plazo (2017 – 2018):** Donde se observa un crecimiento de 4,6% en la producción durante este período, superando la barrera de los seis millones de toneladas (6,03 millones de toneladas en 2018), a una tasa anual de 2,3%. Además de la producción obligada de gases de fundición, la producción voluntaria mantiene su importancia relativa en el mix productivo con un 11% de participación. Al comparar el cierre de este periodo con la producción alcanzada en 2016, el crecimiento es de 5,6% a una tasa anual de 1,8%.
- ii. **Mediano plazo (2019 – 2021):** Se observa una producción relativamente estable, con un crecimiento de solo 1,1% en el período a una tasa anual de 0,4%. El crecimiento es responsabilidad de la producción proveniente de gases industriales, la cual crece 7,8% en el periodo. Al comparar la producción del año 2021 (cierre del periodo) con 2016, el crecimiento es de un 7,1% a una tasa anual de 1,1%.
- iii. **Largo plazo (2022 – 2026):** Posterior al periodo de producción estable observado anteriormente, la producción de ácido sulfúrico muestra un crecimiento de un 8,9% a una tasa anual de 1,7%, principalmente debido a la producción proveniente de Nueva Paipote y las alzas estimadas en Ventanas y Chagres debido a los aumentos en la captación de gases sulfurosos presupuestados para después del 2021. En resumidas cuentas, y al comparar con la producción de 2016, el alza es de 13,6% a una tasa anual de 1,2%.



### 2.3. Balance del mercado chileno del ácido sulfúrico al año 2025

A continuación se muestra el balance nacional del ácido sulfúrico, proyectado según los cuatro casos definidos en este trabajo (Anexo 1. Metodología), y a su vez, asociándolos cronológicamente a tres escenarios: corto plazo (2017 – 2018), mediano plazo (2019 – 2021) y largo plazo (2022 – 2026).

**Tabla 4: Balance del mercado del ácido sulfúrico en Chile (2017 – 2026)**

PERFILES	CORTO PLAZO		MEDIANO PLAZO			LARGO PLAZO				
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
<b>CASO BASE</b>										
(+) Producción Base	5.731,1	5.964,1	5.980,4	6.034,4	6.017,1	5.855,9	6.030,9	5.962,7	6.066,4	5.994,2
(-) Consumo Base	7.464,6	7.655,0	7.948,6	7.706,6	7.731,9	6.483,2	5.886,5	5.597,4	5.158,6	4.043,0
<b>Balance Caso Base</b>	<b>-1.733,5</b>	<b>-1.690,9</b>	<b>-1.968,2</b>	<b>-1.672,3</b>	<b>-1.714,8</b>	<b>-627,3</b>	<b>144,4</b>	<b>365,3</b>	<b>907,8</b>	<b>1.951,2</b>
<b>CASO CONSUMO MÁXIMO</b>										
(+) Producción Base	5.731,1	5.964,1	5.980,4	6.034,4	6.017,1	5.855,9	6.030,9	5.962,7	6.066,4	5.994,2
(-) Consumo máximo (Base+Potencial)	7.793,8	8.079,7	8.456,5	8.125,4	8.175,0	6.993,6	6.449,5	6.112,3	5.686,6	4.579,0
<b>Balance Caso Consumo Máximo</b>	<b>-2.062,6</b>	<b>-2.115,6</b>	<b>-2.476,1</b>	<b>-2.091,0</b>	<b>-2.157,9</b>	<b>-1.137,6</b>	<b>-418,6</b>	<b>-149,6</b>	<b>379,8</b>	<b>1.415,2</b>
<b>CASO PRODUCCIÓN MÁXIMA</b>										
(+) Producción máxima (Base+Potencial)	5.766,1	6.029,1	6.046,4	6.100,4	6.113,1	5.952,9	6.519,9	6.451,7	6.555,4	6.483,2
(-) Consumo Base	7.464,6	7.655,0	7.948,6	7.706,6	7.731,9	6.483,2	5.886,5	5.597,4	5.158,6	4.043,0
<b>Balance Caso Producción Máxima</b>	<b>-1.698,5</b>	<b>-1.625,9</b>	<b>-1.902,2</b>	<b>-1.606,3</b>	<b>-1.618,8</b>	<b>-530,3</b>	<b>633,4</b>	<b>854,3</b>	<b>1.396,8</b>	<b>2.440,2</b>
<b>CASO CONSUMO POTENCIAL</b>										
(+) Producción máxima (Base+Potencial)	5.766,1	6.029,1	6.046,4	6.100,4	6.113,1	5.952,9	6.519,9	6.451,7	6.555,4	6.483,2
(-) Consumo máximo (Base+Potencial)	7.793,8	8.079,7	8.456,5	8.125,4	8.175,0	6.993,6	6.449,5	6.112,3	5.686,6	4.579,0
<b>Balance Caso Consumo Potencial</b>	<b>-2.027,6</b>	<b>-2.050,6</b>	<b>-2.410,1</b>	<b>-2.025,0</b>	<b>-2.061,9</b>	<b>-1.040,6</b>	<b>70,4</b>	<b>339,4</b>	<b>868,8</b>	<b>1.904,2</b>

Fuente: Elaborado por Cochilco, en base a los antecedentes proporcionados por empresas productoras y consumidoras a junio 2017

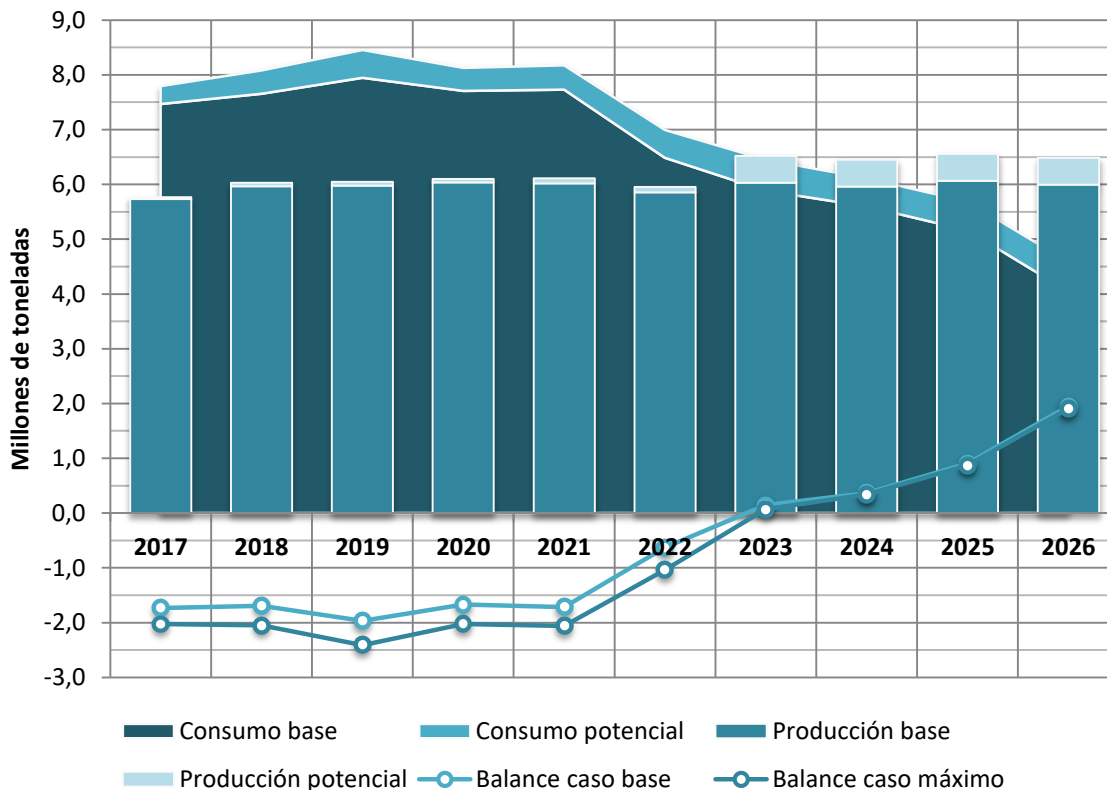
Un análisis más detallado de estos perfiles, tanto a nivel nacional como regional, se verá a continuación.



### 2.3.1. Análisis nacional del mercado del ácido sulfúrico

La mejor forma de revisar el comportamiento del balance del mercado de ácido sulfúrico en Chile proyectado hacia el 2026 bajo los cuatro escenarios posibles<sup>7</sup>, es graficarlos y ver su disposición temporal. La Figura 13 incluye el balance resultante de estos casos, indicando la existencia de escenarios de déficit o excedente de ácido sulfúrico.

**Figura 13: Balances del mercado chileno del ácido sulfúrico 2017 - 2026**



Fuente: Elaborado en Cochilco

Tanto el consumo base como el máximo (base + potencial) caen a partir de 2021, observándose que el año en que el balance pasa de deficitario a excedentario es el mismo para ambos escenarios, a diferencia de las proyecciones realizadas el año 2016 donde el cambio de tendencia del balance en el caso base era 2022, mientras que para el balance máximo era 2024. Esta situación se produce debido a la fuerte caída de los consumos en comparación con un aumento marcado de la producción base y máxima.

<sup>7</sup> Ver Anexo 1. "Metodología"



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: Se mantiene la condición deficitaria del mercado del ácido sulfúrico, sin embargo debido a que el crecimiento de la producción es porcentualmente mayor que el crecimiento de la demanda, el déficit de ácido sulfúrico decrece un 2,5%.
- ii Mediano plazo: El año 2019 sufre un fuerte aumento de demanda de ácido, relacionado directamente a algunas operaciones de la zona norte del país, mientras que la oferta se mantiene estable, lo que da a lugar a un déficit cercano a las 2 millones de toneladas de ácido. Durante el resto de este periodo se ajusta a la baja la demanda, manteniéndose en torno a las 7,7 millones de toneladas, un descenso hacia el 2021 de 2,7% luego del peak de 2019, frente a una oferta ajustada que registra un aumento marginal de 0,6% en el periodo. Esto hace que el déficit se mantenga al cierre de este periodo en torno a las 1,7 millones de toneladas, casi un 13% menos que el déficit presupuestado para 2019.
- iii Largo plazo: El año 2022, en este escenario, sería el último año de déficit de ácido sulfúrico donde la oferta cae un 2,7% y la demanda un 16%, con respecto a 2021. Los años siguientes se observa una disminución de la demanda de ácido a una tasa de 9% anual, mientras que la oferta se mantiene estable en torno a los 5,98 millones de toneladas, lo que implica que hacia el 2026 el excedente de ácido sulfúrico en el mercado nacional sea equivalente a un 33% de la oferta de este insumo en el mismo año.

**b. Balance caso máximo:**

- i Corto plazo: El aumento del consumo en este periodo, debido a la suma de alrededor de 330 mil toneladas de demanda de proyectos como Encuentro óxidos y la continuidad operacional de Franke, sumado al aumento de un 4,6% de la oferta debido al ingreso de la planta de molibdeno de Molyb, permiten mantener el balance deficitario estable cerca de las 2 millones de toneladas de déficit.
- ii Mediano plazo: Así como en el caso base, al añadir la demanda potencial, el año 2019 pasa a convertirse en el peak de demanda de ácido sulfúrico, que al comparar a una oferta estable, aumenta el déficit de ácido sulfúrico en alrededor de 350 mil toneladas con respecto a 2018, para posteriormente disminuir la demanda potencial y cerrar el periodo 2019-2021 con una disminución del déficit de un 14%, volviendo a los valores de balance observados en el periodo anterior.
- iii Largo plazo: El cambio del balance de deficitario a excedentario sigue siendo 2022, al igual que el caso base, sin embargo el cambio de sentido del balance es menos brusco que el caso



base, estimando que hacia el cierre del periodo el excedente sería de un 33,4% de la producción actual de ácido y un 29,4% de la producción futura del insumo, hacia el 2026.

### **2.3.2. Análisis regional del mercado del ácido sulfúrico**

Como es bien sabido, en Chile existe una suerte de asimetría geográfica en lo que respecta al mercado del ácido sulfúrico, lo que influye fuertemente en la logística de almacenamiento y transporte de este. La disparidad a nivel regional en lo que respecta a los balances de consumo de este insumo, lugar de oferta versus destino, hace necesario incurrir en costos y tiempo extra para mover millones de toneladas hacia las zonas deficitarias del norte desde la zona centro sur, donde la estructura del balance es de excedentes.

Para una mejor percepción de esta asimetría, la Tabla 5 muestra los balances regionales de ácido sulfúrico bajo los escenarios de caso base y caso potencial.



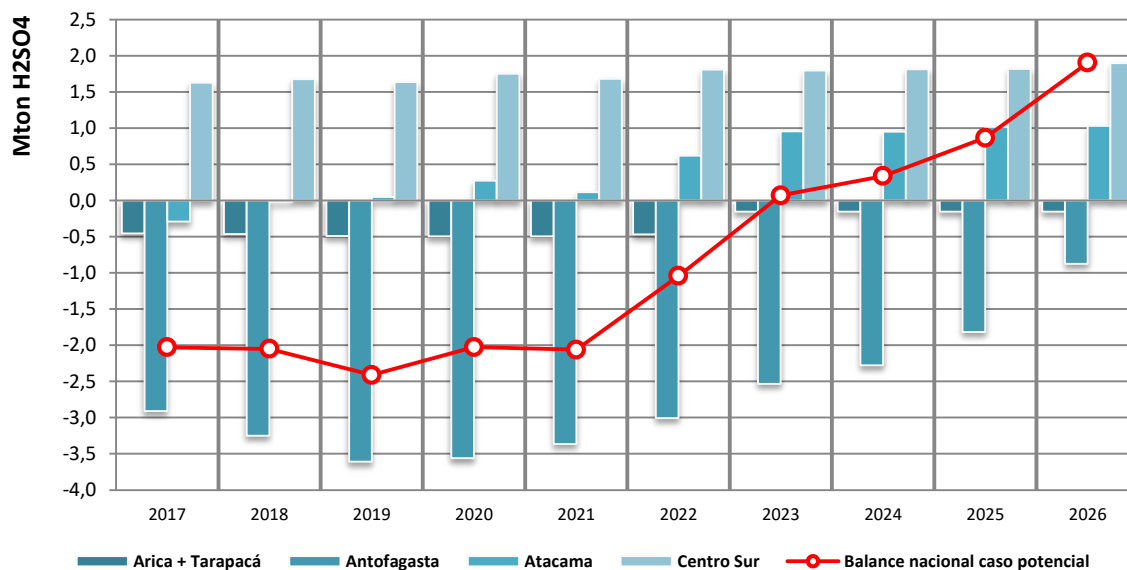
Tabla 5: Balances regionales del mercado del H2SO4 en Chile, en miles de toneladas (2017 – 2026)

ESCENARIOS REGIONALES	CORTO PLAZO				MEDIANO PLAZO			LARGO PLAZO			
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	
<b>1) CASO BASE REGIONES TARAPACÁ Y ARICA - PARINACOTA</b>											
(+) Producción Base	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(-) Consumo Base	455,5	435,7	441,2	445,2	444,8	415,6	101,7	101,7	101,7	101,7	
<b>Balance Caso Base regiones XV y I</b>	<b>(455,5)</b>	<b>(435,7)</b>	<b>(441,2)</b>	<b>(445,2)</b>	<b>(444,8)</b>	<b>(415,6)</b>	<b>(101,7)</b>	<b>(101,7)</b>	<b>(101,7)</b>	<b>(101,7)</b>	
<b>CASO POTENCIAL REGIONES TARAPACÁ Y ARICA - PARINACOTA</b>											
(+) Producción Base	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(+) Producción Potencial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>(+) Producción máxima regional (Base + Potencial)</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	
(-) Consumo Base	455,5	435,7	441,2	445,2	444,8	415,6	101,7	101,7	101,7	101,7	
(-) Consumo Potencial	-	25,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	
<b>(-) Consumo máximo regional (Base + Potencial)</b>	<b>455,5</b>	<b>460,7</b>	<b>491,2</b>	<b>495,2</b>	<b>494,8</b>	<b>465,6</b>	<b>151,7</b>	<b>151,7</b>	<b>151,7</b>	<b>151,7</b>	
<b>Balance Caso Potencial regiones XV y I</b>	<b>(455,5)</b>	<b>(460,7)</b>	<b>(491,2)</b>	<b>(495,2)</b>	<b>(494,8)</b>	<b>(465,6)</b>	<b>(151,7)</b>	<b>(151,7)</b>	<b>(151,7)</b>	<b>(151,7)</b>	
<b>2) CASO BASE REGIÓN DE ANTOFAGASTA</b>											
(+) Producción Base	3.008,7	2.898,7	2.887,0	2.828,1	2.897,9	2.625,5	2.820,0	2.726,7	2.819,0	2.737,0	
(-) Consumo Base	5.624,4	5.836,5	6.123,2	6.125,2	6.006,9	5.349,0	5.026,9	4.738,0	4.354,3	3.324,0	
<b>Balance Caso Base II región</b>	<b>(2.615,8)</b>	<b>(2.937,9)</b>	<b>(3.236,2)</b>	<b>(3.297,1)</b>	<b>(3.109,0)</b>	<b>(2.723,4)</b>	<b>(2.206,9)</b>	<b>(2.011,2)</b>	<b>(1.535,3)</b>	<b>(587,0)</b>	
<b>CASO POTENCIAL REGION DE ANTOFAGASTA</b>											
(+) Producción Base	3.008,7	2.898,7	2.887,0	2.828,1	2.897,9	2.625,5	2.820,0	2.726,7	2.819,0	2.737,0	
(+) Producción Potencial	35,0	65,0	66,0	66,0	96,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	
<b>(+) Producción máxima regional (Base + Potencial)</b>	<b>3.043,7</b>	<b>2.963,7</b>	<b>2.953,0</b>	<b>2.894,1</b>	<b>2.993,9</b>	<b>2.722,5</b>	<b>2.917,0</b>	<b>2.823,7</b>	<b>2.916,0</b>	<b>2.834,0</b>	
(-) Consumo Base	5.624,4	5.836,5	6.123,2	6.125,2	6.006,9	5.349,0	5.026,9	4.738,0	4.354,3	3.324,0	
(-) Consumo Potencial	328,0	378,5	436,7	327,5	351,9	379,1	421,8	363,6	376,8	384,8	
<b>(-) Consumo máximo regional (Base + Potencial)</b>	<b>5.952,4</b>	<b>6.215,0</b>	<b>6.559,9</b>	<b>6.452,7</b>	<b>6.358,8</b>	<b>5.728,0</b>	<b>5.448,7</b>	<b>5.101,6</b>	<b>4.731,0</b>	<b>3.708,9</b>	
<b>Balance Caso Potencial II región</b>	<b>(2.908,7)</b>	<b>(3.251,3)</b>	<b>(3.606,9)</b>	<b>(3.558,6)</b>	<b>(3.364,8)</b>	<b>(3.005,5)</b>	<b>(2.531,7)</b>	<b>(2.277,9)</b>	<b>(1.815,0)</b>	<b>(874,9)</b>	
<b>3) CASO BASE REGIÓN DE ATACAMA</b>											
(+) Producción Base	667,6	894,3	953,5	955,8	940,5	896,5	881,6	886,6	920,0	881,0	
(-) Consumo Base	959,9	912,3	903,7	659,7	805,4	257,0	298,1	303,6	274,4	220,3	
<b>Balance Caso Base III región</b>	<b>-292,4</b>	<b>-18,1</b>	<b>49,8</b>	<b>296,1</b>	<b>135,0</b>	<b>639,5</b>	<b>583,5</b>	<b>583,0</b>	<b>645,6</b>	<b>660,7</b>	
<b>CASO POTENCIAL REGION DE ATACAMA</b>											
(+) Producción Base	667,6	894,3	953,5	955,8	940,5	896,5	881,6	886,6	920,0	881,0	
(+) Producción Potencial	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	392,0	392,0	392,0	392,0	
<b>(+) Producción máxima regional (Base + Potencial)</b>	<b>667,6</b>	<b>894,3</b>	<b>953,5</b>	<b>955,8</b>	<b>940,5</b>	<b>896,5</b>	<b>1.273,6</b>	<b>1.278,6</b>	<b>1.312,0</b>	<b>1.273,0</b>	
(-) Consumo Base	959,9	912,3	903,7	659,7	805,4	257,0	298,1	303,6	274,4	220,3	
(-) Consumo Potencial	0,0	0,0	0,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	
<b>(-) Consumo máximo regional (Base + Potencial)</b>	<b>959,9</b>	<b>912,3</b>	<b>903,7</b>	<b>679,7</b>	<b>825,4</b>	<b>277,0</b>	<b>318,1</b>	<b>323,6</b>	<b>294,4</b>	<b>240,3</b>	
<b>Balance Caso Potencial III región</b>	<b>(292,4)</b>	<b>(18,1)</b>	<b>49,8</b>	<b>276,1</b>	<b>115,0</b>	<b>619,5</b>	<b>955,5</b>	<b>955,0</b>	<b>1.017,6</b>	<b>1.032,7</b>	
<b>4) CASO BASE REGIONES CENTRO-SUR</b>											
(+) Producción Base	2.054,9	2.171,2	2.139,9	2.250,5	2.178,7	2.333,9	2.329,3	2.349,3	2.327,3	2.376,2	
(-) Consumo Base	424,8	470,4	480,6	476,5	474,7	461,6	459,7	454,1	428,2	396,9	
<b>Balance Caso Base regiones centro-sur</b>	<b>1.630,1</b>	<b>1.700,8</b>	<b>1.659,3</b>	<b>1.773,9</b>	<b>1.704,0</b>	<b>1.872,2</b>	<b>1.869,5</b>	<b>1.895,3</b>	<b>1.899,1</b>	<b>1.979,3</b>	
<b>CASO POTENCIAL REGIONES CENTRO-SUR</b>											
(+) Producción Base	2.054,9	2.171,2	2.139,9	2.250,5	2.178,7	2.333,9	2.329,3	2.349,3	2.327,3	2.376,2	
(+) Producción Potencial	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<b>(+) Producción máxima regional (Base + Potencial)</b>	<b>2.054,9</b>	<b>2.171,2</b>	<b>2.139,9</b>	<b>2.250,5</b>	<b>2.178,7</b>	<b>2.333,9</b>	<b>2.329,3</b>	<b>2.349,3</b>	<b>2.327,3</b>	<b>2.376,2</b>	
(-) Consumo Base	424,8	470,4	480,6	476,5	474,7	461,6	459,7	454,1	428,2	396,9	
(-) Consumo Potencial	1,1	21,2	21,2	21,2	21,2	61,3	71,2	81,2	81,2	81,2	
<b>(-) Consumo máximo regional (Base + Potencial)</b>	<b>425,9</b>	<b>491,6</b>	<b>501,8</b>	<b>497,8</b>	<b>496,0</b>	<b>522,9</b>	<b>531,0</b>	<b>535,3</b>	<b>509,4</b>	<b>478,1</b>	
<b>Balance Caso Potencial regiones centro-sur</b>	<b>1.629,0</b>	<b>1.679,5</b>	<b>1.638,1</b>	<b>1.752,7</b>	<b>1.682,8</b>	<b>1.811,0</b>	<b>1.798,3</b>	<b>1.814,0</b>	<b>1.817,9</b>	<b>1.898,1</b>	

Fuente: Elaborado por Cochilco, en base a los antecedentes proporcionados por empresas productoras y consumidoras a julio 2017

La Figura 14 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 5.

**Figura 14: Balance nacional y regional del mercado chileno del H2SO4 2017 - 2026, caso potencial**



Fuente: Elaborado en Cochilco

En las regiones de Arica-Parinacota y Tarapacá, el balance deficitario se mantiene estable hasta 2022, para luego disminuir en casi un 75% debido al paso de óxidos a sulfuros de Quebrada Blanca. La potencial reapertura de Sagasca aumentaría levemente los consumos de la región, sin embargo no se observa un crecimiento futuro de operaciones consumidoras.

En la región de Antofagasta se observa un aumento del balance deficitario entre 2017 y 2019, aumento de un 24% en el déficit de la región. Posterior a eso se mantiene estable hasta 2020, para luego caer hacia el 2026 en un 75,7%, a una tasa anual de decrecimiento del déficit de ácido de 16%. Es así como hacia el cierre del periodo, el déficit de ácido sería de no más de 870.000 toneladas, un 29% del actual déficit de la región (cifras 2016).

Para la región de Atacama se observa un cambio de deficitario a excedentario a partir del año 2019, un año antes de las estimaciones de 2016, principalmente por la disminución de consumos y posterior cierre de la operación de lixiviación de Mantoverde, sin que los aumentos de consumo provenientes de Salvador y Caserones, o el consumo del proyecto Diego de Almagro puedan mantener el déficit.

Con respecto a la zona central, sus balances de excedentes estables, de alrededor de 1,8 millones, durante todo el periodo de análisis, ratificando los temas logísticos que afectan negativamente al mercado del ácido sulfúrico nacional donde el excedente está muy lejos de la mayor demanda del insumo.

## **Capítulo 3:**

# **Comentarios finales**





### **3. Comentarios finales**

Los resultados de la última encuesta de producción y consumo de ácido sulfúrico ratifican, pero adelantan en casi dos años, el cambio en la estructura deficitaria a excedentaria, en respuesta al agotamiento natural de recursos oxidados en nuestro país, la inexistencia de nuevos proyectos de lixiviación y al leve aumento de producción de este insumo debido a las medidas medioambientales tomadas por el Estado hacia las plantas metalúrgicas, como son los complejos fundición-refinería del país.

#### **Consumo de ácido sulfúrico en Chile, periodo 2017 - 2026**

Un consumo base que se mantiene estable en el corto plazo (2017 – 2018), con un crecimiento de 2,5%, mientras que en el mediano plazo (2019 – 2021) se registraría el último máximo consumo para la próxima década, específicamente el año 2019 con 7,95 millones de toneladas. Posterior a eso, el consumo caería un 2,7% hacia el 2021.

En el largo plazo (2022 – 2026), el consumo sufrirá una fuerte caída, desde las 6,48 millones de toneladas esperadas para 2022 hasta las 4,04 millones de toneladas estimadas para 2026, una caída de 37,6% en el período.

El consumo potencial, que proviene particularmente de cuatro iniciativas de reposición de operaciones actuales de la minería del cobre y por tres proyectos nuevos, al ser añadido al perfil de consumo base en el corto plazo (2017-2018) aumentaría el consumo total en 3,7%. Posterior a este periodo vemos un fuerte aumento del consumo hacia 2019, donde se alcanzaría el segundo consumo más alto registrado en los últimos 20 años, después de los 8,5 millones de toneladas de 2012, alcanzando un consumo total de 8,46 millones de toneladas, para luego disminuir un 3,3% hacia 2021.

En el largo plazo el consumo seguirá a la baja en este nuevo escenario, manteniéndose a líneas generales la tendencia observada por los consumos base. En resumidas cuentas, el consumo nacional de ácido sulfúrico caerá un 38,9% con respecto a 2016.

#### **Producción de ácido sulfúrico en Chile, periodo 2017 - 2026**

En el corto plazo se observa un crecimiento de 4,6% en la producción, alcanzado las 6,03 millones de toneladas en 2018, a una tasa anual de 2,3%. Además de la producción obligada de gases de fundición, la producción voluntaria mantiene su importancia relativa en el mix productivo con un 11% de participación. Al comparar el cierre de este periodo con la producción alcanzada en 2016, el crecimiento es de 5,6% a una tasa anual de 1,8%.

En el mediano plazo, la producción se mantiene estable y con un crecimiento de solo 1,1% en el período a una tasa anual de 0,4%. El crecimiento es responsabilidad de la producción proveniente

de gases industriales, la cual crece 7,8% en el periodo. Al comparar la producción del año 2021 (cierre del periodo) con 2016, el crecimiento es de un 7,1% a una tasa anual de 1,1%.

Finalmente, en el largo plazo, la producción de ácido sulfúrico muestra un crecimiento de un 8,9% a una tasa anual de 1,7%, principalmente debido a la producción proveniente de Nueva Paipote y las alzas estimadas en Ventanas y Chagres debido a los aumentos en la captación de gases sulfurosos presupuestados para después del 2021. En resumidas cuentas, y al comparar con la producción de 2016, el alza es de 13,6% a una tasa anual de 1,2%.

### **Balance del mercado chileno del ácido sulfúrico, periodo 2017 - 2026**

Para el balance en el caso base, hacia el corto plazo se mantiene la condición deficitaria del mercado del ácido sulfúrico, sin embargo y debido a la diferencia de velocidad entre el crecimiento de la producción con respecto a la demanda, el déficit de ácido sulfúrico decrece un 2,5%. Ya en el mediano plazo, otro fuerte aumento de demanda de ácido, influenciado por algunas operaciones de la zona norte del país, da a lugar a un déficit cercano a las 2 millones de toneladas de ácido. Durante el resto de este periodo, el déficit se mantiene en torno a las 1,7 millones de toneladas, casi un 13% menos que el déficit presupuestado para 2019. El largo plazo muestra al 2022 como el último año de déficit de ácido sulfúrico, con una oferta y demanda que caen 2,7% y 16%, respectivamente, comparadas con el año 2021. Los años siguientes se observa una disminución de la demanda de ácido a una tasa de 9% anual, con una oferta estable en torno a los 5,98 millones de toneladas, lo que implica que en este escenario, el excedente de ácido sulfúrico en el mercado nacional hacia el 2026, sea equivalente a un 33% de la oferta de este insumo en el mismo año.

Por otra parte, en el caso del balance máximo, hacia el corto plazo vemos un aumento del consumo debido a la demanda de proyectos como Encuentro óxidos y la continuidad operacional de Franke, contrastado con un aumento de 4,6% de la oferta debido al ingreso de la planta de molibdeno de Molyb, lo que permite como resultado un balance deficitario estable cerca de las 2 millones de toneladas.

Para el mediano plazo, el peak de demanda de ácido sulfúrico hacia 2019 contrastado con una oferta estable, aumenta el déficit de ácido sulfúrico en alrededor de 350 mil toneladas con respecto a 2018, para posteriormente disminuir la demanda potencial y cerrar el periodo 2019-2021 con una disminución del déficit de un 14%, volviendo a los valores de balance observados en el periodo anterior.

Finalmente en el largo plazo, vemos un balance máximo que cambia definitivamente de deficitario a excedentario en 2022, pero con un cambio de sentido del balance menos brusco que el caso base, estimando que hacia el cierre del periodo el excedente sería de un 33,4% de la producción actual de ácido y un 29,4% de la producción futura del insumo.

Con respecto a los balances regionales, se mantiene la inequidad entre la zona de mayores excedentes de ácido (centro-sur), versus los mayores demandantes del insumo (norte), lo que



ratifica la problemática logística que afecta negativamente al mercado del ácido sulfúrico nacional donde la oferta se encuentra distante de la demanda.

Otros aspecto importante, que ya se observó en el estudio de 2016, es la necesidad de anticiparse a este mercado excedentario que complicaría al productor obligado del insumo, planteando la necesidad de nuevos destinos de exportación de su “subproducto” y poniendo en la palestra la capacidad ociosa de producción de cátodos SxEw que quedará disponible en nuestro país a futuro.



## **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 (2017 – 2018): Corresponde al bienio más inmediato en cual incluye las operaciones vigentes, lo que confiere un alto grado de certeza.
- b) Mediano Plazo (2019 – 2021): 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 (2022 – 2026): 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 atributos<sup>8</sup>.

#### 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 6 muestra las principales empresas productoras de ácido sulfúrico en Chile, ordenadas según origen.

Tabla 6: Principales empresas productoras de ácido sulfúrico en Chile

REGIÓN	PROPIETARIO PRINCIPAL	OPERACIÓN	TIPO DE PROPIEDAD		DESTINO		CONDICIÓN	
			Estatal	Privada	Autoabast.	Oferta	Base	Potencial
<b>Fundiciones de cobre</b>								
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	
<b>Otras Plantas Metalúrgicas</b>								
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	
<b>Quemadores de azufre</b>								
Tarapacá	Haldeman	Sagasca		X	X	X		X
Antofagasta	Noracid	Mejillones		X		X	X	

Fuente: Elaborado en COCHILCO, 2017.

Para efectos del análisis de la producción proyectada de ácido sulfúrico, todas las operaciones vigentes se considerarán en condición base. Cabe destacar que la última operación en entrar a esta condición es la planta de ácido integrada a la planta de tostación de concentrados en la división Ministro Hales de Codelco.

<sup>8</sup> Ver anexo A1.3. Caracterización de las empresas productoras y/o consumidoras de ácido sulfúrico





Dentro de los proyectos potenciales podemos encontrar tanto iniciativas de reposición, con ciertas características de expansión, como es el caso de la continuidad operacional más allá del 2023 de la fundición Hernán Videla Lira de Enami, proyectos de expansión puros, específicamente las ampliaciones de la planta de molibdeno de Mejillones de Molyb y proyectos nuevos, como la planta de molibdeno de Molyb de Codelco.

### 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 3 se muestran aquellas operaciones y proyectos con consumos mayores a 13 mil toneladas de ácido<sup>9</sup>, destacando sus atributos principales.

**Tabla 7: Principales operaciones consumidoras de ácido sulfúrico en Chile**

REGIÓN	PROPIETARIO PRINCIPAL	OPERACIÓN	TIPO DE PROPIEDAD		TIPO INDUSTRIA	CONDICIÓN	
			Estatal	Privada		Base	Potencial
<b>Autoabastecimiento</b>							
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	
<b>Abastecimiento externo</b>							
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	Vecchiola	Tres Valles		X	Cobre	X	
Metropolitana	Industrias Químicas	Varios		X	Industrial	X	
Sur	Celulosas	Varios		X	Industrial	X	

Fuente: Elaborado en Cochilco.

<sup>9</sup> El estudio estima a más consumidores menores, de tipo minería no metálica, del cobre y otros sectores industriales.



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

En el caso de la condición “Potencial”, corresponden principalmente a proyectos nuevos que añadirían nueva producción de cobre en cátodos SxEw a la producción nacional, entre estos están la línea de óxidos Sierra Gorda de KGHM, Diego de Almagro de Sierra Norte SCM (Copec) y El Espino de Pucobre. En segundo lugar se encuentran aquellos proyectos de reposición para la extensión de la vida útil de operaciones actuales, como es el caso del proyecto Encuentro Óxidos relacionado operacionalmente con Centinela - El Tesoro y la Continuidad Operacional de Cerro Colorado de BHP Billiton-Pampa Norte.



## 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 <sup>2</sup>	Metro cuadrado
m <sup>3</sup>	Metro cúbico

### Elementos químicos y minerales

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

### Concentración y tasas de producción

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

### Procesos e insumos

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

### Procesos de producción

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

### Moneda y precios

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

### Abreviaciones geográficas

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

### Tipos de sociedades

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

### Otras

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



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

**Cristian Cifuentes González**

Analista de Estrategias y Políticas Públicas

**Jorge Cantallopts Araya**

Director de Estudios y Políticas Públicas

Diciembre / 2016

