



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Trabajo de Investigación del Máster en Historia Económica (UB-UAB)

Oportunidades y dependencia. Evolución del cambio técnico en la minería cuprífera chilena, 1900-1950

Autora: Wenxuan Zhang

Tutor: Marc Badía Miró

Resumen: Durante la primera mitad del siglo XX, la minería del cobre chilena vivió transformaciones significativas en su inserción en los mercados internacionales, lo cual fue empujado por el aumento de la producción basado en la explotación a gran escala de las grandes minas. El cambio técnico jugó un papel imprescindible en estos avances tanto para hacer explotables los minerales en vetas de menor ley, como para diversificar el tipo de productos metalúrgicos transformados, aunque eso generó una dependencia extranjera importante. Este trabajo se dedicará a revisar la evolución del cambio técnico y entender el doble impacto de las nuevas técnicas en la extracción del metal rojo, por medio de relacionar el uso de maquinaria con la evolución de la producción y exportación de la minería cuprífera a medio-largo plazo.

Palabras clave: Chile, minería del cobre, cambio técnico, materias primas, globalización

Abstract: During the first half of the 20th century, Chilean copper mining underwent significant transformations in its insertion in international markets, which was driven by the increase in production based on the large-scale exploitation of large mines. Technical change played an essential role in these advances, both to make ores exploitable in lower grade veins, and to diversify the type of metallurgical products transformed, although this was at the cost of generating a significant foreign dependence. This paper will review the evolution of technical change and understand the double impact of the new techniques in the extraction of the red metal, by relating the use of machinery with the evolution of copper mining production and exports in the medium to long term.

Key words: Chile, copper mining, technical change, raw materials, globalization



Índice

Introducción.....	1
1. Panorama de la minería cuprífera: ciclos, contexto y comercio exterior.....	4
1.1. Cobre como materias primas: oportunidad y dependencia.....	5
1.2. De lo internacional a lo nacional: cambio técnico y comercio.....	8
2. El sector cuprífero 1900-1950: expansiones con fluctuaciones.....	12
2.1. Expansión de la industria del cobre: producción y exportación.....	13
2.1.1. Crecimiento acelerado de la producción del cobre.....	13
2.1.2. Exportación del cobre de mejor calidad.....	15
2.2. Importación masiva de la maquinaria y productividad minera	18
2.3. Dependencia a medio-largo plazo: fluctuaciones y respuestas desde 1950s.....	23
Conclusiones.....	26
Fuentes y bibliografía:	28

Introducción

Hace más de un siglo que las exportaciones del cobre ocupan una posición central en la economía chilena. Su importancia se realiza sobre el fundamento de una masiva producción basada en la Gran Minería desde principios del siglo XX, empujada por las nuevas técnicas en la explotación de las vetas de baja ley, en los procesos metalúrgico y en el transporte. Estos cambios técnicos permitieron una larga prosperidad de las exportaciones del cobre y vincularon este nuevo ciclo de exportaciones del cobre con el viejo ciclo, que se había acabado a finales del siglo XIX por el agotamiento de las vetas ricas en las pequeñas minas. Al mismo tiempo, esta transformación importante se produjo en un contexto histórico de demanda creciente del cobre gracias a la industrialización de los países europeos y de los EE. UU. y al uso de nuevas tecnologías. Por tanto, para el caso chileno, la introducción de las nuevas técnicas y la expansión de la demanda supusieron buenas oportunidades para aprovechar sus grandes reservas del metal rojo.

La inserción en el mercado internacional de Chile a través de las exportaciones de materias primas podría implicar una mayor dependencia y vulnerabilidad en el largo plazo, pero también implicaron el surgimiento de oportunidades. En primer lugar, la llegada de inversiones y de tecnología del extranjero abrió la puerta de la Gran Minería, expandió las exportaciones e impulsó el crecimiento económico. En segundo lugar, la predominancia en las exportaciones de cobre profundizó la especialización de producción y exportación de materias primas, la cual se vería afectada por cierta volatilidad en los precios y, por lo tanto, incidiría negativamente sobre el crecimiento económico a largo plazo, por los efectos derivados de la aparición de la enfermedad holandesa y el consiguiente retroceso del sector manufacturero (Jaramillo, 2020; Palma, 2019), y así la especialización primaria dificultaría el cambio estructural (Badía-Miró et al., 2015).

Teniendo en cuenta estos elementos, creemos que sería interesante observar la evolución a medio-largo plazo del cambio técnico y cuál ha sido su impacto sobre la minería del cobre en Chile. Para ello consideramos los siguientes elementos: En primer

lugar, la producción minera tendría más oportunidad para acceder al capital extranjero y las nuevas tecnologías que otros bienes primarios (los productos agrícolas por ejemplo), puesto que el input de capital y equipo suele ser fundamental para las actividades extractivas (Bulmer-Thomas, 2017; Dong, 2009). Resultado de ello observamos como en la minería del cobre chileno, se ve una transición de la producción intensiva de mano de obra a una mayor dependencia del capital y la maquinaria extranjera (Collier & Sater, 2004; Ranestad, 2018b). En segundo lugar, tal y como hemos indicado, fueron las nuevas técnicas introducidas en la primera mitad del siglo XX las que permitieron la explotación masiva de la Gran Minería, cambiando el escenario previo marcado por el agotamiento de las minas ricas, pequeñas y geográficamente dispersas, las cuales había marcado la prosperidad en el siglo XIX (Collier & Sater, 2004). En tercer lugar, el segundo ciclo de exportaciones del cobre de Chile permite observar el impacto de las innovaciones sobre la productividad y sobre la competitividad del producto en los mercados internacionales, teniendo en cuenta que la adopción de innovaciones tecnológicas no solo puede elevar la eficiencia sino también que permite diversificar el tipo de productos, incorporando mayor valor añadido (mineral en bruto, ejes y barras de cobre) y ampliando así la cesta de exportación.

La pregunta a la que el trabajo quiere dar respuesta es: ¿permitió el cambio técnico el surgimiento del ciclo de exportaciones del cobre durante la primera mitad del siglo XX? ¿favoreció el cambio técnico la diversificación de la cesta de exportaciones? Para ayudarnos a dar respuesta a estas preguntas, consideramos los estudios que exploran la evolución de la minería chilena, aquellos que analizan el uso de bienes de equipo y la expansión de exportaciones durante la segunda mitad del siglo XIX hasta la Primera Guerra Mundial. Feliú et al. (2010) señala que, desde los años 1880, en las minas del cobre aparecieron campamentos donde se utilizaban generadores termoeléctricos para suministrar la energía y ferrocarriles para transportar materiales y viajeros, y en la primera mitad del siglo XX las exportaciones del cobre lograron aumentar el ingreso nacional (pp.100-101). Posteriormente, se generalizó el uso de las nuevas tecnologías

en el sector del cobre:

“In the early twentieth century, North American companies began to exploit some of these low-grade copper ore deposits, using up-to-date technology including mechanised equipment, large electric power plants and electrolysis” (Ranestad, 2018, p.3).

Desde entonces muchos sectores empezaron el proceso de mecanización y como consecuencia, la participación de la maquinaria en el PIB de Chile aumentó significativamente en los primeros diez años (Ducoing Ruiz, 2012, p.47). En resumen, valdría la pena seguir profundizando el impacto del cambio técnico en la expansión de la minería del cobre chileno.

Como objetivo secundario, también es relevante observar lo que sucedió durante el periodo comprendo entre la década de 1920 y los años de 1950, puesto que la minería del cobre vivió transformaciones importantes durante la Gran Depresión, la recuperación en los años 1930 y la Segunda Guerra Mundial. A partir de ese momento, el Estado empezó a tener un papel más relevante, primero a partir del proceso de “chilenización” de la Gran Minería y después, a partir de su intervención directa. Se trata de un cambio institucional que difiere mucho del contexto de la época anterior, cuando la Gran Minería fue controlada por los capitales estadounidenses. Es por ello, por los cambios de enorme transcendencia que se suceden a partir de ese momento, que consideramos que el trabajo se cierre con el fin de la Segunda Guerra Mundial.

Para aproximarse a la cuestión estudiada, el trabajo considera el análisis de la evidencia histórica acumulada para los procesos nacionales de desarrollo como metodología que permite una observación a medio-largo plazo. Gracias a la enorme importancia que tiene el cobre en la economía chilena, existen abundantes fuentes y referencias que darían soporte a esta investigación. Se ha considerado el “Anuario Estadístico de Chile”, para varios años. En ellos se han encontrado datos primarios de la producción y exportación del cobre, que ha sido complementada con los trabajos de Badía-Miró y Ducoing (2014) y Díaz et al. (2016). En ese caso obtendremos datos de fuentes secundarias. Mientras tanto, para completar las argumentaciones anteriores,

incorporaremos datos sobre el papel de la maquinaria y poderlo así vincularlo al cambio técnico. También consideraremos el trabajo de Díaz y Wagner (2004), donde se observa información de maquinaria importada desde la década de 1910, años en que las empresas norteamericanas empezaban a jugar papeles importantes. Por último, la base de datos de Braun et al. (2000) sería muy útil para observar la evolución sectorial, con el objetivo de determinar diferencias posibles entre el comportamiento de la minería y otros sectores económicos.

El trabajo se compone de tres partes. Primero, haré una revisión bibliográfica sobre el papel de las materias primas, el rol del cambio técnico, y la evolución y los ciclos exportadores del metal rojo chileno, así como el surgimiento del segundo ciclo del cobre empujado por las nuevas técnicas introducidas por las multinacionales estadounidenses. Luego, los análisis partirían de la observación de la producción y la exportación de los distintos productos basados en el cobre, la importación de la maquinaria minera y la evolución de la productividad minera, para mostrar la importancia del cambio técnico en el segundo ciclo del cobre chileno. Por último, se hará una reflexión sobre el papel que juega el cambio técnico en el sector del cobre, tanto desde la vertiente productora (oportunidades a corto plazo para el aprovechamiento de su gran reserva del cobre y a la hora de diversificar la producción), y al mismo tiempo un riesgo de dependencia a largo plazo de la especialización primaria y la extrema dependencia del crecimiento económico.

El trabajo contribuiría, en primer lugar, en completar el estudio del impacto de la evolución del cambio técnico sobre la minería cuprífera en Chile. En segundo lugar, el trabajo reflexionaría sobre el papel que tiene el cambio técnico en la especialización productiva del sector primario en los países en vías de desarrollo, y sentar las bases de investigaciones futuras.

1. Panorama de la minería cuprífera: ciclos, contexto y comercio exterior

Para entender el impacto que han tenido las mejoras técnicas sobre la minería del cobre chilena, empezaremos con el repaso de las interpretaciones existentes sobre el

impacto de las materias primas sobre el crecimiento económico y, posteriormente, el impacto de este cambio técnico tuvo sobre la aceleración de la especialización productiva con una fuerte expansión del sector cuprífero en Chile. En segundo lugar, dado que buena parte de las innovaciones tecnológicas provinieron del extranjero y la mayoría del cobre producido estaba orientado al comercio exterior, sería necesario repasar el mecanismo de la difusión tecnológica, el papel que tenía el monopolio norteamericano y el impacto sobre la producción y la productividad. Por eso, este apartado se dedicará a hacer la síntesis y la contextualización acerca de la cuestión estudiada.

1.1. Cobre como materias primas: oportunidad y dependencia

Hay un importante debate sobre la relación existente entre la abundancia de recursos naturales y el crecimiento económico. Por un lado, la existencia de recursos naturales supone una oportunidad para convertirla en riquezas importantes que ofrecen recursos útiles para el desarrollo doméstico en su conjunto, y generan ingresos fiscales en la movilización global de los bienes primarios, permitiendo la compensación de una distribución geográficamente asimétrica entre los países productores y los destinos con alta necesidad (McKern, 1993). Ejemplo de este impacto positivo sería la dinámica de la demanda global durante los años 1870 hasta la primera Guerra Mundial, cuando los países productores aceleraron su inserción en los mercados internacionales (Badía-Miró et al., 2015).

Al mismo tiempo que se profundizaba la globalización, los países productores profundizaban en el modelo de crecimiento guiado por las exportaciones, caracterizado por una especialización productiva de materias primas, siendo las economías latinoamericanas un claro representante de ello (Bértola & Ocampo, 2010). Durante la Primera Globalización, los sectores primarios de muchos países latinoamericanos obtuvieron enormes inversiones e importaron capital físico y humano, y sus producciones se expandieron notablemente (Bértola & Ocampo, 2010; Bulmer-Thomas, 2017). En ese sentido, la posibilidad de explotación de los recursos naturales será

mucho más importante que sus reservas, debido a que una parte de estos recursos naturales existentes en un país puede que no sean explotables por los propios costos de producción o por la disponibilidad tecnología existente. Para muchos países de ingreso medio-bajo, la importación de tecnología y los recursos provenientes de los países avanzados sería una de las premisas importantes para que ellos exportaran y explotaran esas materias primas, pero a su vez, también sus economías resultaron más vulnerables a los cambios exteriores.

La vulnerabilidad de la economía de los exportadores de materias primas viene descrita por aquella bibliografía que desarrolla las teorías de “maldición de recursos”. En ellas se refiere una serie de impactos negativos derivados de la dependencia de la explotación de materias primas. Esa vulnerabilidad económica, según la teoría de Prebisch (1950), se debería a la mayor volatilidad y a la trayectoria descendiente de los precios de los bienes primarios en comparación con la evolución que siguen los precios de los productos manufacturados. Para revertir esta situación, aparecieron incentivos para que algunos países impulsasen un proceso de industrialización sustitutiva en América Latina, después de la Gran Depresión (Auty & Mikesell, 1998). En cuanto a las evidencias empíricas, se han verificado las relaciones negativas entre la posesión de recursos naturales y el desarrollo económico (Corden, 1984; Sachs & Warner, 1995; Xu & Shao, 2006), que teóricamente sería una paradoja teniendo en cuenta los beneficios de la abundancia de recursos naturales que hemos mencionado.

Habría diversos aspectos que conducirían a esa paradoja. Las instituciones, por ejemplo, podrían determinar la calidad de la gobernanza de esos recursos naturales, determinando los impactos positivos o negativos de las mismas materias primas sobre el crecimiento económico (Badía-Miró et al., 2015; Lederman & Maloney, 2006). Si esa dependencia no se gestiona bien, la excesiva especialización de los productos primarios podría provocar el efecto *crowding-out*, es decir, se expulsaría la inversión desde los sectores manufactureros (y más productivos), hacia el sector minero. El resultado, en la línea de lo que sucedía con la “enfermedad holandesa” sería una mayor desindustrialización (Palma, 2019). Ejemplo de esa evolución negativa sería el

desarrollo de buena parte de los sectores mineros en América Latina, los cuales recibieron inversiones extranjeras y se desarrollaron como “enclaves” con pocos vínculos con otros sectores o lugares (Dong, 2009; Xu & Shao, 2006). La desindustrialización también se observa en aquellos casos en los que se produce la “enfermedad holandesa”, resultado del desequilibrio crónico de la balanza comercial y de la pérdida de competitividad de los sectores manufactureros exportadores (Bahar & Santos, 2018; Corden, 1984).

Empíricamente, Xu y Shao (2006) comprueban que en los lugares ricos en recursos naturales, las instituciones, el entorno legal, el régimen administrativo y el mercado, suelen ser menos eficientes. A esto se suma la demanda menos dinámica del trabajo cualificado en los sectores de materias primas, que a largo plazo perjudicaría la acumulación del capital humano y el desarrollo de las industrias de alta tecnología (p.43). En cambio, frente a estas ideas otros autores plantean un desafío como las propuestas de Perry (2006), quienes sostienen que los sectores de recursos naturales no siempre se caracterizan por el “*technologically backward*”, siempre y cuando las políticas complementarias sean adecuadas (p.xiv). Más allá, Ranestad (2018a) verifica que las industrias de recursos naturales no siempre se basan en actividades con baja tecnología, sino que disfrutan alta productividad, avances tecnológicos y producción intensiva en conocimiento (pp. 220-221).

En resumen, puede que la abundancia de la explotación de los recursos naturales tenga un doble impacto sobre la economía de un país. Puede convertirse en impulso para su crecimiento a través de los ingresos fiscales y los encadenamientos hacia el resto de los sectores. Pese a ello, la expansión de las exportaciones de materias primas también acelera la especialización productiva, la que generaría un desequilibrio sectorial con un retroceso de otros sectores no exportadores y una concentración de recursos en los sectores de baja productividad. Si nos concentramos en el caso estudiado, el cobre chileno no sería excepcional puesto que su explotación masiva ha ocupado un lugar significativo en su economía hasta la actualidad. De hecho, se observa una significativa especialización productiva y dificultades para que nuevos sectores,

complementen las exportaciones durante los años de ISI. El resultado de esa tendencia es la existencia de una desindustrialización prematura en Chile con una caída del empleo en el sector manufacturero, aumento en el sector primario, comportando la existencia de dificultades para ampliar la frontera productiva y la acumulación de capitales (Palma, 2019).¹

Es en este marco en el que queremos prestar atención al inicio de la expansión del sector cuprífero para entender mejor las raíces de esa especialización y poder dar respuesta a la pregunta del por qué, Chile fue capaz de aprovechar sus reservas del cobre y convertirse en uno de los principales suministradores mundiales durante el siglo XX. Tal y como hemos mencionado, aunque Chile posee la mayor reserva cuprífera en el mundo, esta posesión sólo tendría valor económico siempre y cuando fuesen disponibles las condiciones y técnicas que hicieran económicamente explotables los minerales. Desde finales del siglo XIX hasta los primeros años del siglo XX, surgieron avances tecnológicos a nivel internacional que facilitaron la explotación cuprífera. Con la llegada de las multinacionales mineras, las grandes minas chilenas consiguieron una afluencia enorme de inversión que permitió una expansión rápida de la producción y de las exportaciones. Fue ello que inició el ciclo de exportaciones del cobre chileno e hizo visible el doble impacto de la prosperidad del metal rojo como materias primas sobre la economía en su conjunto.

1.2. De lo internacional a lo nacional: cambio técnico y comercio

Que la explotación del cobre a nivel mundial tiene una larguísima historia está fuera de discusión. El cobre es uno de los productos mineros no renovable que se encuentra en los estratos en forma de compuestos, de modo que su explotación requiere ciertos conocimientos geológicos para su detección y tecnologías de refinación para que su pureza alcance un nivel utilizable. A fines del siglo XIX nuevas técnicas que se habían aplicado primero en las minas pobres en el oeste de Estados Unidos, y luego

¹ Según el autor, la desindustrialización sería un rápido declive del empleo en el sector manufacturero como porcentaje del empleo total, y suele suceder después del estancamiento del PIB per cápita. La desindustrialización prematura se refiere al retroceso de la manufactura adelantado antes de que el ingreso per cápita no haya alcanzado al nivel de estabilizarse.

durante los primeros años del siglo XX entraron en Chile acompañadas por las multinacionales mineras norteamericanas, y permitieron la extracción masiva en la Gran Minería², hecho que promovió la expansión de la minería del cobre durante la primera mitad del siglo XX. En resumen, el cambio técnico vivió una transición desde el extranjero hacia la minería chilena, e hicieron explotable los minerales de mala calidad que antes habían dejado de tener valor económico.

En realidad, antes del ciclo exportador del siglo XX, el cobre chileno había ocupado lugares importantes en la economía desde la época colonial, logrando su máximo crecimiento en los años de 1850, terminándose a finales del siglo XIX con un agotamiento gradual de las minas con vetas de mayor calidad. Pese a que la explotación de las minas más ricas se terminó rápidamente, el primer ciclo del cobre contribuyó a absorber inversiones extranjeras y lograr cierto desarrollo en las infraestructuras. Por ejemplo, se utilizaron máquinas de vapor en el mismo proceso productivo, en el transporte ferroviario y en la construcción de las infraestructuras portuarias necesarias para el comercio exterior. Todos ellos serían buenos ejemplos, como en el caso de las minas de Tamaya y el puerto de Tongoy (Radetzki, 2009; Tongoy Destino, n.d.). En segundo lugar, el papel de los inversores británicos ha sido destacado al considerar que permitieron el establecimiento de las primeras fábricas de fundición cerca de las vetas ricas en Coquimbo y Copiapó (Centner, 1942). En tercer lugar, ese primer ciclo formó parte de los primeros intentos de la inserción en el mercado internacional durante el siglo XIX. Por ejemplo, tres cuartas partes de los ejes de cobre chilenos se exportaron hacia Inglaterra en los años de 1860. Otra evidencia de la prosperidad del comercio internacionales del cobre chileno fueron las cotizaciones de “tres meses” de la Bolsa Metal de Londres desde 1867 (Centner, 1942; Leibbrandt, 2010).

A pesar de las oportunidades ofrecidas por el avance tecnológico y el comercio exterior, también se había mostrado evidente la dependencia del capital extranjero en

² Durante el periodo en cuestión, la Gran Minería se refirió a El Teniente, Chuquicamata y otras grandes minas, cuyas producciones se realizaron a gran escala por las MNE norteamericanas. Fue desde el año de 1955 cuando la Ley 11.825 puso oficialmente pautas a la Gran Minería: “Son empresas productoras de cobre [...] las que produzcan dentro del país, cobre ‘blíster’ [...] en cantidades no inferiores a 75.000 toneladas métricas anuales [...]” (Ministerio de Minería, 1967, Artículo N° 1).

la minería chilena. El ciclo de exportaciones terminó gradualmente con una reducción notable de las inversiones británicas y una disminución gradual de su producción a medida que se iban agotando las minas de mineral de mayor calidad (Centner, 1942); es decir, Chile tenía poca capacidad para conseguir nuevas inversiones y tecnología para financiar y seguir desarrollando el sector.

Como ya hemos indicado, una de las razones importantes sería la baja productividad de la minería cuprífera chilena. Las explotaciones en las pequeñas minas viejas se realizaba básicamente de forma artesanal con el uso de pala y picota, con un uso intensivo de la mano de obra poco calificada (Collier & Sater, 2004; Martínez Rodríguez, 1930). El primer ciclo del cobre chileno contribuyó poco al uso de mano de obra más calificada, explicándose por el lento desarrollo de las instrucciones mineras, un atraso importante en el aprendizaje de nuevas tecnologías y la adopción de innovación tecnológica (Ranestad, 2018b). Por eso, las nuevas olas de explotación también requirieron la llegada de mano de obra calificada de origen extranjero que fuera capaz de realizar las actividades que necesitaban un mayor requerimiento técnico.

El surgimiento del segundo ciclo del cobre en Chile se basó de manera notable en la influencia extranjera, sobre todo a la hora de conseguir adoptar nuevas técnicas para sustituir la mano de obra en minas más grandes y poder elevar así la productividad. En el cambio de siglo, fueron los Estados Unidos los que tomaron un rol de liderazgo, ante Inglaterra, llegándola a reemplazar a la hora de convertirse en el mayor inversor en la minería del cobre chilena (Barton, 2000; Centner, 1942). Aunque es cierto que los grandes depósitos minerales no estaban completamente inutilizables antes de la llegada de las nuevas técnicas (en 1903 Chuquicamata ya produjo un 10% de la producción de cobre fino), esa producción tenía bajos niveles de productividad por trabajador, y los minerales extraídos seguía siendo de alta ley (Martínez Rodríguez, 1930, p.7). O sea, se seguía trabajando de la misma manera en las grandes vetas nuevas que en las viejas vetas de baja ley. Esa situación no se modificó hasta la participación posterior de Estados Unidos quien cambió totalmente la forma de producción en las grandes minas.

Pero ¿por qué fueron los Estados Unidos los que tuvieron la capacidad de cambiar

el escenario chileno? La respuesta parte de tres aspectos. Primero, la producción cuprífera estadounidense ya llevaba años ocupando las primeras posiciones en los rankings mundiales, basada en la explotación del cobre de ley muy alta en Michigan y Colorado desde la década de 1830 (Evans & Saunders, 2015; Radetzki, 2009). A comienzos del siglo XX, con el agotamiento de estas minas ricas en el este de Estados Unidos, la producción cuprífera empezó a desplazarse gradualmente a los depósitos pobres en Utah y Nevada en el oeste (F. E. Richter, 1927). Resultado de esta circunstancia, los avances técnicos serían imprescindibles para trabajar con los minerales de mala calidad. Ejemplo de ello fueron las técnicas de flotación con aceites³, que hicieron posible la selección de minerales de ley muy baja, aumentando así la producción metálica y, por lo tanto, haciendo posible la recuperación de una gran cantidad de mineral de cobre que antes no se podían utilizar (Lynch, Watt, & Harbort, 2007).

En segundo lugar, la difusión de las nuevas técnicas no hubiera sido posibles sin la expansión de las grandes empresas norteamericanas. Durante la década de 1880, en Colorado ya se había formado el trust *Colorado Smelting and Refining Company*, bajo el control de la familia Guggenheim, consiguiendo el liderazgo entre las compañías mineras estadounidenses desde 1901 (Britannica, 2021). En paralelo, las empresas mineras se extendían hacia otros continentes para buscar más depósitos disponibles, por ejemplo en África, México y Chile (Gámez Rodríguez, 2004; Schmitz, 1986). Estas grandes vetas pobres no solo requerían conocimientos completos para explotar los minerales pobres, sino también una gran cantidad de capital para poder afrontar los costes altos que comportaba trabajar en grandes depósitos. Ante esa situación, las empresas norteamericanas gozaban de cierta ventaja, llevando a cabo una integración vertical que abarcaba la explotación, el refinado y la concentración de los minerales,

³ La flotación se refiere al proceso de sumergir los minerales, cuyos tamaños han sido reducidos en la molienda, en grandes celdas para separar el cobre de otras sustancias. La pulpa obtenida en la flotación se someterá a la fundición y electrorrefinación para elevar su pureza (Codelco Educa, n.d.). Antes de este avance, la tradicional técnica de concentración gravimétrica causó grandes pérdidas de los metales en las minas pobres del oeste de los Estados Unidos, pero con la flotación se realizó una recuperación muy importante en estas minas, y así aumentarían la producción metalúrgica en las minas pobres chilenas (Lynch et al., 2007).

haciendo posible el suministro y aprovechar máximamente sus beneficios (F. E. Richter, 1927; Schmitz, 1986).

En tercer lugar, las nuevas técnicas extractivas resultarían ser muy útiles en la explotación de las grandes reservas chilenas. La Gran Minería chilena se caracteriza por tener pórfidos cupríferos, en los que el peso promedio del metal rojo suele ser mucho menor que en las vetas viejas. Por una parte, la entrada de las multinacionales norteamericanas fue acompañada por una gran cantidad de inversión, y el uso de las nuevas técnicas aumentó mucho la producción cuprífera chilena. Ese será uno de los objetivos del presente trabajo.

En resumen, en el cambio de siglo se produjeron cambios significativos tanto en la minería cuprífera mundial, como en la minería chilena. Este proceso fue promovido básicamente por la expansión de las multinacionales norteamericanas, quienes lograron controlar la Gran Minería con sus nuevas técnicas y experiencia para así poder trabajar en las minas de baja ley. Por tanto, sería muy posible que estas nuevas técnicas que abrieron la puerta de la Gran Minería tuvieron un doble impacto sobre el desarrollo del sector cuprífero a medio-largo plazo, creando oportunidades para que se expandiera y riesgo de fluctuaciones por culpa de la gran dependencia.

2. El sector cuprífero 1900-1950: expansiones con fluctuaciones

Sobre las bases de la introducción de grandes empresas, inversiones y nuevas técnicas, el sector cuprífero de Chile comenzó una expansión completamente diferente del siglo pasado. Con el objetivo de buscar evidencias de esa expansión en la primera mitad del siglo XX, observamos primero la trayectoria de la producción del sector, y luego, la cesta de exportaciones, para poder ver cómo cambió la composición de las exportaciones de cobre. En segundo lugar, observamos la evolución de las importaciones de maquinaria para el uso minero y metalúrgico, así como el cambio de la productividad para observar el impacto del cambio técnico sobre la producción. Por último, dado que esas innovaciones se originaron del extranjero, esta expansión también está vinculada con las fluctuaciones en los años posteriores, resultado de la gran

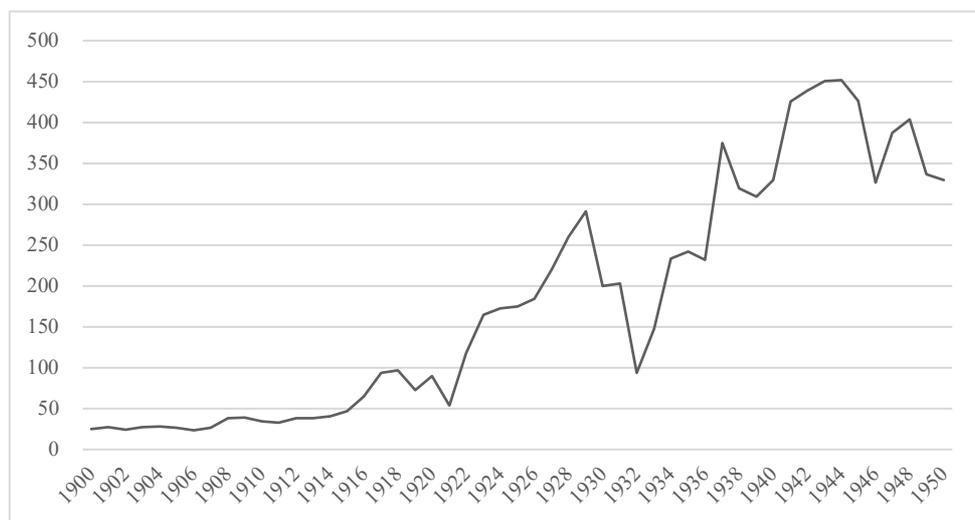
dependencia de los recursos extranjeros de la industria cuprífera chilena.

2.1. Expansión de la industria del cobre: producción y exportación

2.1.1. Crecimiento acelerado de la producción del cobre

Durante la primera mitad del siglo XX, la expansión del sector del cobre tendría dos características principales: el crecimiento de la producción cuprífera y la importancia creciente de las exportaciones de los productos refinados. Primero, la adopción de las nuevas tecnologías expandió la producción del cobre durante el periodo analizado. La Figura 1 muestra la evolución de la producción del cobre fino⁴ durante el periodo estudiado. Evidencia del impacto positivo es que la cantidad producida de cobre fino en general creció de forma exponencial: primero con un crecimiento lento durante los primeros decenios, se aceleró en los veinte años posteriores y llegó a su punto máximo en el año 1944 con una cantidad (451.778 toneladas) que fue 18 veces mayor que la producción obtenida en el año 1900 (25.143 toneladas).

Figura 1. Producción del cobre fino (miles de toneladas)



Fuente: Elaboración propia según Díaz et al. (2016)

Este fuerte crecimiento se basó principalmente en el inicio de la explotación de la

⁴ El cobre fino se refiere al contenido del cobre puro en los productos (Badía-Miró et al., 2019, p.12). Debido a que la refinación del cobre contiene distintas fases que darían productos de leyes distintas y el nivel tecnológico requerido en cada fase es distinto, el cobre fino sería un indicador que reflejaría evoluciones del uso de nuevas técnicas mineras y metalúrgicas y haría que los productos sean comparables en el conjunto de la producción.

Gran Minería basada en la producción de vetas de menor calidad. Recordemos que la producción obtenida a partir de las vetas más ricas ya se estaba agotando desde los años 1870, y las fundiciones viejas lograron sobrevivir con las importaciones de minerales desde Perú y Bolivia (BIBLIOTECA NACIONAL DE CHILE, 2018a). El bajo crecimiento de la producción de cobre fino en la década de 1910 se debe a que la explotación masiva de los yacimientos porfídicos de mayor extensión y menor ley tardó unos años en ponerse en marcha. La explotación en “El Teniente”⁵ empezó en el año 1906 bajo el control de la empresa norteamericana *Braden Copper*. Otra de las grandes minas que entró en funcionamiento fue “Chuquicamata”, entre 1912-1915, explotada por la *Chile Exploration Company*. Un tercer gran yacimiento que entró en funcionamiento en esta época fue el de “Potrerillos”, mina que inició su extracción a gran escala a partir de 1916 por la *Andes Copper Mining* (Badia-Miro & Ducoing, 2014; BIBLIOTECA NACIONAL DE CHILE, 2018b; Martínez Rodríguez, 1930). A partir de ese momento, la producción de cobre se expandió rápidamente.

Una de las ventajas más relevantes de la participación de las grandes compañías estadounidenses en la explotación minera, consistió en ofrecer capitales suficientes y adoptar las tecnologías necesarias que facilitaron la explotación de estos yacimientos de baja ley. Si bien es cierto que las pequeñas minas que habían liderado la explotación cuprífera en el s. XIX, no requerían de una gran inversión inicial de capital y el periodo de recuperación de la inversión no solía ser muy largo. En ese contexto, las pequeñas empresas tuvieron la oportunidad de entrar en el sector cuprífero y protagonizar el primer ciclo del cobre (Rivera & Aroca, 2014). A diferencia de ello, la llegada de la Gran Minería, alteró notablemente ese contexto. En las grandes minas las actividades extractivas y la inversión sufrieron más riesgos debido a los costes altos, la necesidad de una gran inversión en infraestructuras e fluctuaciones del precio internacional del producto, y solo las compañías multinacionales fueron capaces de realizar esas operaciones (Ranestad, 2018a; Schmitz, 1986).

⁵ “El Teniente” es el nombre del mayor yacimiento de cobre subterráneo en el mundo, que se ubica en la Región de O’Higgins en el centro del país (CODELCO, n.d.). Se caracteriza por el depósito porfídico al igual que otras grandes minas pobres, y su explotación requiere la entrada de capitales y equipos extranjeros (Schmitz, 1986).

Por otra parte, tal como hemos mencionado, los avances técnicos y la experiencia obtenida en las explotaciones de minas de baja ley de Estados Unidos ejercieron un impacto positivo directo sobre la Gran Minería chilena. En el primer ciclo del cobre la ley de los minerales alcanzaba entre el 30% y el 60%, mientras que la ley en los depósitos pórfidos del segundo ciclo se habían reducido notablemente, con leyes entre el 1% y el 2% (BIBLIOTECA NACIONAL DE CHILE, 2018b; Schmitz, 1986), lo que haría necesario la implantación de las nuevas técnicas para seleccionar minerales. Aquí habría que señalar también que, en el primer ciclo del cobre, se explotaban principalmente minerales oxidados que eran fáciles de extraer por medio de disolución con ácido sulfúrico. En la Gran Minería predominaban los minerales sulfurados no solubles en ácido. Es por ello que la flotación con aceites sería una de las técnicas imprescindibles (Donoso Muñoz, 2013; Moussa, 1999). Otra característica de los minerales sulfurados consistía en que solían encontrarse en los estratos inferiores. Si a esto le sumamos la mayor extensión de estas minas, parecería que dejó de ser factible la explotación minera a partir del uso de mano de obra que antes se había centrado en la explotación de las minas con las vetas más ricas. Para explotar esas grandes extensiones, incorporaron el uso de explosivos y maquinaria, las cuales crearon condiciones propicias para actividades extractivas a gran escala (Schmitz, 1986), siendo la base de la expansión de la producción cuprífera durante el periodo.

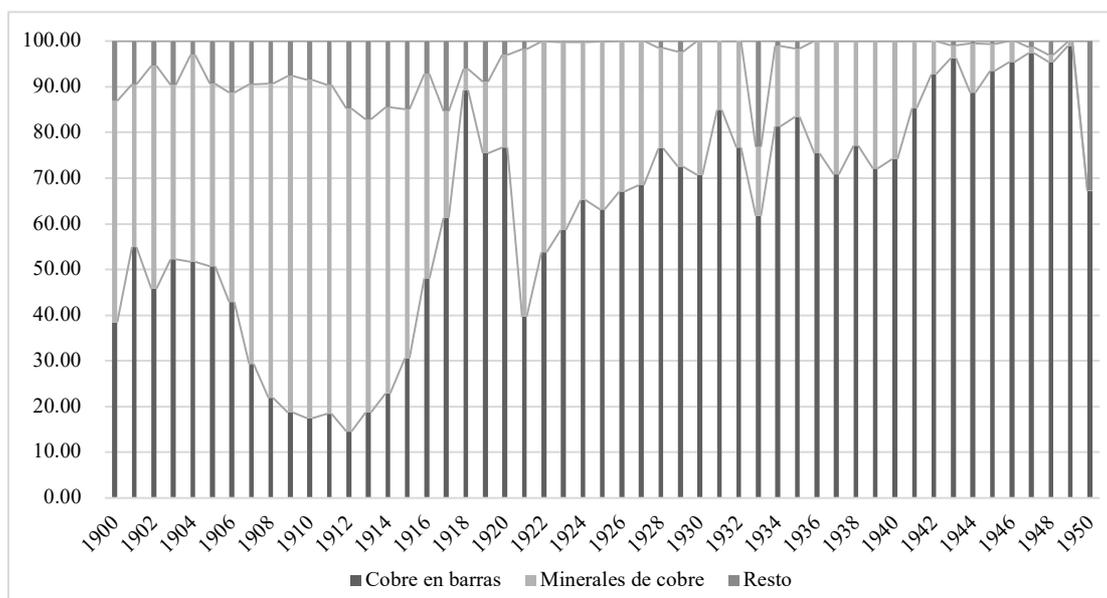
2.1.2. Exportación del cobre de mejor calidad

A medida que se expandían las actividades extractivas, las plantas de fundición y de refinado del cobre se desarrollaron de forma acelerada. Es por ello por lo que se intensificó la diversificación de la producción y de la exportación hacia productos que contenían una mayor cantidad de cobre (reduciéndose el peso que tenía la producción y la exportación de minerales brutos y aumentando la producción y exportación de barras de cobre). Aquí se debe señalar que, las exportaciones fueron muy afectadas por el cambio que se produjo en la demanda en el mercado internacional, vinculadas estrechamente con la evolución del precio del metal rojo.

Para poder observar el impacto que tuvo el cambio técnico en la expansión de la

producción, será necesario observar los distintos tipos de productos derivados de la extracción minera. Las innovaciones tecnológicas permitieron aumentar la producción y diversificar las exportaciones con productos de más valor añadido, más allá de las exportaciones de minerales en bruto. La Figura 2 muestra la composición de las cantidades exportadas por productos. En ella vemos el porcentaje de la exportación de las barras de cobre (producto de mayor ley que alcanza a un 99%), los minerales de cobre (con una ley del 15% aproximadamente) y el porcentaje que suponían los productos semi-manufacturados, que abarcan el cobre precipitado, el cobre concentrado, los cementos y el cobre contenido en otras sustancias (con grados que oscilaban alrededor del 50% y 60%). La evolución durante todo el ciclo del cobre nos muestra que en general el peso de la exportación del cobre en barras aumentó a medida que nos acercamos a los años 1950. Durante las primeras décadas predominaron los productos de menor ley, e incluso, durante 1906-14, más de la mitad de las exportaciones fueron de minerales en bruto. A partir de 1912 empezó a crecer el porcentaje de las barras hasta el fin de la Primera Guerra Mundial, momento a partir del cual, los productos de cobre más refinados predominaron.

Figura 2. Cantidades exportadas del cobre por productos (%)



Fuentes: Elaboración propia según Badía-Miró y Ducoing (2014) (datos de 1900-1913) y Anuario Estadístico de la República de Chile (datos de 1914-1950).

La importancia creciente de las barras en la exportación del cobre es un claro

indicador del papel destacado de los avances metalúrgicos. En cuanto a los procesos productivos en la minería del cobre, el trabajo de F. E. Richter (1927) hizo una descripción precisa:

“Milling (or dressing, or concentration), smelting (preceded often, if not generally, by roasting in the case of sulphides), and refining are the typical stages of copper reduction, or transformation from ore to consumable metal” (p. 239),

En el caso chileno, todos los aspectos mejoraron durante esta época. En primer lugar, se observaron mejoras en las técnicas de concentración del cobre, en el uso de las máquinas de molienda y en las máquinas de secado. Al igual que la flotación con aceites que acabamos de mencionar, estas nuevas técnicas introducidas a partir de la experiencia que las empresas tenían en la explotación de las vetas pobres en el oeste de Estados Unidos contribuyeron mucho a elevar la pureza de los productos obtenidos. En segundo lugar, además de la incorporación de tecnología, también se vieron modificados los procedimientos de producción y extracción, considerando nuevos estándares bajo la dirección de las grandes multinacionales mineras. El sistema Guggenheim fue un buen ejemplo de ello. Se trató de un proceso de electrificación de la extracción que fue primero aplicado en la producción salitrera en Antofagasta a principios del siglo XX, y que se adoptó posteriormente en las minas de cobre en Chuquicamata en los años de 1922-1923 (Mandakovic Fernández, 2020). Ese sistema estandarizó los procedimientos de minerales y elevó la eficiencia productiva. Asimismo, las nuevas técnicas requirieron de la implantación de nuevas infraestructuras que hicieran posible las grandes demandas generadas en la minería. Por ejemplo, la construcción de la central termoeléctrica en Tocopilla (Antofagasta) fue una fuente energética significativa para la minería en Chuquicamata (Donoso Muñoz, 2013; Mandakovic Fernández, 2020).⁶ Por lo tanto, podemos afirmar que es un buen representante de las mejoras técnicas introducidas en el procesamiento químico y la refinación electrolítica, consiguiendo una reducción muy importante del coste y de la

⁶ Según Martínez Rodríguez (1930), más de 70% de la energía suministrada por la central de Tocopilla se dedicaba a la electro-obtención de los minerales.

calidad del producto final (Moussa, 1999).

Para resumir la evolución de la minería cuprífera que hemos observado en esta parte, el cambio técnico adoptado bajo el paraguas de las multinacionales norteamericanas impulsó notablemente la explotación en los grandes yacimientos chilenos de baja ley, los cuales habían dejado de ser explotables a fines del s. XIX, por ser un mineral de peor calidad y estar ubicado en los estratos más profundos. Para ellas, el periodo de aprendizaje obtenido de la explotación en las minas pobres en Estado Unidos ofreció experiencias y técnicas que posteriormente fueron adoptadas para la producción a gran escala en la Gran Minería chilena. Durante los primeros 25 años del siglo XX, tanto la explotación del mineral como su posterior transformación a partir de la metalúrgica del cobre crecieron con fuerza, y durante los años 1930 y 1940 prosperaron con la producción y la exportación de productos transformados de cobre de elevada ley (como los ejes y las barras). Sin duda, la incorporación de la inversión y del cambio técnico desde el extranjero resultaron ser oportunidades preciosas para la expansión del sector cuprífero.

2.2. Importación masiva de la maquinaria y productividad minera

El desarrollo de la explotación minera a gran escala y el progreso de la metalurgia explican la adopción de nuevas máquinas en el sector cuprífero. Las nuevas técnicas aplicadas comportan la mecanización en la producción del cobre y de sus derivados. La importación de maquinaria fue la principal fuente de adopción de nueva tecnología, dada la presencia de una débil industria pesada chilena y la fuerte dependencia que se tenía de la compra de tecnología a Estados Unidos y otros países desarrollados (Bértola & Ocampo, 2010; Lin & Dong, 2009).

Para ello consideraremos los trabajos de Ducoing Ruiz (2012), en los que se evalúa la tasa de participación de la maquinaria en la importación hasta el año 1932. Observamos que esa variable muestra la gran volatilidad de la evolución de la

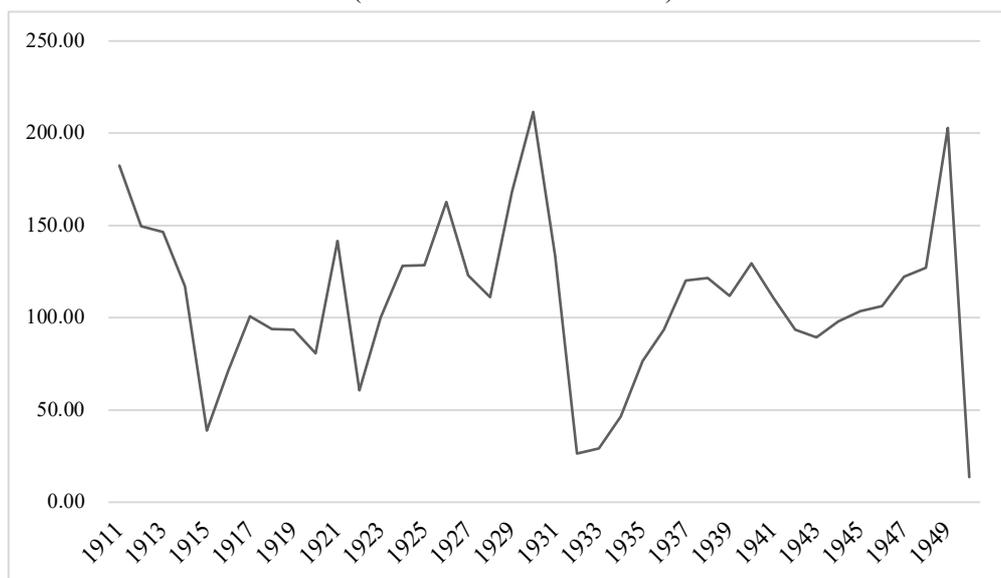
formación bruta de capital en maquinaria (FBCM),⁷ variable que impactaría negativamente sobre la producción: “la volatilidad de la FBCM estaría relacionada con menores tasas de crecimiento del stock de capital en el mediano y largo plazo” (p.108). Aunque en esa aproximación se considera el conjunto de la maquinaria y los bienes de equipo de manera agregada, podemos asumir con algunas precauciones, que las importaciones de maquinaria y bienes de equipo destinadas al sector cuprífero seguirían una tendencia parecida. Los posibles sesgos se deberían a las importaciones que podrían seguir teniendo sectores que se encontraban en expansión a partir del comienzo de la industrialización sustitutiva en los años 1930.⁸

Para obtener información más concreta sobre un determinado sector y confirmar que las tendencias eran parecidas, consideramos el trabajo de Díaz y Wagner (2004), que ofrece porcentajes del total de importaciones por sectores, y lo complementamos con el estudio estadístico de Braun et al. (2000), del cual obtenemos información sobre el valor total de las importaciones en dólares. Con ambas fuentes obtenemos el valor de la importación de maquinaria en el periodo analizado (véase Figura 3). En la mayoría de los 40 años, la importación de maquinaria crece con fluctuaciones, y los puntos máximos aparecen aproximadamente alrededor de los años de expansión de la producción cuprífera (véase Figura 1). Eso demuestra que el uso de maquinaria en minería y metalurgia se está expandiendo gradualmente.

⁷ La formación bruta de capital en maquinaria, según el autor, es “la inversión en bienes de capital en maquinaria y para todo tipo de producción (minería, agricultura, industria, transporte y servicios) realizada por el país en cuestión en el plazo de un año” (p.26).

⁸ La industrialización sustitutiva en Chile empezó en la década 1930 con una protección de las industrias domésticas. Aunque es un periodo cuando se acelera notablemente el desarrollo de las industrias chilenas, las producciones de los bienes intermedios y de capital siguen siendo débiles y dependen mucho de la importación. (Lin & Dong, 2009). Por eso puede que las cifras en su conjunto generen errores para el análisis del sector minero.

Figura 3. Importación de la maquinaria para minería y metalurgia, 1911-1950
(Millones de dólares de 1995)



Fuentes: Elaboración propia según Díaz y Wagner (2004) y Braun et al. (2000).

Esta serie también está afectada por varios sesgos. En primer lugar, el cobre no era el único producto minero cuya producción dependía de la importación de maquinaria. Minerales como el salitre, tal y como nos indican los Anuarios Estadísticos, mantenían un lugar importante en la minería hasta los años 1930 y necesitaban la importación de cierta maquinaria, sobre todo en el transporte. Por eso, para poder tener una mejor estimación de la serie final, una de las aproximaciones posibles sería incorporar los datos de la metalurgia a nuestras observaciones, hecho que comportara incluir todo el proceso de extracción y refinamiento del cobre. Esta corrección no solo reforzaría los resultados obtenidos en el apartado anterior (aumento de peso en las exportaciones de los productos más elaborados), reduciendo así el impacto de los sesgos causados por las posibles importaciones de maquinaria de minerales no metálico como el salitre y el azufre.

En segundo lugar, es posible que alguna maquinaria importada para ser usada en otros sectores también contribuyera de manera tangencial a la producción de cobre. Por ejemplo, la maquinaria de transporte también era importante para la industria cuprífera, tal como muestra la descripción de la actividad extractiva:

“[...] En las galerías longitudinales y transversales, donde el acarreo se efectúa

por carros tirados por locomotoras eléctricas, se emplean disparos de 18 tiros [...]” (Instituto de Ingenieros de Minas de Chile, 1936, p.11).

En ese sentido, los ferrocarriles contribuyeron a las exportaciones de cobre, al hacer posible el transporte de los productos desde las minas y las fundiciones hasta el puerto. Pese a ello, no consideramos esos rubros porque su incorporación generaría más sesgos que su omisión.

Si retomamos la descripción de los resultados obtenidos en la Figura 3, vemos como existen fluctuaciones cíclicas del volumen de la importación de maquinarias desde la década de 1910, con un periodo de alrededor de 7 años y los puntos de inflexión aparecieron en los años de 1915, 1922, 1928, 1931, 1943 y 1950. En parte, esa evolución se explica por las características propias de la maquinaria⁹, influenciadas por los intervalos de retiro y depreciación. Es decir, dado que generalmente la maquinaria tiene una cierta durabilidad, no haría falta importar anualmente nuevos equipos, y por eso el volumen de la importación de maquinaria experimenta estas fluctuaciones naturales. Sin embargo, según Ducoing Ruiz (2012) el periodo de retiro de la maquinaria se reduce considerablemente en periodos de cambio tecnológico. En el caso chileno, durante la primera mitad del siglo XX había poca diferencia entre la duración de los ciclos de expansión y de recesión en la importancia de maquinaria. Eso podría reflejar que, en los años posteriores a la llegada de las empresas mineras norteamericanas, el cambio técnico en el sector cuprífero fue lento. Uno de los motivos podría ser que la participación de los empleados locales en las multinacionales mineras no fue relevante, sobre todo en las posiciones de mayor calificación, lo cual afectó directamente la calidad de transferencia tecnológica y el potencial de innovación posterior (Ranestad, 2018a).

Pese a las fluctuaciones existentes, durante el periodo analizado la importación de la maquinaria tuvo un crecimiento notable. Por la falta de datos, no podríamos observar directamente la evolución de la importación de maquina en la industria minera y

⁹ La maquinaria se refiere a un “conjunto de aparatos combinados para recibir cierta forma de energía y transformarla en otra más adecuada, o para producir un efecto determinado” (Ducoing Ruiz, 2012, p.25).

metalúrgica. Para solventarlo comparamos la importación en el sector minero sin separar la maquinaria de otros bienes importados, basándonos también en la totalidad de las importaciones y los porcentajes que ocupa la minería en Braun et al. (2000). La Tabla 1 demuestra que el promedio de los primeros veinte años del siglo XX fue mucho mayor que el observado para otros dos intervalos, siendo mucho más alto que el primer ciclo del cobre. Eso implicaría que para principios de siglo se observa un fuerte crecimiento de las importaciones de bienes para el uso de minería. Si a esos resultados les sumamos los resultados obtenidos de la observación de la Figura 3, confirmamos el papel determinante de la maquinaria en el segundo ciclo del cobre chileno.

Tabla 1. Promedio del valor de las importaciones para el uso de la minería

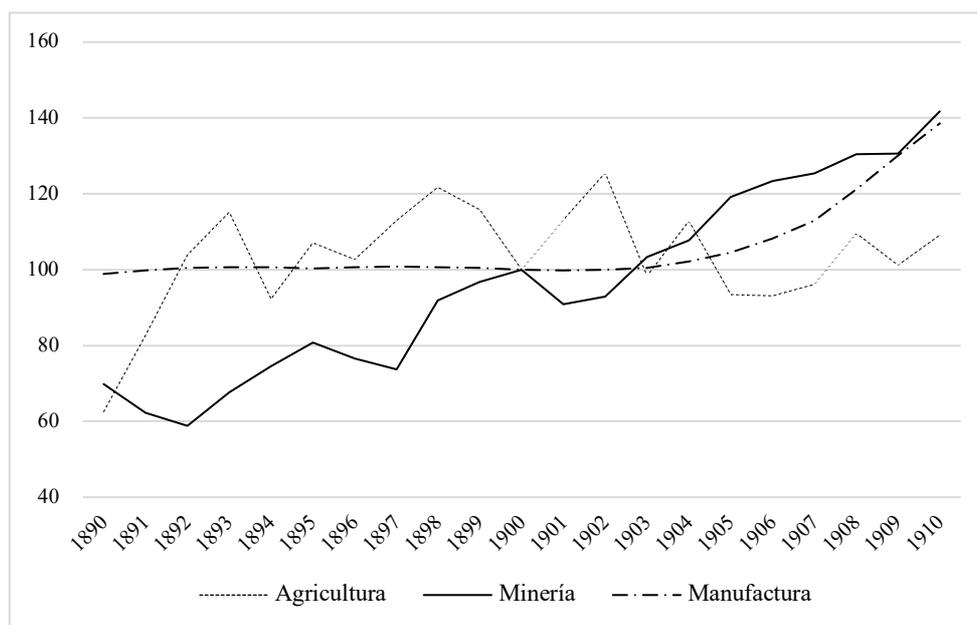
Años	Millones de dólares de 1995
1860-1879	8.09
1880-1899	38.09
1900-1919	121.63

Fuentes: Elaboración propia a partir de Braun et al. (2000).

El uso de la maquinaria también impulsó la productividad en la minería. La Figura 4 permite la comparación de la evolución de la productividad sectorial antes y después de las adopciones tecnológicas de principios del siglo XX. La productividad de la minería creció más rápidamente dentro de estos primeros 20 años en comparación con la evolución de la productividad en otros sectores como en la agricultura y la manufactura. A partir de 1900 creció con más estabilidad. Aquí sería interesante señalar la convergencia de la productividad de la minería y la manufactura desde 1905. En realidad, en los años posteriores la productividad manufacturera creció fuertemente, se duplicó en el año 1926 y se triplicó en 1944¹⁰. Eso se explicaría por al comienzo de la industrialización acelerada, posible por la generación de divisas por la fortaleza de las exportaciones, en buena parte por la bonanza de las exportaciones del cobre, y luego por las políticas favorables a la ISI por parte del estado, a partir de la década de 1930.

¹⁰ Fuente: Braun et al. (2000), pp.35-36.

Figura 4. Productividad entre sectores, 1890-1910 (1900=100)



Fuentes: Elaboración propia según Braun et al. (2000).

En resumen, el crecimiento de la importación de la maquinaria en la minería y la metalurgia sería una de las evidencias que encontramos para destacar el papel significativo del cambio técnico en la expansión de la producción y exportación de cobre y de sus productos derivados en la primera mitad del siglo XX. En ese periodo, el sector cuprífero vivió una transición desde la producción intensiva en mano de obra de las pequeñas minas con mineral de elevada ley hasta el uso intensivo en maquinaria para trabajar en los grandes depósitos de mineral de menor ley. Al observar la evolución de la importación de maquinaria y la productividad, se nota que el impulso de este cambio técnico fue más relevante en el principio del periodo, y fue debilitándose gradualmente con el paso de tiempo. De ello podríamos deducir que esta podría ser la otra cara del cambio técnico, resultado de la fuerte dependencia de la inversión extranjera y por lo tanto, una de las explicaciones a la aparición de ciertas debilidades a medio-largo plazo.

2.3. Dependencia a medio-largo plazo: fluctuaciones y respuestas desde 1950s

Al retomar la observación de la evolución de la industria cuprífera en la parte final del periodo analizado, observamos cómo este cambio técnico que se produjo a

principios del siglo XX se convirtió en un riesgo de dependencia de tecnología extranjera a medio y largo plazo. Eso se puede observar en las fluctuaciones de la producción y la exportación del cobre ante la llegada de crisis posterior a la Primera Guerra Mundial y durante la Gran Depresión (Figura 1). Lo mismo sucede con las exportaciones: durante estos periodos el peso de las barras exportadas se redujo notablemente, e incluso el porcentaje de las barras del año 1922 cayó a la mitad de las observadas para el año 1918 (Figura 2). En cuanto a las importaciones, el impacto de la Gran Depresión fue aún más pronunciado, comportando la caída de las importaciones de máquinas (Figura 3).

La fuerte dependencia del sector podría ser uno de los determinantes más importantes que causaron esa inestabilidad. Sobre la base del análisis anterior, esa dependencia podría dividirse en tres grandes argumentos. En primer lugar, el sector cuprífero chileno siempre ha sido afectado por el nivel de precios en el mercado internacional. Durante más de un siglo el precio internacional ha experimentado fluctuaciones fuertes (con fuertes oscilaciones entre los 800 dólares por tonelada y los 200 dólares por tonelada).¹¹ Si bien existen muchos factores que impactan positivamente o negativamente el precio del cobre más allá de la evolución de la demanda en el mercado internacional, también viene determinada por la evolución de la oferta por la aparición de nuevos depósitos o la mejora técnica que se adopta en otros países productores (Ciudad et al., 2005). Por eso, si bien el cambio técnico favoreció la especialización productiva del cobre, la economía chilena sufrió una mayor volatilidad derivada del precio internacional.

En segundo lugar, otro elemento que caracteriza la dependencia del sector cuprífero chileno sería el control que ejerció sobre la producción la existencia de un oligopolio por parte de las empresas norteamericanas. Durante la primera mitad del siglo XX, la participación de las empresas productoras de cobre de ese país llegó a 50% del total, dato que refleja la potencia a nivel mundial de los EE.UU. en la producción y

¹¹ Fuente: Badía-Miró et al. (2019), p.13.

el comercio del metal rojo.¹² Tal como hemos señalado, para la minería chilena, la llegada de estas empresas multinacionales sería estratégica porque eran las únicas que tenían la capacidad de invertir, tenían la tecnología disponible y la capacidad de expandir la producción a gran escala. Resultado de ello fue el control tremendo del capital estadounidense sobre el cobre chileno hasta la víspera de la chilenización en la década 1960 (Lin & Dong, 2009, p.282). Eso podía suponer un problema para la economía chilena porque una parte importante de los beneficios no se quedaban en el país, al igual que ciertas partes del proceso que generaban valor añadido.

El tercer aspecto sería la dependencia de la importación masiva de maquinaria y otros bienes de capital, los cuales resultarían imprescindibles para el desarrollo del sector cuprífero. Por una parte, la gran cantidad importada de la maquinaria obligaba a destinar una parte importante de las divisas del país. Por otra parte, esa necesidad dificultaba la implementación de las políticas comerciales favorables al desarrollo industrial, resultado directo de las políticas de la ISI. Pese a que la industria pesada empezó a acelerar su desarrollo apoyada por intervenciones estatales en la década de 1940, la producción mecánica iba despacio (Lin & Dong, 2009). Y todo ello a su vez aumentó el grado de dependencia de la importación de bienes de equipo. Por otra parte, la dependencia podría ser resultado de los escasos encadenamientos generados por el sector del cobre. Desde una perspectiva regional, el capital extranjero participó mucho en el desarrollo de las minas, formando asentamientos donde se concentraban trabajadores cualificados, tecnologías e infraestructura avanzadas (Feliú et al., 2010). Ranestad (2018a) los describe así:

“[...] in the early twentieth century multinational mining companies [...] developed into isolated enclaves, which played out as closed towns in which machine shops, warehouses, repair shops, small foundries, and so on –and also cattle ranches and farms- supplied everything they needed” (p.188).

En resumen, las fluctuaciones del precio del cobre y la dependencia extranjera de la producción hicieron más vulnerable la industria cuprífera a los cambios en el

¹² Fuente: Moussa (1999), p.15.

mercado exterior. Consecuencia de ello, desde los años 1950 Chile puso en marcha el reforzamiento del control estatal sobre la Gran Minería. Durante los años 1950 y 1960, la propiedad de las empresas extranjeras se reestructuró a través de cambios legislativos. En los años 1970 siguieron los cambios llegando a la nacionalización de la producción y a la creación de CODELCO, empresa que mantuvo el protagonismo incluso en los años de la privatización.

Conclusiones

El trabajo repasa la evolución y el impacto del cambio técnico durante la primera mitad del siglo XX sobre la minería cuprífera de Chile a medio-largo plazo, tanto sobre la explotación como sobre la exportación. Este trabajo nos revela que la adopción de nuevas tecnologías fue una oportunidad importante para la expansión de la producción a gran escala y el refinado de minerales de menor ley. Además, la fuerte implantación de las empresas de origen norteamericano, las cuales controlaron buena parte de todo el proceso de producción (desde la explotación a la transformación del mineral en productos de distinta ley) impidió que esas nuevas tecnologías se difundieran al resto del sector.

Mis conclusiones se basan en la examinación del contenido de las mejoras técnicas que facilitaron la explotación minera en la historia de la minería del cobre, revisando referencias y datos extraídos de varias fuentes, con el objetivo de observar el desempeño del sector en el periodo analizado. He comprobado que, en las primeras décadas del siglo XX, la importación masiva de la maquinaria impulsó la expansión significativa de la producción del sector cuprífero y las exportaciones de cobre de alta ley, así como incrementó la productividad por trabajador de la minería. A su vez, también he constatado que el cambio técnico se convirtió en un factor de dependencia al acelerar la especialización productiva y estar más influenciado por las fluctuaciones fuertes causadas por los cambios en los mercados internacionales sin que éstas se desarrollasen de manera independiente. Asimismo, la implantación estratégica de las empresas multinacionales con un control oligopolístico del mercado hizo que una gran

parte de los beneficios fluyeran hacia otros países, y dejó poco margen para que las empresas locales participaran en las actividades del sector, adoptasen tecnología, generasen encadenamientos sólidos y se expandieran.

Este estudio contribuye a complementar las interpretaciones sobre el impacto del cambio técnico sobre la expansión de los recursos naturales, el origen de la especialización productiva y el surgimiento del segundo ciclo del cobre en Chile desde el lado de la oferta. Aunque las evidencias encontradas parecen claras, el estudio que presento sería limitado para concretar empíricamente las relaciones entre la inversión en las nuevas técnicas y el *output* del sector minero. Asimismo, las técnicas dedicadas en la diversificación de los productos cupríferos y las operaciones específicas de las multinacionales mineras. Ambos elementos son importantes y pueden ser objetivos de trabajo en futuras investigaciones.

Fuentes y bibliografía:

Anuarios Estadísticos de la República de Chile - Minería. (1914-1950). *Producciones y exportaciones por productos y cantidades del cobre fino* [Base de datos].

Auty, R. M., & Mikesell, R. F. (1998). *Sustainable Development in Mineral Economies*. New York: Oxford University Press.

Badía-Miró, M., Carreras-Marín, A., & Ducoing, C. (2019). Behind copper prices : a historical perspective 1850 - 1950. *LSR Working Papers Series*, (December).

Badia-Miro, M., & Ducoing, C. A. (2014). The Long Run Development of Chile and the Natural Resources Curse. Linkages, Policy and Growth, 1850-1950. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2539023>

Badía-Miró, M., & Ducoing, C. A. (2014). The long run development of Chile and the Natural Resources curse. Linkages, policy and growth, 1850-1950. *UB Economics Working Papers*, 318. Retrieved from <http://mendeley.csuc.cat/fitxers/7cf376e3540cbec5f77739a50edde125>

Badía-Miró, M., Pinilla, V., & Willebald, H. (2015). Introduction: natural resources and economic development - what can we learn from history? In M. Badía-Miró, V. Pinilla, & H. Willebald (Eds.), *Natural Resources and Economic Growth. Learning from history* (pp. 1–25). New York: Routledge Explorations in Economic History.

Bahar, D., & Santos, M. A. (2018). One more resource curse: Dutch disease and export concentration. *Journal of Development Economics*, 132, 102–114. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2018.01.002>

Barton, J. R. (2000). Struggling against Decline: British Business in Chile, 1919-33. In *Source: Journal of Latin American Studies* (Vol. 32). Retrieved from Andean Issue website: <https://www.jstor.org/stable/157786>

Bértola, L., & Ocampo, J. A. (2010). *DESARROLLO, VAIVENES Y DESIGUALDAD UNA HISTORIA ECONÓMICA DE AMÉRICA LATINA DESDE LA INDEPENDENCIA*. Madrid: Secretaría General Iberoamericana.

BIBLIOTECA NACIONAL DE CHILE. (2018a). Minería del cobre. Retrieved June

- 13, 2021, from Memoria Chilena website:
<http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-92796.html>
- BIBLIOTECA NACIONAL DE CHILE. (2018b). Origen de la gran minería del cobre (1904-1930). Retrieved June 13, 2021, from Memoria Chilena website:
<http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-3632.html#presentacion>
- Braun, J., Braun, M., Briones, I., Díaz José, L., Lüders, R., & Wagner, G. (2000). *ECONOMÍA CHILENA 1810-1995: ESTADÍSTICAS HISTÓRICAS*. Instituto de Economía, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Britannica, T. E. of E. (2021). Meyer Guggenheim. In *Encyclopedia Britannica*. Retrieved from <https://www.britannica.com/biography/Meyer-Guggenheim>
- Bulmer-Thomas, V. (2017). *La historia económica de América Latina desde la Independencia*. Ciudad de México: Fondo de Cultural Económica.
- Centner, C. W. (1942). Great Britain and Chilean Mining 1830-1914. *The Economic History Review*, 12(1/2), 76. <https://doi.org/10.2307/2590393>
- Ciudad, J. C., Lardé, J., Rebolledo, A., & Picozzi, A. (2005). *Situación y tendencias recientes del mercado del cobre*. Santiago de Chile: Publicación de las Naciones Unidas.
- CODELCO. (n.d.). División El Teniente. Retrieved June 18, 2021, from https://www.codelco.com/division-el-teniente/prontus_codelco/2016-02-25/155825.html
- Codelco Educa. (n.d.). El proceso productivo del cobre. Retrieved May 30, 2021, from Codelco Educa website:
https://www.codelcoeduca.cl/codelcoeduca/site/edic/base/port/proceso_productivo.html
- Collier, S., & Sater, W. F. (2004). A history of Chile, 1808–2002: Second edition. In *A History of Chile, 1808-2002: Second Edition*. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511991189>
- Corden, W. M. (1984). Booming sector and dutch disease economics: Survey and consolidation. *Oxford Economic Papers*, 36(3), 359–380. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.oep.a041643>

- Díaz, J., Lüders, R., & Wagner, G. (2016). *"Chile 1810 – 2010. La República en cifras. Historical statistics*. Retrieved from <http://cliolab.economia.uc.cl/BD.html>
- Díaz, J., & Wagner, G. (2004). *Política comercial : instrumentos y antecedentes : Chile en los siglos XIX y XX*. Retrieved from <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/4850>
- Dong, J. (2009). Economía exportadora y el inicio de la modernización en América Latina. *Diario Académico de La Universidad de Jiangnan; Edición Ciencias Sociales*, 26(01), 33–38. (Versión original en chino: 董经胜.(2009).出口经济与拉美现代化的启动. *江汉大学学报(社会科学版)*,26(01):33-38)
- Donoso Muñoz, M. J. (2013). The copper market worldwide: Trends, risks, characteristics and potential future growth. *Ingeniare*, 21(2), 248–261. <https://doi.org/10.4067/s0718-33052013000200008>
- Ducoin Ruiz, C. A. (2012). Inversión en maquinaria, productividad del capital y crecimiento económico en el largo plazo : Chile 1830-1938. In *TDX (Tesis Doctorals en Xarxa)*. Retrieved from Universitat de Barcelona website: <http://www.tdx.cat/handle/10803/662616>
- Evans, C., & Saunders, O. (2015). A world of copper: globalizing the Industrial Revolution, 1830-70 (Cambridge University Press; Vol. 10). Retrieved from https://ideas.repec.org/a/cup/jglhis/v10y2015i01p3-26_00.html
- F. E. Richter. (1927). The Copper-Mining Industry in the United States, 1845-1925. *The Quarterly Journal of Economics*, 41(2), 236–291. Retrieved from <https://about.jstor.org/terms>
- Feliú, E. G., O'Brien, J., & Cooper, M. (2010). Del asentamiento minero al espacio continental chuquicamata (Chile) y la contribución de la minería a la configuración del territorio y el desarrollo social y económico de la región de antofagasta durante el siglo XX. *Eure*, 36(107), 93–108. <https://doi.org/10.4067/s0250-71612010000100005>
- Gámez Rodríguez, M. (2004). *Propiedad y empresa minera en la Mesa centro-norte de México. Guanajuato, San Luis Potosí y Zacatecas, 1880-1910* (Universitat Autònoma de Barcelona). Retrieved from

<https://www.tdx.cat/handle/10803/4050#page=1>

- Instituto de Ingenieros de Minas de Chile. (1936). *Monografía sobre la Braden Copper Company*. Retrieved from <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-53760.html>
- Jaramillo, G. (2020, July 13). Covid-19: an opportunity to re-think Latin America (dis)connection to Global Value Chains | ISPI. Retrieved May 6, 2021, from ISPI website: <https://www.ispionline.it/en/pubblicazione/covid-19-opportunity-re-think-latin-america-disconnection-global-value-chains-26929>
- Lederman, D., & Maloney, W. F. (2006). Neither Curse nor Destiny: introduction to Natural Resources and Development. In D. Lederman & W. F. Maloney (Eds.), *Natural Resources, Neither Curse nor Destiny*. <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-6545-8>
- Leibbrandt, A. (2010, July 23). Revolución industrial. Retrieved June 12, 2021, from Minería chilena website: <https://www.mch.cl/reportajes/revolucion-industrial/>
- Lin, B., & Dong, J. (2009). *Latin America History*. Beijing: People's Publishing House (The Oriental Press). (Versión original en chino: 林被甸&董经胜.(2009).*拉丁美洲史*.北京: 人民出版社.)
- Lynch, A. J., Watt, J. S., & Harbort, G. E. (2007). History of Flotation Technology. In M. C. Fuerstenau, G. J. Jameson, & R. H. Yoon (Eds.), *Froth Flotation: A Century of Innovation* (pp. 65–92).
- Mandakovic Fernández, D. G. (2020). The Guggenheim process. Innovaciones y contrapuntos de un sistema técnico y de transporte en la industria del salitre en el Departamento de Tocopilla (Chile, 1926-1949). *Revista de Historia (Concepción)*, 2(27), 175–209. <https://doi.org/10.29393/rh27-15gpdg10015>
- Martínez Rodríguez, G. (1930). *ORIGENES Y DESARROLLO DE CHUQUICAMATA BAJO LA CHILE EXPLORATION COMPANY*.
- McKern, B. (1993). *Transnational corporations and the exploitation of natural resources* (Vol. 10; B. McKern, Ed.). New York: Routledge.
- Ministerio de Minería. (1967). *Fija el texto refundido y definitivo de la Ley No° 11.828 y de la Ley No° 16.425*.

- Moussa, N. (1999). *El desarrollo de la minería del cobre en la segunda mitad del siglo XX*. Santiago de Chile: CEPAL - Publicación de Naciones Unidas.
- Palma, J. G. (2019). Desindustrialización, desindustrialización “prematura” y “síndrome holandés.” *El Trimestre Económico*, 86(344), 901.
<https://doi.org/10.20430/ete.v86i344.970>
- Perry, G. (2006). Forward. In D. Lederman & W. F. Maloney (Eds.), *Natural Resources, Neither Curse nor Destiny* (pp. xviii–xv).
- Prebisch, R. (1950). *The economic development of Latin America and its principal problems*. Retrieved from United Nations website:
<https://repositorio.cepal.org/handle/11362/29973>
- Radetzki, M. (2009). Seven thousand years in the service of humanity-the history of copper, the red metal. *Resources Policy*, 34(4), 176–184.
<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2009.03.003>
- Ranestad, K. (2018a). Knowledge-Based Growth in Natural Resource Intensive Economies. In *Knowledge-Based Growth in Natural Resource Intensive Economies*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-96412-6>
- Ranestad, K. (2018b). The Mining Sectors in Chile and Norway, ca. 1870-1940: The Development of a Knowledge Gap. *Innovation and Development*, 8(1), 147–165.
<https://doi.org/10.1080/2157930X.2017.1322030>
- Rivera, N., & Aroca, P. (2014). Escalas de producción en economías mineras. El caso de Chile en su dimensión regional. *Eure*, 40(121), 145–155.
<https://doi.org/10.4067/s0250-71612014000300012>
- Sachs, J., & Warner, A. (1995). Natural Resource Abundance and Economic Growth. *National Bureau of Economic Research*. <https://doi.org/10.3386/w5398>
- Schmitz, C. (1986). The Rise of Big Business in the World Copper Industry 1870-1930. *The Economic History Review*, 39(3), 392.
<https://doi.org/10.2307/2596347>
- Tongoy Destino. (n.d.). Ferrocarril Tamaya-Tongoy. Retrieved May 7, 2021, from Tongoy Destino website: <https://tongoydestino.cl/index.php/item/ferrocarril-tamaya-tongoy/>

Xu, K., & Shao, J. (2006). Dotación natural y crecimiento económico: reexamen de la propuesta de la “maldición de los recursos.” *Economía Mundial*, 11, 38-47+96.
(Versión original en chino: 徐康宁,邵军.(2006).自然禀赋与经济增长:对“资源诅咒”命题的再检验. *世界经济*,(11):38-47+96)