

EL CONSUMO DE ENERGÍA EN LA MINERÍA CHILENA. 1906 - 2013

CHILEAN MINING ENERGY CONSUMPTION. 1906 - 2013

Martín Garrido Lepe*

Universitat de Barcelona, España
martin.garrido.lepe@gmail.com

Resumen

La minería fue, desde principios del siglo XX, el sector que lideró la modernización energética de la economía chilena. Una serie de importantes inversiones impulsaron a la gran minería del cobre y a la industria salitrera a situarse como los mayores consumidores de energías modernas en Chile. Su importancia en la trayectoria energética nacional se incrementó aún más al convertirse también en los mayores generadores y consumidores de electricidad, justo cuando el resto de la economía daba sus primeros pasos en la era de la cinética. La mayor parte de la electricidad generada se realizó mediante el consumo de petróleo, cuestión que habría materializado exitosamente la transición energética de los combustibles fósiles en la minería chilena durante las primeras décadas del siglo XX, adelantándose en al menos 40 años al resto de la economía. El rol generador de electricidad de la gran minería chilena solo cambiaría con la aparición de ENDESA y la realización de sus planes de electrificación nacional, que permitiría a las minas chilenas sustituir la electricidad autogenerada por la que suministraban las filiales de la empresa estatal. Finalmente, la modernización de la industria y de la población urbana habrían disminuido la participación de la minería en el consumo total de energías en Chile, hasta situarla en un tercio del total nacional.

Palabras clave. Consumo Energético, Modernización Energética, Transición Energética, Minería Chilena.

* Este artículo es el resultado de una investigación financiada por el proyecto Conicyt N° 1161425, titulado "Historia de las Transiciones Energéticas y el Cambio Estructural en la Economía Chilena (Siglo XIX a XXI)", del cual el profesor César Yáñez Gallardo es Investigador Responsable y Martín Garrido Lepe es ayudante de Investigación. Una primera versión de este trabajo fue presentada en el 3° Congreso Chileno de Historia Económica, realizado en la Facultad de Administración y Economía de la Universidad de Santiago de Chile, los días 11 y 12 de agosto de 2016. Agradezco los comentarios realizados por César Yáñez Gallardo, Joao Rodríguez Neto, Daniel Morales Campos y Sergio Espinoza Sepúlveda. Todos los déficits que perduren en esta versión son de exclusiva responsabilidad del autor.

Abstract

Since the beginning of the 20th century, mining was the leading sector of the energy modernization of the Chilean economy. Copper mining and nitrate industry received important investments that led these sectors to be the largest consumers of modern energy in Chile. Its importance in the national energy history increased even more by becoming also the largest generators and consumers of electricity, while the others sectors of the economy was taking its first steps in the kinetics era. Most of the electricity was generated with oil, being responsible for the energy transition from fossil fuels in Chilean mining during the first decades of the twentieth century, at least 40 years before the rest of the economy. The role of mining in the generation of electricity only changed with the creation of ENDESA and the implementation of its national electrification plan. Only the arrival of ENDESA allowed the Chilean mines to replace the self-generated electricity by the energy produced by the public company. Finally, the modernization of industry and the urbanization reduced the share of mining in the total of energy consumption, reduced by one-third of total consumption.

Keywords. Energy Consumption, Energy Modernization, Energy Transition, Chilean Mining.

INTRODUCCIÓN

Nuestros conocimientos sobre el rol que juega la energía en la economía han crecido notablemente durante las últimas décadas. América Latina ha sido una de las regiones más favorecidas en esta área, pues una corriente importante de investigadores ha dedicado su trabajo a ahondar en esta materia¹. Al mismo

¹ Entre las más destacadas investigaciones que abordan el desempeño energético de la economía chilena puede citarse a Folchi, Mauricio y María del Mar Rubio, "El Consumo de Energía Fósil y la Especificidad de la Transición Energética en América Latina, 1900 – 1930". *III Simposio Latinoamericano y Caribeño de Historia Ambiental*. Sevilla, Carmona, 2006; Rubio, María del Mar, César Yáñez, Mauricio Folchi, y Albert Carreras, "Energy as an Indicator of Modernization in Latin America, 1890-1925". *The Economic History Review*. Vol. 63. Issue 3. 2010. pp. 769-804; Yáñez, César y José Jofré, "Modernización Económica y Consumo Energético en Chile. 1844 – 1930". *Historia 396*. Vol. 1. N° 1. 2011; Rubio, María del Mar y Mauricio Folchi, "Will small energy consumers be faster in transition? Evidence from the early shift from coal to oil in Latin America". *Energy Policy*. N° 50. 2012. pp. 50 – 61; Jofré, José, *Patrones de consumo aparente de energías modernas en América Latina, 1890-2003*. Tesis Doctoral. Barcelona, Universitat de Barcelona, 2012; Yáñez, César, María del Mar Rubio, José Jofre y Albert Carreras, "El Consumo de Carbón Mineral en América Latina. 1841 – 2000. Una Historia de Progreso y Frustración". *Revista de Historia Industrial*. N° 53. 2013. pp. 25-77; Rubio, María del Mar y Xavier Tafunell, "Latin American hydropower: A century of uneven evolution". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. N° 38. 2012. pp. 323-334; Yáñez, César y Martín Garrido Lepe, "El Consumo de Carbón en Chile: 1933 – 1960. Transición Energética y Cambio Estructural". *Revista Uruguaya de Historia Económica*. Vol V. N° 8. 2015. pp. 76- 95; Yáñez, César y Martín Garrido Lepe, "El Tercer Ciclo del Carbón en Chile, 1973 – 2013. Del Climatorio al Rejuvenecimiento". *Revista*

tiempo, dichas investigaciones han abierto una enorme cantidad de incógnitas sobre el rol de la energía en la economía. La presente investigación se enmarca en esta área de la historia económica, aportando en el entendimiento del comportamiento energético de la economía chilena y en el desempeño energético del sector minero chileno.

Mientras la mayor parte de la historiografía ha enfocado sus esfuerzos en la parte social, productiva, técnica e institucional de la minería,² este artículo analiza el desempeño modernizador de la minería chilena desde el punto de vista del consumo energético. En este sentido, la trayectoria del consumo de energías modernas³ de la minería chilena durante los siglos XX y XXI, tanto primarias como secundarias⁴, evidenciaría el desempeño de las actividades

América Latina en la Historia Económica. Año 24. N° 3. 2017. pp. 224-258; y Yáñez, César, "El Arranque del Sector Eléctrico Chileno, 1897-1931. Un Enfoque desde las Empresa de Generación". Manuel Llorca-Jaña y Diego Barria (ed.). *Empresas y Empresarios en la Historia de Chile: 1810 – 1930*. Santiago. Ed. Universitaria. 2017. Además de los trabajos que abordan el desempeño energético chileno, es importante destacar los que han estudiado la trayectoria energética latinoamericana, y que nos permiten entender el fenómeno en perspectiva comparada. En este sentido, es importante reconocer los aportes de Bertoni, Reto, "El modelo energético de la "Suiza de América" como problema. Aportes de un análisis sectorial del consumo en Uruguay". *Revista Uruguaya de Historia Económica*. Año 1. N° 1. 2011. pp. 76-102; Bertoni, Reto y Román, Carolina, "Auge y Ocaso del Carbón Mineral en Uruguay. Un Análisis Histórico desde Fines del Siglo XIX Hasta la Actualidad". *Revista de Historia Económica*. Vol. 31. Issue 3. 2013. pp 459-497; Bertoni, Reto y Willebald, Henry, "Do Natural Energy Endowments Matter?. New Zealand and Uruguay in a Comparative Perspective. 1870 – 1940". *Australian Economic History Review*. Vol. 56. No. 1. 2016. pp 70 – 99. La aproximación energética de la historia económica se complementa con el enfoque que ha surgido de la economía ambientalista. La trayectoria teórica de esta última puede seguirse en trabajos como los de Halkos, Georges, "The evolution of environmental thinking in economics". MPRA Paper 35580. University Library of Munich. 2011; o Sandmo, Agnar. "The Early History of Environmental Economics". *Review of Environmental Economics and Policy*. Vol. 9. Issue 1. 2015. pp. 43–63. Ambos enfoques de la historia económica forman parte de lo que Simon Ville ha denominado como las nuevas formas de medir el desarrollo, que buscan explicar la diferencias en las trayectorias económicas de las naciones (Ville, Simon, "Divergence and Convergence. New and Shifting Paradigms in Comparative Economic History". *Australian Economic History Review*. Vol. 55. No. 1. 2015. pp 80 – 94).

² Solo los trabajos de Yáñez y Garrido Lepe, "El Consumo de Carbón" y Yáñez y Garrido Lepe "El Tercer Ciclo" analizan el consumo energético de la minería como un indicador de modernización. Sin embargo, el primero de los trabajos no profundiza en las causas del consumo energético, y tampoco se extiende más allá de 1960; mientras que el segundo no profundiza en la importancia del consumo energético de la minería, sino que lo integra dentro del total de los consumidores energéticos.

³ Según Bertoni, las fuentes de energías modernas son los combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural), la hidroelectricidad, la energía nuclear, y las nuevas formas de utilizar las energías renovables como la eólica, solar y la biomasa. Bertoni, "El modelo Energético".

⁴ Se consideran energías primarias todos aquellos productos energéticos que han sido aprovechados directamente y que no han sido transformados por el trabajo humano. Entre estas se encuentran el alimento, el forraje, leña, agua y viento, turba, carbón, petróleo, gas natural, e hidroelectricidad. En cuanto a las energías secundarias, son todos aquellos productos energéticos que han sido sometidas a transformaciones por la humanidad, antes de alcanzar su consumo final. Entre estos se encuentran el carbón vegetal, el coque y la electricidad proveniente del carbón, petróleo o gas. Kander, Astrid, Malanima, Paolo y Paul Warde, *Power to the people: Energy in Europe over the last five centuries*. Princeton, Princeton University Press, 2014. p. 20.

mecanizadas, dando cuenta de un proceso de modernización⁵. Las cantidades de energía moderna consumidas por la minería llegaron a representar, en su mejor momento, cerca del 50% del Consumo Aparente de Energías Modernas en Chile (CAEM). Esta situación nos indicaría un importante grado de modernización desarrollada en la minería, cuestión que reforzaría el argumento de Pinto y Ortega (1990).⁶ A diferencia de los autores antes mencionados, este artículo se extendería hasta 2013, dando cuenta de que la modernización de la gran minería se mantuvo durante gran parte del siglo XX, tendiendo a concentrarse casi exclusivamente en la Gran Minería del Cobre (GMC) desde la segunda mitad del siglo XX. Por otro lado, el elevado consumo de petróleo durante las primeras décadas del mismo siglo nos indicaría que la minería, a diferencia del resto de la economía, habría concretado la transición energética de los combustibles fósiles desde muy temprano en la historia del consumo energético mundial⁷.

El principal argumento de este trabajo es que la minería fue, desde los inicios del siglo XX y durante gran parte de éste, un importante foco de modernización de la economía chilena. Una serie de importantes inversiones desarrolladas durante las primeras dos décadas del siglo XX hicieron de este sector el principal consumidor de energías modernas en el país. Una gran parte de estas energías primarias eran destinadas a la generación de algún tipo de energía secundaria, principalmente electricidad, pero también gas y coque. El paso de los años no habría cambiado la situación que caracterizaba a la minería chilena, manteniéndola como el sector más intenso en el consumo de energías modernas incluso durante el período más álgido de la industrialización dirigida por el Estado. Sin embargo, su importancia en la distribución del consumo energético total fue mermando poco a poco, desde 1960, a medida que nuevos sectores fueron siendo foco de procesos modernizadores. Finalmente, los cambios en el modelo económico introducidos desde la década de 1970, estimularon la producción de cobre, incrementando sustancialmente el consumo energético de este sector hasta representar, por sí solo, más del 30% del consumo total de electricidad en Chile durante los últimos 15 años.

⁵ La modernización ha sido entendida como la evolución de las actividades mecanizadas e industriales dentro de un territorio. Rubio, Yáñez, Folchi y Carreras, "Energy as an indicator".

⁶ Pinto, Jorge y Luis Ortega, *Expansión Minera y Desarrollo Industrial: Un caso de Crecimiento Asociado (1850 – 1914)*. Santiago, U. de Santiago-Depto. de Historia, 1990.

⁷ Según Rubio y Folchi, la mayor parte de las economías industrializadas concretarían la transición energética de los combustibles fósiles entre 1951 y 1971 ("Will small energy", Tabla N° 1), mientras que las economías latinoamericanas lo harían entre 1920 y 1951, siendo Chile el último de ellos en finalizar este proceso.

Las fuentes utilizadas para la realización de esta investigación pueden clasificarse según el período estudiado. Entre 1907 y 1959, se ha recurrido a los Anuarios Estadísticos de la República de Chile, publicación oficial de la Oficina de Estadísticas de Chile. Explícitamente, la información se extrajo de la sección de Minería de dichos Anuarios. Desde 1960 hasta 2013, los datos fueron obtenidos de los Balances de Energía publicados por la Central Nacional de Energía (en adelante, CNE), tanto en formato impreso como en archivos digitales. Para 1906, se recurrió a la información proporcionada por el Instituto de Ingenieros de Chile, explicada más abajo. Los datos recolectados consistieron en unidades de consumo de energías primarias y secundarias, exclusivamente carbón mineral, petróleo y electricidad, de los sectores cupríferos, salitreros y carboníferos de la minería nacional. Luego de la extracción y ordenamiento de los datos, se procedió a unificar las unidades de energía de los diversos productos energéticos, siguiendo las indicaciones de la CNE en sus balances de energía.

En cuanto a la periodización de la investigación, ésta corresponde a casi todo el período del consumo de ambas energías fósiles en la minería chilena. Según el Instituto de Ingenieros de Chile, 1903 sería el primer año en que la minería consumiría petróleo. Lamentablemente, ni las publicaciones del Instituto de Ingenieros, ni los Anuarios Estadísticos señalan esta información. El primer indicio de consumo de petróleo corresponde solo a 1906, razón por la cual se ha tomado dicha fecha como el inicio de esta investigación⁸. Por otro lado, 2013 sería el año en que finalizaría el superciclo del cobre⁹, fenómeno que marcaría un cambio en la tendencia del consumo energético de la minería del cobre.

Este artículo se compone de cuatro capítulos más una conclusión. El primero de ellos consiste en una descripción del consumo de energías modernas en la Gran Minería Chilena durante el siglo XX y parte del XXI, incorporando un breve análisis de dicho comportamiento durante las diferentes fases de la eco-

⁸ Los anuarios de minería indican que antes de 1908, por lo menos en la industria salitrera, “no hay datos” (sic) del consumo energético. Sin embargo, las publicaciones del Instituto de Ingenieros indican que la industria salitrera habría empezado a consumir petróleo desde 1903, sin señalar cuánto. El mismo artículo indica que esta industria habría consumido cerca de 300.000 toneladas de carbón extranjero en 1900. En 1906, el consumo energético de la industria fue de 600.000 toneladas de carbón extranjero, 120.000 de carbón nacional y 17.000 toneladas de petróleo. Ingenieros de Chile, A. (2014). Sección editorial. La industria salitrera y el carbón nacional. Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, (7), Pág. 427-429. Consultado de <https://revistas.uchile.cl/index.php/AICH/article/view/33747/35455>

⁹ El llamado superciclo del cobre se habría iniciado en 2005 y duraría hasta 2013. Durante dicho período, se habrían recibido un promedio de US\$10.400 anuales como producto del incremento del precio internacional del cobre (promedio anual de 3,43 dólares la libra) y el aumento de la producción de las minas chilenas (en la década de los 2000 se produjo una tercera parte del cobre del mundo). Arellano, José, “¿Qué Hacemos Ahora Que Terminó El Superciclo Del Cobre?”. CIEPLAN. Santiago. 2015.

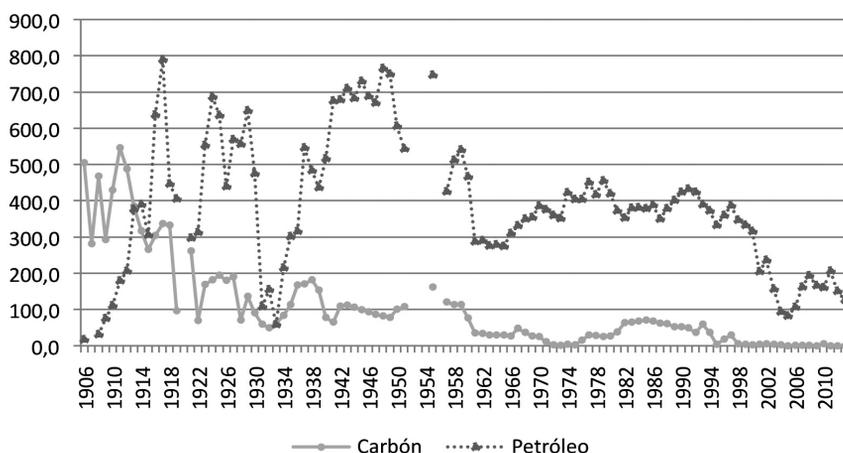
nomía chilena; el segundo, tercer y cuarto capítulo presentan un análisis del comportamiento energético de las industrias salitrera, cuprífera y carbonífera respectivamente. Finalmente se ofrecen unas breves conclusiones.

EL CONSUMO ENERGÉTICO DE LA MINERÍA EN EL LARGO PLAZO

La Gran Minería Chilena (GMCH) fue, desde los inicios del siglo XX, un importante foco de modernización de la economía nacional, que se distanciaba ampliamente del resto de las actividades productivas por la cantidad de energía que consumía, por el tipo de energía y por la avanzada tecnología que caracterizaba sus convertidores energéticos. Gracias a los datos contenidos en los Anuarios Estadísticos en la sección de Minería y los balances energéticos de la Comisión Nacional de Energía (CNE), más la información obtenida del Instituto de Ingenieros de Chile, conocemos una parte importante del consumo de energías primarias y secundarias en la GMCH,¹⁰ y una pequeña parte del consumo energético de la Mediana y Pequeña Minería, entre los años 1906 y 2013 (ver gráfico N° 1). El análisis de estos datos nos muestra que la GMCH había realizado una rápida y temprana transición energética de los combustibles fósiles, convirtiéndose en el principal consumidor de petróleo en Chile desde 1917.

¹⁰ Según CORFO, la gran minería se dedica principalmente a la explotación de cobre, salitre, hierro y carbón, mientras que en la mediana minería se encuentran establecimientos dedicados al cobre, oro, manganeso, plomo, zinc, mercurio y otros muchos no-metálicos. La definición que esta entidad entrega para diferenciar los distintos tipos de minería es la siguiente: "la gran minería corresponde a las empresas de gran capacidad, con mecanización avanzada y, con excepción de las minas de carbón y salitreras, ellas se encuentran controladas por capitales extranjeros, entre los que predominan los norteamericanos. La mediana minería está integrada principalmente por empresas de capitalización nacional, de escala reducida, pero que poseen plantas propias de beneficio de sus minerales. Por último, la pequeña minería está formada por aquellos industriales cuyos elementos de trabajo se limitan, por lo general, a herramientas de mano, y que con frecuencia no presentan continuidad en sus faenas". CORFO, *Geografía Económica de Chile*. Tomo II. Santiago, La Nación, 1950, p. 500.

Gráfico 1. Consumo de Energías Fósiles en la Gran Minería Chilena, 1906 – 2013.
 Miles de TEP.



Fuente: Para 1906, Ingenieros de Chile, A. (2014). Sección editorial. Entre 1907 y 1960, datos extraídos de Anuarios Estadísticos de Minería de los años 1909 a 1957. Entre 1961 y 2013, datos de los Balances Energéticos de Chile, elaborados por la CNE.

El consumo de carbón de la GMCH promedió poco más de 380 KTEP¹¹ al año entre 1906 y 1918, representando más del 29% del consumo total de carbón en Chile. Esta posición como primera fuente de energía de la minería solo duraría hasta 1913, siendo abruptamente sustituida por el consumo de petróleo. La sorprendente irrupción del petróleo se inició en 1906, consumiendo tan solo 17 KTEP. En solo 11 años, el consumo de petróleo alcanzó su máximo histórico, registrando 789 KTEP, concretando de esta manera la transición energética de los combustibles fósiles. La transición energética ha sido comprendida por Smil como el período de cambio entre una configuración de motores primarios y combustibles dominantes a otra¹². Según Rubio y Folchi en “Will small energy consumers”, ésta ha consistido históricamente en el reemplazo de ciertas energías y sus convertidores por otras de mejor calidad. Sin considerar los primitivos e importantísimos eventos ligados al descubrimiento del fuego, agricultura y ganadería, y los posteriores usos del viento y agua por medio de

¹¹ La unidad energética utilizada en este artículo es la Tonelada Equivalente a Petróleo (TEP), que corresponde a la cantidad de energía liberada en la combustión de una tonelada de petróleo. Según la Agencia Internacional de Energía, equivale a 107 Kcal. Para este estudio, se ha utilizado un factor de conversión entre la tonelada de carbón y petróleo correspondiente a 0,7.

¹² Smil, Vaclav, “World history and energy”. C. Cleveland (ed.). *Encyclopedia of Energy*. Vol. 6. 2004. pp. 549-561.

las ruedas y aspas de los molinos (que permitieron el uso y transformación de la energía solar, contenida en organismos vivos, en energía cinética, calor, luz, etc.), la más importante de las transiciones energéticas desarrolladas hasta el momento ha sido aquella que permitió sustituir los conversores primarios animados por motores inanimados, de movimiento continuo, y las energías derivadas de la biomasa vegetal y animal por los combustibles fósiles. Dentro de esta nueva configuración caracterizada por el consumo de energías fósiles, también se produjo una transición energética, vinculada a la sustitución del carbón mineral por el petróleo. Visto desde los términos de eficiencia, todo proceso de transición energética implica una modernización energética¹³.

El hecho de que la minería realizase este proceso casi cincuenta años antes que las principales economías del mundo, es un hito sorprendente en la historia chilena. Sin embargo, representa una contradicción notable con la modernización nacional, debido a que el resto de la economía continuaría consumiendo carbón como principal energía primaria, por lo menos hasta 1953.¹⁴

El consumo de carbón de la GMCH está marcado por una larga tendencia a desaparecer, situación que se habría concretado solo durante la última década de esta investigación. Su máximo consumo de carbón se registró en 1911, con 545,8 KTEP. Inmediatamente después, éste se reduciría hasta alcanzar un mínimo de 49,5 KTEP en 1932. Gran parte de esta reducción la explica la crisis de 1929; sin embargo, el consumo de carbón registrado durante la década de 1920 venía mostrando una fuerte tendencia a la baja, registrando un promedio de 187,6 KTEP entre 1921 y 1929, casi la mitad del promedio registrado en la década anterior. La crisis de 1929 solo habría confirmado la tendencia de una década entera.

Una vez superada la crisis, el consumo de carbón se mantendría en niveles similares a los registrados durante la década de 1920, del orden de las 149 KTEP por año por lo menos hasta 1939. La historia que continúa después de esa fecha está marcada por una reducción casi constante del consumo de carbón, salvo por el período 1980 – 1994, en el que se revitaliza brevemente a causa del encarecimiento del petróleo, hasta registrar un promedio de 2.5 KTEP entre 1998 y 2010, y 0 desde 2013.

A diferencia del carbón, el consumo de petróleo tuvo una importancia mucho

¹³ Folchi y Rubio, "El Consumo de Energía Fósil".

¹⁴ Yáñez y Garrido Lepe, "El Consumo de Carbón". Rubio y Folchi, "Will small energy consumers",

mayor en la matriz energética de la GMCH, situación que se mantuvo durante gran parte del siglo XX. El primer dato del consumo de petróleo se registró en 1906, y correspondió a 17 KTEP. Dicha cantidad experimentó un crecimiento notable entre 1906 y 1917, superior a 41% al año, para registrar 789 KTEP en esta última fecha. La elevada cantidad de petróleo consumido por la minería no se mantuvo en el tiempo, reduciéndose a 445 KTEP en 1918, y 297,5 KTEP en 1921. Sin embargo, esta significativa reducción no fue determinante, pues entre 1923 y 1930 promedió un consumo de 570 KTEP al año, cantidad correspondiente al 65,4% del total consumido en Chile.

La crisis de la gran depresión ocasionaría conflictos en el consumo de petróleo, reduciéndolo de 647,7 KTEP registrados en 1929 a 155,1 KTEP de 1932. Esta caída fue rápidamente superada y, en tan solo 5 años, volvería a marcar 545,2 KTEP, elevándose incluso sobre las 700 KTEP durante la segunda guerra mundial. Entre 1937 y 1951, el petróleo consumido promedió 631 KTEP, siendo este el último período de gran consumo en el sector. Desde 1949, se observa una reducción significativa de este indicador, que se extendería hasta 1961, cuando consumió 228.6 KTEP. Una importante recuperación se observa desde este año hasta 1997, en el que se promedió 369.8 KTEP al año. Luego de este segundo período, el consumo de petróleo en la minería se redujo a 93,9 KTEP en 2005 y, luego de una breve curva en U invertida, registrar las 126,3 KTEP de 2013.

LAS FASES HISTÓRICAS DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN LA MINERÍA

La primera fase del consumo energético de la minería, correspondiente a los años en que se desarrolla el ciclo salitrero¹⁵, se caracteriza por la apertura y puesta en funcionamiento de los principales proyectos mineros que identificarían la industria cuprífera nacional, como son El Teniente y, específicamente, Chuquicamata. Ellos, junto a las ya existentes oficinas salitreras, darían inicio al consumo de petróleo a gran escala en Chile, cuestión que habría conducido

¹⁵ Aunque la mayoría de los autores sitúan el fin del ciclo salitrero junto con la crisis de la Gran Depresión, en 1929, nuevas investigaciones sugieren que el fin del ciclo de expansión del salitre se produciría con la crisis de 1919, desde la cual se produciría la crisis estructural de la industria salitrera. La emergencia de nuevos productos competidores directos con el salitre chileno podía observarse desde 1913; sin embargo, la Primera Guerra Mundial habría escondido tales síntomas de crisis debido a un incremento en la producción, exportación y precios de las mismas para el mercado chileno. El fin del conflicto bélico habría desnudado los conflictos internos de la industria salitrera, entre los cuales se cuentan la obsolescencia tecnológica, la inversión generalizada, la colusión de las empresas, etc. González, S., Calderón, R. y Artaza, P., "El Fin del Ciclo de Expansión del Salitre en Chile. La Inflexión de 1919 como Crisis Estructural". *Revista de Historia Industrial*. N° 65. Año XXV. 2016. pp. 83-110.

al reemplazo del carbón mineral en favor del petróleo como energía primaria principal de la GMCH. Tal como muestra el Cuadro N° 1, durante esta primera etapa, el promedio del consumo de carbón en la Gran Minería fue de 257 KTEP, correspondientes al 23,8% del total consumido en Chile; mientras que el consumo de petróleo promedió 376 KTEP, que representaron el 66,8% del total nacional. Mucho más interesante aún resulta saber que el crecimiento del consumo de ambas energías en la minería fue de -9% y 9% al año respectivamente. Es decir, las tendencias del carbón y del petróleo eran abiertamente divergentes, situación que se replicaba en la economía nacional (-2% de crecimiento anual para el carbón y 10% para el petróleo).

El sustantivo incremento del consumo de petróleo tuvo una consecuencia fundamental para la historia de la energía en Chile, la temprana transición energética de los combustibles fósiles dentro del sector minero, concretado en 1914, fenómeno que daría cuenta de un profundo proceso de modernización energética, que situaría a la minería a la cabeza de la modernización nacional¹⁶. Este incremento responde casi exclusivamente a un solo fenómeno: la necesidad de generar electricidad por parte de las empresas mineras para llevar a cabo sus procesos de lixiviación de los minerales extraídos, proceso que será tratado más adelante.

¹⁶ Para el caso chileno, pocos estudios abordan la trayectoria energética y los procesos de transiciones energéticas. Tal vez los trabajos más destacados en esta materia sean los de Rubio y Folchi "Will small energy consumers", Folchi y Rubio, "El Consumo de Energía Fósil", Yáñez y Jofré "Modernización Económica" y Yáñez y Garrido Lepe, "El Consumo de Carbón". Rubio y Folchi, en "Will small energy consumers", clasifican el caso chileno dentro de aquellos países que resistieron la irrupción del petróleo como energía primaria principal. Sin embargo, al estudiar el proceso de transición energética en forma interna, hemos comprendido que ninguna de estas transiciones se desarrolla homogéneamente entre sus sectores productivos. Es así como, mientras la GMCH realizará dicha transición durante las primeras décadas del siglo XX, el resto de los sectores (especialmente la industria y los ferrocarriles) basarán su producción en el consumo de carbón por lo menos hasta 1955. Yáñez y Garrido Lepe, "El Consumo de Carbón".

Cuadro 1. Consumo de Energías Fósiles en Chile y en la Gran Minería por período, 1906 – 2013. Miles De TEP

CONSUMO DE CARBÓN					
Períodos	Prom. Consumo de Carbón Chile	Crecimiento %	Prom. Consumo de Carbón GM	Crecimiento %	% GM sobre Chile
1906 - 1932	1.081	-2	257	-9	23,8
1906 - 1917	1.326	1,4	385	-3,6	29,0
1917 - 1932	903	-3,6	161	-12,0	17,8
1932 - 1973	1.297	1,4	79,1	-10	6,1
1932 - 1945	1.195	5,3	111	5,4	9,3
1945 - 1973	1.348	-0,3	62	-16,2	4,6
1973 - 1991	1.335	3,3	37	26,7	2,8
1991 - 2013	3.601	5,9	12	-70,6	0,3
CONSUMO DE PETRÓLEO					
Períodos	Prom. Consumo de Petróleo Chile	Crecimiento %	Prom. Consumo de Petróleo GM	Crecimiento %	% GM sobre Chile
1906 - 1932	563	10	376	9	66,8
1906 - 1917	358	46,0	283	41,7	79,0
1917 - 1932	764	-10,9	471	-10,3	61,7
1932 - 1973	1.982	7,8	493,6	2,1	24,9
1932 - 1945	685	11,8	464	12,6	67,8
1945 - 1973	2.574	6,0	528	-2,4	20,5
1973 - 1991	5.103	1,5	401	0,9	7,9
1991 - 2013	9.681	1,9	249	-5,4	2,6

Fuente: Para 1906, Ingenieros de Chile, A. (2014). Sección editorial. Entre 1907 y 1960, datos extraídos de Anuarios Estadísticos de Minería de los años 1909 a 1957. Entre 1961 y 2013, datos de los Balances Energéticos de Chile, elaborados por la CNE.

La segunda fase del consumo energético de la minería, correspondiente al período de Industrialización en Chile (1932 – 1973), está caracterizada por el abandono casi completo del consumo de carbón (promediando 79,1 KTEP al año), y el mantenimiento de elevados niveles de consumo de petróleo (promedio de 493,6 KTEP al año). Sin embargo, el crecimiento del consumo de petróleo es comparativamente menor que el evidenciado en la etapa anterior (2,1% al año). Dicho crecimiento tiene dos realidades, una que duró hasta la Segunda

Guerra Mundial (12,6% al año), y otra completamente diferente en la etapa posterior al conflicto bélico (-2,4% al año). Esta diferencia en el crecimiento del consumo de petróleo está absolutamente vinculada al cambio experimentado en materia de generación eléctrica que se produciría en Chile tras la creación de la Empresa Nacional de Electricidad S.A. (ENDESA) en 1944. La creación de ENDESA y la materialización de sus planes de acción iniciaron la electrificación del territorio a gran escala y de forma planificada, resolviendo las falencias que afectaron la generación eléctrica chilena explicadas más arriba. La construcción de diversas centrales generadoras, principalmente hidroeléctricas, permitió a la ENDESA proveer de electricidad a amplias zonas de la geografía chilena, incluyendo en ellas las principales ciudades del país.¹⁷ Esta situación habría permitido a las industrias abandonar su rol generador para dedicar sus esfuerzos completamente a sus actividades originales. Los beneficios que trajo el trabajo de la ENDESA se tradujeron en una reducción notoria del consumo de petróleo por parte de las industrias y, en particular, las compañías mineras. Esta reducción se hizo evidente desde 1949, y se extendería de forma continua hasta 1967.

La participación del consumo de petróleo de la GMCH en el total nacional también experimentó cambios notorios en esta etapa. Entre 1932 y 1945, esta participación fue de 67,8% al año; mientras que, en la fase siguiente, 1945 – 1973, este porcentaje correspondió a solo 20,5%. Dicha disminución no se explica por una reducción del consumo de petróleo en la minería (528 KTEP de consumo promedio entre 1945 y 1973), sino por un incremento mayor del consumo de petróleo en Chile frente al minero (6% de crecimiento al año en Chile frente a -2,4% de la minería). Claramente el petróleo había penetrado otros sectores de la economía nacional, instalándose como la principal energía primaria consumida en Chile. Sería justamente esta fase en la que se concretaría la transición energética de los combustibles fósiles en Chile.

El período posterior (1973 – 1991) se caracterizó por una relativa estabilidad del consumo de petróleo entorno a las 400 KTEP al año (con un crecimiento de 0,9% al año) y un breve período de incremento en el consumo de carbón, que promedió 37 KTEP (con un sorprendente crecimiento de 26,7% al año). Sin embargo, la participación de ambas energías en el total nacional se muestra cada vez más disminuida, representando 7,9% y 2,8% respectivamente. Finalmente,

¹⁷ Un análisis de los argumentos que marcaron la orientación de la ENDESA puede encontrarse en las publicaciones del Instituto de Ingenieros de Chile, que han sido analizadas por Ibáñez Santa María, Adolfo, "Los Ingenieros, el Estado y la Política en Chile: del Ministerio de Fomento a la Corporación de Fomento: 1927-1939". *Historia*. Vol. 18. 1983. pp. 45 – 102.

durante las últimas dos décadas de esta investigación (1991 – 2013) ambas energías presentarán indicadores mucho menores que los registrados en la etapa previa. El consumo de petróleo se redujo hasta promediar un total de 249 KTEP (con un crecimiento de -5,4% al año), mientras que el carbón lo hizo hasta alcanzar 12 KTEP al año (con una tasa de crecimiento de -70,6% al año). Del mismo modo, ambas energías disminuyeron su representación en el consumo total de energías en Chile a los peores niveles de la historia del consumo energético nacional (2,6% y 0,3% respectivamente). Dicha situación se produjo cuando otros sectores (transporte para el petróleo y centros de transformación a electricidad para el carbón) incrementaban el consumo de ambas energías, afectando aún más la disminución en la participación porcentual de la minería en el consumo total de energías chileno.

LA ENERGÍA EN LA INDUSTRIA SALITRERA

Durante los primeros 30 años del siglo XX, la industria salitrera fue el mayor consumidor de energías modernas de la economía chilena. Su importancia en el consumo de carbón fue destacada, por lo menos hasta la primera guerra mundial (28,4% del consumo total en Chile entre 1906 y 1913); sin embargo, es en el consumo de petróleo donde este sector encontrará su principal fuente de energía (ver gráfico N° 2). El elevado consumo de energías fósiles da cuenta de un importante grado de modernización en este sector, caracterizado por el uso intensivo de energías modernas en el proceso de lixiviación del salitre¹⁸. Dicha situación se habría iniciado en 1850, con los esfuerzos del empresario chileno Pedro Gamboni por establecer un nuevo método de lixiviación. Pinto y Ortega señalan que, antes de esta fecha, el método utilizado era el colonial método de “paradas”, intenso en mano de obra y consumo de leña. El modelo de Gamboni (también llamado de “vapor abierto”) consistía en inyectar vapor caliente directamente a la masa de caliche. El adelanto introducido por Gamboni duplicaba la producción comparado con el de paradas, y reducía sustancialmente el consumo de combustible. Del mismo modo, el vapor utilizado permitió mecanizar el procedimiento de chancado, a tal punto que los pampinos reconocieron las oficinas que implementaron el sistema Gamboni con el apodo de “oficinas de máquinas”¹⁹. La crisis de 1870 promovió un nuevo ade-

¹⁸ Yáñez y Garrido Lepe en “El Consumo de Carbón” señalan que no debe sorprendernos el que la industria salitrera haya consumido tanta energía en un momento en que el mundo se encontraba dando sus primeros pasos en el consumo de energías modernas, debido principalmente a que, por décadas, ésta había sido la principal actividad económica de Chile. (p. 89)

¹⁹ Pinto, Jorge y Luis Ortega, *Expansión Minera y Desarrollo Industrial: Un caso de Crecimiento*

lanto tecnológico, materializado en la implementación del “sistema Shanks”, que mejoró aún más la eficiencia energética de estas industrias. Sin embargo, este sistema era muy intenso en capital, situación que no todas las oficinas pudieron asimilar, generando una concentración de la producción en aquellas oficinas que se modernizaron a tiempo²⁰. El sistema Shanks fue el principal método utilizado en las salitreras durante el período de mayor consumo de combustibles fósiles, es decir, hasta la década de 1930.

Una siguiente evolución en el proceso de lixiviación provino de la implementación del moderno sistema Guggenheim en 1923. Éste no solo redujo las pérdidas de combustible empleado en la lixiviación, sino que también aumentó notablemente los niveles de mecanización de las oficinas salitreras. La producción del salitre con este último sistema no requería del proceso de ensacado, pudiendo utilizarse palas mecánicas para embarcar el mineral a granel. A diferencia de los demás sistemas, las oficinas donde se empleaba el sistema Guggenheim requerían del consumo de electricidad para su funcionamiento²¹, razón por la cual contaron con centrales generadoras para su propio consumo, como las playas diesel construidas en las salitreras Pedro de Valdivia y María Elena, únicas oficinas chilenas que utilizaron este sistema²².

Tal y como muestra el Gráfico n° 2, el mayor período de consumo de energías fósiles de la industria salitrera se encuentra entre 1906 y 1930. Esta inició el período consumiendo un promedio de 402 KTEP de carbón entre 1906 y 1913. Sin embargo, la Primera Guerra Mundial marcaría el inicio de la reducción de este indicador, hasta registrar solo 5,2 KTEP en 1932. Dicha reducción podría estar vinculado con la crisis del ciclo salitrero²³.

Asociado (1850 – 1914). Santiago, U. de Santiago-Depto. de Historia, 1990, p. 39.

²⁰ Para poder competir con la producción de las demás oficinas salitreras, las que se instalaban después de 1904 debían contar con una inversión superior a 70.300 libras esterlinas, solo en maquinaria y equipos. El gasto total se estimaba en 100.000 libras esterlinas, con un promedio de 300 operarios por oficina. *Ibíd.*, p. 44.

²¹ Es importante señalar que la mayoría de las oficinas construidas después de 1885 contaban con luz eléctrica en sus oficinas. Sin embargo, en el caso del sistema Guggenheim, la electricidad era requerida para la producción del salitre.

²² Un antecedente importante de la modernización industrial y energética desarrollada en la zona es la trayectoria de la fundición Playa Blanca, de la empresa minera boliviana Huanchaca. Entre las instalaciones de Playa Blanca se destaca la existencia de una central termoeléctrica que abastecía las actividades energéticas de la empresa. Para más información sobre la historia de la empresa Huanchaca, ver Galaz-Mandakovic, Damir, “Industrialización Minera, Urbanización e Innovación en las Relaciones Sociales en el Sudoeste del Altiplano Boliviano. El caso de la Compañía Huanchaca de Bolivia. 1834 – 1930”. *Estudios Atacameños*. N° 52. 2016. pp. 153 – 175. Para la importancia de Playa Blanca, Bobiller, Eugenio, “La Compañía Huanchaca de Bolivia”. *Anales del Instituto de Ingenieros*. Tomo XII. N° 81. 1897. pp. 167 – 230.

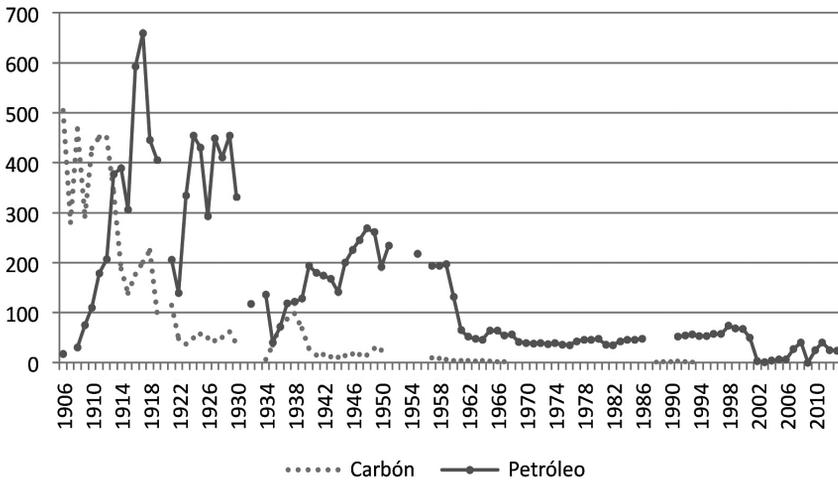
²³ González, S., Calderón, R. y Artaza, P., “El Fin del Ciclo”.

El contexto económico del período entre la crisis de 1929 y el fin de la Segunda Guerra Mundial está marcado por las restricciones al comercio exterior, afectando también la importación de energía. En este sentido, no es de extrañar que las oficinas salitreras demostrasen problemas para continuar con el consumo de petróleo, teniendo que recurrir al carbón como fuente de energía primaria. Sin embargo, una vez finalizada la guerra, y con ella las restricciones energéticas, el consumo de carbón volvería a reducirse, aumentando el de petróleo. La recuperación en el consumo de carbón provocada durante este período solo duraría hasta 1941, año desde el cual promediará un consumo de 18 KTEP de carbón hasta 1955. Desde 1955 hasta la fecha, el consumo energético de las salitreras se caracterizó por el abandono casi completo del carbón como energía primaria.

En cuanto al consumo de petróleo, el fuerte crecimiento de este indicador hasta 1929 demuestra una importante corriente modernizadora por parte de las oficinas salitreras. Luego de la crisis, el nivel de petróleo consumido no volverá a ser el mismo, presentando un período de 30 años en los que describe una curva de U invertida, con su punto más elevado en 1948 (268 KTEP), y sus extremos entre 1932 y 1960 (cercano a los 130 KTEP). El promedio del consumo de petróleo entre estas fechas fue de 173 KTEP, representando 15% del consumo total de petróleo en Chile.

Desde 1960, la pérdida de importancia de la actividad salitrera en la economía chilena coincide con una reducción del consumo energético. De esta forma, hasta 2013, solo se promedió un consumo de petróleo de 43 KTEP y un consumo cercano a cero en 2009.

Gráfico 2. Consumo de Energías Fósiles en la Industria Salitrera, 1906 – 2013.
Miles de TEP



Fuente: Para 1906, Ingenieros de Chile, A. (2014). Sección editorial. Entre 1907 y 1960, datos extraídos de Anuarios Estadísticos de Minería de los años 1909 a 1957. Entre 1961 y 2013, datos de los Balances Energéticos de Chile, elaborados por la CNE.

Al observar los datos del Gráfico N° 2, llama la atención la brusca sustitución de carbón por petróleo justo en 1913. Al parecer, la primera guerra mundial habría incidido grandemente en la temprana transición energética desarrollada en las salitreras, que explicaría también los inicios de la transición energética chilena. El conflicto bélico representó un fuerte estímulo para la producción de salitre, utilizado desde el siglo XIX en la elaboración de explosivos, y del cual nuestro país era el único productor.²⁴ El aumento de la demanda impulsó la producción del mineral, en un periodo en el que las restricciones energéticas afectaban notoriamente el abastecimiento de carbón. Por esta razón, las oficinas salitreras decidieron reemplazar dicho mineral con el petróleo importado desde Tampico, México. Entre 1911 y 1921, casi el 100% de las importaciones de petróleo en Chile se realizaron desde los puertos de Iquique, Tocopilla, Antofagasta y Taltal, es decir, el petróleo que consumía Chile estaba destinado mayoritariamente a la industria salitrera.

²⁴ Palma, Gabriel, "Chile 1914 – 1935".

Cuadro 2. Generación de Electricidad y Consumo Total y Minero en Chile, 1930 - 2013. Gwh.

Año	1930	1940	1951	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2013
País										
TOTAL	969	1.969	3.212	4.592	7.551	11.751	18.347	41.268	61.608	68.050
Term.	486	1.187	1.396	1.615	3.244	4.409	9.430	22.187	39.616	
Hidro.	483	782	1.816	2.977	4.307	7.343	8.917	19.081	21.992	
Autoproductores										
TOTAL	658	1.351	1.884	2.250	2.508	2.919	4.458	2.114	2.961	
Term.	442	971	1.203	1.445	1.860	2.227	4.097	1.559	2.662	
Consumo Gran Minería (TGM)²⁵										
TOTAL	708	1.161	1.372	1.630	1.875	2.597	4.482	12.482	19.388	22.284
% País	73	59	43	36	25	22	24	30	31	33
Cobre	555	919	1.004	1.237	1.608	2.354	4.280	12.259	18.896	21.749
% País	57	47	31	27	21	20	23	30	31	32
% TGM	78	79	73	76	86	91	95	98	97	98
Salitre	130	210	324	315	267	243	202	223	492	535
% País	13	11	10	7	4	2	1	1	1	1
% TGM	18	18	24	19	14	9	5	2	3	2
Carbón	23	33	44	79						
% País	2	2	1	2						
% TGM	3	3	3	5						

Fuente: Elaboración propia en base a datos de anuarios estadísticos de minería, balances energéticos de minería y Banco Central (2001).

La elevada modernización energética de la industria salitrera fue reflejada, además, por la creciente electrificación alcanzada entre 1940 y 1960 (ver Cuadro N° 2). CORFO resaltó esta característica atribuyéndole parte de la reducción de los costos de la extracción del salitre, permitiendo de esa forma competir con los demás productores del nitrato a nivel mundial, pese a los altos costos que suponía su transporte desde Chile²⁶. En el mismo documento, los ingenieros de CORFO señalan que los costos del petróleo representaban cerca del 51% de

²⁵ Los datos del consumo eléctrico de la minería del carbón entre 1960 y 2013 no son especificados por ninguna de las fuentes consultadas en esta investigación.

²⁶ CORFO, *Geografía Económica de Chile*. Tomo II, p. 504

todos los materiales extranjeros que se incluían en la producción. Los datos del Cuadro N° 2 muestran el comportamiento del consumo eléctrico de los tres sectores de la GMCH entre 1930 y 2013 (1960 para la minería del carbón).

Tal y como señalan Yáñez y Garrido Lepe, el consumo eléctrico de la industria salitrera lo caracterizan como un consumidor de nivel medio dentro de la rama de la minería. Todo esto debido a que nunca pudo alcanzar niveles destacados como la minería del cobre, ni tampoco cifras bajas como las de la minería del carbón.²⁷ Su consumo tendió a crecer hasta 1960 (315 Gwh), para luego reducirse a 202 Gwh en 2000. Desde este año iniciaría un crecimiento sostenido en este indicador, que lo llevaría a cerrar el período de estudio consumiendo 535 Gwh en 2013.²⁸

LA ENERGÍA EN LA GRAN MINERÍA DEL COBRE

Luego de la industria salitrera, el gran consumidor de energías modernas fue la Gran Minería del Cobre (GMC). La importancia del cobre en la economía chilena es de larga data, pudiendo remontarse incluso a los usos que algunos pueblos originarios daban al mineral²⁹. Una serie de estudios señala una importancia reducida durante el período colonial; sin embargo, sería durante el siglo XIX cuando la explotación de las minas chilenas tendrían su primer gran crecimiento³⁰. La mayor parte de los establecimientos dedicados a la producción de cobre fueron instalados en Chile a fines del siglo XIX y principios del siglo XX con técnicas de fundición anticuada,³¹ caracterizada por el uso de

²⁷ Yáñez y Garrido Lepe, "El Consumo de Carbón", p. 90

²⁸ Yáñez y Garrido Lepe, "El Tercer Ciclo".

²⁹ Según Manuel Feliú, una pequeña tribu de indígenas descendientes de aymarás y quechuas, conocidos como "Chucos" (de ahí el nombre de Chuquicamata), extraían mineral de la cordillera de los Andes mucho antes de la llegada de Incas y españoles. Según el autor, atacameños y diaguitas también trabajaban el metal, demostrando conocimientos de fundición de cobre y bronce, entre otras actividades. Feliú, Manuel, *100 años de minería en Chile*. Santiago, Lead, 1983.

³⁰ Según Gerardo Martínez, Chile fue el principal productor de cobre a nivel mundial entre 1850 y 1880, luego de lo cual fue superado por varios países, especialmente Estados Unidos. El precio del metal habría vivido un boom desde 1850 aprox., pero la depresión de 1870 lo haría descender fuertemente. Esta situación promovió un impulso en el desarrollo tecnológico de esta industria, buscando reducir los costos de producción. España y Estados Unidos fueron los primeros lugares donde se inició la modernización de estos procesos, siendo su característica principal el uso intensivo de tecnología y capital. Martínez, Gerardo, *Orígenes y Desarrollo de Chuquicamata bajo la Chile Exploration Company, 1943*, p. 6. Consultado en Memoria Chilena el 25 de abril de 2018: <http://www.memoriachilena.cl/602/w3-article-80777.html>

³¹ Sutulov señala que, a fines del siglo XIX, de las 748 minas de cobre en explotación, solo 50 de ellas (6,7%), contaban con algún grado de mecanización. Este descuido se debe principalmente, según el autor, a la concentración de la economía chilena en el Salitre. Zauschquevich, Andrés y Alexander Sutulov, *El Cobre Chileno*. Santiago, Ed. Universitaria, 1975, p. 27.

los hornos de manga u hornos de soplete, altamente intensos en el consumo de coque³². Esta situación cambiaría durante las primeras décadas del siglo XX producto de una serie de importantes inversiones realizadas por parte de capitales estadounidenses³³ en las minas de El Teniente (1905), Chuquicamata (1915) y Potrerillos (1927). Tales inversiones habrían provocado un salto modernizador, que se demostraría mediante el incremento del consumo de energías fósiles y también de electricidad, que caracterizarían a la GMC durante la mayor parte del siglo XX.

A diferencia de la realidad energética de la industria salitrera, la GMC nunca fue un gran consumidor de carbón mineral³⁴. La mayor parte del consumo de carbón de principios del siglo XX se explica por el trabajo de los hornos de manga.³⁵ Dichos hornos requerían para su funcionamiento principalmente la combustión de coque, acompañado de menores cantidades de carbón mineral. Luego de la Primera Guerra Mundial, las importaciones de coque se redujeron a un ritmo de -7,9% al año entre 1919 y 1929. Seguramente la reducción de las importaciones de coque elevó los precios del mismo, obligando a las mineras a modernizarse o detener sus funciones. Desde 1918, todas las mineras que consumían coque en grandes cantidades comenzaron a detener sus funciones, siendo la última en hacerlo la mina de Guayacán en el año 1925. Millán señala

³² Pinto y Ortega, *Expansión Minera*, p. 24.

³³ Las experiencias de los hermanos Guggenheim en Bingham (siguiendo los consejos del ingeniero norteamericano Daniel Jackling, quien postulaba que, al aumentar la tecnología en operaciones de gran escala, se reducían los costos fijos de operaciones, elevando sustancialmente las ganancias) motivó al ingeniero William Braden, encargado por otras firmas norteamericanas, a explorar minerales chilenos que pudieran repetir los logros alcanzados en la ciudad inglesa. Los estudios de éste y otros geólogos llevaron a la formación de empresas mineras en El Teniente (1905), Chuquicamata (1915) y Potrerillos (1927), que conformaron lo que se conoció como la Gran Minería del Cobre (Zauschquevich y Sutulov, *El Cobre Chileno*, p. 31). Si bien, los trabajos de reconocimiento del yacimiento de Potrerillos habrían comenzado en 1913, no sería sino hasta 1927 en que se iniciarían las faenas productivas. El retraso en su puesta en funcionamiento se explica por la falta de equipamiento, provocado principalmente por las dificultades comerciales que supuso la Primera Guerra Mundial. Feliú, *100 años*, p. 136.

³⁴ Hasta 1916 la mayor parte del consumo energético de este sector se habría concentrado principalmente en el carbón (ver Gráfico N°3), las cantidades consumidas por la industria cuprífera no superarían los 47,5 KTEP de carbón registrados en 1911 por lo menos hasta 1982 (63,3 KTEP). Incluso, es más, el máximo histórico del consumo de carbón se registró en 1985, con solo 69,9 KTEP, y el promedio alcanzado en todo el periodo estudiado fue de tan solo 23,8 KTEP. Sin duda el consumo de carbón no fue determinante en la producción de cobre en Chile, por lo menos durante el siglo XX.

³⁵ Según Marín Vicuña, estos hornos eran semejantes a los utilizados para fabricar el carbón vegetal. Consistían en cámaras ovaladas de adobe, con perforaciones simétricas que establecían el tiraje y permitían la circulación de aire. En su parte baja se establecían dos troneras o bocas, una para extraer el cobre líquido (sangría) y otro para avivar el fuego con un fuelle, denominado manda. Estos hornos consumían mucha leña, pues en su carga se alternaban capas de mineral y combustible. El intenso uso de estos hornos acabó con los bosques del norte chico chileno. Marín Vicuña, Santiago, *La Industria del Cobre en Chile*. Santiago, Ed. Universitaria, 1920, p. 13.

que el elevado precio del coque estimuló a los empresarios a modernizar sus instalaciones, reemplazando los hornos de manga por hornos de reverbero, tal como ocurrió con la Fundición de Chagres y la minera Naltagua en 1915 y 1919 respectivamente.³⁶ Desde 1921, ambas industrias fueron responsables del 85% del consumo de carbón de la GMC. Pese a estos cambios, el consumo de esta energía no dejó de reducirse en la minería del cobre, disminuyendo de 45,4 KTEP a solo 11,5 KTEP entre 1911 y 1932.

De forma similar a lo ocurrido con las oficinas salitreras, el período entre 1929 y 1945 está caracterizado por un impulso en el consumo de carbón, promediando 25,7 KTEP al año entre 1933 y 1944, para luego reducirse a solo 6,7 KTEP al año entre 1945 y 1960, con una excepción radical en 1955³⁷.

Muy diferente al panorama del carbón es la situación que caracterizó al consumo de petróleo³⁸. El primer dato con el que contamos para el consumo de petróleo corresponde a 1916, razón por lo cual no sabemos cómo era el escenario anterior a la Primera Guerra Mundial. A lo largo del período estudiado, el consumo de petróleo muestra tres grandes tendencias que coinciden con importantes procesos de la historia chilena. El período entre 1916 y 1932 describe una forma de U invertida con su punto más elevado en 1924, año en que el consumo de petróleo alcanzó 124 KTEP. Tanto Palma como Bértola señalan que, durante la década de 1920, Chile había dejado de ser un país monoexportador, para convertirse en biexportador. Hacia 1929, las exportaciones de salitre representaban solo el 48% del total de las exportaciones chilenas, mientras que las de cobre alcanzaban un 38% del total³⁹. Diez años después, entre 1949-1952, el cobre había sustituido al salitre como el primer producto de la canasta de exportaciones, concentrando el 41% de las mismas. Junto a los nitratos, alcanzaban la cifra de 60%⁴⁰. Esta información es congruente con

³⁶ Millán, Augusto, *La Minería Metálica en Chile en el siglo XX*. Santiago, Ed. Universitaria, 2006.

³⁷ El aumento del consumo de carbón del año 1955 se explica únicamente por el consumo de la Fundición Hernán Videla Lira, que inició su funcionamiento en el año 1952. Ésta fue la primera fundición de cobre estatal, y se conoció popularmente como Paipote. En 1955, Paipote consumió cerca del 85% de todo el carbón de la GMC. Los registros de los años 1957 a 1960 no contemplan el consumo de Paipote, razón por la cual las cifras del consumo de carbón son tan bajas. Sin embargo, el consumo de 1961 se incrementa hasta niveles similares a los de 1955, razón por la cual suponemos que estas cifras sí contemplan el consumo de fundición.

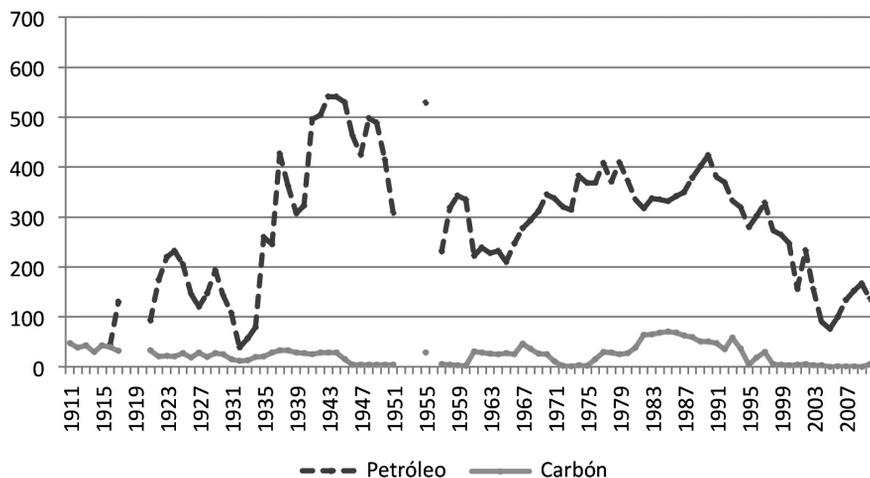
³⁸ Una parte importante de este consumo es de responsabilidad exclusiva de la apertura de Chuquicamata en 1915. La apertura de esta mina se realizó previa construcción de una central termoeléctrica ubicada el Tocopilla, inaugurada el 18 de mayo de 1915. Esta central se alimentaría principalmente de petróleo combustible y proveería de importantes cantidades de electricidad a la minería de Antofagasta.

³⁹ Palma, Gabriel, "Chile 1914 – 1935: De Economía Exportadora a Sustitutiva de Importaciones". *Estudios Cieplan*. Vol. 12. 1984. p. 76.

⁴⁰ Bértola, Luis, "Bolivia (Estado Plurinacional de), Chile y Perú desde la Independencia: Una

el consumo energético de la GMC, pues fue durante la década de 1920 cuando ésta logró establecerse como el segundo sector de máximo consumo energético en el país.

Gráfico 3. Consumo de Energías Fósiles en la Gran Minería del Cobre, 1911 – 2013.
 Miles de TEP



Fuente: Entre 1911 y 1960, datos extraídos de Anuarios Estadísticos de Minería de los años 1909 a 1957. Entre 1961 y 2013, datos de los Balances Energéticos de Chile, elaborados por la CNE.

El segundo de los ciclos del consumo de petróleo se ubica entre 1933 y 1965, y se caracterizó por promediar poco más de 350 KTEP al año en el período señalado. El fuerte aumento en el consumo energético de la GMC se entiende solo al contemplar el escenario mundial que supuso la Segunda Guerra Mundial. Durante los años que duró la guerra, la demanda de cobre se disparó producto de las necesidades bélicas de las potencias industriales. La producción mundial de cobre vivió un período de auge entre 1940 y 1944, de la cual Chile no quedó exento. El aumento en la producción produjo un fuerte incremento en el consumo de energía, evidenciado en el consumo de petróleo, carbón y también electricidad⁴¹.

Historia de Conflictos, transformaciones, inercias y desigualdad". Bértola, Luis y Pablo Gerchunoff (comps.). *Institucionalidad y Desarrollo Económico en América Latina*. Santiago. CEPAL. 2011. p. 257.

⁴¹ Lamentablemente, este incremento en la demanda no estuvo asociado a un incremento en el precio del cobre, pues, desde 1942, un acuerdo norteamericano-chileno estableció un precio

Finalizada la guerra, la producción de cobre vivió un período de bajo rendimiento, caracterizado por un crecimiento negativo de -0,8% al año entre 1945 y 1955, que repercutió en el consumo energético. Patricio Meller explica que durante los años 50, el gobierno sospechaba que las firmas norteamericanas dueñas de la GMC, no estaban expandiendo la producción de cobre chileno acorde a las necesidades del país, cuestión que, de ser cierta, explicaría el bajo nivel del consumo eléctrico y de petróleo⁴².

El tercer y último ciclo se iniciaría en 1965 y terminaría en 2005, en el que se promedió un consumo de 309 KTEP de petróleo al año. Este ciclo coincide con importantes reformas en la economía chilena, que afectaron directamente la producción y exportación de cobre. Me refiero a los procesos de “Chilenización” y “Nacionalización” del cobre, y también la apertura comercial que implicó las reformas neoliberales desarrolladas en dictadura. Todos estos procesos coincidieron con una parte importante de la implementación del último de los planes de electrificación nacional llevados a cabo por ENDESA (1968 – 1985), consistente en el desarrollo de grandes proyectos de generación y transmisión de electricidad que aportarían con energía eléctrica a los sistemas interconectados, disminuyendo considerablemente las labores de generación de los autoprodutores. Entre 2004 y 2006, el petróleo consumido se reducirá a niveles similares a los registrado en 1934, para luego mostrar una recuperación efímera con forma de U invertida entre 2006 y 2013 con su punto más elevado en el año 2009 (166 KTEP) y con extremos cercanos a 100 KTEP cada uno.

La explicación ante el elevado consumo de petróleo se debe principalmente a la serie de inversiones realizadas durante las primeras décadas del siglo XX en la minería chilena. Dichas inversiones habrían consistido en la implementación de una novedosa técnica de refinación del cobre que habría vuelto rentable la explotación a gran escala de minerales con bajo contenido de cobre. Nos referimos a la electrólisis, proceso caracterizado por ser altamente intensiva en consumo de electricidad. Éste consistía en refinar el cobre anódico (ánodos) mediante la aplicación de electricidad, y obtener cátodos de cobre, que alcanzan un 99,99% de pureza⁴³. De esta forma, las mineras que utilizaban este sistema se convirtieron en los mayores consumidores de electricidad del país. Lamentablemente, las condiciones energéticas existentes en Chile no permi-

máximo de 12 centavos la libra de cobre, que se mantuvo hasta 1946, y que hizo perder a Chile una cifra estimada en US\$300 millones. Meller, Patricio, *Un Siglo de Economía Política Chilena (1890 – 1990)*. Santiago, Editorial Andrés Bello, 1996, p. 40.

⁴² *Ibíd.*, p. 34.

⁴³ *Ibíd.*, p.31.

tían solventar la demanda eléctrica de la GMC. Por otro lado, la ubicación de Chuquicamata (Antofagasta) y Potrerillos (Atacama) impedían la generación hidroeléctrica para abastecer dichas instalaciones, razón por la cual se optó por la generación termoeléctrica mediante la combustión del petróleo⁴⁴.

Del mismo modo que la industria salitrera, la mayor parte del petróleo consumido por la GMC fue destinado a la generación termoeléctrica, lo que acentúa aún más el nivel de modernización energética de la GMC. Así lo confirmó CORFO en el Tomo III de su Geografía Económica de Chile al señalar que: “de todas las instalaciones de los autoproductores, alrededor de 70%, pertenece a la gran minería del cobre y salitre, ubicada en general en zonas desprovistas de recursos hidráulicos, por lo que se nota un aumento de la instalación de potencia térmica que llega a más de 60% del total en 1947”⁴⁵. Los datos de ENDESA refuerzan la hipótesis de que el petróleo consumido por la minería del cobre estaba destinado a la generación de energía eléctrica, pues, en 1965, más del 96% de la electricidad generada con petróleo la realizaron los autoproductores.⁴⁶ El mismo argumento es reforzado por los técnicos de CORFO al comentar que, entre 1940 y 1957, además de la gran cantidad de centrales generadoras de electricidad construidas por la ENDESA, los particulares también contribuyeron con la construcción de una serie de centrales, de las cuales se pueden destacar las siguientes: dos centrales diésel-eléctricas de la Oficina Salitrera Victoria (9 MWh), la central termoeléctrica de Chuquicamata (25 MWh), y la nueva unidad de la planta termoeléctrica de Tocopilla (50 MWh), de la Chile Exploration Co; la central eléctrica de la Fundición Nacional de Cobre de Paipote (2,5 MWh), que aprovecha el calor de los gases del horno de la fundición; y la central hidroeléctrica Los Quilos (18 MWh), sobre el Aconcagua, de propiedad de la fábrica de Cementos El Melón⁴⁷.

El comportamiento de la generación termoeléctrica del país está contenido en el Cuadro N° 2. Esta información demuestra que, entre 1930 y 1960, gran parte de ésta fue realizada por los autoproductores, de los cuales el mayor generador y consumidor fue la GMC. Un año antes de la crisis económica de 1929, la GMC consumía 680.9 GWh, cantidad que decaería a cerca de 555 GWh

⁴⁴ La mina El Teniente contaba con 2 plantas hidroeléctricas llamadas Coya y Pangal, a 30 Km. de Rancagua aprox. En 1910 se construyó la planta Cachapoal en Coya, consiste en 5 unidades de turbinas de reacción, conectadas directamente a generadores, que se operan con una caída de agua de 125 metros y con una capacidad de más o menos 22 Mwh. Pangal, ubicada a 12 km. de Coya, fue completada en 1919, comprende 3 ruedas de impulso Pelton, conectada a generadores, con una caída de agua de 460 metros, y una capacidad de 20 Mwh.

⁴⁵ CORFO, *Geografía Económica de Chile*. Tomo III. Santiago, La Nación, 1962, p. 394.

⁴⁶ ENDESA, *Producción y Consumo de Energía en Chile*. Santiago, ENDESA, 1965. Cuadro N° 19.

⁴⁷ CORFO, *Geografía Económica de Chile*. Tomo III, p. 390.

en 1930. Esta cifra equivalía al 57,3% de la generación eléctrica total del país para ese año. Entre 1933 y 1943, el consumo eléctrico de la GMC creció a un ritmo de 10,7% al año, elevándose de 402 a 1235 GWh. Este incremento es un reflejo de las condiciones bélicas del momento demostradas también por el comportamiento del consumo de petróleo. Luego de la guerra, “la situación del mercado mundial del cobre gravitó desfavorablemente sobre la generación de energía eléctrica entre 1947 y 1960, y el crecimiento anual alcanzó a solo 4,2%”⁴⁸. En razón de la disminución de la demanda de cobre posterior a la guerra, la GMC no necesitó las mismas cantidades de electricidad consumidas durante el conflicto, reduciendo el crecimiento del consumo eléctrico a solo 1,74% al año entre 1946 y 1960. Del mismo modo, la generación eléctrica de los autoprodutores, correspondiente en un 62% a la minería del cobre, y que tuvo un crecimiento notable hasta 1948, se mantuvo casi estancada hasta 1960. Esta situación reforzaría la tesis de los gobiernos de la época esbozada por Meller, referente a la reducción intencionada de la producción por parte de las firmas norteamericanas.⁴⁹

Desde 1960, la concentración del consumo eléctrico de la GMCH en la GMC es abrumadora. De representar el 76% de todo el consumo eléctrico de la GMCH en 1960, la industria del cobre incrementa su participación sobre el 90% desde 1980, y más del 98% en 2000. Una situación diferente ocurre con su representación en el total nacional. En ésta, el consumo eléctrico de la GMC tiende a reducirse entre 1951 y 1980, para luego iniciar una recuperación hasta 2013, coincidiendo con el denominado “superciclo del cobre”⁵⁰. La caída mencionada se explica por un importante proceso modernizador que se desarrolló en Chile desde la década de 1950 en adelante, y que se centró principalmente en dos áreas: la industria y la urbanización.⁵¹ Las migraciones campo-ciudad que provocó la industrialización en Chile generaron cambios importantes en la estructura demográfica nacional, entre ellos la concentración de la población chilena en los centros urbanos más importantes del centro del territorio. Este nuevo panorama produjo un incremento en la demanda de bienes y servicios, que elevó la demanda de electricidad de numerosas actividades. Junto a la urbanización, la modernización de la industria habría provocado una sustitución de los motores a vapor y a combustión interna por motores eléctricos, cuestión que habría derivado en un incremento en la demanda eléctrica por parte de este sector,

⁴⁸ *Ibid.*, p. 394.

⁴⁹ Meller, *Un Siglo de*

⁵⁰ Arellano, “¿Qué Hacemos Ahora...?”.

⁵¹ Yáñez y Garrido Lepe, “El Tercer Ciclo”.

principalmente después de la segunda guerra mundial.⁵² El nuevo panorama energético chileno forzó a ENDESA a poner en práctica sus planes de electrificación nacional, que cambiarían la relación entre autoproductores y servicio público, potenciando el rol de estos últimos en la generación eléctrica nacional.

El comportamiento energético de GMC en Chile refleja, al igual que la industria salitrera, elevados niveles de modernización, caracterizados por muy elevadas cantidades de consumo de petróleo y electricidad en momentos en que el país sostenía su matriz energética principalmente con carbón mineral.

LA ENERGÍA EN LA MINERÍA DEL CARBÓN

Los datos recogidos para el análisis del consumo de energías en la minería del carbón no difieren mucho de los estudiados por Yáñez y Garrido Lepe (2015).⁵³ En dicho trabajo se sugiere que éste fue el sector más atrasado de la minería en cuanto a la mecanización utilizada en sus faenas. Los datos del consumo de energías primarias (contenido en el Gráfico N° 4) dan cuenta de esta realidad, sugiriendo retrasos comparativos en la modernización. El consumo de petróleo de este sector se caracteriza por ser extremadamente bajo para la realidad minera en Chile, promediando 0.16 KTEP entre 1946 y 1960, que es el período para el cual hemos encontrado datos. Mientras que el consumo de carbón se caracteriza por incrementarse entre 1911 y 1927, en que registró 119 KTEP, para luego caer fuertemente hasta promediar solo 54,8 KTEP entre 1929 y 1951. El fin del período analizado se caracterizaría por elevadas cifras de consumo de carbón entre 1955 y 1959 (105 KTEP por año), para luego reducirse a 71 KTEP. El consumo eléctrico de este sector solo reafirmaría la sugerencia del trabajo señalado, promediando 43,4 Gwh entre 1930 y 1960. Dicha cantidad no habría superado el 2% del consumo total de electricidad en Chile para el mismo período (ver Cuadro N° 2).

El atraso relativo de la minería del carbón se explica, en parte, por la compleja construcción con la que se comenzó a explotar las minas. Ubicadas en la zona de Concepción, éstas comenzaron a ser explotadas desde mediados del siglo XIX, concentrando una inmensa cantidad de mano de obra en sus faenas, que laboraban con técnicas intensas en mano de obra y poca tecnología.⁵⁴ Según Edmundo Delcourt, el método de extracción en Chile deriva del inglés “long-

⁵² Yáñez y Garrido Lepe. “El Consumo de Carbón”.

⁵³ *Ibidem*.

⁵⁴ Ortega, Luis, *Chile en Ruta al Capitalismo. Cambio, euforia y depresión. 1850 – 1880*. Santiago, LOM, 2005.

wall", aunque con una aplicación poco ortodoxa, que elimina los beneficios del mismo. En Chile los frentes eran reducidos (no como en el long-wall original), cuestión que hacía difícil el empleo de máquinas, y también difícil el paleo. Entre las razones que da el autor para explicar la mala implementación del long-wall, la más importante es la falta de disciplina del obrero chileno⁵⁵. A medida que pasaban los años, las minas se volvían cada vez más profundas y el mineral más lejano, distanciándose entre 4 a 6 kilómetros de los piques o chiflones de entrada, elevando los costos del traslado y, con éstos, el precio del carbón. Aquellas minas más pequeñas, como las ubicadas en Arauco, no se veían afectadas por las enormes distancias que caracterizaron a las minas de Lota y Coronel.

Las técnicas empeladas en la extracción del carbón no mejoraron con el pasar de los años, siendo una prueba de esto el escaso consumo de energía de la minería hasta mediados del siglo XX. La principal técnica empleada en estas faenas fue la del paleo, altamente intensa en mano de obra. Algunas empresas fueron acusadas de no modernizar su producción intencionalmente, amparándose en la baja de los precios desde la primera guerra mundial y en aspectos geológicos que impedían hacer uso de maquinaria;⁵⁶ otras, preferían retrasar dicha inversión hasta que fuese inevitable, arrastrando grandes déficits de productividad⁵⁷. El resultado de sus acciones fue un aumento sostenido en los precios del carbón, que terminaron por afectar a todos los consumidores del mismo, especialmente a la industria manufacturera que, desde la década de 1930, se había convertido en el mayor consumidor de carbón en Chile.⁵⁸ Las numerosas críticas que surgieron en contra de la minería del carbón fueron motivo para que CORFO interviniera en ellas a partir de 1940, financiando el establecimiento de nuevas minas en vetas de mayor pureza, otorgando créditos de bajo interés a los empresarios que decidieran modernizar sus faenas, etc. CORFO señala que los costos del carbón chileno eran excesivamente altos, tanto en valor dinero como en trabajo necesario para producirlo. Aun así, el mayor consumo de carbón como consecuencia del desarrollo industrial influyó favorablemente en la mecanización de las principales faenas y en cambios importantes en sus sistemas de explotación⁵⁹. Esta mecanización se vio facilitada por los créditos concedidos por CORFO y otras instituciones con el fin de modernizar las minas de carbón. La intervención de CORFO aceleró la modernización de la minería

⁵⁵ Delcourt, Edmundo, *Estudio Sobre la Cuestión Carbonera en Chile*. Santiago, Soc. Imprenta y Litografía Universo, 1924, p. 32.

⁵⁶ Guajardo, Guillermo, *Tecnología, Estado y Ferrocarriles en Chile, 1850 – 1950*. México D.F., Fundación de los Ferrocarriles Españoles, 2007. Pág. 78.

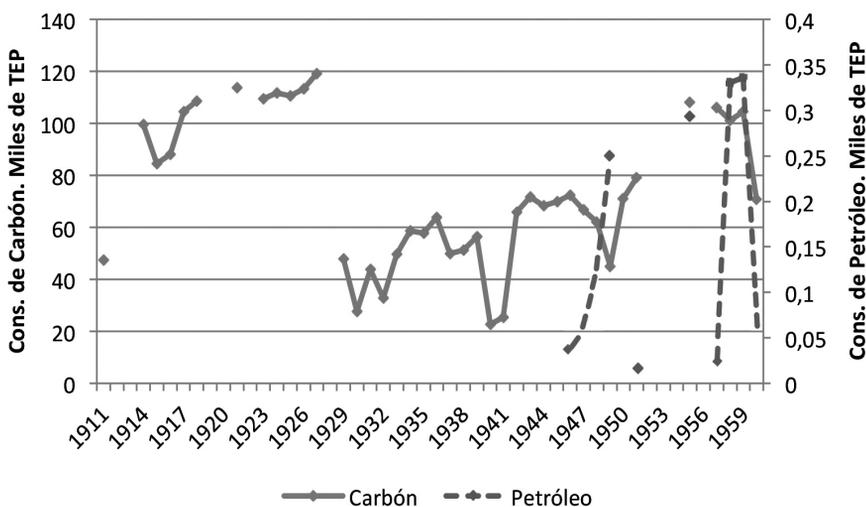
⁵⁷ CORFO, "Geografía Económica", Tomo II. Pág. 506.

⁵⁸ Yáñez y Garrido Lepe, "El Consumo de Carbón".

⁵⁹ *Ibid.*, p. 506.

del carbón entre 1940 y 1960, demostrado mediante el aumento del consumo eléctrico y de petróleo (tal como lo muestra el Cuadro N° 2).

Gráfico 4. Consumo de Energías Fósiles en la Minería del Carbón, 1911 – 1960.
 Miles de TEP



Fuente: Entre 1911 y 1960, datos extraídos de Anuarios Estadísticos de Minería de los años 1909 a 1957.

Finalmente, el análisis del consumo energético nos demuestra el atraso relativo que la minería del carbón presentó en materia de modernización energética, al ser comparada con el resto de las ramas de la minería nacional. Sin embargo, al final del período estudiado, el incremento en el consumo de petróleo y electricidad indicaría un proceso de convergencia con las demás ramas del mismo sector.

CONCLUSIONES

A lo largo del siglo XX, la GMCH se caracterizó por ser uno de los sectores de mayor modernización en la economía nacional. Así lo demuestra el elevado consumo de energías modernas registrado entre 1906 y 2013. La primera mitad de este período se caracterizó por un consumo intensivo de energías primarias, principalmente petróleo combustible. Dicha energía era utilizada por las mineras, especialmente por las cupríferas, para generar energía eléctrica, que les permitiese impulsar la refinación del cobre mediante el proceso

de electrólisis. Dicha innovación habría sido introducida en Chile a principios del siglo XX, principalmente con capitales norteamericanos concentrados en Chuquicamata, El Teniente y Potrerillos. Las compañías cupríferas se habrían convertido así, en los principales autoprodutores de electricidad en Chile.

Las industrias salitreras, por su parte, también fueron foco de similares inversiones que habrían potenciado el consumo de petróleo y también de electricidad, generando un escenario similar al de la industria del cobre.

Diferente fue el panorama de la minería del carbón, que se caracterizó por presentar limitados niveles de consumo tanto de energías primarias como secundarias. Dicha situación nos indicaría una menor modernización, cuestión que también se ve reflejada por la historiografía al dar cuenta de técnicas de extracción y producción de bajo contenido tecnológico.

El panorama descrito para la primera mitad del siglo XX cambiaría radicalmente desde la creación de la ENDESA y el inicio de la ejecución de sus planes de electrificación nacional, que habrían potenciado la generación eléctrica del servicio público, disminuyendo el peso de la generación de las compañías autoprodutoras. Las mineras se habrían beneficiado de esta situación, reemplazando la electricidad generada internamente por la que generaban los servicios públicos. De esta manera, desde mediados del siglo XX, en toda la gran minería se observa una reducción significativa del consumo de energías fósiles, para incrementar el consumo de electricidad. Esta reducción del consumo de energías primarias, en beneficio del consumo de energías secundarias, daría cuenta de la modernización que comprobaría la hipótesis planteada. En este sentido, la GMCH sería el principal consumidor de electricidad en Chile, por lo menos hasta 1950, década en la que se produciría un importante proceso modernizador en la economía nacional, estimulando el consumo de electricidad de las industrias y la población urbana. Desde ese momento, la Gran Minería reduciría su peso en el total del consumo eléctrico nacional, hasta representar un 30% del mismo desde 1980 aproximadamente.

El elevado consumo de petróleo durante las primeras décadas del siglo XX nos muestra que la minería, a diferencia del resto de la economía, habría concretado la transición energética de los combustibles fósiles desde muy temprano en la historia del consumo energético nacional y mundial. El proceso de transición energética nacional no refleja, necesariamente, el consumo energético real de cada sector de la economía. El caso chileno es un ejemplo de ello. Mientras la minería se caracterizaba por su destacada modernización, el resto de los sectores, tales como la industria y los ferrocarriles, fueron tardíos en

dicho proceso, razón por la cual siguieron consumiendo grandes cantidades de carbón mineral hasta mediados de la década de 1950.

Muy probablemente, un análisis más detallado de la distribución energética dentro de cada rama de la minería nos ayudaría a demostrar el rol modernizador de la minería en la economía nacional. Por otro lado, un estudio comparado entre la productividad de los obreros de cada rama de la minería con otras realidades internacionales permitiría comprender de mayor manera si el esfuerzo modernizador de la minería nacional tuvo repercusiones positivas o no. Sin embargo, ambas cuestiones son materia para posteriores investigaciones.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

- Arellano, José, "¿Qué Hacemos Ahora Que Terminó El Superciclo Del Cobre?". CIEPLAN. Santiago. 2015.
- Banco Central, *Indicadores Económicos 1960-2000*. Santiago, Departamento Publicaciones de la Gerencia de Investigación Económica Banco Central de Chile, 2001.
- Bértola, Luis, "Bolivia (Estado Plurinacional de), Chile y Perú desde la Independencia: Una Historia de Conflictos, transformaciones, inercias y desigualdad". Bértola, Luis y Pablo Gerchunoff (comps.). *Institucionalidad y Desarrollo Económico en América Latina*. Santiago. CEPAL. 2011.
- Bertoni, Reto, "El modelo energético de la "Suiza de América" como problema. Aportes de un análisis sectorial del consumo en Uruguay". *Revista Uruguaya de Historia Económica*. Año 1. N° 1. 2011.
- Bertoni, Reto y Román, Carolina, "Auge y Ocaso del Carbón Mineral en Uruguay. Un Análisis Histórico desde Fines del Siglo XIX Hasta la Actualidad". *Revista de Historia Económica*. Vol. 31. Issue 3. 2013.
- Bertoni, Reto y Willebald, Henry, "Do Natural Energy Endowments Matter?. New Zeland and Uruguay in a Comparative Perspective. 1870 – 1940". *Australian Economic History Review*. Vol. 56. No. 1. 2016.
- Bobiller, Eugenio, "La Compañía Huanchaca de Bolivia". *Anales del Instituto de Ingenieros*. Tomo XII. N° 81. 1897.
- CORFO, *Geografía Económica de Chile*. Tomo II y III. Santiago, La Nación, 1950.
- Delcourt, Edmundo, *Estudio Sobre la Cuestión Carbonera en Chile*. Santiago, Soc. Imprenta y Litografía Universo, 1924.
- ENDESA, *Producción y Consumo de Energía en Chile*. Santiago, ENDESA, 1965.
- ENDESA, *ENDESA: 50 Años*. Santiago, Editorial Lord Cochrane, 1993.
- Feliú, Manuel, *100 años de minería en Chile*. Santiago, Lead, 1983.

- Folchi, Mauricio y María del Mar Rubio, "El Consumo de Energía Fósil y la Especificidad de la Transición Energética en América Latina, 1900 – 1930". *III Simposio Latinoamericano y Caribeño de Historia Ambiental*. Sevilla, Carmona, 2006.
- Galaz-Mandakovic, Damir, "Industrialización Minera, Urbanización e Innovación en las Relaciones Sociales en el Sudoeste del Altiplano Boliviano. El caso de la Compañía Huanchaca de Bolivia. 1834 – 1930". *Estudios Atacameños*. N° 52. 2016.
- González, S., Calderón, R. y Artaza, P., "El Fin del Ciclo de Expansión del Salitre en Chile. La Inflexión de 1919 como Crisis Estructural". *Revista de Historia Industrial*. N° 65. Año XXV. 2016.
- Guajardo, Guillermo, *Tecnología, Estado y Ferrocarriles en Chile, 1850 – 1950*. México D.F., Fundación de los Ferrocarriles Españoles, 2007.
- Halkos, Georges, "The evolution of environmental thinking in economics". MPRA Paper 35580. University Library of Munich. 2011.
- Ibáñez Santa María, Adolfo, "Los Ingenieros, el Estado y la Política en Chile: del Ministerio de Fomento a la Corporación de Fomento: 1927-1939". *Historia*. Vol. 18. 1983.
- Ingenieros de Chile, A. (2014). Sección editorial. La industria salitrera y el carbón nacional. *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile*, (7), Pág. 427-429. Consultado de <https://revistas.uchile.cl/index.php/AICH/article/view/33747/35455>
- Jofré, José, *Patrones de consumo aparente de energías modernas en América Latina, 1890-2003*. Tesis Doctoral. Barcelona, Universitat de Barcelona, 2012.
- Kander, Astrid, Malanima, Paolo y Paul Warde, *Power to the people: Energy in Europe over the last five centuries*. Princeton, Princeton University Press, 2014.
- Marín Vicuña, Santiago, *La Industria del Cobre en Chile*. Santiago, Ed. Universitaria, 1920.
- Martínez, Gerardo, Orígenes y Desarrollo de Chuquicamata bajo la Chile Exploration Company, 1943. Consultado en Memoria Chilena el 25 de abril de 2018: <http://www.memoriachilena.cl/602/w3-article-80777.html>
- Meller, Patricio, *Un Siglo de Economía Política Chilena (1890 – 1990)*. Santiago, Editorial Andrés Bello, 1996.
- Millán, Augusto, *La Minería Metálica en Chile en el siglo XX*. Santiago, Ed. Universitaria, 2006.
- Ortega, Luis, *Chile en Ruta al Capitalismo. Cambio, euforia y depresión. 1850 – 1880*. Santiago, LOM, 2005.
- Pinto, Jorge y Luis Ortega, *Expansión Minera y Desarrollo Industrial: Un caso de Crecimiento Asociado (1850 – 1914)*. Santiago, U. de Santiago-Depto. de Historia, 1990.

- Rubio, María del Mar, César Yáñez, Mauricio Folchi, y Albert Carreras, "Energy as an Indicator of Modernization in Latin America, 1890-1925". *The Economic History Review*. Vol. 63. Issue 3. 2010.
- Rubio, María del Mar y Mauricio Folchi, "Will small energy consumers be faster in transition? Evidence from the early shift from coal to oil in Latin America". *Energy Policy*. N° 50. 2012.
- Rubio, María del Mar y Xavier Tafunell, "Latin American hydropower: A century of uneven evolution". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. N° 38. 2012.
- Sandmo, Agnar. "The Early History of Environmental Economics". *Review of Environmental Economics and Policy*. Vol. 9. Issue 1. 2015.
- Smil, Vaclav, "World history and energy". C. Cleveland (ed.). *Encyclopedia of Energy*. Vol. 6. 2004.
- Yáñez, César y José Jofré, "Modernización Económica y Consumo Energético en Chile. 1844 – 1930". *Historia 396*. Vol. 1. N°. 1. 2011.
- Yáñez, César, María del Mar Rubio, José Jofre y Albert Carreras, "El Consumo de Carbón Mineral en América Latina. 1841 – 2000. Una Historia de Progreso y Frustración". *Revista de Historia Industrial*. N° 53. 2013.
- Yáñez, César y Martín Garrido Lepe, "El Consumo de Carbón en Chile: 1933 – 1960. Transición Energética y Cambio Estructural". *Revista Uruguaya de Historia Económica*. Vol V. N° 8. 2015.
- Yáñez, César y Martín Garrido Lepe, "El Tercer Ciclo del Carbón en Chile, 1973 – 2013. Del Climaterio al Rejuvenecimiento". *Revista América Latina en la Historia Económica*. Año 24. N° 3. 2017.
- Yáñez, César, "El Arranque del Sector Eléctrico Chileno, 1897-1931. Un Enfoque desde las Empresa de Generación". Manuel Llorca-Jaña y Diego Barría (ed.). *Empresas y Empresarios en la Historia de Chile: 1810 – 1930*. Santiago. Ed. Universitaria. 2017.
- Palma, Gabriel, "Chile 1914 – 1935: De Economía Exportadora a Sustitutiva de Importaciones". *Estudios Cieplan*. Vol. 12. 1984.
- Ville, Simon, "Divergence and Convergence. New and Shifting Paradigms in Comparative Economic History". *Australian Economic History Review*. Vol. 55. No. 1. 2015.
- Zauschquevich, Andrés y Alexander Sutulov, *El Cobre Chileno*. Santiago, Ed. Universitaria, 1975.

[Recibido el 17 de enero de 2017 y Aceptado el 20 de agosto de 2017]