

ESTUDIO DE CAUSAS DE CIERRE EN LAS PLANTAS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LA INDUSTRIA MINERA CHILENA

STUDY OF CLOSURE CAUSES IN COPPER SMELTING PLANTS IN THE CHILEAN MINING INDUSTRY

Alain Fitzgerald Castro Alfaro¹

Resumen

La presente investigación tiene como propósito Realizar un estudio de las causas de cierre de las plantas de fundición de cobre en la industria minera chilena dentro de los últimos años enfocándonos en las 7 fundiciones que existen y realizando un recorrido a lo largo de este tema, usando como herramientas los ramos aprendidos a lo largo de nuestra carrera. Los resultados muestran que el cierre de las plantas de fundición de cobre es ineludible, ya que sus exposiciones contaminan el ambiente de dióxido de azufre y arsénico, es decir, si las industrias no cumplen con la normativa y atentan contra la vida de la población, deben cerrar, presentando un efecto de carácter socio-económico y cultural, por lo que la pérdida de la actividad minera puede echar abajo no solamente el sustento económico sino también la base de valores sociales y familiares de la comunidad afectada. En cuanto al efecto medioambiental por parte del cierre de las plantas de función de cobre, se tiene que impactan en el cambio climático, notándose mediante del Estándar de Eficiencia Energética y Cambio Climático, con su acaecimiento en el desempeño de los sistemas que generan la energía eléctrica, además De igual forma, el cierre de las plantas de fundición de cobre impacta desde el punto de vista de la contaminación del agua y aire. Desde lo político el cierre de las plantas de fundiciones de cobre se ven afectada notándose en los 725 planes de cierre de faenas mineras durante el año 2020, cuya capacidad de extracción y/o beneficio es igual o inferior a 10.000 tpm, de los cuales 547 (75,4%) fueron aprobados, 115 (15,9%) rechazados, 20 (2,8%) no admitidos a tramitación, 40 (5,5%) desistidos y 3 (0,4%) abandonados, de acuerdo con la siguiente distribución regional.

Palabras clave: Plantas de Fundición del Cobre, industria minera, Proyectos medioambientales.

Abstract

The purpose of this research is to carry out a study of the causes of closure of copper smelting plants in the Chilean mining industry in recent years, focusing on the 7 smelters that exist and making a tour along this topic, using as tools the branches we have learned throughout our careers. The results show that the closure of the copper smelting plants is unavoidable, since their exposures contaminate the environment with sulfur dioxide and arsenic, that is, if the industries do not comply with the regulations and threaten the life of the population, they must close, presenting a socio-economic and cultural effect, so that the loss of mining activity can destroy not only the economic livelihood but also the base of social and family values of the

Recibido: 20 de septiembre de 2024 /Evaluación: 22 de octubre de 2024 / Aprobado: 29 de noviembre de 2024

¹ Magister en Gestión de la Alta Dirección de la Universidad Nacional Federico Villarreal. Sociólogo de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega. Director General del Centro de Investigaciones y Capacitaciones Interdisciplinarias en Cartagena Colombia. Email: director@centrodeinvestigacionescic.com.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1727-7770>

affected community. Regarding the environmental effect of the closure of the copper function plants, it must have an impact on climate change, noted through the Energy Efficiency and Climate Change Standard, with its occurrence in the performance of the systems that generate energy. In addition, the closure of the copper smelting plants has an impact from the point of view of water and air pollution. From the political point of view, the closure of copper smelting plants is affected, noting in the 725 plans for the closure of mining sites during 2020, whose extraction and / or profit capacity is equal to or less than 10,000 tpm, of which 547 (75.4%) were approved, 115 (15.9%) rejected, 20 (2.8%) not admitted for processing, 40 (5.5%) withdrew and 3 (0.4%) abandoned, according to with the following regional distribution.

Keywords: Copper Smelting Plants, mining industry, Environmental projects.

Introducción

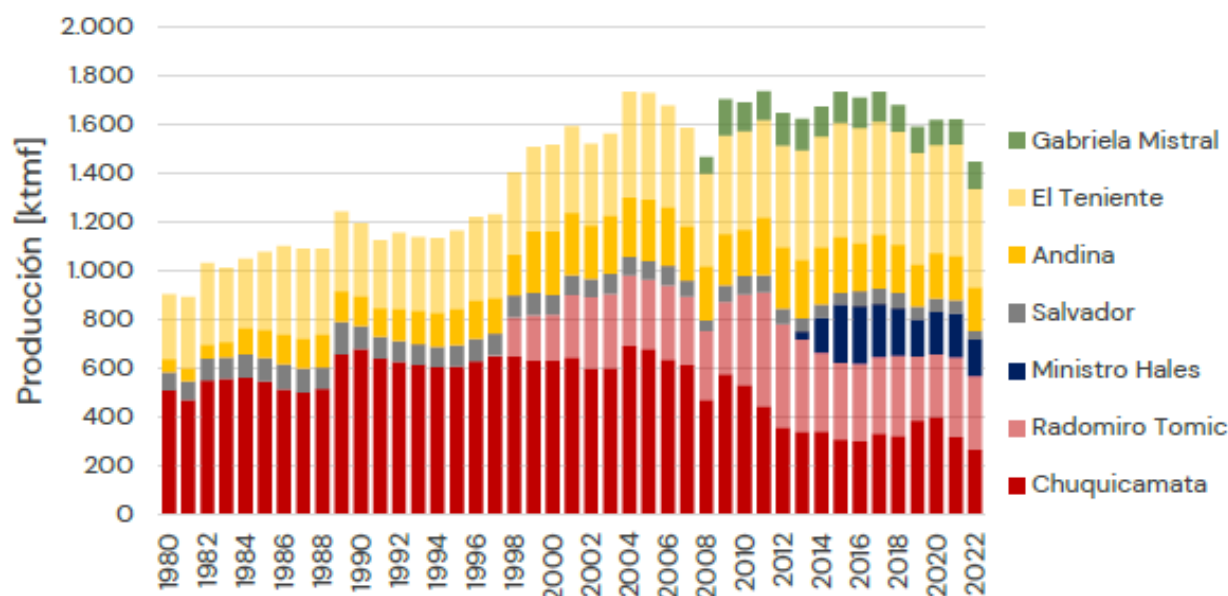
La actividad minera de Chile se estancó en el año 2023, En el escenario más positivo, se espera que el crecimiento del producto interno bruto (PIB) sea del 0%. Como explica el banco en su Informe de Política Monetaria, esta revisión a la baja se debe al impacto negativo de la caída de la producción minera en los últimos meses. La compañía supone, por tanto, un crecimiento económico nulo este año, aunque sostiene que el PIB podría caer un 0,5% en el escenario más negativo. Mientras tanto, se espera que la actividad no minera vuelva a tener fluctuaciones trimestrales positivas a partir de finales de este año y luego se acerque gradualmente a su tasa de expansión en línea con su nivel potencial (América Economía, 2023).

Contrariamente, para 2024 y 2025, el banco central se atiene a sus previsiones publicadas el pasado mes de junio, se espera que la tasa de crecimiento económico sea del 1,25% al 2,25% para 2024 y del 2% al 3% en 2025. Esa misma semana, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) también actualizó su pronóstico económico para la región de Estados Unidos. Para Chile, las previsiones aún apuntan a una caída del 0,3% este año.

Mientras tanto, se espera que la inflación subyacente alcance una tasa anual del 6,3% a finales de 2023 (dos décimas por debajo del 6,5% calculado en junio) y del 3% a principios de 2025. La caída gradual de los precios en el sector servicios es una de las razones por las que los precios han caído más lentamente que en el índice general. Ante este escenario, el banco central decidió esta semana volver a recortar los tipos de interés en 75 puntos básicos, elevándolos hasta el 9,75%. De materializarse esta previsión, en el corto plazo seguiría la trayectoria marcada en la reunión de julio, con tipos de interés en torno al 7,75% (América Economía, 2023).

Desde esta perspectiva, CODELCO con seis operaciones mineras en el norte y sur del país, es un importante contribuyente a la producción de cobre en Chile y en todo el mundo.

Figura 1. Producción Codelco, periodo 1980-2022.



Desde el año 1982 se han producido más de 1 millón de toneladas de cobre puro, ya que en el período desde 1994 a 2004 CODELCO registró un aumento de 600.000 toneladas de su producción de cobre puro, no incluye producción asignada de operaciones con participación minoritaria o no operada por Codelco como en El Abra o Los Bronces, logrando al término de este período un total de 1,73 millones de toneladas de cobre, el nivel de producción más alto en la historia de la empresa. De manera que, desde este año, este valor se ha mantenido constante, con dos grandes excepciones (CESCO, 2023).

En 2008 la producción disminuyó en 116.000 toneladas hasta un total de 1,46 millones de toneladas, aunque Gabriela Mistral aportó 68.000 toneladas, dado que la producción interna en 2022 disminuyó en 200.000 toneladas hasta 1,44 millones de toneladas, y en el primer semestre de 2023 se mantuvo en 633.000 toneladas, una disminución del 14% en comparación con el primer semestre de 2022. Por otro lado, se espera que la producción para todo el año 2023 esté en el rango de 1,31 millones a 1,35 millones de toneladas, lo que en el mejor de los casos representaría una disminución interanual del 6,25%.

La disminución en 2008 puede explicarse principalmente por la disminución sin precedentes del contenido de Cu en los minerales procesados, ya que el contenido de Cu aumentó de una media del 0,89% en 2007 al 0,78% este año. Esto significa que los minerales en general aumentaron entre un 3% y un 7% no se venderá, aunque esta situación representó una inversión de la tendencia, se revirtió rápidamente en 2009, con un aumento de la producción del 16% y aproximadamente 1,7 millones de toneladas producidas y vendidas nuevamente. Además, en el año 2022, 5 de las 7 operaciones de CODELCO registraron caídas importantes en la producción y durante el primer semestre del presente año, son 6 de 7 las operaciones que registran caídas en la producción (CESCO, 2023).

En cuanto a las causas de la situación de 2022 y 2023, la propia empresa explica por una disminución en la recuperación de mineral por problemas de deslizamientos en el Tajo Ministerial Hales, una disminución en la ley en Chuquicamata y una disminución en el rendimiento operativo. El nivel de la concentradora de El Teniente, explican que la recuperación de óxidos en Radomiro Tomic, fin de vida de la línea de sulfuros de Salvador, presentan

problemas técnicos en fundición y refinería. Además, Codelco reconoce que es probable que la causa de la caída de la producción continúe hasta 2025, lo que parece complicar aún más la situación.

Existen diversos argumentos que explican que estas caídas en 2022 están relacionadas con los esfuerzos por mantener la producción en 2020 y 2021 en medio de la pandemia, pero es posible que se hayan anunciado con anticipación. Sin embargo, la previsión de producción para 2022, realizada a finales de 2021, es de 1,6 millones de toneladas, lo que puede estar asociado a descensos no planificados.

Así, un análisis del presupuesto de producción de CODELCO reportado a la DIPRES de 2010 a 2022 muestra que existe una pérdida de producción acumulada de aproximadamente 607.000 toneladas respecto a la producción real de estos años. La Figura 2 muestra la producción según la empresa estatal, desde junio de este año se acumula una disminución del 14% en la producción respecto al primer semestre de 2022, y si se extrapola a finales de este año, el déficit de producción acumulado podría alcanzar la mayor cantidad. Entre 679 y 769 mil toneladas respecto al presupuesto de producción reportado a la DIPRES al cierre de 2022 (CESCO, 2023).

Figura 2. Diferencia producción real vs proyectada el año anterior, periodo 2010-2022

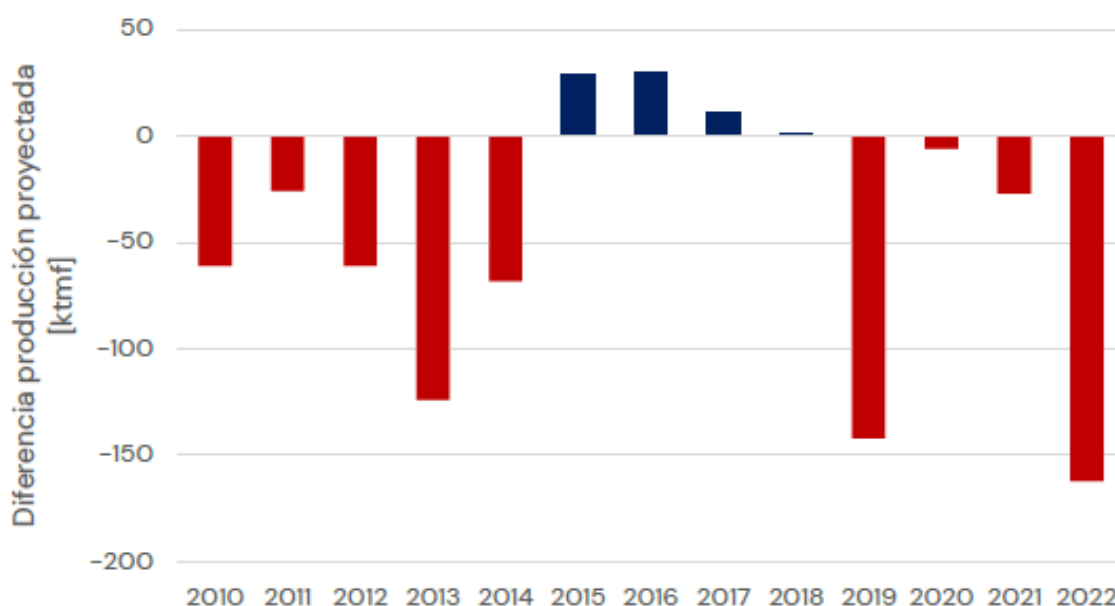


Figura 1-2. Diferencia producción real vs proyectada el año anterior, periodo 2010-2022.

Desde esta perspectiva, se tiene que durante el segundo trimestre del año 2023, las perspectivas para el crecimiento de la producción mundial de cobre en 2023 siguen siendo modestas, y se espera que alcancen los 22,2 millones de toneladas, un aumento interanual del 2,8%, por debajo del pronóstico del informe de tendencias elaborado por Cochilco, con un aumento del 4,1%. De manera que, se espera que la producción de cobre de las minas chilenas aumente un 1% interanual a 5,4 millones de toneladas en 2023 y un 4,3% hasta 5,6 millones de toneladas en 2024 (Minería Chilena, 2023).

Asimismo, en términos de demanda, a pesar de los débiles indicadores macroeconómicos en China, el consumo de cobre refinado continúa aumentando año tras año y se espera que alcance 14,3 millones de toneladas en 2023 y 14,7 millones de toneladas en 2024. Esto corresponde a un aumento del 2,1% ó 2,4%, ya que los fundamentos del mercado físico del cobre

refinado sugieren que la oferta mundial, incluida la chatarra de cobre, aumentará un 0,9% anual y la demanda un 0,8% en 2023, lo que dará como resultado un superávit del mercado mundial de 130.000 toneladas. Para 2024, se espera que la oferta de cobre refinado aumente un 4% y la demanda un 3,1%, lo que resultará en un excedente de 368.000 toneladas (Minería Chilena, 2023).

Actualmente China domina el mundo en fundiciones. Centraliza el 40% de tu capacidad a la mitad del coste del promedio global. Chile tiene sólo una participación del 7% y apunta a seguir creciendo en este sentido. La fundición Aurubis generó 1.430 millones de euros en 2021, un aumento del 16% respecto a 2020. Esta fundición está situada en el centro de Hamburgo. La china Dongy In obtuvo beneficios. Por su parte, la española Atlantic Coppers Huelva fue la segunda empresa más rentable del mundo tras Orbis. La fundición más importante del mundo no sabía nada de números rojos. La unidad Ventanas de Pucuncavi registró una pérdida de \$20 millones, mientras que la unidad Hernán Videla Lira de Paipote reportó una ganancia de \$22 millones luego de perder más de \$41 millones en 2020 (Diario La Tercera, 2023).

Existen siete fundiciones en Chile, todo por encima de los costos promedio de la industria global. Si el promedio alcanza los 100 dólares por tonelada de concentrado, el precio interno sería de 188 dólares, dijo Kochirko. Y el gasto público aumenta en 208 dólares, mientras que el gasto privado aumenta en 143 dólares. Información de Cochilco indica que es necesario reducir los costos en un 47% en promedio para ser competitivos (Diario La Tercera, 2023).

Este escenario económico se basa en un estudio reciente que apunta a construir 1,5 millones de fundiciones modernas que capturen el 99,8% del gas y no sean zonas de sacrificio, en lugar de una fundición de 400.000 toneladas como Ventanas, lo que resulta algo contradictorio con el anuncio. Ya se ha hablado de una inversión de más de mil millones de dólares. Esto ocurre en un entorno en el que China ha ganado terreno exponencialmente con más capacidad de fundición a costos más bajos... a costos mucho más bajos. El promedio mundial es de 100 dólares por tonelada de concentrado, pero el precio del gigante asiático es casi la mitad, 56 dólares (Diario La Tercera, 2023).

Chile exporta el 50% de su cobre en forma de concentrados, ya que todos los proyectos futuros son concentrados, y la rentabilidad que las empresas mineras obtienen de la venta de concentrados es enorme en comparación, se estima que aumentará al 70% en los próximos 10 años. Lo que tiene la fundición. En 2003, Chile había adquirido el 13% de la capacidad de fundición del mundo. Este fue un primer paso importante en la industria del cobre e implicó extraer un concentrado que contenía un 30% de cobre, entre otros minerales, y fundirlo hasta una pureza del 97%. Luego se realiza el refinado para obtener el cátodo, un producto que contiene un 99,99% de cobre. En ese momento Chile era líder junto con Japón (Diario La Tercera, 2023).

Un total de 956 productores mineros están registrados en Enami. De ellas, 260 empresas transportan minerales a las fundiciones de Ventanas y Hernán Videla Lira (FHVLR, provincia de Paipote), siendo la mayoría fundidos en esta última. Sólo 93 se están trasladando a Ventanas. 1 de cada 10 personas. Según Enami, actualmente existe un registro de 77 pequeños productores autorizados para vender concentrados a Ventanas. De ellos, 40 se vendieron este año. Además, existen seis contratos de mediana minería, cinco de los cuales tienen prevista su entrega en 2022. También hay 10 solicitudes de representación de activos de Enami o activos de terceros de Maquila (Diario La Tercera, 2023).

Historia de la minería de Cobre

A inicios del siglo XX se iniciaron en Chile dos proyectos mineros cupríferos importantes tales como El Teniente (1904) y Chuquibambilla (1911). Estos proyectos significaron una inversión externa de US\$ 200 millones de esa época y llegaron a producir 185,000 TMF en el año 1924. Esto representó el 80% de la producción de cobre de Chile (Ministerio de la Minería de Chile, 2011).

En 1974 se dicta el Decreto Ley 600 sobre Inversión Extranjera que garantiza la invariabilidad en las reglas que regulan el ingreso de capitales extranjeros a Chile. Sin embargo, no fue hasta los años 1990 a 2000 que la inversión extranjera en ese país toma una gran importancia llegando a un valor de US\$ 18,000 millones anuales que representa la proporción mayor del total de inversión extranjera en el país. Durante este período, la superficie concesionada para explotación minera también subió de 4 a 8.4 millones de hectáreas (Ministerio de la Minería de Chile, 2011).

El auge y desarrollo del cobre comparte características similares con el salitre que transformó a Chile en el mayor productor de nitrato del mundo, constituyendo entre los años 1880 y 1930, el área más importante de la economía chilena. El cobre, hasta muy entrado el siglo XX, no tuvo la importancia económica relativa del salitre. En la segunda mitad del siglo XIX el cobre era ya uno de los principales productos chilenos de exportación. Esta industria estaba basada en la extracción en un gran número de pequeños yacimientos de muy buenas leyes y con alta ocupación de mano de obra.

Aunque la participación nacional en las exportaciones de la GMC se elevó a 66% durante la década de 1960, se pensaba que el cobre era demasiado importante para el desarrollo de Chile como para que estuviera bajo control extranjero. La creación en 1955 del Departamento del Cobre, dependiente del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, para supervisar las operaciones de las firmas norteamericanas de la GMC y recopilar estadísticas sobre producción física, precios, tributación, utilidades y otros ítems, genera profesionales chilenos, ingenieros, economistas, contadores y abogados, que marcan un salto cualitativo en la creación de *know how* y competencia del capital humano nacional.

A mediados de los años 60 surge una profunda discrepancia entre las empresas norteamericanas del cobre y el gobierno chileno respecto de las decisiones de inversión y de expansión de la producción, exigido éste último por una explosión de expectativas políticas y sociales que le demanda mayores recursos. Por otro lado, a partir de 1970, otros factores influyen decisivamente en el proceso económico. La desconfianza de los inversionistas norteamericanos en un ambiente enrarecido por revoluciones y "cuartelazos" en América Latina y la intervención estadounidense en los precios y producción del cobre en períodos de guerra, contribuyeron a generar un ambiente de mutuo recelo que terminó en un proceso creciente de nacionalización, que creó bases de desarrollo económico para el país, pero que también congeló por espacio de 20 años la entrada de nuevos capitales y tecnología.

Aunque el período 1973-1982 está marcado por la exploración, se caracteriza por la escasa atracción de inversión minera hacia Chile. La Ley Orgánica Constitucional (LOC) de Concesiones Mineras estableció garantías de propiedad a los poseedores de las mismas e innovó en un punto fundamental: trasladó al Poder Judicial la resolución de los casos en que el Estado podía expropiar las pertenencias (mediatización del concepto de bien común) y, a su vez, facultó a los tribunales de justicia para conocer de manera exclusiva y excluyente si en la explotación del recurso se cumple o no con el interés público que la Constitución mandata.

La participación de las exportaciones de cobre en relación al total de envíos de Chile sigue siendo la más importante de nuestra economía. La base de esa capacidad exportadora de cobre de Chile está dada por la fuerte inversión en la exploración, que en los últimos 10 años -como se indicó- superó los US\$ 1.500 millones. Ello ha derivado en que las reservas de cobre conocidas aumenten en Chile desde 97 millones de toneladas métricas (TM) en 1985 a 370 millones de TM al año 2000, lo que revela la confianza y visión de futuro de los inversionistas. Su efecto sobre el potencial productivo de Chile es enorme, creando -en definitiva- un poder exportador para el país de proyecciones de largo plazo, que no existiría sin esas inversiones.

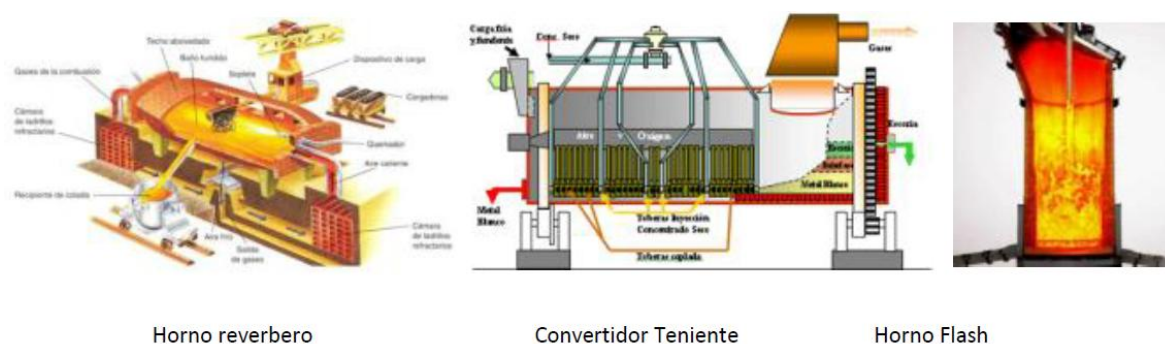
Desde 1990 Chile ha triplicado su producción de cobre, llegando a aproximadamente 4,6 millones TM anuales. Esto ha significado que en estos últimos 12 años Chile aumente desde aproximadamente un 16% de su participación en la producción mundial de cobre a un 30% el año 2002. (Ministerio de Minería de Chile, 2011).

Historia de la fundición del cobre en Chile

Durante el siglo XIX la industria del cobre en Chile se difundió con vigor, ya que el mercado internacional aumentó la demanda por el metal rojo, en la zona norte del territorio, abundando las labores de extracción del mineral y las empresas de beneficio. De manera que, la conformación de la economía mundo admitió la distribución en Chile de un complicado sistema de financiamiento y comercialización de las riquezas minerales, cuyos gestores fueron los empresarios ingleses que se instituyeron en el país, dado que en esta etapa se originó el auge comercial para la industria del cobre y la primera revolución tecnológica en la explotación del mismo (Folchi, 2001).

De igual forma, la industria inglesa del cobre implantó un nuevo tipo de horno de fundición que reemplazaría al viejo horno de manga, el horno de reverbero, que logró fundir un tipo de mineral de cobre, los sulfuros o bronce, que se despreciaba, ya que el contraste entre el nuevo horno y el español, era que éste poseía dos bóvedas conectadas, una para el mineral y otra para el combustible, cuyo calor fundía el mineral por reverberación.

Figura 3. Tipos de hornos de fundición



De manera que, el horno de reverbero es clave dado que logró aumentar los volúmenes totales de mineral beneficiado e incrementando el consumo de leña por unidad de mineral beneficiado, se forjaba más calor con mayor consumo de combustible.

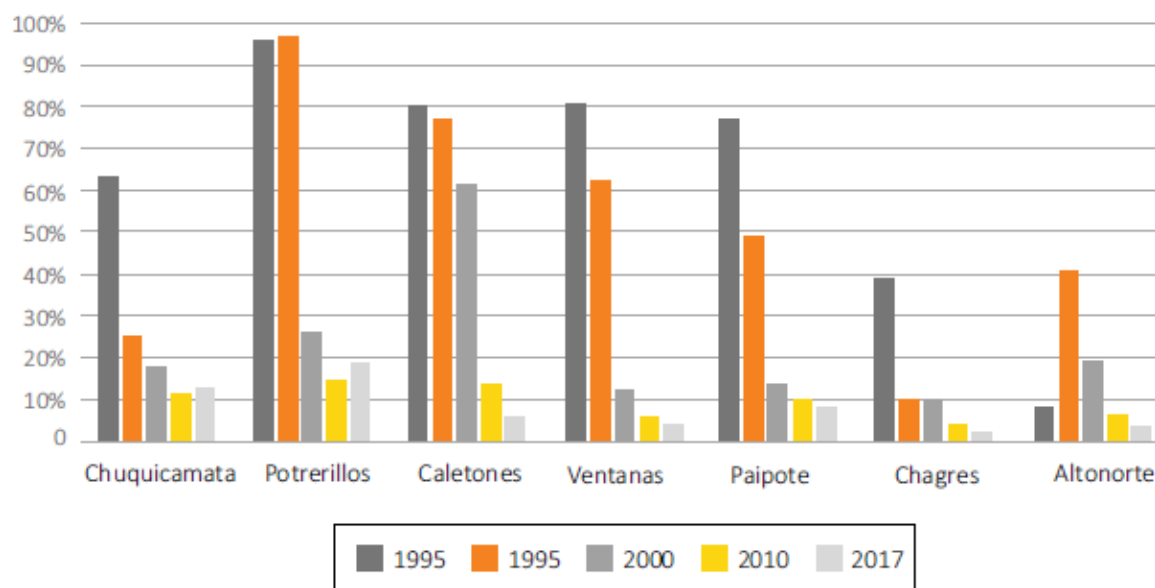
A partir de 1985, en las condiciones de un itinerario institucional de transición diseñado hasta 1989, de condiciones jurídico-económicas creadas en la década de los 70 y de la nueva

visión sobre la minería que se instala en el país, se crean condiciones de recuperación de la actividad minera, que van a demorar casi un lustro en dar sus primeros frutos. El despliegue de la minería va a coincidir, finalmente, con el retorno a la democracia.

Durante la década de 1990 a 2000, el sector minero mostró un dinamismo sin precedentes, resultado de una abundante inversión extranjera. El flujo de capitales mineros llegó a Chile gracias a la riqueza de su subsuelo y a su estabilidad política, social y económica. Las condiciones jurídico-institucionales ya existían a partir de 1974, pero serán el marco de estabilidad democrática y la amplia base de consensos políticos las que garantizarán este despegue.

A partir de los años 90 se distinguen tres periodos en el desarrollo de las fundiciones. El primero, entre 1992 y 2002 determinó la necesidad de verificar con la nueva norma ambiental del Decreto 185 de 1992, implicando ejecutar una inversión promedio de US\$ 170 millones por año (moneda 2018) entre 1990 y 2002, en las 5 fundiciones estatales. En 1990, las mismas sujetaban poco azufre que ingresaba a ellas, obteniendo como resultado grandes emisiones de anhídrido sulfuroso a la atmósfera, y para el año 1990 la fundición de Paipote capturaba 24% del azufre, Ventanas el 18%, Chuquicamata el 36%, Potrerillos el 4% y Caletones menos del 6%, tal como lo muestra la Figura 4.

Figura 4. Emisiones de azufre como % del total de azufre ingresado



El segundo período, entre 2004 y 2013, se determinó por el superciclo del precio de los *commodities*, y la falta de nuevas exigencias ambientales en materia de emisiones, ya que entre 2003 y 2013, la inversión en las 5 fundiciones estatales se sujetó a dos tercios del período anterior, US\$ 121 millones por año (moneda 2018), y, las inversiones de las empresas mineras se focalizaron en tratar de aumentar la producción de concentrados (CESCO, 2020).

El tercer período, entre 2014 y 2019 determinó las exigencias del Decreto 28 de 2013, que precisó que las fundiciones de cobre chilenas debían capturar a diciembre 2018 al menos el 95% del anhídrido sulfuroso que formaban, ya que fue una meta comparada con el 97% promedio de

captura de SO₂ que conseguían las fundiciones en el mundo en el 2016. Por tanto, el Decreto 28 fue ideado a partir del año 2011 por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) surgiendo por la falta de avances ambientales en las fundiciones de cobre, según los planes de purificación en 2002 (CESCO, 2020).

Causas de cierre de las plantas de fundición de cobre de la industria minera chilena

Sociales

El cierre de las plantas de fundición de cobre es necesario, dado que sus emisiones contaminan el ambiente de dióxido de azufre y arsénico, si las industrias no cumplen con la normativa y atentan contra la vida de la población, deben cerrar, por lo que no se puede seguir resguardando el interés económico sobre la vida humana. En cuanto a exigencias la normativa registra una reducción de las emisiones de dióxido de azufre (SO₂), arsénico y material particulado; fijándose un escenario deseado de captura y fijación que alcance el 95% (Minería Chilena, 2015).

En cuanto a la población en general, presenta un efecto de carácter socio-económico y cultural, ya que la pérdida de la actividad minera puede destruir no solamente el sustento económico sino también la base de valores sociales y familiares de la comunidad afectada. Ello es grave cuando la identidad del padre de familia está construida en torno a su oficio de minero, y en consecuencia se siente degradado al aceptar un trabajo alternativo, y que el cierre de las plantas de fundición de cobre están destinadas a evitar los posibles traumas que implican los cierres de explotaciones mineras. Ello, tanto en términos de un acrecentado daño ambiental como en sus efectos económicos y sociales sobre las comunidades situadas en el área de influencia de la explotación, incluyendo lo referente a eventuales daños a otras actividades económicas desarrolladas o posibles de desarrollar en dicha área de influencia (Oyarzún, 2001).

Otro, campo de responsabilidad corporativa del cierre de plantas de fundición de cobre, es el de la educación, ya que la empresa minera moderna maneja inteligencia, conocimientos, tecnologías y recursos que pueden hacer mucho por el cambio de la educación en su área de influencia, asumiendo responsabilidades tratando de llevar a cabo iniciativas que admitan a la comunidad al acceso a la educación. Además, el objetivo es buscar la máxima independencia de la comunidad respecto a la empresa, disponiendo el momento del cierre de sus labores, implicando lo opuesto de la situación histórica tradicional, donde todo dependía de la empresa, y su desaparición equivaldría la caída de la comunidad ligada a ella, cuya disposición a enfrentar nuevos desafíos, constituyendo el mejor y más sustentable legado que una empresa puede entregar al momento de su cierre (Meller, 2020).

Medioambientales

Chile se encuentra dentro de los 5 países con peor desempeño ambiental capturando un bajo nivel de SO₂, incluso tras la aplicación de la nueva normativa ambiental referida al 95% de captura de SO₂, manteniendo en el último cuartil de la industria mundial, la cual se compara con un 98% de captura de azufre en las funciones chinas, 99% en las fundiciones japonesas y 98,5% en las fundiciones alemanas. Adicionalmente, para cumplir la normativa se requiere de una inversión total entre 2.000 y 2.500 millones de US\$ (IGF, 2017).

Por otro lado, las emisiones de fundición, el vertido de líquidos y generación de residuos sólidos son los impactos más identificables de la industria minera, dado que su carácter socioambiental es uno de los principales focos de inversión y gestión. Codelco posee cuatro

fundiciones de concentrado de cobre que generan, principalmente, emisiones de dióxido de azufre (SO₂), arsénico (As) y material particulado (MP), ya que estas infraestructuras están administradas por normas de emisión y algunas por planes de descontaminación para las ciudades dentro del área de influencia de sus operaciones (Codelco, 2014).

El cambio climático es uno de los retos que enfrenta la sociedad actual, convirtiéndose en una prioridad para la industria minera, viéndose manifestado mediante del Estándar de Eficiencia Energética y Cambio Climático, que a pesar de la principal incidencia que posee el desempeño de los sistemas que proveen la energía eléctrica, buscan mejorar tanto física como económicamente el consumo de insumos energéticos, fundamento el uso eficiente de la energía y energía renovables en los nuevos proyectos y operaciones (ENAMI, 2017).

La gran cantidad de agua que demanda la actividad minera ordinariamente minimiza la napa freática del lugar, alcanzando a vaciar pozos de agua y manantiales, ya que la misma suele culminar contaminada por el drenaje ácido, es decir, la exhibición al aire y al agua de los ácidos que se forman en ciertos tipos de mena, como efecto de la actividad minera. Por otro lado, los productos químicos usados en las diferentes fases de procesamiento del cobre, como cianuro, ácidos concentrados y compuestos alcalinos, terminan en el sistema de drenaje, alterando y contaminación el ciclo hidrológico obteniendo efectos colaterales graves que perturban a los ecosistemas circundantes y a las personas (Briem et al. 2000).

De igual forma, la contaminación del aire se ve comprometido por el polvo que genera la actividad minera, constituyendo una causa importante de enfermedad, trastornos respiratorios de las personas y asfixia de plantas y árboles. De manera que, surgen irradiaciones de gases y vapores tóxicos, elaboración de dióxido de azufre, que es garante de la lluvia ácida, por el tratamiento de los metales, y de dióxido de carbono y metano por la quema de combustibles fósiles y creación de lagos artificiales detrás de los estanques hidroeléctricos que están dispuestos a suministrar energía para los hornos de fundición y las refinerías (Acindar Grupo Arcelor Mital, 2010).

El 81% de los proyectos evaluados corresponden a Proyectos No Mineros, entendidos como todos aquellos que no pertenecen a la categoría anterior, pero que poseen componentes geológicas relevantes, ya que la competencia técnica de SERNAGEOMIN se encuadra en los aspectos de índole geológica, especialmente hidrogeología y peligros geológicos (sismos, tsunamis, volcanismo, inundaciones y remociones en masa), que pueden afectar a los proyectos en sus lugares de emplazamiento y consecuentemente generar efectos no deseados tanto para la seguridad de la población como para el medio ambiente en general. Mediante la Evaluación de los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) de los proyectos mineros que ingresan al SEIA, al Servicio le atañe comprobar el desempeño de los requisitos para el otorgamiento del PAS5 135 de Construcción y Operación de Depósitos de Relaves, PAS 136 para establecer un Botadero de Estériles o acumulación de mineral y PAS 137 para la aprobación del Plan de Cierre. Las Figuras 5 y 6 presentan los EIA y DIA de proyectos mineros y no mineros evaluados entre los años 2014 y 2020, es decir, las cifras indicadas corresponden sólo a la cantidad de proyectos evaluados, ingresados y que tienen materias en el ámbito de competencias del Servicio, sin discurrir las adendas evaluadas dentro de cada proceso, las que para el año 2020 corresponden a 23 adendas de EIA y a 174 de DIA.

Figura 6. Evaluación de EIA, años 2014 – 2020

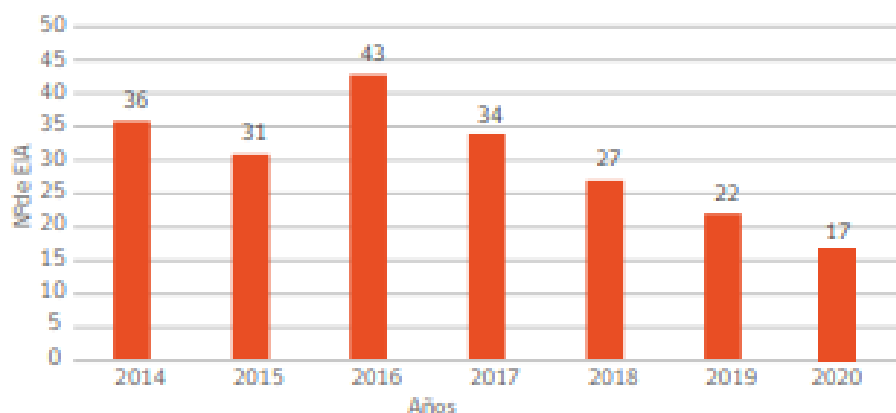
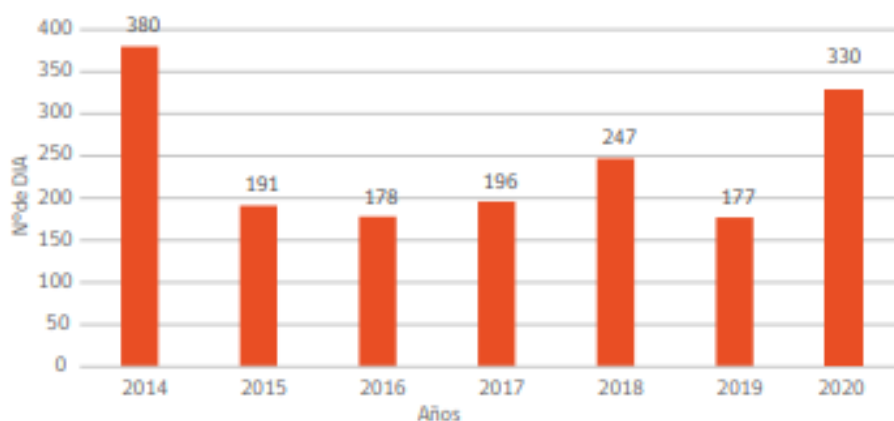


Figura 7. Evaluación de DIA, años 2014 – 2020.



Económicas

El procedimiento a aplicar a cada faena va a depender de la capacidad de extracción y/o beneficio de mineral que la faena tenga aprobado sectorialmente, ya que si la capacidad de extracción y/o beneficio de mineral es inferior o igual a 10.000 toneladas por mes (tpm), el plan de cierre debe someterse al Procedimiento Simplificado. Contrariamente, si la faena tiene capacidad de extracción y/o beneficio de mineral superior a 10.000 tpm, el plan de cierre debe someterse al Procedimiento de Aplicación General, diferenciado del Simplificado, incluyendo la valorización y garantía de las medidas de cierre y post cierre comprometidas. Durante el año 2020 ingresaron al Servicio los antecedentes de 838 planes de cierre para evaluación, de los cuales 774 corresponden a planes de cierre sometidos al procedimiento simplificado y 64 al procedimiento de aplicación general, para la correspondiente decisión de la autoridad institucional.

Durante el año 2020 se solucionaron 725 planes de cierre de faenas mineras, cuya capacidad de extracción y/o beneficio es igual o inferior a 10.000 tpm, de los cuales 547 (75,4%) fueron aprobados, 115 (15,9%) rechazados, 20 (2,8%) no admitidos a tramitación, 40 (5,5%)

desistidos y 3 (0,4%) abandonados, de acuerdo con la siguiente distribución regional. La Tabla 1 muestra la distribución, por regiones, de los planes de cierre simplificados que han sido resueltos durante el año 2020.

Tabla 1. Distribución de planes de cierre simplificados resueltos, por región, durante el año 2020

DIRECCIÓN REGIONAL	APROBADOS	RECHAZADOS	NO ADMITIDOS	DESISTIDOS	ABANDONADOS	TOTAL RESUELTOS
TOTAL	547	115	20	40	3	725
Arica y Parinacota	8	3	-	-	-	11
Tarapacá	6	1	-	1	-	8
Antofagasta	68	13	-	11	3	95
Atacama	233	58	4	9	-	304
Coquimbo	141	17	15	9	-	182
Zona Centro ¹	64	19	1	3	-	87
Zona Sur ²	26	3	-	7	-	36
Magallanes y Antártica Chilena	-	-	-	-	-	-
Nivel Central ³	1	1	-	-	-	2

(1) Zona Central: comprende las Regiones de Valparaíso, Metropolitana y del Libertador General Bernardo O'Higgins.

(2) Zona Sur: Comprende las regiones del Maule, Biobío, Araucanía, Los Lagos, Los Ríos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo.

(3) Nivel Central: Ubicado en la Región Metropolitana, se revisan los planes de cierre mayor a 5.000 tpm y menor o igual a 10.000 tpm.

En cuanto a los proyectos de planes de cierre de faenas cuya capacidad de extracción y/o beneficio de mineral es superior a 10.000 tpm, los proyectos resueltos durante el año 2020 ascienden a 42, de los cuales 27 (64,3%) fueron aprobados, 10 (23,8%) rechazados, 3 (7,1%) no admitidos a trámite, 1 (2,4%) desistido y 1 (2,4%) abandonado. La revisión de estos proyectos la realiza el equipo de evaluadores del Nivel Central en Santiago.

Políticas

Primera Política de Estado para el sector Decreto Supremo 76, el Decreto Supremo DS76 fue dictado el 24 de julio del 2003, considerando que el potencial de desarrollo económico del territorio nacional comprendido entre la Primera y Sexta regiones, está estrechamente ligado al quehacer de la minería. En esta zona la minería de menor tamaño, pequeña y mediana, es también un sector que ofrece importantes oportunidades de desarrollo económico” (Min. Minería, 2003, pg. 1).

De manera que, estos sectores de pequeña y mediana minería (PYME) enfrentan dificultades para competir en los mercados internacionales del cobre que resultan de obstáculos estructurales asociados a desventajas de escala, ya que se hace necesaria la aplicación de una política pública destinada a subsanar dichas dificultades, de manera de mejorar la productividad de la PYME minera, incrementar su competitividad y la promoción al acceso equitativo a las oportunidades de negocio (Min. Minería, 2003).

La política de fomento está estructurada sobre la base de los siguientes principios generales: Constante en el mediano y largo plazo, focalizada en los proyectos mineros viables, claro en sus costos, resultados y sistemas de medición y evaluación, con presupuesto anual aprobado por ley en el Parlamento, dirigida por ENAMI, asentada en lo concerniente a compra y venta de minerales y productos mineros, en términos comerciales internacionales que reflejen o

simulen mercados eficientes, orientada a potenciar la creación de valor de estos sectores, mediante el reforzamiento de los programas de fomento en el reconocimiento del recurso minero, el aprovechamiento de las economías de escala y la obtención de productos de mayor valor agregado, propenso a crear una mayor inserción de la PYME en el mercado financiero formal (Min. Minería, 2003).

Por su parte, la Política de Fomento para la Pequeña Minería se asignará anualmente un presupuesto de US\$ 8.000.000 para el desarrollo de los programas de fomento de la pequeña minería. Adicionalmente, se fijarán recursos para la operación de un fondo de sustentación de precios para dicho sector, luego se distinguirá de dónde surge este monto de US\$8.000.000/año (Min. Minería, 2003, pg. 3).

Con el objeto de lograr mayores niveles de eficiencia en la operación se transformará en el mejoramiento tecnológico de plantas de beneficio, en este Decreto DS76 se especifican los instrumentos que debiera aplicar ENAMI: Fondo de Capital de Riesgo; Fondo de Capital de Riesgo; Créditos para Desarrollo Minero; Mecanismos de Sustentación para Atenuar los Ciclos de Precios Bajos, que consistirá en un fondo de sustentación de precio del cobre (Min. Minería, 2003).

En cuanto a la Política de Fomento de la Mediana Minería la política en relación con la mediana minería, consistirá en asegurar la compra y la capacidad de tratamiento en condiciones comerciales de mercado internacional de los productos del sector. Además, se reflexionará la oferta de dispositivos de mercados de futuro para el equilibrio de precios cuando las condiciones del mercado así lo permitan, y el financiamiento de créditos individuales de sustentación de precios y de capital de trabajo (Min. Minería, 2003).

Conclusión

Los contextos en que se despliega la minería han transformado de forma drástica las plantas más notables, alcanzando su madurez, con un desplome importante en sus leyes y sin descubrimientos significativos. Además, las exigencias ambientales, sociales, políticas y económicas han crecido fuertemente, unido a la alta influencia de costos que coloca a la industria en un dificultoso espacio.

El cierre de las plantas de fundición de cobre es ineludible, ya que sus exposiciones contaminan el ambiente de dióxido de azufre y arsénico, es decir, si las industrias no cumplen con la normativa y atentan contra la vida de la población, deben cerrar. En cuanto a la población en general, presenta un efecto de carácter socio-económico y cultural, por lo que la pérdida de la actividad minera puede echar abajo no solamente el sustento económico sino también la base de valores sociales y familiares de la comunidad afectada.

En cuanto al efecto medioambiental por parte del cierre de las plantas de función de cobre, se tiene que impactan en el cambio climático, notándose mediante del Estándar de Eficiencia Energética y Cambio Climático, con su acaecimiento en el desempeño de los sistemas que generan la energía eléctrica, buscando además optimizar económicamente el consumo de insumos energéticos, fundamento el uso eficiente de la energía y energía renovables en los nuevos proyectos y operaciones.

De igual forma, el cierre de las plantas de fundición de cobre impacta en el agua logrando agotar los pozos de agua y manantiales, y que esta culmina contaminada por el drenaje ácido, además de los productos químicos utilizados en las diversas fases de procesamiento del cobre, como cianuro, ácidos concentrados y compuestos alcalinos, terminan en el sistema de drenaje, alterando y contaminación el ciclo hidrológico obteniendo efectos colaterales graves que

perturban a los ecosistemas circundantes y las personas. También, se ve comprometido el aire, el cual es contaminado por el polvo que genera la actividad minera, desarrollando trastornos respiratorios de las personas y asfixia de plantas y árboles.

Asimismo, desde lo político el cierre de las plantas de fundiciones de cobre se ven afectada notándose en los 725 planes de cierre de faenas mineras durante el año 2020, cuya capacidad de extracción y/o beneficio es igual o inferior a 10.000 tpm, de los cuales 547 (75,4%) fueron aprobados, 115 (15,9%) rechazados, 20 (2,8%) no admitidos a tramitación, 40 (5,5%) desistidos y 3 (0,4%) abandonados, de acuerdo con la siguiente distribución regional.

Bibliografía

- Acindar Grupo Arcelor Mital (2010). Reporte de Sustentabilidad, 2010, pp. 34-38. Disponible en <http://www.acindar.com.ar/reporte10/pdf/reporte.pdf>
- Briem, S., Alkan, Z., Quinkertz, R., Dienhart, M. & Kugeler, K. (2000). Development of energy demand and energy-related CO2 emissions in melt electrolysis for primary aluminium production. *Aluminium*, 72, 502-506.
- CESCO (2023). Las interrogantes del presente y futuro de CODELCO Disponible en: https://www.cesco.cl/wp-content/uploads/2023/08/CESCO_Las-interrogantes-del-presente-y-futuro-de-CODELCO.pdf
- Cochilco (2016), Monitoreo de variables e indicadores relevantes de la mediana y pequeña minería chilena. Comisión Chilena del Cobre, Chile
- CODELCO (2019). La fundición. Disponible en: <https://www.codelcoeduca.cl/codelcoeduca/site/edic/base/port/fundicion.html>
- ENAMI (2017). Reporte de Sustentabilidad 2017. Empresa Nacional de Minería.
- Folchi, M. (2001). La insustentabilidad de la industria del cobre en Chile: los hornos y los bosques durante el siglo XIX. *Revista Mapocho*, 149-175.
- IGF (2017), Global Trends in Artisanal and Small-Scale Mining (ASM): A review of key numbers and issues, Intergovernmental Forum on Mining, Minerals, Metals and Sustainable Development, IISD, Canada.
- Meller, P. (2020), “Cobre chileno: productividad, innovación y licencia social”, en C. Chavez y P. Meller, eds. *La Gran Región Minera: Chile y Perú*, Editorial U. Talca, Talca.
- Ministerio de Minería (2012). Misión Institucional. Disponible en: <http://www.minmineria.gob.cl/ministerio/mision-institucional/>
- Oyarzún, J. (2001). Algunos metales y metaloides con propiedades tóxicas o carcinogénicas: distribución natural y riesgos por contaminación en Chile. *Revista Chilena de Salud Pública*, 5(2-3), 96-101.