

**UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
ESCUELA DE INGENIERÍA COMERCIAL**



**“ANÁLISIS DEL SISTEMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y SU
RELACIÓN CON EL SECTOR DE LA MINERÍA DEL COBRE.
PERÍODO 2002-2012”**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN
CIENCIAS EN LA ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS Y AL TÍTULO DE
INGENIERO COMERCIAL**

**PROFESORA GUÍA: SRA. LUZ ARÉVALO GONZÁLEZ
GUILLERMO ANTONIO DÍAZ BARRIOS**

VIÑA DEL MAR, 2014

Dedico esta memoria a mis
Padres Angélica y Guillermo, y
a mi Hermano, Carlos.

A mis Abuelas y Abuelos, como
también a quienes me han
apoyado durante el transcurso
de los años.

Quisiera agradecer a mi Madre, por su apoyo incondicional. A mi Padre, por transmitirme el concepto de la Rigurosidad.

Adicionalmente, dar las gracias a quien fue la persona que guió la presente memoria, la Sra. Luz Arévalo González. Por sus conocimientos, apoyo y calidad humana, que permitieron encausar el logro de mi objetivo.

A todos aquellos profesores de la Escuela que participaron en el desarrollo de esta memoria, como a su vez por la entrega de sus conocimientos y perspectivas expuestas en el Aula.

ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
RESUMEN	iv
ABSTRACT	iv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	5
1.1 Microeconomía.	5
1.2 Macroeconomía.	9
1.2.1 El Producto Interno Bruto (PIB).	9
1.2.2 Tipos de Cambio Monetario.	11
1.3 Ventaja Comparativa y Absoluta.	13
1.4 Procesos Productivos.	14
1.4.1 Estructura de Procesos.	15
1.5 Metodología de Investigación.	15
1.5.1 Investigación Analítica Descriptiva.	16
1.5.2 Investigación Cuantitativa.	16
1.6 Estadística.	17
1.7 Conceptos Básicos de Sistemas Eléctricos.	18
1.7.1 La Electricidad.	18
1.7.2 Proceso de Producción.	19
1.7.3 Proceso de Transmisión.	19
1.7.4 Proceso de Distribución.	19
1.8 Obtención y Procesamiento de Datos.	20
CAPÍTULO II: ANÁLISIS DEL MERCADO ELÉCTRICO CHILENO Y LA GRAN MINERÍA CHILENA DEL COBRE	22
2.1 El Mercado Eléctrico Chileno.	22

2.2 El Sistema Eléctrico Chileno.	23
2.2.1 Sistema Interconectado del Norte Grande.	23
2.2.2 Sistema Interconectado Central (SIC).	24
2.2.3 Sistema Eléctrico de Aysén.	25
2.2.4 Sistema Eléctrico de Magallanes.	25
2.3 Principales Actores en la Generación de Energía Eléctrica.	25
2.4 Fuentes Energéticas para la Generación de Electricidad.	27
2.4.1 Generadoras Hidráulicas.	28
2.4.1 Generadoras Térmicas.	28
2.4.3 Generadoras de Ciclo Combinado.	28
2.4.4 Generadoras de Energía Renovable no Convencional (ERNC).	29
2.5 Demanda de Electricidad en Chile.	29
2.5.1 Tipos de Clientes.	31
2.6 Principales Instituciones del Estado en el Sistema Eléctrico Chileno.	32
2.7 La Gran Minería del Cobre Chileno y su Vinculación con el Sistema Eléctrico Chileno.	33
CÁPITULO III: LA GRAN MINERÍA DEL COBRE Y SU RELACIÓN CON EL SISTEMA DE GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD	35
3.1 Análisis de la Generación de Electricidad en el Sistema Interconectado Norte Grande (SING).	35
3.1.1 Capacidad Instalada de Generación Eléctrica.	35
3.1.2 Costos de la Energía Eléctrica en el Sistema Interconectado Norte Grande.	38
3.2 Análisis de la Generación de Electricidad en el Sistema Interconectado Cental (SIC).	41
3.2.1 Capacidad Instalada de Generación Eléctrica.	41
3.2.2 Costos de la Energía Eléctrica en el Sistema Interconectado Central.	43
3.3 La Gran Minería del Cobre Chileno.	44
3.3.1 Productos de la Gran Minería del Cobre.	46
3.3.2 Producción de Cobre en Chile.	47
3.4 Consumo de Energía Eléctrica en la Gran Minería del Cobre.	48
3.4.1 Costos de la Electricidad en la Minería del Cobre en el Sistema Interconectado Norte Grande.	51

3.4.2 Costos de la Electricidad en la Minería del Cobre en el Sistema Interconectado Central.....	53
3.5 Influencia de la Minería del Cobre en el Producto Interno Bruto.....	57
3.5.1 Influencia del Gran Minería del Cobre, en el PIB por Actividad Económica.....	61
CONCLUSIONES	65
REFERENCIAS	71
ANEXOS.....	78
Anexo 1: Variaciones porcentuales por tipo de clientes en el SING. Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de CDEC-SING.....	78
Anexo 2: Variaciones porcentuales por tipo de clientes en el SIC.	79
Anexo 3: Ponderación de productos generados de los procesos productivos. Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de COCHILCO.	80
Anexo 4: Coeficientes unitarios de consumo eléctrico por TMF de cobre por proceso, a nivel país.....	81
Anexo 5: Coeficientes unitarios de consumo eléctrico por TMF de cobre por proceso, SING. Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de COCHILCO.	82
Anexo 6: Coeficientes unitarios de consumo eléctrico por TMF de cobre por proceso, SIC.	83
Anexo 7: Demanda a nivel país de MW por consumo de energía eléctrica en la Gran Minería del Cobre vs. Capacidad Instalada SIC.....	84
Anexo 8: Costos Marginales SIC proyectados desde Marzo 2013 a futuro.....	85
Anexo 9: Costo del consumo de energía eléctrica, por procesos para clientes libres en el SIC, en términos reales, manteniendo constante PMM de Diciembre de 2012 y coeficiente de consumo de energía eléctrica por TMF en el año 2012.	86
Anexo 10: Producción desestacionalizada de Toneladas Métricas de Cobre Fino, generada a partir de sus distintas líneas de procesos, para empresas mineras, en el SING.	87
Anexo 11: Producción desestacionalizada de Toneladas Métricas de Cobre Fino, generada a partir de sus distintas líneas de procesos, para empresas mineras, en el SIC.	90

RESUMEN

La presente Tesis aborda dos temas de relevancia para el país, tratándose del Sistema de Generación de Electricidad, como por otro lado, a la Gran Minería del Cobre en Chile. Aquí, se relacionan ambos sectores, para entender su interacción dentro de la economía nacional, abordándose tanto la capacidad de producción como demanda de la energía eléctrica. Además, se relacionarán los distintos procesos de la cadena de producción del mineral del cobre, como en sus principales productos generados a partir de sus líneas de procesos productivos, para finalmente relacionarlos con el consumo energía eléctrica, y así tratar de entender cómo afectan los costos de éste insumo a la Gran Minería del Cobre en Chile.

ABSTRACT

This Thesis approaches on two themes of relevance for the country, is the case of the Electric Generation System, and by other side, the Biggest Copper Mining Industry in Chile. Here, both sectors been linked up, to understand their interaction on the national economy, approaching to the production capacity as the demand of electric energy. Moreover, they relate the differents process of the chain production of the copper mineral, as it's principal products generated from their line production process, and finally related them with the consumption of electric energy, to understand how afect the cost of this input to the Biggest Copper Mining Industry in Chile.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos 10 años, se ha ido intensificando en Chile la discusión sobre el mercado energético en lo respectivo a sus distintas formas de generación y los costos que se atribuyen a ésta a lo largo del país, en función de la importancia que tienen para la economía nacional al mediano y largo plazo. Sin embargo, en los últimos años la realización de grandes proyectos de generación eléctrica se han visto truncados, en especial proyectos de centrales térmicas e hidroeléctricas, lo cual pondría teóricamente en jaque la cobertura de la demanda por electricidad a mediano y largo plazo para los distintos sectores de la economía nacional.

Por otra parte, según la Comisión Nacional de Energía, las proyecciones para el año 2020 se estiman en una demanda de 100.000 GWh, por lo que se tendría que aumentar la oferta energética en más de 8.000 MW en nuevos proyectos de generación eléctrica.

Este estudio cobra relevancia especialmente en el sector de la minería chilena del cobre. Considerando que, del total de embarques de exportaciones el sector de la minería el año 2011 esta tuvo una participación del 61,1%, con 49.243,9 (millones de US\$ FOB), de los cuales 42.664 (millones de US\$ FOB), fueron aportados por el mineral del cobre; de aquí se considera la importancia de éste para nuestra economía y del porqué se le considera como parte del objeto de estudio, según datos aportados por Servicio Nacional de Geología y Minería.

Dentro del mercado eléctrico nacional, se consideran también los distintos el proceso de transmisión energética, los cuales se encuentran divididos en 4 áreas geográficas. Al ser un sistema fraccionado, no permite aprovechar las ventajas comparativas en las cuales se encuentran insertos los otros sistemas.

El problema de la generación de electricidad en Chile, radica en el fraccionamiento de los sistemas eléctricos como en la falta de nuevos proyectos de generación, que condicionan por un lado la cobertura de la demanda por energía a largo plazo, como también influyen en los costos monetarios que asumen los distintos consumidores de este servicio, siendo éstos unos de los más altos de la OCDE, y en último término, condicionando la competitividad del país.

De hecho, para la industria minera los costos por consumo eléctrico tienen una importancia considerable, ya que, según un artículo del diario financiero consigna que “los costos energéticos no serán viables para los proyectos mineros, que no resisten pagar más allá de US\$110/MW”¹. Es más, en el mismo artículo se señala que, “el escenario preocupa a la minería toda vez que sus previsiones indican que a partir de 2016 el costo marginal en el SING estaría marcado por el diésel y podría llegar a los US\$200 MWh”². Cabría entonces analizar, cual es la situación actual de la minería, en especial del cobre, en relación a los costos en que esta incurre por el consumo de energía eléctrica y de como afectaría a sus utilidades

¹ Diario Financiero. (2013). *Cambios de contratos eléctricos amenazan a las compañías mineras*. [En línea]. <http://w2.df.cl/cambios-de-contratos-electricos-amenazan-a-las-companias-mineras/prontus_df/2013-05-02/210756.html> [Consultado: 20 de junio de 2013].

² Ibid.

en caso de que se presente alguna situación como la planteada en el Diario Financiero.

El objetivo general de la presente tesis es establecer cómo se relacionan los precios por concepto de generación eléctrica con el sector de la minería del Cobre, y cómo afectarían en último término al aporte que realiza la minería del cobre como actividad económica dentro del PIB. Con respecto a los objetivos específicos, se indican:

- a) Especificar el sistema de generación eléctrica en Chile.
- b) Determinar cual es el consumo actual de energía eléctrica, por parte de la Minería del Cobre.
- c) Estimar cual es el margen de utilidad de la Minería del Cobre, considerando distintos escenarios, tanto para ingresos como en los costos por consumo de energía eléctrica.
- d) Estimar la participación de la Minería del cobre como actividad económica, dentro del Producto Interno Bruto.

Con respecto a la formulación de las preguntas de la investigación se indican:

-¿Cuáles son los elementos o componentes que forman parte del mercado eléctrico chileno?

-¿Cuál es la demanda de energía eléctrica por parte de la Gran Minería del Cobre?

-¿Cuál es el precio de la energía eléctrica a los cuales se ve sometida la minería del cobre?

-¿Cuáles son los efectos de una variación de los precios de generación eléctrica en la sector de la minería del cobre?

-¿Cómo afecta al País, la minería del cobre, ante una variación en su contribución como actividad económica?

El método de investigación a emplear se basa en dos tipos; una parte en la de tipo analítica descriptiva, orientada a describir y evaluar la situación en que se encuentra el mercado de la electricidad en Chile. Se utilizarán instrumentos de investigación como recopilación de información de estudios similares y análisis de bases datos, que permitan definir conceptos como indicadores para el cumplimiento de los objetivos planteados, como también una revisión bibliográfica de la metodología de la investigación.

La segunda metodología a utilizar se basará en la aplicación de la investigación de cuantitativa, a través de un análisis estadístico, para conocer el comportamiento de ambos sectores e intentar establecer ciertas conclusiones, las cuales permitan dar una respuesta a las preguntas de investigación aquí planteadas.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se abordarán conceptos que se estiman necesarios de manejar para el desarrollo de la presente investigación, analizando conceptos de economía tales como oferta y demanda, Producto Interno Bruto o Tipos de cambio monetario, entre otros, además de incorporar conceptos de metodología de la investigación, tales como investigación descriptiva y cuantitativa, ésta última con su herramienta de medición que en este caso será mediante un análisis estadístico, hasta incluir conceptos básicos de un Sistema Eléctrico.

1.1 Microeconomía.

Si bien es cierto que el análisis principal se centra en un enfoque macroeconómico, resulta imprescindible comprender ciertos conceptos que se relacionan con el sistema eléctrico chileno y que se involucran con términos que son objeto de estudio de la microeconomía. Se entiende por ésta, la rama de la economía que “se ocupa de la conducta de unidades económicas individuales. Estas unidades son los consumidores, los trabajadores, los inversores, los propietarios de tierra, las empresas”³, en general, se ocupa de estudiar las decisiones económicas de las instituciones o personas que participan dentro de la economía.

³ PINDYCK, Robert; RUBINFELD, Daniel. *Microeconomía*. 7ª ed. Madrid, España: Pearson Educación S.A., 2009. P.3.

Otro aspecto importante de la microeconomía se refiere a que se enfoca en cómo se relacionan las distintas unidades individuales y son capaces de formar unidades económicas más grandes, agrupadas bajo el concepto de mercados e industrias⁴.

En general, la economía se compone de dos partes, compradores (demandantes) y vendedores (oferentes); donde los primeros corresponden a empresas o personas que requieren para sí distintos bienes y servicios, a contraparte de los vendedores que ponen a disposición de los demandantes distintos bienes y servicios para ser consumidos, en donde la interrelación entre éstos conforman lo que se denomina un mercado, el cual se define como “un conjunto de compradores y vendedores que, por medio de sus interacciones reales o potenciales, determinan el precio de un producto o de un conjunto de productos”⁵, y por industrias se debe entender a aquellas empresas que ofrecen productos similares o complementarios entre sí.

Para entender el comportamiento de un mercado, se necesita comprender como interactúan oferentes y demandantes, lo cual se aborda por medio del modelo de la oferta y la demanda, que se basa en curvas de oferta y demanda respectivamente. Ambas curvas se basan en la interacción de la cantidad (Q) de un bien o servicio entregado a los demandantes, en función de un precio

⁴ PINDYCK, Robert; RUBINFELD, Daniel. *Microeconomía*. 7ª ed. Madrid, España: Pearson Educación S.A., 2009. P.3

⁵ Ibid. P.3.

determinado y que, al igualarse la cantidad del bien o servicio entregado por parte de los oferentes a los demandantes se produce un equilibrio de mercado.

Sin embargo, las curvas de oferta y demanda pueden verse afectadas o influenciadas por otras variables distintas al precio, por ejemplo en el lado de la oferta se pueden considerar los costos de producción, salarios que se pagan a los trabajadores o los insumos para generar un bien o servicio. Por el lado de la demanda los factores que pueden modificar la curva de demanda como el nivel de renta de los consumidores, factores meteorológicos, precios de otros bienes, entre otros.

Dentro de los mercados se pueden clasificar teóricamente en mercados perfectamente competitivos y otros que no son competitivos. Según Pindyck y Rubinfeld⁶, los mercados perfectamente competitivos poseen las siguientes características:

- Las empresas son precio-aceptantes: Se basa en la existencia de muchas empresas, las cuales tienen una pequeña participación de mercado, en la producción total de bienes y servicios, por lo cual sus decisiones no afectan el precio de los productos, por lo cual se dice que son precio-aceptantes.
- Homogeneidad del producto: Consiste en que los servicios o productos desarrollados por las empresas son similares o idénticos, lo cual lleva a que

⁶ PINDYCK, Robert; RUBINFELD, Daniel. *Microeconomía*. 7ª ed. Madrid, España: Pearson Educación S.A., 2009.

éstos sean sustitutos perfectos⁷, lo cual garantizaría una homogeneización en los precios a causa de las grandes similitudes entre los servicios o productos.

- Libertad de entrada y salida: Éste se caracteriza porque no existen costos especiales para que nuevas empresas entren al mercado o puedan retirarse de éste si no obtienen beneficios. Además “los compradores pueden cambiar fácilmente de proveedor y los proveedores pueden entrar o salir fácilmente del mercado”⁸.

En lo que se refiere a los mercados no competitivos, éstos se caracterizan por la existencia de una o varias empresas que pueden ejercer influencia en la determinación de los precios de bienes o servicios, lo que se conoce como poder de mercado⁹. Dentro de este tipo de mercados destaca el monopolio, donde existe un solo oferente y múltiples demandantes de bienes y servicios. El monopolista se encuentra en una posición privilegiada, ya que éste “es el mercado y controla absolutamente la cantidad de producción que pone en venta”¹⁰. Sin embargo, eso no conlleva a que el monopolista establezca precios relativamente altos, en el sentido de que posiblemente el mercado objetivo de éste no este dispuesto a pagar un precio tan alto por adquirir los bienes o servicios que él pueda entregar, impidiendo que este pueda maximizar sus beneficios monetarios.

⁷ PINDYCK, Robert; RUBINFELD, Daniel. *Microeconomía*. 7ª ed. Madrid, España: Pearson Educación S.A., 2009. P. 306

⁸ Ibid. P. 307

⁹ Ibid. P. 393

¹⁰ Ibid. P. 396

1.2 Macroeconomía.

Por otra parte, esta investigación también tiene por objetivo analizar las consecuencias económicas que tiene el sistema de generación eléctrica, en la minería del cobre y su influencia sobre determinadas variables de la economía chilena. La manera de cómo se pretende determinar la influencia de éstos, se basa en la medición del Producto Interno Bruto y de los componentes que lo conforman.

1.2.1 El Producto Interno Bruto (PIB).

La medición del PIB es objeto de estudio de la economía, específicamente del área de la macroeconomía, que “estudia el crecimiento y las fluctuaciones de la economía de un país desde una perspectiva amplia, esto es que no se preocupa en demasiados detalles sobre un sector o negocio en particular”¹¹, esto significa que esta disciplina no se preocupa detalladamente de las decisiones que toman individualmente familias y empresas, sino que analizan la sumatoria de todas las familias y empresas de un país y de cómo afectan a distintas variables económicas.

El Producto Interno Bruto, busca medir el valor total de los bienes y servicios finales producidos dentro de una economía, existiendo dos tipos de PIB, uno es el *PIB nominal*, que “mide el valor de bienes y servicios de acuerdo con su precio de

¹¹ LARRAÍN, Felipe; SACHS, Jeffrey. *Macroeconomía en la economía global*. 2ª ed. Buenos Aires, Argentina: Pearson Education, 2002. P. 3.

mercado corriente”¹² y el otro es *PIB real* que busca medir el volumen de producción para un cierto intervalo de tiempo, ajustado a una situación base.

Existen 3 formas de medir el PIB, las cuales son:

- Método del Gasto: Éste consiste en la sumatoria de todas las demandas de bienes y servicios finales, dentro de un lapso de tiempo establecido y se calcula de la siguiente manera:

$$PIB = C + I + G + NX$$

Donde *C* corresponde al consumo de las familias, *I* corresponde a las inversiones de capital que se realizan en la economía, *G* corresponde al gasto realizado por el gobierno y *NX*, son las exportaciones netas¹³.

- Método del Valor Agregado: Consiste en la suma del valor agregado de un producto o servicio de los distintos sectores de la economía, entendiéndose por valor agregado “el valor de mercado del producto en cada etapa de producción, menos el valor de mercado de los insumos utilizados para obtener dicho producto”¹⁴.

¹² LARRAÍN, Felipe; SACHS, Jeffrey. *Macroeconomía en la economía global*. 2ª ed. Buenos Aires, Argentina: Pearson Education, 2002. P. 5.

¹³ Ibid. P. 27

¹⁴ Ibid. P. 27.

- Método del Ingreso: Se basa en la suma de los ingresos por concepto de factores de capital y trabajo. Existen diferentes formas para calcular el ingreso, destacando el *ingreso doméstico*, que es similar al PIB y corresponde a la suma del ingreso por concepto de trabajo y capital¹⁵.

1.2.2 Tipos de Cambio Monetario.

Otro aspecto a considerar se refiere a los Tipos de Cambio Monetarios. Esto se relaciona con el tema de investigación en dos sentidos; por un lado, que el cobre se comercializa en los mercados internacionales en base a una unidad monetaria distinta del peso chileno, lo cual afectaría a las exportaciones netas y en último término al PIB. La otra arista, se refiere a cómo se determinan los costos de producción de energía, los cuales se estiman al igual que el cobre en una unidad monetaria diferente al peso chileno, y que al realizarse las conversiones a moneda local, los niveles de precios suelen variar a causa de los tipos de cambio¹⁶.

Para Larraín y Sachs¹⁷, el dinero se considera como un activo de alta liquidez y que cumple la función de medio de cambio aceptado por las personas, lo cual le confiere un poder sobre bienes y servicios para que éstos puedan ser adquiridos, ya sea por empresas o individuos. El dinero tiene tres características:

- Sirve como medio intercambio.

¹⁵ LARRAÍN, Felipe; SACHS, Jeffrey. *Macroeconomía en la economía global*. 2ª ed. Buenos Aires, Argentina: Pearson Education, 2002.

¹⁶ Ibid.

¹⁷ Ibid.

- Sirve como unidad de conteo.
- Sirve como reserva de valor.

Chile al estar integrado a los mercados internacionales, los bienes y servicios que se producen interior del país, los cuales al momento de ponerse a disposición de demandantes fuera de las fronteras, el precio dichas las mercancías tiende a valorarse en unidades monetarias distintas a la local. Esta situación se aplica también para bienes o servicios que se demandan desde Chile a los distintos mercados internacionales.

El Tipo de Cambio “mide el valor de mercado de una moneda nacional en relación con otra moneda”¹⁸. En este estudio se considerarán dos tipos de cambio, un tipo de cambio flotante y uno fijo. En el primero las ofertas y demandas monetarias se ajustan libremente en la determinación del tipo de cambio, de lo cual se derivan ciertas consecuencias de este tipo de equilibrio, las cuales son la depreciación y apreciación cambiaria. La primera se refiere a que cuesta más conseguir una unidad de moneda internacional respecto de la nacional; por el contrario la moneda nacional se aprecia, cuando se consigue una unidad de moneda extranjera con una menor cantidad de moneda nacional.

El otro Tipo de Cambio se caracteriza porque se fija un precio para la moneda extranjera respecto de la nacional, el cual generalmente es respaldado por el

¹⁸ LARRAÍN, Felipe; SACHS, Jeffrey. *Macroeconomía en la economía global*. 2ª ed. Buenos Aires, Argentina: Pearson Education, 2002. P. 152

Banco Central del país que desea mantener este Tipo de Cambio, sin embargo a largo plazo esta opción puede ser riesgosa para instituciones de este tipo, ya que deben ocupar sus propias reservas de dinero para mantener la estabilidad cambiaria.

1.3 Ventaja Comparativa y Absoluta.

Como se mencionó en la introducción los sistemas eléctricos chilenos, se encuentran con fuentes de energía que poseen una ventaja comparativa respecto de otras. Se entiende por ventaja comparativa cuando un país 1 frente a otro 2, “en la producción de un bien si el coste de producirlo en 1, en relación con el coste de producir otros, en 1, es menor que el coste de producirlo en 2 en relación con producir otros”¹⁹. Aplicado al sistema a las fuentes energéticas, se entendería que al intentar producir energía con un determinado tipo de fuente, su coste es menor que al intentar producir energía con otro tipo de fuentes.

Se define como ventaja absoluta “cuando comparan la productividad de una persona, empresa o país con la de otro. El productor que necesita una cantidad menor de factores para producir un bien se dice que tiene la ventaja absoluta en la producción de ese bien”²⁰. La productividad es la razón de bienes o servicios generados durante una unidad de tiempo específica.

¹⁹ PINDYCK, Robert; RUBINFELD, Daniel. *Microeconomía*. 7ª ed. Madrid, España: Pearson Educación S.A., 2009. P.700.

²⁰ MANKIW, Gregory. *Principios de microeconomía*. 4ª ed. Madrid, España: McGraw-Hill Interamericana de España, S.A.U., 1998. P. 48.

1.4 Procesos Productivos.

Para entender el concepto de proceso productivo, hay que distinguir en primera instancia, lo que se define como proceso, siendo “cualquier actividad o grupo de actividades en las que se transforman uno o más insumos para obtener uno o mas productos para los clientes”²¹. Por otro lado, se define como producto “cualquier cosa que se puede ofrecer a un mercado para su atención, adquisición, uso o consumo, y que podría satisfacer un deseo o una necesidad”²², lo cual puede tener la característica de ser tangible o intangible.

Eso queda demostrado con la definición de Krajewski, Rizaman y Maholtra²³ de producto, que relaciona la transformación de materiales en bienes que tienen una forma física; en lo que respecta a los servicios Armstrong y Kotler²⁴, los caracterizan como una actividad o beneficio puramente intangibles y de los cuales no se obtiene su propiedad.

En virtud de lo anterior, se hará uso del concepto de producto y servicio en función de lo definido anteriormente.

²¹ KRAJEWSKI, Lee; MAHOLTRA, Manoj; RITZMAN, Larry. *Administración de Operaciones*. 8^{va} ed. México: Pearson Educación, 2008. P. 4

²² ARMSTRONG, Gary; KOTLER, Philip. *Fundamentos de Marketing*. 8^{va} ed. México: Pearson Educación, 2008. P. 199

²³ KRAJEWSKI, Lee; MAHOLTRA, Manoj; RITZMAN, Larry. *Administración de Operaciones*. 8^{va} ed. México: Pearson Educación, 2008.

²⁴ ARMSTRONG, Gary; KOTLER, Philip. *Fundamentos de Marketing*. 8^{va} ed. México: Pearson Educación, 2008.

1.4.1 Estructura de Procesos.

Otro aspecto importante que se debe considerar dentro de un proceso productivo, tiene que relación en cómo se configura el proceso de elaboración del o los diferentes productos que pretenda entregar una organización, siendo esto la estructura de procesos. Se define a la estructura de procesos como el diseño de “los procesos en relación con los tipos de recursos necesarios, cómo se repartirán los recursos entre los procesos y las características fundamentales de éstos”²⁵.

Para la elaboración de un producto, se pueden escoger cuatro opciones de proceso las cuales son los *Procesos de trabajo*, *Procesos por lotes*, *Procesos en línea* y los *Procesos de flujo continuo*²⁶, que se relacionan directamente con la cantidad de materiales y la personalización del producto.

1.5 Metodología de Investigación.

En la presente investigación se emplean dos metodologías para poder determinar la influencia del sistema eléctrico chileno, sobre la industria minera del cobre y de cómo se ve afectado el PIB ante una variación de estas dos macro variables.

²⁵ KRAJEWSKI, Lee; MAHOLTRA, Manoj; RITZMAN, Larry. *Administración de Operaciones*. 8^{va} ed. México: Pearson Educación, 2008. P. 122.

²⁶ Ibid. P.130.

1.5.1 Investigación Analítica Descriptiva.

La primera metodología es de tipo analítica descriptiva, orientada a describir y evaluar la situación en que se encuentra el mercado de la electricidad y la industria minera de cobre en Chile, para poder así establecer alguna relación entre éstos.

1.5.2 Investigación Cuantitativa.

La investigación cuantitativa “identifica una variada serie de conceptualizaciones y procedimientos no siempre afines, cuyo elemento común reside en la propiedad de objetivar el fenómeno en estudio a través de la medición u otras operaciones como la clasificación y el conteo”²⁷.

Para Hernández, Fernández y Baptista²⁸, la investigación cuantitativa constituye un proceso de creación de conocimiento mucho más riguroso y que consta de una serie de pasos que se deben seguir, destacando los siguientes:

- Concebir una idea, para luego plantear un problema específico y relacionado con ésta.
- Se deben recolectar datos mediante métodos estadísticos, para medir a través de variables, las hipótesis específicas propuestas en la investigación.

²⁷ BAR, Aníbal. *La metodología cuantitativa y su uso en América Latina*. [En línea] <<http://www.facso.uchile.cl/publicaciones/moebio/37/bar.pdf>> P.1. [Consultado: 5 de diciembre de 2012].

²⁸ BAPTISTA, Pilar; FERNÁNDEZ, Carlos; HERNÁNDEZ, Roberto. *Metodología de la investigación*. 5ª ed. Santafé de Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Interamericana, S.A, 2010.

Como se mencionó, es necesario comprender a qué se alude con el término de hipótesis y variable(s), ya que son aristas importantes dentro del proceso de investigación. Las primeras se refieren a las ideas que se intentan probar y que se establecen como explicaciones prematuras ante el problema de investigación, las cuales deben ser probadas, para ver si éstas se aceptan o refutan al culminar de la investigación; mientras que las segundas se definen como “una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse y observarse”²⁹, las cuales toman importancia cuando pueden relacionarse con otras u otro tipo de variables (Variables dependientes – Variables independientes).

1.6 Estadística.

Se define a la estadística, como “la rama de las matemáticas que examina las formas de procesar y analizar datos”³⁰. Sin embargo existen definiciones que pretenden ser más exactas al momento de definirla, ocupándose ésta “de los métodos científicos para recolectar, organizar, resumir, presentar y analizar datos, así como de sacar conclusiones válidas y tomar decisiones en base a este análisis”³¹

²⁹ BAPTISTA, Pilar; FERNÁNDEZ, Carlos; HERNÁNDEZ, Roberto. *Metodología de la investigación*. 5ª ed. Santafé de Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Interamericana, S.A., 2010. P. 93.

³⁰ BERENSON, Mark; KREHBIEL, Timothy; LEVINE, David. *Estadística para Administración*. 4ª ed. México: Pearson Educación, 2006. P. 2.

³¹ SPIEGEL, Murray; STEPHENS, Larry. *Estadística*. 3ª ed. D.F., México. McGraw-Hill Interamericana, S.A., 2002. P. 1.

1.7 Conceptos Básicos de Sistemas Eléctricos.

En lo que respecta al sistema eléctrico chileno, es necesario establecer conceptos básicos que permitan una mejor comprensión de las partes que lo integran. Primero, hay que establecer qué es lo que se entiende por electricidad, ya que éste es el producto central de los sistemas eléctricos.

1.7.1 La Electricidad.

La electricidad “es una propiedad fundamental de la materia originada en las partículas que la componen, y se puede manifestar tanto en reposo (electricidad estática) como en movimiento (corriente eléctrica)”³².

La energía eléctrica se puede obtener de fuentes primarias y secundarias. Las primeras se caracterizan por obtener energía a partir de algún recurso natural y forman parte de ésta el petróleo crudo, el gas natural, hidroenergía, geotermia, eólica, entre otras. Las segundas, son aquellas que obtienen energía a partir de otro recurso energético ya procesado. “Son fuentes energéticas secundarias la electricidad, toda amplia gama de derivados del petróleo, el carbón mineral y el gas manufacturado (o gas de ciudad)”³³

Los sistemas eléctricos de un país constan de 3 partes, las cuales son la producción, transmisión y distribución de la energía eléctrica.

³² McGraw-Hill. *Conceptos eléctricos básicos*. [En línea] <<http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448171578.pdf>> P. 8. [Consultado: 12 de diciembre de 2012].

³³ Comisión Nacional de Energía. *Energías secundarias*. [En línea] <<http://www.cne.cl/energias/fuentes-energeticas/energias-secundarias>> [Consultado: 12 de diciembre de 2012].

1.7.2 Proceso de Producción.

La producción de energía eléctrica está a cargo de las empresas generadoras de electricidad las cuales pueden ser de servicio público o generadoras de auto producción. Las primeras son entidades que productoras y que tienen por objetivo proveer energía eléctrica para ser consumida por terceras personas, ya sea de forma directa o indirecta. Las segundas son aquellas entidades que producen energía para su propia demanda, pero que en algunos casos pueden aportar parte de su producción a empresas de empresas de servicio público o distribuidoras.

1.7.3 Proceso de Transmisión.

El proceso de transmisión consiste en que la energía eléctrica generada, sea transportada por cables abarcando grandes distancias para entregar el producto a los distintos tipos de clientes. Además, el proceso de transmisión se encuentra segmentado en transmisión troncal, subtransmisión y adicional. En nuestro país “se considera como transmisión a toda línea o subestación con un voltaje o tensión superior a 23.000 volts”³⁴.

1.7.4 Proceso de Distribución.

Finalmente, el proceso de distribución consiste en la venta de energía eléctrica a los diferentes tipos de clientes que demandan este servicio; proceso que es

³⁴ Instituto Nacional de Estadísticas. *Energía eléctrica, Informe anual 2009*. [En línea] <http://www.ine.cl/filenews/files/2010/octubre/pdf/06_10_10/completaenergia09.pdf> P.9. [Consultado: 12 de diciembre de 2012].

efectuado por empresas que se encuentran dentro de una zona geográfica concesionada, mediante un conjunto de líneas y subestaciones que son fundamentales para transportar la energía desde las subestaciones primarias a los consumidores finales.

1.8 Obtención y Procesamiento de Datos.

La obtención de datos para la presente memoria, se obtendrán de los sitios web de la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO), Banco Central, Centro de Despacho Económico de Carga del Sistema Interconectado del Norte Grande de Chile (CDEC-SING), Centro de Despacho Económico de Carga del Sistema Interconectado Central (CDEC-SIC) y la Comisión Nacional de Energía (CNE).

En lo que respecta a la obtención y determinación, tanto de las unidades vendidas como producidas y procesadas de cobre; no se logró determinar una cifra exacta que permitiera cruzar los datos de producción con las unidades vendidas, debido a que se presentan en diferentes formas. Ante ello, se trabajó sólo con las unidades de producción, cifras que fueron desestacionalizadas y se presentan en los Anexos 10 y 11. Se establece entonces, que las unidades procesadas y terminadas de cada proceso productivo, equivalen a las mismas unidades puestas en venta. La unidad de producción que se estableció en esta memoria corresponde a la Tonelada Métrica de Cobre Fino (TMF). La valorización de la TMF, se estableció en función del valor de libra de cobre tranzada en la Bolsa de Metales de Londres.

En lo que se refiere a la valorización monetaria de las distintas unidades, se trabajó tanto en valor de moneda chilena (\$, pesos), como dólar Estadounidense (US\$ o USD). Para la conversión de dólares Estadounidenses a pesos, se utilizó el valor del dólar observado, para realizar las conversiones de monedas.

Para la determinación del valor de electricidad, se trabajó con la unidad de USD por Megawatt-hora (MWh.). El MWh, se valorizó desde Enero de 2002 a Octubre de 2006 a precio de Costo Marginal por generación de electricidad y a partir de Noviembre de 2006, se valorizó a Precio Medio de Mercado.

Por otro lado, para el cálculo de la potencia que se demanda para la generación de electricidad, tanto del Sistema Interconectado del Norte Grande como del Sistema Interconectado Central, se convirtieron MWh consumidos, a Megawatt (MW). Para la conversión de MWh a MW, se consideraron años de 365 días con 8.760 horas. Para la conversión de las TMF a MWh, se trabajó con los Coeficientes Unitarios de Consumo de Energía Eléctrica, entregados por COCHILCO.

Finalmente, la determinación de los costos totales de la Gran Minería del cobre, se estableció en función de los costos de electricidad, en donde éstos representan alrededor del 20% de los costos totales de la industria, asumiéndose dicho valor como constante para todo el espectro de meses analizados. Dicho valor del 20%, se justificará en el Capítulo III de la presente Tesis.

CÁPITULO II: ANÁLISIS DEL MERCADO ELÉCTRICO CHILENO Y LA GRAN MINERÍA CHILENA DEL COBRE

2.1 El Mercado Eléctrico Chileno.

Al hablar de un mercado nos estamos refiriendo a un lugar ficticio, que desde el punto de vista de la economía es donde interactúan las necesidades de oferentes y demandantes. En este caso, los oferentes lo conforman quienes generan, transmiten y distribuyen energía eléctrica; y los demandantes son aquellos quienes requieren de este producto, en último término desde los distribuidores. Sin embargo, también se da entre los oferentes una relación de oferta y demanda, donde las generadoras actúan como oferentes de energía eléctrica en lo que respecta a su producción y los demandantes son los distribuidores quienes contratan la entrega de un determinado volumen de megawatts. El proceso de transmisión actúa como intermediario entre generadoras y distribuidoras. Por otra parte las actividades de Generación, Transmisión y Distribución “son desarrolladas por empresas de capitales privados, regulados y fiscalizados por el Estado”³⁵

Es necesario, considerar el macroentorno en el cual se encuentra inserto el sistema eléctrico chileno y en un segundo plano, aunque no menor, describir dónde se sitúa la Gran Minería del Cobre en Chile. Es importante considerar aquí aspectos legales, políticos, económicos como tecnológicos.

³⁵ Instituto nacional de Estadísticas. *Metodología energía eléctrica*. [En línea] <http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/estadisticas_economicas/energia/metodologia/metodologia_energia_electrica_junio_09.pdf>. P.3. [Consultado: 2 de abril de 2013].

2.2 El Sistema Eléctrico Chileno.

Derivado de las particulares condiciones geográficas de nuestro país, el sistema eléctrico se encuentra dividido en 4 partes a los cuales están integrados por empresas que generan, transmiten y distribuyen electricidad.

2.2.1 Sistema Interconectado del Norte Grande.

Sistema que fue puesto en marcha a partir de 1993 y da cobertura a la demanda por energía eléctrica a partir de la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Antofagasta, caracterizado porque la mayoría de sus clientes son empresas mineras e industriales. La generación de electricidad, se crea mayoritariamente a partir de centrales térmicas, que a Enero de 2013, tuvo la siguiente composición:

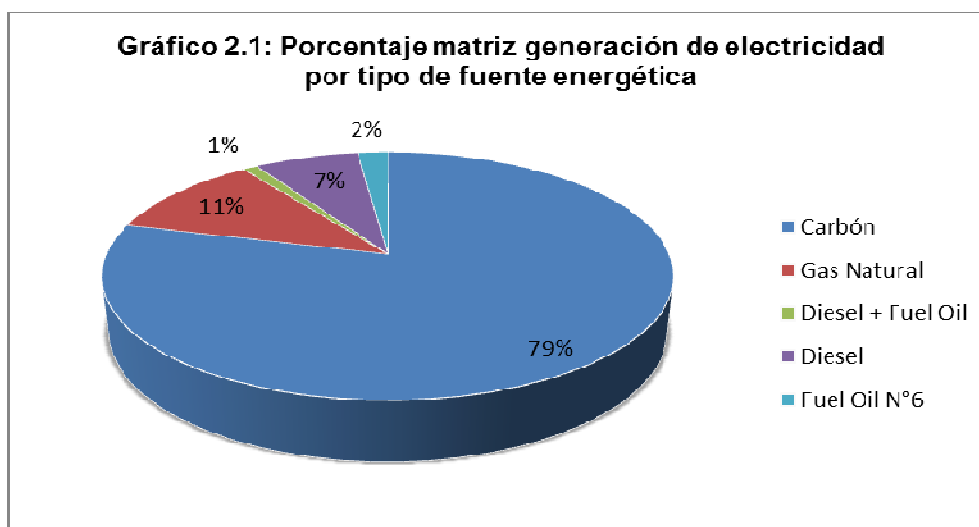


Figura 2.1: Generación de electricidad por tipo de fuente energética.
Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de SysteP, año 2013.

La capacidad instalada de las centrales que se encuentran dentro del SING suman un total de 4.586,2 MW³⁶. Sin embargo, hay que precisar que en el Sistema Interconectado del Norte Grande, para asegurar la estabilidad de la capacidad en generación, se consideran retiros programados de centrales energéticas con plazos determinados. Caso de aquello es que para el mes de Abril de 2013, se realizarán retiros por 536³⁷ MW.

2.2.2 Sistema Interconectado Central (SIC).

Sistema eléctrico creado en 1985, da cobertura a la demanda por energía eléctrica a partir de la ciudad de Taltal hasta la Isla Grande de Chiloé, cubriendo más del 90% de la demanda por electricidad en el país. La composición del parque generador se desglosa en que un 59,7%³⁸ de la energía eléctrica se produce mediante Centrales Termoeléctricas, un 40%³⁹ mediante Hidroelectricidad y un 0,3%⁴⁰ mediante Centrales Eólicas.

La capacidad instalada del SIC asciende a 13.545⁴¹ MW. Tal como se precisó para el SING, el Sistema Interconectado Central también cuenta con un protocolo de

³⁶ CDEC-SING. *Anuario y Estadísticas de Operación 2012*. [En línea]. <http://www.cdec-sing.cl/html_docs/anuario2012/esp/esp/assets/downloads/publication.pdf>. [Consultado: 4 de abril de 2013].

³⁷ SysteP. *Reporte Sector Eléctrico SIC - SING*. [En línea] <http://www.systeP.cl/documents/reportes/032013_SysteP_Reporte_Sector_Electrico.pdf>. P.33. [Consultado: 4 de abril de 2013].

³⁸ Ibid. P.5

³⁹ Ibid. P.5

⁴⁰ Ibid. P.5

⁴¹ Central Energía. *Capacidad instalada SIC*. [En línea] <<http://www.centralenergia.cl/centrales/capacidad-instalada-sic/>>. [Consultado: 4 de abril de 2013]

retiros programados de centrales con fines de mantención, que para Abril de 2013 suman un total de 833⁴² MW.

2.2.3 Sistema Eléctrico de Aysén.

Sistema eléctrico que abastece a la Región que lleva el mismo nombre y a parte de la Región de los Lagos. Cuenta con una capacidad instalada de 50⁴³ MW, compuesto por un parque generador basado mayoritariamente termoeléctrico, seguido de Centrales Hidroeléctricas y en menor cantidad por Centrales Eólicas.

2.2.4 Sistema Eléctrico de Magallanes.

Se ubica en la XII Región, contando con una capacidad instalada de 101⁴⁴ MW, estando la generación de electricidad a cargo fundamentalmente en base a Centrales Termoeléctricas, sólo escapa a la regla el funcionamiento de una Central Eólica.

2.3 Principales Actores en la Generación de Energía Eléctrica.

Tal como se mencionó en líneas anteriores, el proceso de generación eléctrica se encuentra en la iniciativa de entidades o instituciones privadas (empresas) y en

⁴² System. *Reporte Sector Eléctrico SIC - SING*. [En línea] <http://www.systep.cl/documents/reportes/032013_Systep_Reporte_Sector_Electrico.pdf>. P.14. [Consultado: 8 de abril de 2013].

⁴³ Central Energía. (2012). *Capacidad instalada Aysén*. [En línea] <<http://www.centralenergia.cl/centrales/capacidad-instalada-aysen/>>. [Consultado: 8 de abril de 2013].

⁴⁴ Central Energía. (2012). *Capacidad instalada Magallanes*. [En línea] <<http://www.centralenergia.cl/centrales/capacidad-instalada-magallanes/>>. [Consultado: 8 de abril de 2013].

donde el Estado se encarga de regular y fiscalizar las actividades desarrolladas por éstos.

La actividad de generación – también en transmisión y distribución – eléctrica tanto para el SING como para el SIC, es coordinada por un Centro de Despacho Económico de Carga (CDEC) asignado a cada sistema interconectado. Dichos CDEC, son definidos a partir del DFL N°1 del año 1982, del Ministerio de Minería y por el Decreto 297 del año 2007, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción que establece la estructura, funcionamiento y financiamiento de los Centros de Despacho Económico de Carga. Estos CDEC se crean cuando un sistema eléctrico posee una capacidad instalada de a lo menos 200 MW. Entre las principales funciones de los CDEC, destacan “preservar la seguridad global del sistema eléctrico, garantizar la operación más económica para el conjunto de las instalaciones del sistema eléctrico y garantizar el acceso abierto a los sistemas de transmisión troncal y de subtransmisión”⁴⁵.

Respecto de las empresas que participan en el mercado de generación eléctrica se dividirán en función de los sistemas interconectados presentes en el país. Respecto de las empresas que participan en el SIC, 5 son las más importantes

⁴⁵ Biblioteca del Congreso Nacional. *Decreto 291*. [En línea]. <<http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=275192>>. [Consultado: 9 de abril de 2013].

que crean más del 85%⁴⁶ de la energía eléctrica; estas son Endesa, Colbún, AES Gener, Guacolda y Pehuenche.

En relación a las empresas que se encuentran en el SING, también son 5 empresas los principales agentes generadores de energía, los cuales aportan a Febrero de 2013 un 99% en la generación de electricidad. Estas empresas son E-CL, AES Gener, Norgener, Celta y GasAtacama.

2.4 Fuentes Energéticas para la Generación de Electricidad.

Para producir energía eléctrica, se necesita tener de alguna fuente de energía, que consiste en “los recursos o medios naturales capaces de producir algún tipo de energía”⁴⁷, las cuales pueden ser primarias o secundarias. Fuentes primarias son todas aquellas provenientes de recursos naturales, que sin someterse a ningún proceso se puede obtener de ellas energía; las fuentes secundarias son “productos resultantes de las transformaciones o elaboración de recursos energéticos naturales o en determinados casos a partir de otra fuente energética ya elaborada”⁴⁸. En Chile, para la generación de electricidad se utilizan distintas fuentes, las cuales se pueden agrupar de acuerdo al mecanismo o la tecnología empleada por las centrales para la obtención de este producto, las cuales serían:

⁴⁶ Systep. *Reporte Sector Eléctrico SIC – SING*. [En línea] <http://www.systep.cl/documents/reportes/032013_Systep_Reporte_Sector_Electrico.pdf>. P.16. [Consultado: 9 de abril de 2013].

⁴⁷ CHILECTRA. *Qué es una Fuente de Energía*. [En línea]. <<http://www.chispita.cl/fuentes-de-energia/que-es-una-fuente-de-energia.html>>. [Consultado: 9 de abril de 2013].

⁴⁸ Comisión Nacional de Energía. *Energías Secundarias*. [En línea]. <<http://www.cne.cl/energias/fuentes-energeticas/energias-secundarias>>. [Consultado: 9 de abril de 2013].

2.4.1 Generadoras Hidráulicas.

Son aquellas centrales que producen energía eléctrica por medio de desniveles en cursos de agua, en donde la caída de ésta desde cierta altura provoca el funcionamiento de turbinas para la cumplir la función de generación. Se distinguen distintas tipos de generadoras hidráulicas las cuales son: Centrales de pasada, Centrales de agua embalsada y Centrales mini hidráulicas.

2.4.1 Generadoras Térmicas.

Éstas producen energía eléctrica por medio de la combustión de carbón, fuel-oil o gas en una caldera diseñada especialmente para el proceso. “El combustible se almacena en parques o depósitos adyacentes, desde donde se suministra a la central, pasando a la caldera en la que se provoca la combustión”⁴⁹. Esto genera vapor de agua, que en su circulación hace rotar la turbina del generador para la obtención de electricidad.

2.4.3 Generadoras de Ciclo Combinado.

“Están integradas por dos tipos diferentes de unidades generadoras: turbo gas y vapor”⁵⁰. El proceso de generación de electricidad se inicia en las unidades de turbo gas, donde los gases sobrantes a temperaturas altas hierven agua para

⁴⁹ Instituto nacional de Estadísticas. *Energía eléctrica, Informe anual* [En línea] <http://www.ine.cl/filenews/files/2010/octubre/pdf/06_10_10/completaenergia09.pdf> P.56. [Consultado: 10 de abril de 2013].

⁵⁰ Ibid. P.56.

generar vapor, generando el movimiento de turbinas y poder generar electricidad adicional.

2.4.4 Generadoras de Energía Renovable no Convencional (ERNC).

Corresponde a aquellas fuentes que en su proceso de transformación y aprovechamiento de energía, no se consumen ni se agotan y se caracterizan en que su participación en el mercado va en función del grado de la tecnología de generación, que por lo general es bajo. “En Chile se define como ERNC a la eólica, la pequeña hidroeléctrica (hasta 20 MW), la biomasa y el biogás, la geotermia, la solar y la mareomotriz”⁵¹.

2.5 Demanda de Electricidad en Chile.

La demanda por electricidad por si misma no constituye un bien en si mismo que es consumido por la sociedad, sino que los servicios que se derivan de su aplicación en la vida cotidiana del ser humano, de ahí la importancia de esta hoy en día.

La evolución histórica de la demanda de electricidad a partir de 1960 a la actualidad ha ido en aumento, es más entre 1960 y 2009 “la demanda por electricidad se ha multiplicado 14 veces con la mayor tasa de crecimiento

⁵¹ Ministerio de Energía. *Renovables no convencionales*. [En línea]. <http://antiguo.minenergia.cl/minwww/opencms/03_Energias/Otros_Niveles/renovables_noconvencionales/Tipos_Energia/introduccion.html>. [Consultado: 10 de abril de 2013].

promedio durante la década de los 90⁵². Dicho crecimiento experimentado, se podría analizar de distintas aristas.

Una de las primeras razones sería la relación que existiría entre el Producto Interno Bruto y la demanda por electricidad, en donde, a medida que se experimenta un crecimiento en el PIB, de igual manera se tendría un aumento por la demanda por electricidad. Otro de los motivos por el cual se podría entender el aumento de la demanda por electricidad se derivaría del aumento de la población, tal como se puede observar en el siguiente gráfico.



Gráfico 2.2: Comparación del crecimiento de la población con la demanda anual de electricidad⁵³.

Fuente: Comisión Asesora para el Desarrollo Eléctrico.

⁵² Ministerio de Energía. *Comisión asesora para el desarrollo eléctrico. Anexo 2: Radiografía a la demanda de electricidad en Chile*. [En línea]. ><http://www.minenergia.cl/comision-asesora-para-el-desarrollo.html>>. P.1. [Consultado: 10 de abril de 2013].

⁵³ Ministerio de Energía. *Comisión asesora para el desarrollo eléctrico. Anexo 2: Radiografía a la demanda de electricidad en Chile*. [En línea]. <<http://www.minenergia.cl/comision-asesora-para-el-desarrollo.html>>. P.3. [Consultado: 10 de abril de 2013].

Se desprende del gráfico anterior la relación entre el crecimiento de la población y la demanda por electricidad. Aunque si bien es cierto, ambos no presentan la misma tendencia al alza, ya que a partir de los años 90' se intensifica la demanda de electricidad a diferencia de los 60' y 70'. Por su parte el crecimiento poblacional poseería un crecimiento más uniforme en los años analizados de acuerdo al gráfico anterior.

Por otra parte, al descomponer el consumo de electricidad por sectores económicos, son las áreas de la minería e industria quienes al año 2009 sumaron un consumo total de 36,393⁵⁴ GWh. En cuanto al sector comercial, público y residencial según la Comisión Asesora para el Desarrollo Eléctrico, el consumo de electricidad desde 1960 a la fecha su crecimiento se ha multiplicado 18 veces que se fundamenta en un alto proceso de electrificación a través de los años, más que en el aumento de la población.

2.5.1 Tipos de Clientes.

“La ley establece dos tipos de clientes de las empresas generadoras: clientes libres y clientes regulados”⁵⁵.

⁵⁴ Ministerio de Energía. *Comisión asesora para el desarrollo eléctrico. Anexo 2: Radiografía a la demanda de electricidad en Chile*. [En línea]. <http://www.minenergia.cl/comision-asesora-para-el-desarrollo.html>. P.5-6. [Consultado: 10 de abril de 2013].

⁵⁵ AES Gener. *Descripción*. [En línea]. <<http://www.aesgener.cl/AESGenerWebNeo/index.aspx?channel=6167>>. [Consultado: 10 de abril de 2013].

Son clientes libres todos aquellos cuya potencia conectada es superior a 2 MW y que por lo general tienden a ser del sector minero o industrial. Sin embargo, existe la posibilidad de que clientes con una potencia conectada entre 500 kW y 2MW opten por un período de 4 años una modalidad libre de precios. Esta modalidad libre de precios significa que generadoras - y distribuidoras - pueden negociar mediante contratos, los valores y condiciones del suministro eléctrico.

Son clientes regulados quienes cuya potencia conectada es inferior a 500 kW. Los precios que estos pagan se dictan mediante decretos de precio nudo, emitidos por la CNE.

2.6 Principales Instituciones del Estado en el Sistema Eléctrico Chileno.

El Estado chileno, en su rol de fiscalizador como regulador ha creado distintas instituciones que buscan el correcto funcionamiento del sistema eléctrico chileno, las cuales, son:

- Ministerio de Energía.
- Comisión Nacional de Energía (CNE).
- Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

2.7 La Gran Minería del Cobre Chileno y su Vinculación con el Sistema Eléctrico Chileno.

Históricamente, la economía de nuestro país se ha caracterizado por la participación de actividades primarias, ocupando la minería una importancia considerable a partir de la segunda mitad del siglo XX hasta la actualidad.

Dicha actividad ocupa importancia en nuestra economía a razón de su participación en el PIB, que pasó de ser el 8%⁵⁶ en el año 2003 a tener una participación del 15,2%⁵⁷ en el año 2011, siendo así la actividad con mayor aporte al Producto Interno Bruto, con un total de \$18.086.496⁵⁸ (millones de pesos), de los cuales la minería del cobre aportó \$16.131.774⁵⁹ (millones de pesos).

Por su parte, la producción de cobre al año 2012 alcanzó las 5.455.237⁶⁰ toneladas métricas de cobre fino (TMF), cifra superior en un 3% respecto del año 2011, lo que se debería a una mayor ley del mineral en algunas faenas como por el aumento en la producción de yacimientos puestos en operación en el año 2011.

De lo anterior, resulta importante realizar el nexo con sector de la generación de electricidad en nuestro país, ya que se considera una parte clave dentro del

⁵⁶ Ministerio de Minería. *Desafíos de la Minería en Chile: "Una oportunidad de crecimiento y desarrollo"*. [En línea].
<http://www.codelco.com/prontus_codelco/site/artic/20120306/asocfile/20120306130444/presentacion_codelco_sat_calama_ministro.pdf>. P.5. [Consultado: 13 de abril de 2013].

⁵⁷ Ibid.

⁵⁸ Banco Central. *Cuentas Nacionales*. [En línea].
<<http://si3.bcentral.cl/Siete/secure/cuadros/arboles.aspx>>. [Consultado: 13 de abril de 2013].

⁵⁹ Ibid.

⁶⁰ Instituto Nacional de Estadísticas. *Sectores Económicos*. [En línea].
<<http://www.ine.cl/boletines/detalle.php?id=3&lang>>. P.2. [Consultado: 13 de abril de 2013].

proceso productivo en la minería del cobre. De hecho, el costo de la energía eléctrica en Chile “aumentó un 193% entre los años 2000 – 2010, mientras que en el mundo el promedio aumentó 111% en el mismo período”⁶¹.

Respecto del consumo total de energía eléctrica por parte de la Minería del Cobre en Chile, esta aumentó en un 45,8% entre los años 2001 a 2010. En contraposición la producción de cobre en el mismo periodo aumentó tan sólo un 14%⁶², a razón de que la intensidad en el uso de la energía eléctrica esta determinada por factores estructurales propios de las faenas mineras a través de los años.

Al dividirse la producción de cobre por etapas, éstas serían las de mina, concentradora, fundición, refinera, electroobtención y lixiviación-extracción por solventes. De dichas etapas, el proceso de concentradoras de minerales demanda casi en su totalidad el uso de energía eléctrica y que según COCHILCO alcanzaría un 98%⁶³ y que en las áreas de mina, lixiviación-extracción por solventes-electroobtención, el consumo de energía eléctrica aumentó en más de un 50%.

⁶¹ COCHILCO. *Informe tendencias del mercado del cobre: Balance 2012 y Perspectivas 2013-2014*. [En línea].
<http://www.cochilco.cl/archivos/Trimestral/20130128165648_20130128%20Informe%20Tendencias%20VF.pdf>. P.3. [Consultado: 15 de abril de 2013].

⁶² COCHILCO. *Factores clave para un análisis estratégico de la minería*. [En línea].
<<http://www.cochilco.cl/descargas/estadisticas/recopilacion/2011.pdf>>. P.14. [Consultado: 15 de abril de 2013].

⁶³ Ibid. P.26.

CÁPITULO III: LA GRAN MINERÍA DEL COBRE Y SU RELACIÓN CON EL SISTEMA DE GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD

3.1 Análisis de la Generación de Electricidad en el Sistema Interconectado Norte Grande (SING).

El análisis que se realiza del SING, considera los supuestos definidos en el Marco Teórico, para la presentación de los datos del presente capítulo, el cual se centra en los siguientes aspectos.

3.1.1 Capacidad Instalada de Generación Eléctrica.

La capacidad instalada de las generadoras cumple un rol fundamental para entender la cobertura de lo que se demanda por electricidad. Debido a que la demanda de energía eléctrica se estima en MWh o GWh, y la capacidad instalada de las generadoras se determina en base a MW, es necesario convertir los MWh a MW. Con ello, se podrá establecer, cuánto exige la demanda en el uso de la capacidad para la generación eléctrica.

Al comparar la capacidad instalada que posee este sistema con la demanda por energía eléctrica, se observa lo siguiente:

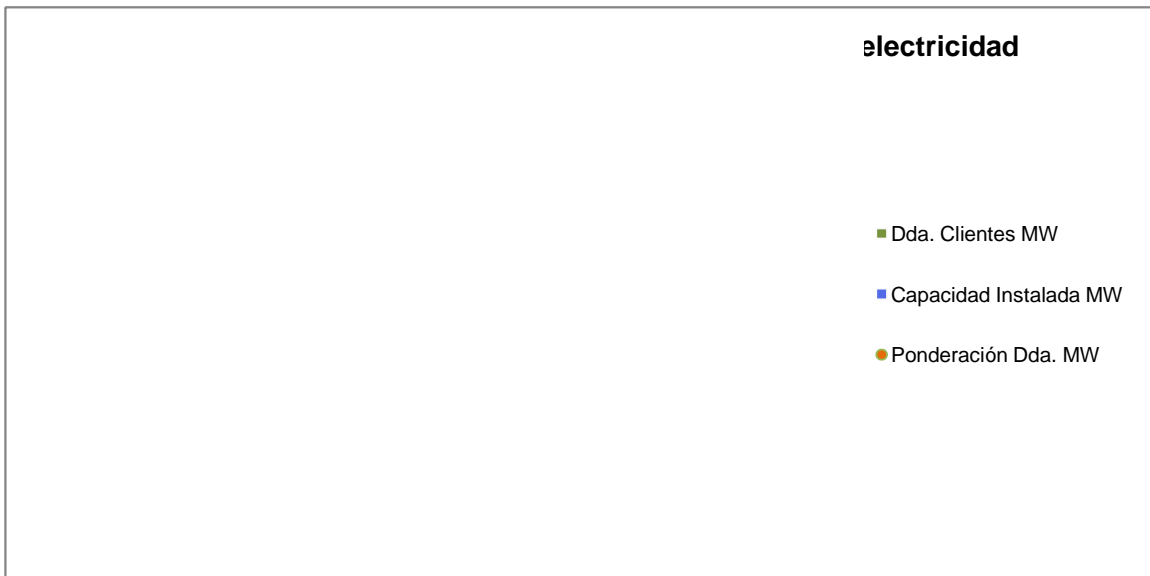


Gráfico 3.1: Capacidad Instalada, demanda por electricidad en MW y ponderación de la demanda de electricidad, respecto de la capacidad instalada en el SING.

Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de CDEC-SING.

Del gráfico 3.1, se evidencia que la demanda por energía eléctrica, no utiliza ni siquiera la mitad de la capacidad que tienen las generadoras para crear electricidad en el Sistema Interconectado del Norte Grande. Resalta a su vez, el fuerte crecimiento de la capacidad instalada en 2011, respecto de los años anteriores; considerando que en 2010, se utiliza aproximadamente menos de un 45% de la capacidad que tienen las generadoras para crear electricidad.

Por otro lado, si se quisiera descomponer la demanda de electricidad por tipo de clientes, es decir, por aquellos que se consideran libres o regulados, ésta tiene el siguiente comportamiento:

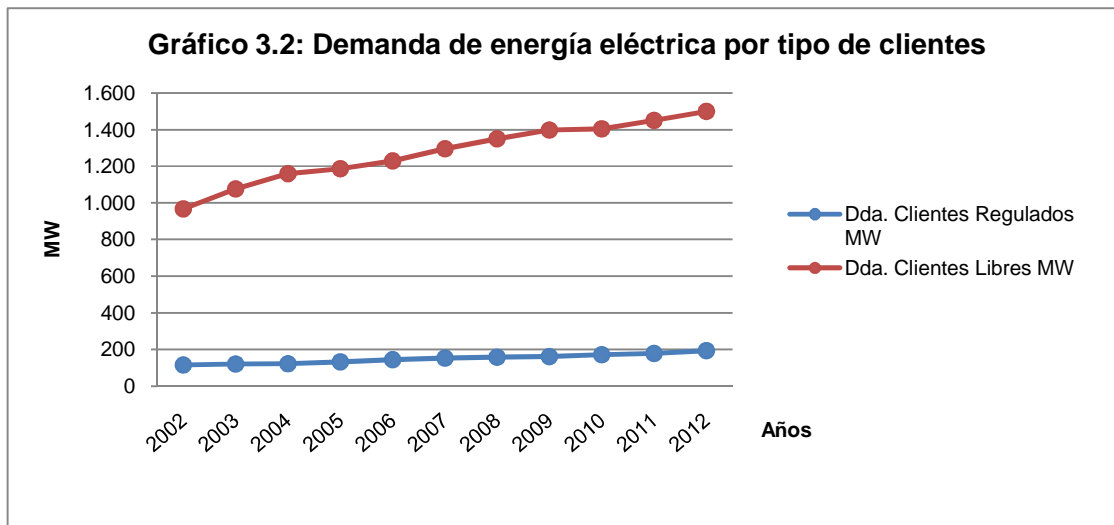


Gráfico 3.2: Demanda de energía eléctrica en MW, por tipo de clientes en el SING.

Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de CDEC-SING.

En la gráfico 3.2, se observa que el mayor requerimiento por potencia para la generación de electricidad, proviene del segmento de clientes libres , siendo de 967,24 MW en 2002; pero que al año 2012 la cifra llegó a los 1499,09 MW. Para ahondar en el análisis, se considera la tabla del Anexo 1. Ésta desglosa las variaciones porcentuales de la demanda. Si se considera al año 2002 como base, el crecimiento de la demanda por MW al año 2012, aumentó en un 54,99% para clientes libres y en un 68,38% para clientes regulados. En cambio, si se analiza la variación porcentual respecto del año anterior, se observa que el crecimiento tiene una tendecia al alza moderada para ambos tipos de clientes, siendo la cifra más alta para los clientes libres, la variación del año 2003, con un aumento del 11,33%. En lo que respecta a los clientes regulados, las variaciones no superan el 10%.

3.1.2 Costos de la Energía Eléctrica en el Sistema Interconectado Norte Grande.

El costo de la energía eléctrica se puede analizar en base a los precios de nudo, los costos marginales de energía y el precio medio de mercado.

Los precios de nudo, corresponden al valor monetario que deben cancelar los clientes regulados por el consumo de energía eléctrica. Sin embargo, estos valores no se consideran relevantes para éste análisis, debido a que las muchas empresas mineras se clasifican como clientes libres.

En el caso de los clientes libres, los valores monetarios que éstos cancelan por concepto de consumo de energía eléctrica se basa en la firma de contratos, en las cuales un generador se compromete a entregar una cierta cantidad de potencia, para la generación de energía y el cliente se compromete a cancelar una determinada cantidad de dinero por los MWh generados. Sin embargo, sólo existe referencia a partir de Noviembre de 2006 de los valores que cancelan los clientes libres, a causa de que la Comisión Nacional de Energía publica el valor de los Precios Medios de Mercado (PMM). Se define a los PMM, como “los precios medios de los contratos informados por las empresas generadoras a la Comisión”⁶⁴ y que suscriben con sus clientes libres.

⁶⁴ Comisión Nacional de Energía. *Precios Medios de Mercado*. [En línea]. <<http://www.cne.cl/tarificacion/electricidad/precios-de-nudo-de-corto-plazo/793-precio-nudo-de-mercado>>. [Consultado: 4 de diciembre de 2013].

En lo que respecta a los costos marginales de generación eléctrica, se pueden calcular para diferentes barras, a un horario determinado. El valor de estos costos, sirve para determinar los precios de venta de electricidad en el mercado spot del sistema eléctrico, por lo cual pueden tener oscilaciones considerables, dependiendo de cual sea la generadora menos eficiente que aporte electricidad al sistema.

Al comparar los Precios Medios de Mercado, con los Costos Marginales de generación eléctrica, en el SING, se observa lo siguiente:

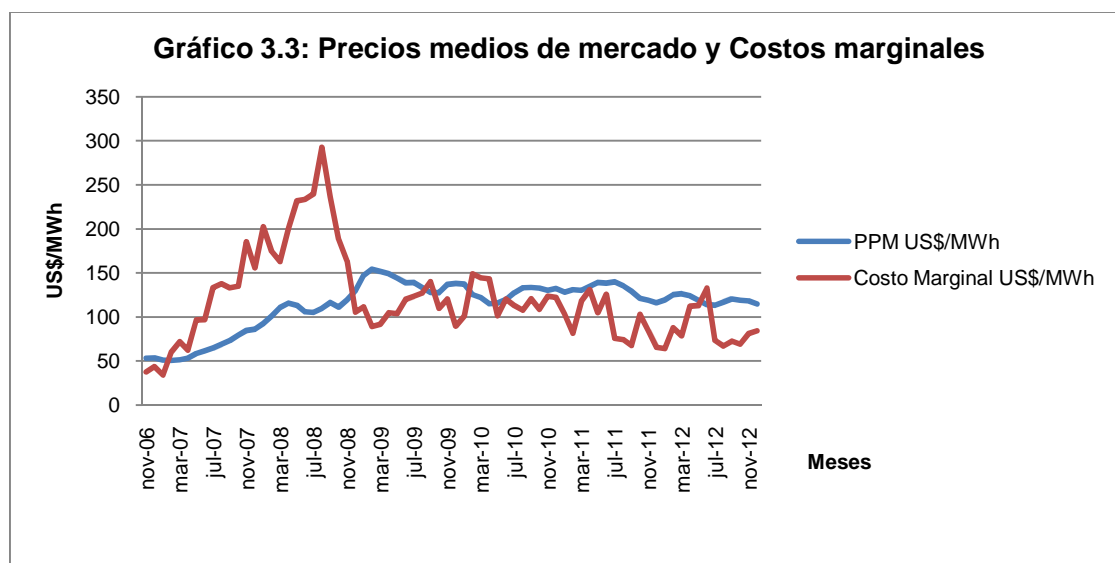


Gráfico 3.3: Valores Precios Medios de Mercado y Costo Marginal SING.
Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de CDEC-SING, CNE.

El gráfico 3.3, muestra el comportamiento de los costos marginales de generación eléctrica, en la barra Crucero 220 kv y por otro lado, los Precios Medios de Mercado. Se destaca que, desde fines del año 2006 hasta el año 2008, existe una gran diferencia entre los costos marginales y los precios medios de mercado para

el SING. Posterior a 2008, los PMM se encuentran por sobre los costos marginales, pero dentro de un rango que se podría como ajustado, aunque existieron momentos en que los costos marginales fueron superiores a los PMM, pero que se observan como puntuales.

La diferencia entre los costos marginales y los precios medios de mercado entre los años 2006 y 2008, se explican por la crisis del gas natural con Argentina. Ante el aumento de los recortes de dicho combustible por parte del país trasandino, las distintas centrales se vieron obligadas a “reemplazar dicho combustible por diésel, coincidiendo con un período de altos precios de este insumo, así como los precios del carbón en el mercado mundial”⁶⁵

Lo anterior, explica el por qué se elevaron los costos marginales, respecto de los precios medios de mercado, donde estos últimos no se pueden modificar debido a que las partes, pactan un precio por una cantidad de MW requeridos durante una cierta cantidad de años, evidenciándose que son las generadoras quienes asumen los costos, ante un escenario incierto en el cual aumentan los valores de los insumos.

⁶⁵ CDEC-SING. *Estadísticas de Operación 1998 / 2007*. [En línea]. <http://www.cdec-sing.cl/html_docs/anuario2007/PDF/CDEC-SING%202007%20Esp.pdf>. P.3. [Consultado: 4 de diciembre de 2013].

3.2 Análisis de la Generación de Electricidad en el Sistema Interconectado Central (SIC).

El análisis de esta sección se centra en la capacidad del SIC en la generación de energía eléctrica, su relación con la demanda de los clientes y finalmente, en los costos globales del sistema.

3.2.1 Capacidad Instalada de Generación Eléctrica.

Al analizar la demanda en MW, respecto de la potencia instalada se observa lo siguiente:

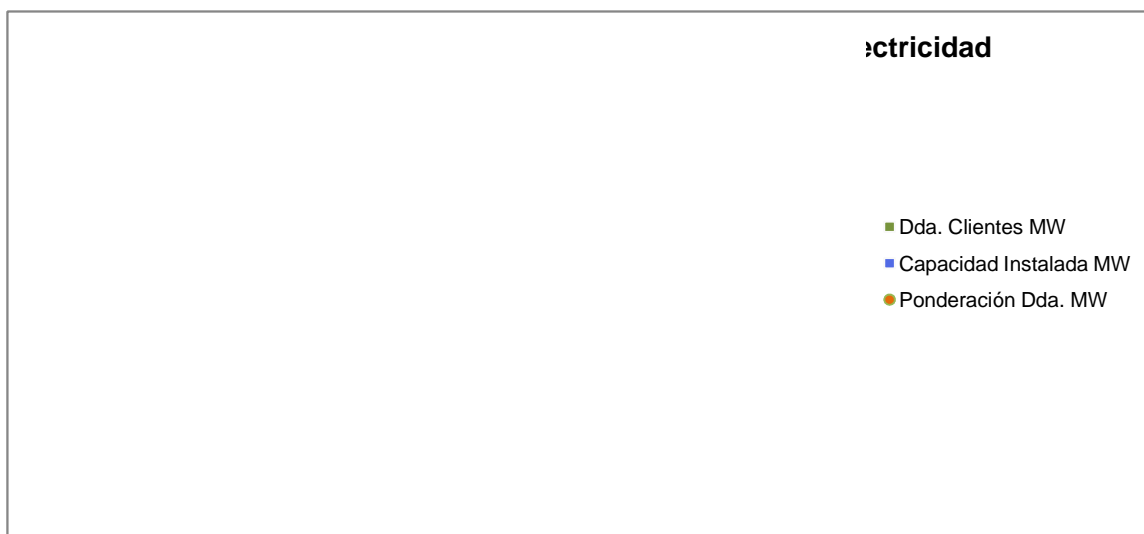


Gráfico 3.4: Capacidad Instalada, demanda por electricidad en MW y ponderación de la demanda de electricidad, respecto de la capacidad instalada en el SIC.

Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de CDEC-SIC.

Con respecto al gráfico 3.4, existe un crecimiento de la capacidad instalada desde el año 2002 hasta el año 2012, al igual, que la demanda por energía eléctrica. Sin embargo, las líneas de tendencia, muestran que el crecimiento de la capacidad

instalada ha sido mayor que el de la demanda. Por su parte el consumo por electricidad, ha fluctuado entre un 38% y 50% en el uso de la capacidad instalada en el Sistema Interconectado Central, a lo largo del período de estudio.

Respecto de la demanda por generación de electricidad en MW, para clientes libres y regulados, entre el año 2002 a 2012, tuvieron el siguiente comportamiento:

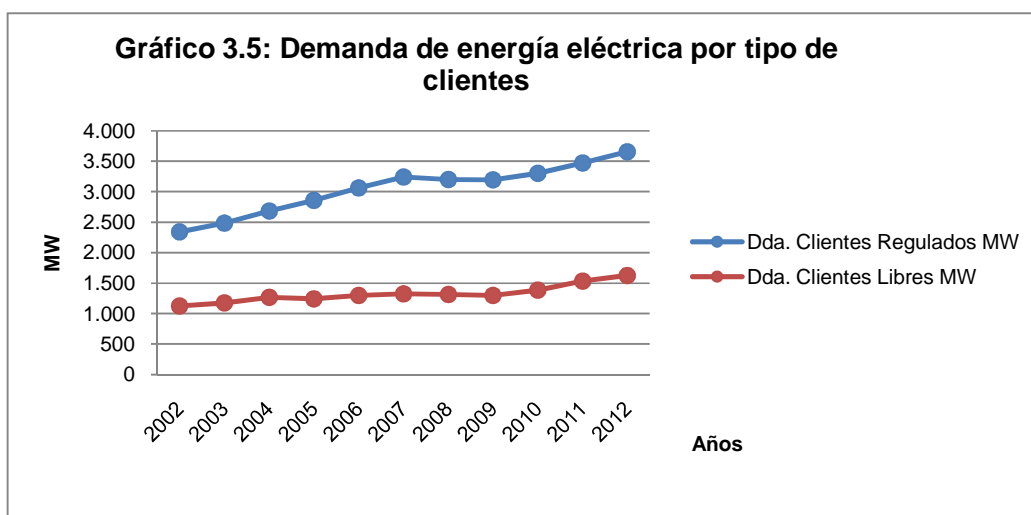


Gráfico 3.5: Demanda de energía eléctrica en MW, por tipo de clientes en el SIC.
Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de CDEC - SIC.

En la gráfico 3.5, se observa que quienes más demandan MW de potencia, corresponde a los clientes regulados. Si se complementa esta información, con el Anexo 2, al compararse el año 2012 contra el 2002, considerando a este último como base, se estima que la demanda creció en un 44,83% al año 2012 para el segmento de clientes libres. Para el segmento de clientes regulados, la demanda aumentó del año 2002 a 2012 en un 56,32%. Adicionalmente, en ambos segmentos, en los años 2008 y 2009 se presentaron cifras negativas al considerarse las variaciones porcentuales respecto del año anterior.

3.2.2 Costos de la Energía Eléctrica en el Sistema Interconectado Central.

En el apartado 3.1.2 se describen, las distintas maneras en cómo se pueden analizar los costos de la energía eléctrica. Por lo cual, en el presente punto se analizan los costos marginales y los precios medios de mercado para el SIC.

Los costos marginales y los precios medios de mercado tuvieron entre los meses de Noviembre de 2006 y Diciembre de 2012, el siguiente comportamiento:

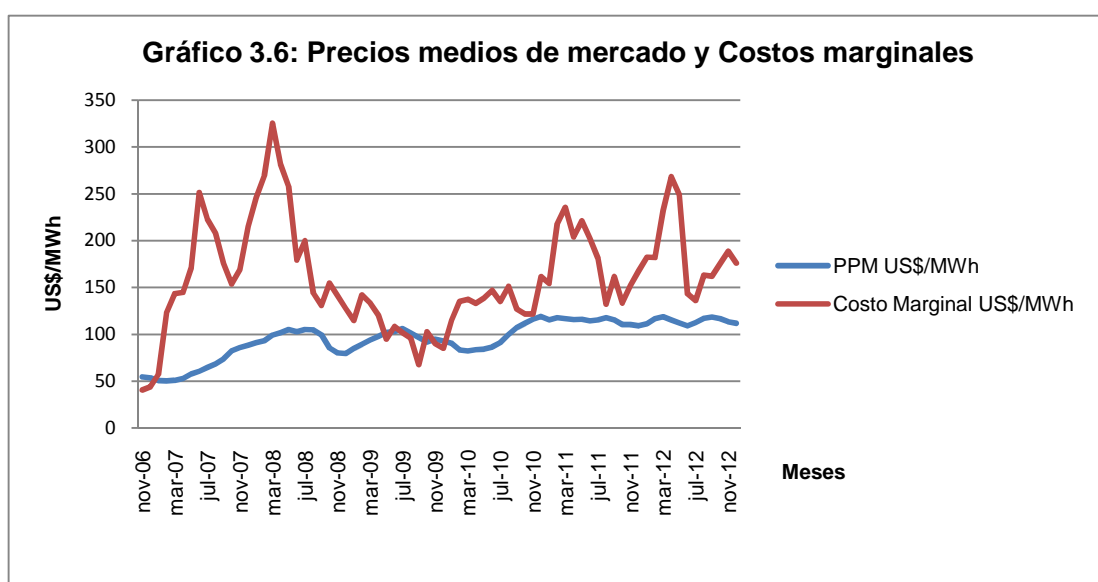


Gráfico 3.6: Valores Precios Medios de Mercado y Costo Marginal SIC.
Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de CDEC-SIC.

En el gráfico 3.6, se observa una variabilidad considerable en lo que respecta al valor de los costos marginales del Sistema Interconectado Central, calculados en la barra Quillota 220 kv; oscilando entre valores superiores a los US\$150 por MWh entre los años 2007 y 2008, pero que a 2009 descendieron hasta los US\$100 por MWh. Durante el año 2011, se presentan para los primeros meses cifras

superiores a los US\$200 por MWh, pero los cuales decaen hasta los US\$150 MWh a fines de ese año. En el año 2012, los costos se incrementan bruscamente por sobre los US\$250 durante el mes de abril, pero que hacia los meses de Junio – Julio, los precios decaen hasta llegar a valores cercanos a US\$160 por MWh.

En lo que respecta a los Precios Medios de Mercado, tienden a ser estables, si se les compara con el costo marginal, con cifras cercanas a los US\$50 por MWh a Noviembre de 2006, pero los cuales hacia el año 2012, sobrepasan los US\$100 por MWh.

De lo anterior se deriva, que no existe una similitud o la mantención de una tendencia entre los costos marginales de generación eléctrica y los precios medios de mercado. Sin embargo, si se considera el Anexo 8, para los períodos del año 2013 a futuro, destaca que los costos marginales no sufrirían cambios bruscos, si se se estuviera en el escenario de una Hidrología Media o Húmeda; de hecho para la primera condición hidrológica los costos marginales, estarán cercanos a los valores de los PMM; y en el caso de la Hidrología Húmeda los costos están por debajo de los PMM.

3.3 La Gran Minería del Cobre Chileno.

Para efectos de este apartado, se debe entender de donde nace el concepto de Gran Minería, la cual tiene su explicación en la Ley N° 16.624, definiéndola como a aquellas empresas que “produzcan dentro del país cobre blíster, refinado a

fuego o electrolítico, en cualquiera de sus formas, en cantidades no inferiores a 75.000 toneladas métricas anuales”⁶⁶. Sin embargo, la ley reconoce a su vez que aquellas “que actualmente o en el futuro lleguen a tener esta calidad, no perderán su condición de tales aunque posteriormente su producción sea inferior a 75.000 toneladas métricas anuales”⁶⁷.

Ante dicha ambigüedad, se clasificará como empresas de la Gran Minería del Cobre, a aquellas que individualiza COCHILCO, en sus estadísticas de Producción Cobre Mina por Empresa, consideradas desde el año 2002 al 2012.

Como el fin de estas empresas es producir cobre en cualquiera de sus productos, para poder llegar a éste, se utilizan distintos insumos, entre otras, la energía eléctrica.

Según el Consejo Minero “la energía eléctrica está llegando a representar cerca de un 20% de los costos de producción”⁶⁸, pero esta cifra hace alusión a la globalidad de industrias que producen algún tipo de mineral. Si se desea considerar sólo a la minería del cobre, basándose en un artículo del Diario

⁶⁶ Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. *Ley N°16.624. Título I, Artículo 1º, Ministerio de Minería*. [En línea] <<http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=28585#Minería0>>. [Consultado: 14 de diciembre de 2013].

⁶⁷ Ibid.

⁶⁸ Consejo Minero. *Energía y Cambio Climático*. [En línea] <<http://www.consejominero.cl/energia-y-cambio-climatico/>>. [Consultado: 14 de diciembre de 2013].

Financiero, se considera allí que los costos de la energía eléctrica para la minería del cobre, en promedio bordean el 21%⁶⁹.

En virtud de lo anterior, se determinan a qué tipo de clientes, como demandantes de energía eléctrica se clasifican a las empresas mineras productoras de cobre y que forman parte del concepto definido como Gran Minería del Cobre.

Para determinar cuántas empresas de la Gran Minería del Cobre conforman el segmento de clientes libres, se consideran las empresas mineras individualizadas por COCHICO, contrastada con la información entregada por los distintos CDEC, en su listado de integrantes que forman parte del segmento de clientes libres.

3.3.1 Productos de la Gran Minería del Cobre.

La minería del cobre en Chile, genera 5 grandes productos resultantes de sus líneas de procesos. Estos son los Concentrados, Cátodos de Cobre, Ánodos de Cobre, Cobre Blíster y Cobre Refinado a Fuego. Cada uno estos productos, se generan a partir de 4 grandes macro procesos los cuales son la Lixiviación-extracción por solventes (LX-SX-EW), la Concentradora, la Fundición y la Electrorefinación.

⁶⁹ Diario Financiero. *Costo promedio de la minería del cobre en Chile sube a US\$1,35 la libra durante 2012*. [En línea] <http://www.df.cl/costo-promedio-de-la-mineria-del-cobre-en-chile-sube-a-us-1-35-la-libra-durante-2012/prontus_df/2012-12-27/212452.html>. [Consultado: 14 de diciembre de 2013]

3.3.2 Producción de Cobre en Chile.

A continuación se analiza la producción de cobre en Chile, en base a las Toneladas Métricas Finas que se procesaron de este material, en el periodo que comprende los años 2002 a 2012, ya que no se presenta una individualización del número de unidades comercializadas, para cualquiera de los productos generados a partir de los procesos productivos. Para ello, se trabaja con las estadísticas de producción que presenta COCHILCO.

En lo que respecta a los productos de cobre generados por proceso, desde el año 2002 a 2012 a nivel país, se observa el siguiente comportamiento:

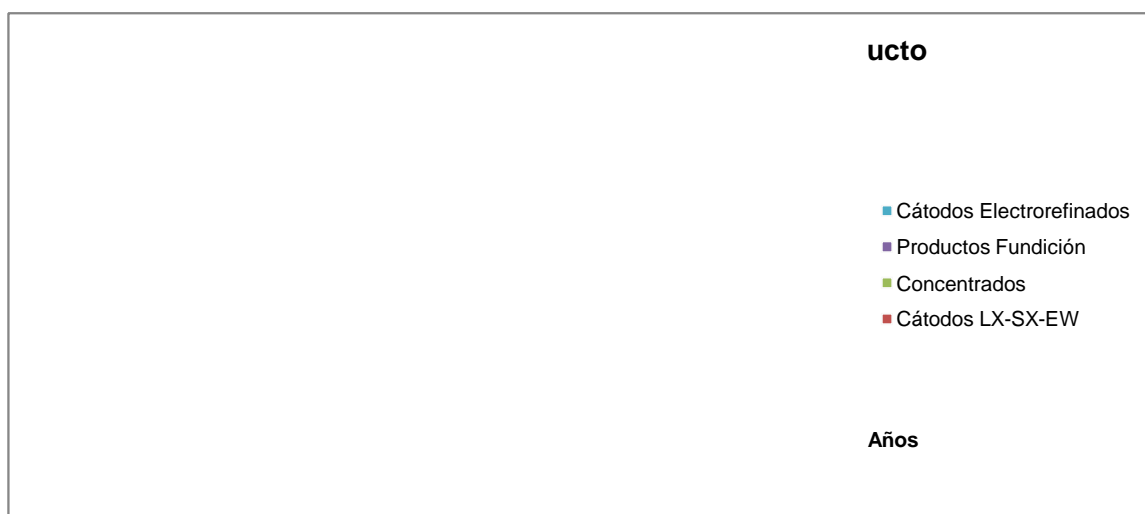


Gráfico 3.7: Toneladas métricas de cobre fino por producto, a partir de sus líneas de procesos.

Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de COCHILCO.

En el gráfico 3.7, muestra la cantidad de Toneladas Métricas de Cobre Fino que se generaron a partir de cada uno de los procesos. Resalta que, a lo largo de los años, la producción se centra en Cátodos derivados del proceso de lixiviación y

Concentrados. En menor grado, se generan Cátodos Electrorefinados y productos generados de la Fundición. Si las cifras son analizadas en porcentajes, tal como lo presenta el Anexo 3, se valida que los procesos de LX/SX/EW y Concentradora, que crean la mayoría productos para comercialización, en un rango del 68% al 76%, del total anual.

3.4 Consumo de Energía Eléctrica en la Gran Minería del Cobre.

El consumo de la energía eléctrica en la minería del cobre será analizado en torno a los procesos productivos, de acuerdo a las Toneladas Métricas de Fino que pasan a través de éstos. Para ello, el análisis se basa en Coeficientes Unitarios Consumo de Energía Eléctrica en la Minería del Cobre por TMF, los cuales son elaborados por COCHILCO de acuerdo a la encuesta anual, que realiza esta institución a las empresas de la Gran Minería del Cobre.

En los Anexos 4, 5 y 6, se muestran los consumos unitarios de una Tonelada Métrica de Cobre Fino expresada en Megawatt-hora. El Anexo 4, comprende los consumos unitarios a nivel país; el Anexo 5, los consumos unitarios en el SING y el Anexo 6, los consumos unitarios en el SIC.

Al relacionar los consumos unitarios a nivel país con el proceso productivo de la Minería del Cobre para sus distintos productos, se observa el siguiente comportamiento en el consumo de MWh.

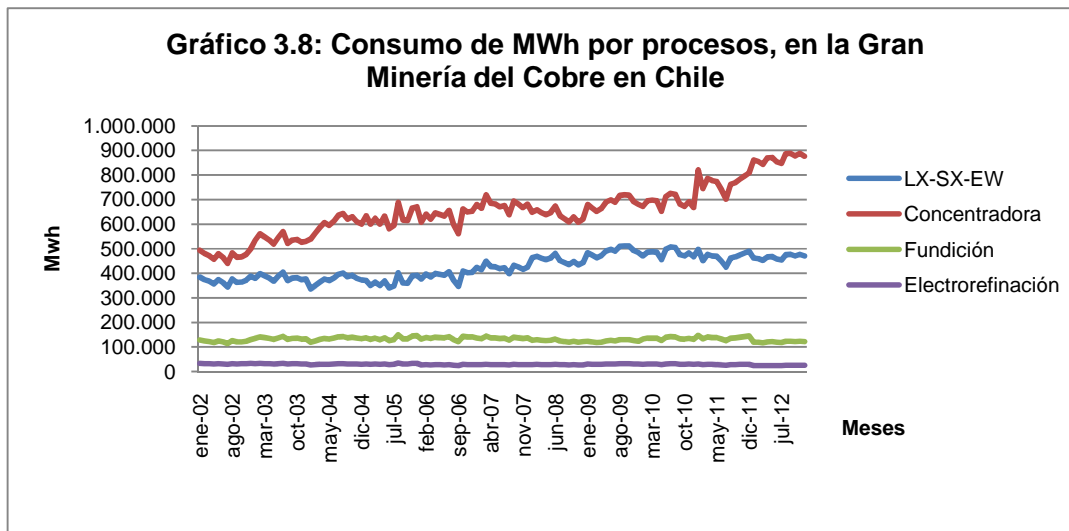


Gráfico 3.8: Consumo de MWh. por procesos en la Gran Minería del Cobre, a nivel país.
Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de COCHILCO.

En el gráfico 3.8, se observa que el proceso productivo de mayor a menor consumo de electricidad, son la Concentradora, LX-SX-EW, la Fundición y por último la Electrorefinación. Destaca que la Concentradora, a Enero de 2002 consume más de cerca de 500.000 MWh, pero que a Diciembre de 2012, alcanza una cifra cercana a los 900.000 de MWh. Parte de la explicación, la ofrece la tabla del Anexo 4, al analizar los coeficientes unitarios de la concentradora, que, a lo largo de los años, evidencia un aumento en el coeficiente unitario de consumo de electricidad por TMF; y si a esto se suma un aumento de las toneladas procesadas, se genera dicho crecimiento en el consumo de MWh.

Sin embargo, las cifras expuestas anteriormente no determinan cuánta potencia se necesita para poder ocupar dicha cantidad de MWh. Para ello, se llevan dichas cifras en MWh a MW. Con ello se puede relacionar la cantidad de MW que demanda la minería del cobre a nivel país en la totalidad de sus procesos,

permitiendo comparar dichas cifras con la capacidad instalada de los de los principales Sistemas Eléctricos del País, vale decir, el SIC y el SING.

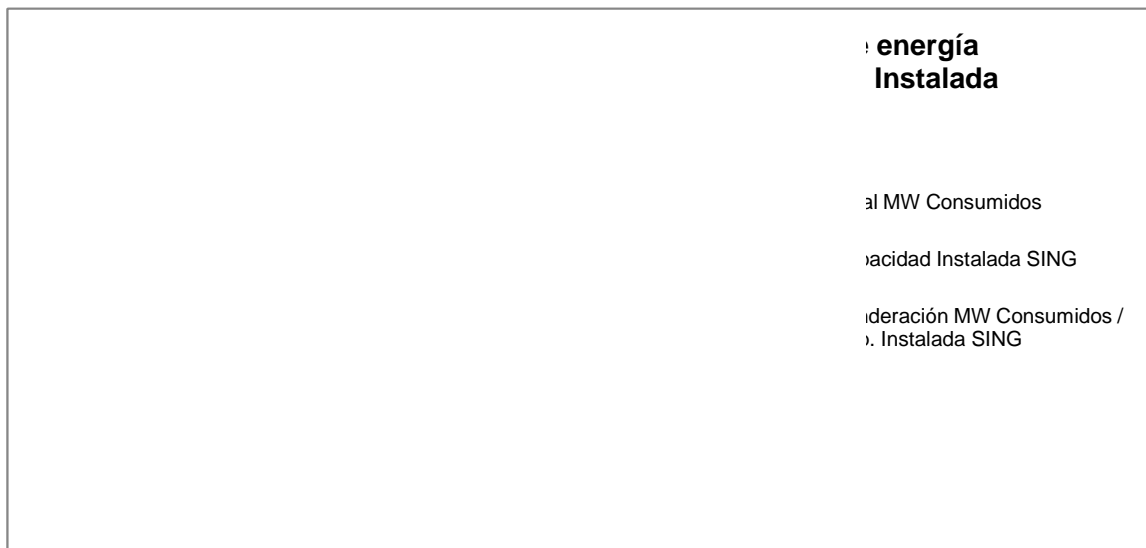


Gráfico 3.9: Demanda a nivel país de MW por consumo de energía eléctrica en la Gran Minería del Cobre en Chile vs. Capacidad Instalada SING.

Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de COCHILCO, CDEC-SING.

El gráfico 3.9, relaciona el consumo de la minería del cobre en MW. Destaca que si el Sistema Interconectado del Norte Grande, hubiese cubierto toda la demanda de electricidad de la Minería del Cobre, sólo en el año 2009 y 2010 se habría alcanzado un máximo de demanda, requiriéndose el uso de un 50,02% y 50,79% de la capacidad instalada, respectivamente para ambos años. Para todos los demás años, la demanda es menor al 50% de la capacidad instalada del SING.

Respecto del Sistema Interconectado Central, en caso de que éste cubriese la demanda de electricidad de toda la industria de la minería del cobre, entre los años 2002 a 2012, sólo se hubiese requerido un 15% a 22% de la capacidad instalada de dicho Sistema, según las cifras expuestas en el Anexo 7.

3.4.1 Costos de la Electricidad en la Minería del Cobre en el Sistema Interconectado Norte Grande.

Los costos por el uso de la electricidad en SING para las distintas mineras que forman parte del segmento de clientes libres, se basa en el cálculo del consumo de MWh.

Este punto, se centra en 2 temas. El primero radica, en cuántos MW exigen las mineras integrantes del SING, respecto de la capacidad instalada que sistema este posee.

En segundo punto, se analizan los costos en que incurre la cadena producción del cobre para sus distintos productos. El análisis de los costos se estructura en base a 2 períodos. El primero, comprende de Enero de 2002 a Octubre de 2006, en donde los costos se valorizan a precio de Costo Marginal para la generación de energía eléctrica, debido a que en dicho lapso de tiempo no existe registro de los Precios Medios de Mercado, que permitan comparar ambos tipos de costos. El segundo período, se estructura en base a los Precios Medios de Mercado, debido a que se cuenta con la información de cuánto se pagan los clientes libres en promedio por un Megawatt hora de energía y abarcan desde Noviembre de 2006 a Diciembre de 2012.

Tal como se mencionó anteriormente, lo primero que se determinará es cuánta potencia demandan las empresas mineras del segmento de clientes libres, respecto de la capacidad instalada que posee el SING.

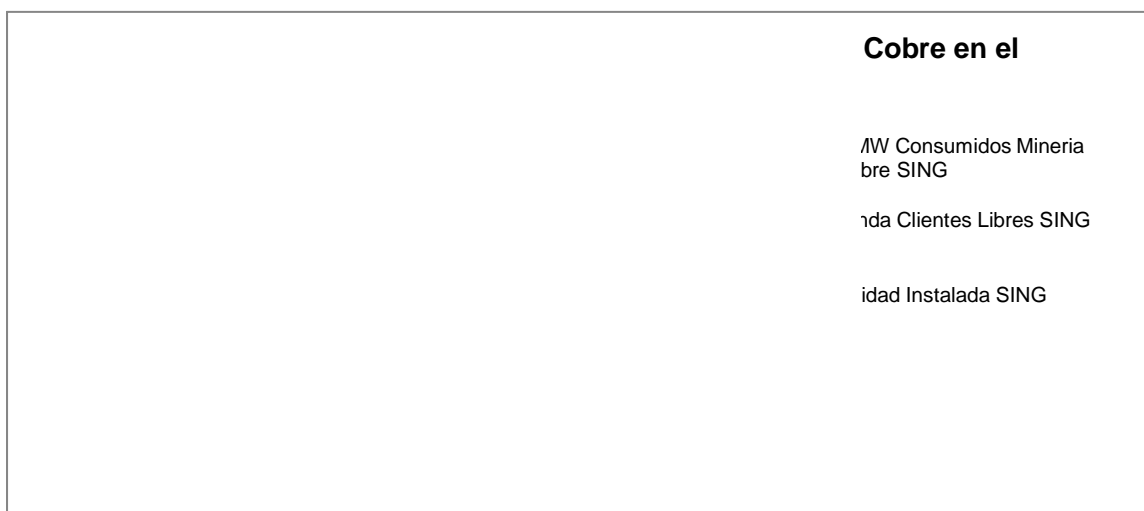


Gráfico 3.10: Demanda de MW por consumo de energía eléctrica en la Gran Minería del Cobre en el SING vs. Capacidad Instalada SING.

Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de COCHILCO, CDEC-SING.

En el Gráfico 3.10, las barras se asocian a MW y los círculos, al porcentaje que representa el consumo de MW de las empresas de la minería del cobre, respecto de la demanda total de MW, por parte de todos los clientes libres que se encuentran en el SING. Se destaca, la alta demanda de MW por parte de las empresas mineras, respecto de lo que requieren todos los clientes libres del SING. De hecho, al calcular la ponderación de lo que demandan las empresas de la Gran Minería del Cobre, respecto del total de los clientes libres; éstos abarcan entre un 80% a 86% del total de MW demandados entre los años 2002 a 2012.

En lo que respecta netamente a los costos de producción en el SING, éstos se distribuyen a lo largo del tiempo de la siguiente forma:

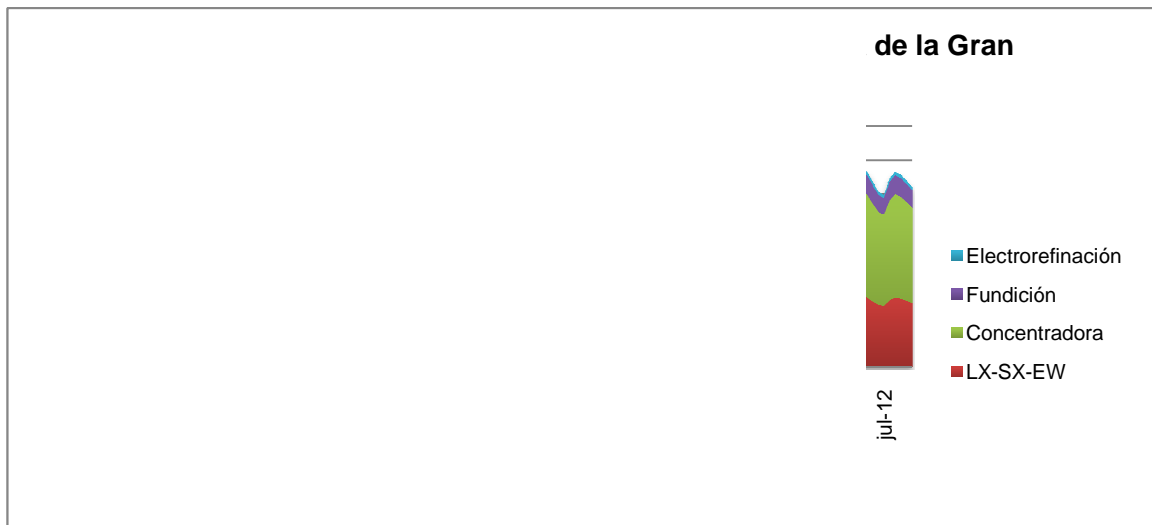


Gráfico 3.11: Costo del consumo de energía eléctrica, por procesos para clientes libres en el SING.

Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de COCHILCO, CDEC-SING, CNE.

Del gráfico 3.11, se observa que los costos se centran principalmente en los procesos de LX-SX-EW y la Concentradora. Desde Enero de 2002 hasta principios de 2006, la globalidad de los costos se encuentran aproximadamente por debajo de los US\$20 (millones), y a partir de 2007 se elevan considerablemente al año 2012, alcanzando cifras mensuales superiores a los US\$100 (millones). Este crecimiento en los costos de consumo de electricidad, se debe al aumento de la producción, coeficientes unitarios y en los precios en que se valoriza el MWh.

3.4.2 Costos de la Electricidad en la Minería del Cobre en el Sistema Interconectado Central.

A continuación, se analizan cuántos MW exigen las empresas mineras productoras de cobre que forman parte del segmento de clientes libres integrantes del SIC, respecto de la capacidad instalada que este sistema posee. A su vez, se

analizan los costos por consumo de electricidad en que incurren las empresas mineras en relación a los 4 procesos productivos definidos para la Gran Minería del Cobre.

Ahora bien, en relación al primer punto, respecto de la cantidad de MW, que demanda la minería del cobre en el SIC, los datos son resumidos en la siguiente tabla:

Tabla 3.1: Demanda de MW de la Gran Minería del Cobre en el SIC vs Demanda de clientes libres en el SIC					
Años	Total MW Consumidos Minería del Cobre	Capacidad Instalada SIC MW	Demanda Clientes Libres MW	Ponderación MW Consumidos Minería del Cobre/ Dda. Clientes Libres MW	Ponderación MW Consumidos Minería del Cobre/Capacidad Instalada MW
2002	556,05	6737,2	1.123,24	49,50%	8,25%
2003	575,89	6996,2	1.176,11	48,97%	8,23%
2004	622,68	7867,4	1.265,73	49,20%	7,91%
2005	617,38	8259,8	1.241,92	49,71%	7,47%
2006	632,90	8273,6	1.299,28	48,71%	7,65%
2007	656,91	9450,3	1.322,19	49,68%	6,95%
2008	650,01	9910,7	1.315,72	49,40%	6,56%
2009	653,28	11404,1	1.300,42	50,24%	5,73%
2010	688,08	12147,1	1.386,05	49,64%	5,66%
2011	756,70	12715,2	1.531,79	49,40%	5,95%
2012	833,10	13585,4	1.626,83	51,21%	6,13%

Tabla 3.1: Demanda de MW en la Minería del Cobre y su comparación con la demanda de clientes libres en el SIC.

Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de COCHILCO, CDEC-SIC.

De la tabla 3.1, se observa que del total de MW demandados por la minería del cobre en el Sistema Interconectado Central del año 2002 a 2012, la mayor parte del tiempo integró casi la mitad del total de MW que requieren los clientes libres, siendo sólo los años 2009 y 2012 una cifra superior al 50%. En lo que respecta a la cantidad de MW que utilizan las empresas de la minería del cobre, en relación

con la capacidad instalada que posee el SIC, presentan una tendencia a la baja y no llegan a utilizar siquiera el 10% de la capacidad instalada del SIC.

En lo relativo a la estructura de costos para las empresas productoras de cobre en el SIC, ésta seguirá los mismos criterios utilizados para las minas de cobre que forman parte del segmento de clientes libres en el SING, vale decir, de enero de 2002 hasta Octubre de 2006, se utilizaran los CMg de generación y de Noviembre de 2006 en adelante, se utilizan los valores de los Precios Medios de Mercado.

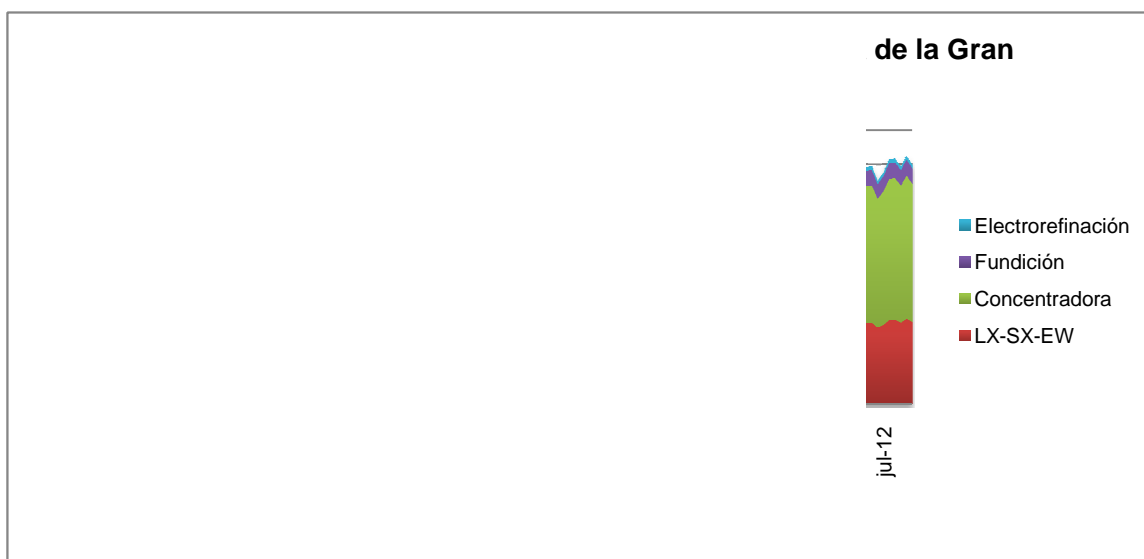


Gráfico 3.12: Costo del consumo de energía eléctrica, por procesos para clientes libres en el SIC.

Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de COCHILCO, CDEC-SIC, CNE.

El gráfico 3.12, muestra como se distribuye la valorización de los costos por procesos. Para las empresas mineras que forman parte del segmento de clientes libres en el SIC, destaca el proceso productivo de la Concentradora, la cual genera la mayor cantidad de costos al momento de procesar una cierta cantidad de toneladas. El segundo proceso con mayor consumo, corresponde a línea

productiva que genera cátodos electroobtenidos (cobre oxidado). En menor medida y, al igual que en el SING, siguen la Fundición y el proceso de la Electrorefinación.

Se destaca del gráfico, que durante de 2005 el valor global de los costos se incrementa bruscamente. Esto se debe a que, en dicho período se valorizaban los MWh a valor de Costo Marginal, por lo cual, se estima que se produjo algún incremento sustancial en el valor de éste, debido a alguna situación en particular. De todas formas, dichos valores no se obviarán, ya que la regla de decisión fue analizar dichos períodos a CMg.

En relación con la globalidad de costos de los procesos productivos, éstos se encuentran mayoritariamente por debajo de los US\$20 (millones) entre enero 2002 y enero de 2007. A contar de Febrero de 2008 en adelante, los costos vistos globalmente comienzan a ascender, marcados por los PMM. Teniendo en cuenta que los PMM se utilizaron para medir los MWh a partir de Febrero de 2008, el valor monetario de los costos de todos los procesos era superior a los US\$20 (millones); pero los cuales, hacia final del año 2012 bordeaban mensualmente los US\$70 (millones). Dicho aumento se debe a las mismas razones que en el SING, vale decir, por un aumento en la producción, valorización del MWh y por los coeficientes unitarios.

En complemento a lo anterior, se puede considerar el Anexo 9, correspondiente al SIC. Esta gráfica presenta, el consumo de energía eléctrica para los distintos

procesos productivos de las empresas mineras de cobre en el SIC. En ella, se eliminan las distorsiones tanto de las variaciones de los precios, como de los costos por MWh. Ambas cifras, vale decir, de los precios por MWh y Consumos Unitarios, se fijaron en base al año 2012. En términos reales, el consumo de la energía eléctrica se mantuvo generalmente en un rango de los US\$60 millones y US\$70 millones. Esta cifra destaca de las expuestas a precios corrientes, ya que los costos en el año 2012 eran aproximadamente 5 veces, los valores respecto del año 2002; en cambio a valores reales, en ninguno de sus meses los costos se duplican.

3.5 Influencia de la Minería del Cobre en el Producto Interno Bruto.

Se consideran tres aspectos fundamentales. El primero aborda, el margen de utilidad que obtiene la minería del cobre durante los trimestres correspondientes a los años 2002 a 2012, en términos nominales. Se considera que los términos nominales son importantes para este estudio, debido a que muestran la verdadera relación que tuvieron los ingresos y los costos en la Gran Minería del Cobre.

El segundo punto, busca analizar cómo afectan los costos de producción, en especial el consumo de la energía eléctrica, ante 2 escenarios. El primer escenario consiste en aumentar los costos energéticos a un precio constante. El segundo escenario analiza el margen de utilidad, basado en mantener los productos comercializados a precios de venta constantes, escogiéndose el valor más bajo, durante el rango los meses comprendidos entre los años 2002 – 2012, pero en el

cual los costos estarán valorizados nominalmente. Finalmente se analiza el aporte de la Gran Minería del Cobre en su relación al PIB, como actividad económica, para los escenarios expuestos anteriormente, contrastados con los valores nominales y no desestacionalizados que entrega el Banco Central de Chile, respecto a la contribución de la Minería del Cobre al PIB.

En lo que respecta a los Ingresos y Costos de la Gran Minería del Cobre, se observa el siguiente comportamiento:

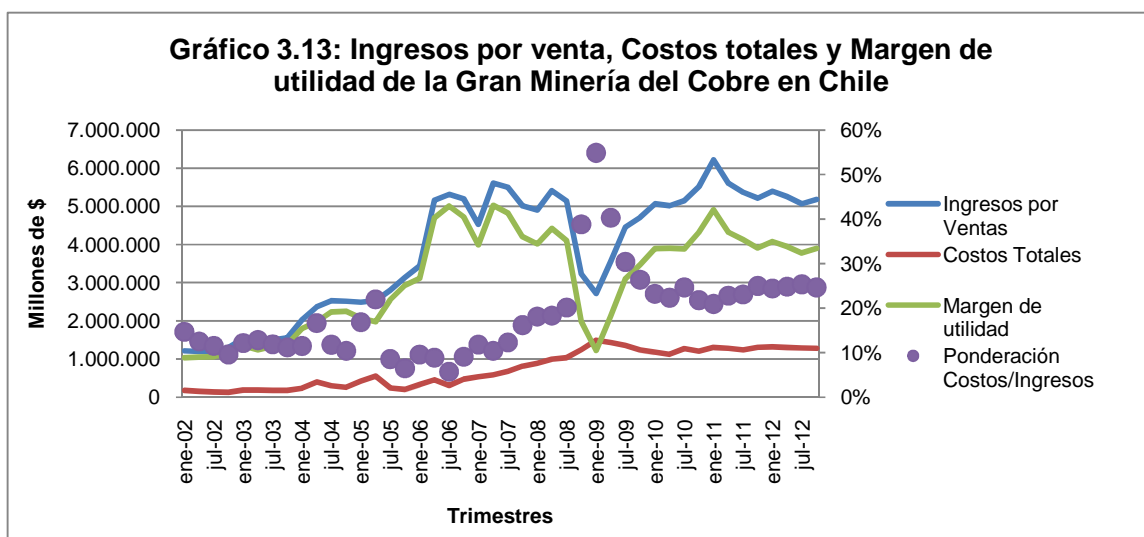


Gráfico 3.13: Ingresos por Venta, Costos Totales, Margen de utilidad y ponderación de los costos totales respecto de los ingresos en la Gran Minería del Cobre en Chile, por trimestres.

Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de COCHILCO, CDEC-SING, CDEC-SIC, CNE.

Para el primer escenario, que se observa en el gráfico 3.13, los ingresos de la Gran Minería del Cobre, ascienden desde 2002 a 2007, pero a partir del año 2008, los ingresos decaen, hasta alcanzar un mínimo en el primer trimestre del 2009. A partir de esa fecha, los ingresos por venta ascienden nuevamente, llegando un

máximo en el primer trimestre del año 2011, con un valor de \$6.216.374,90 (millones), en el cual su margen de utilidad fue de superior a los \$4.900.000 (millones).

En el primer trimestre del año 2009, se destaca que la ponderación de los costos de la minería del cobre, respecto de los ingresos totales, representan más de un 50% respecto de los ingresos. Esto se debe a la fuerte disminución del valor monetario de la TMF que, hacia fines del año 2008 y principios de 2009, alcanzó valores cercanos a los US\$3.000 por tonelada.

En el caso del segundo escenario, analizar los márgenes de utilidad de la Gran Minería del cobre, en base a un aumento de los costos de la electricidad, se presenta lo siguiente:

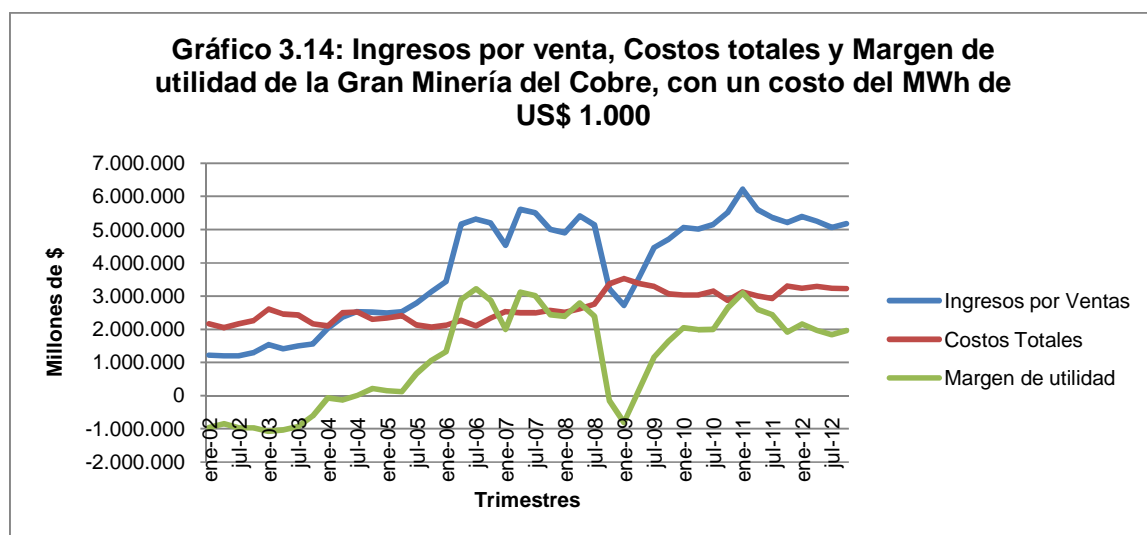


Gráfico 3.14: Ingresos por Venta, Costos Totales, Margen de utilidad en la Gran Minería del cobre en Chile, valorizados con un costo por consumo de electricidad de US\$1.000 MWh, por trimestres.

Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de COCHILCO, CDEC-SIC, CDEC-SING, CNE.

El gráfico 3.14, muestra el comportamiento del margen de utilidad de la minería del cobre, en base a un aumento en los precios de los MWh. El valor asignado a los costos de consumo eléctrico, se determinó arbitrariamente para simular el caso hipotético que aumentasen considerablemente los costos del MWh. El costo de la electricidad fue fijado en US\$1.000 MWh.

Se destaca, que los márgenes de ingresos sufren una alta variación, a lo menos en 3 períodos, al aplicarse el disturbio. Los 3 períodos, se pueden agrupar en 2 categorías, una correspondiente a altos márgenes de utilidad y otra en la cual, no existirían márgenes de ganancia. Ello evidencia que la utilidad de la industria minera es altamente sensible a los precios en los cuales se tranza el cobre en los mercados internacionales, más que al costo de la electricidad en sí misma. Deriva de ello, que si el valor de los Precios Medios de Mercado aumentará en 8 veces su valor actual, sólo afectarán drásticamente a las empresas, cuando el valor de la libra de cobre esté cercana o por debajo de los 220 centavos de dólar.

En lo que respecta al último escenario, aplicando un precio de venta mínimo a las TMF, siendo éstas valorizadas a costos nominales, se tiene que:

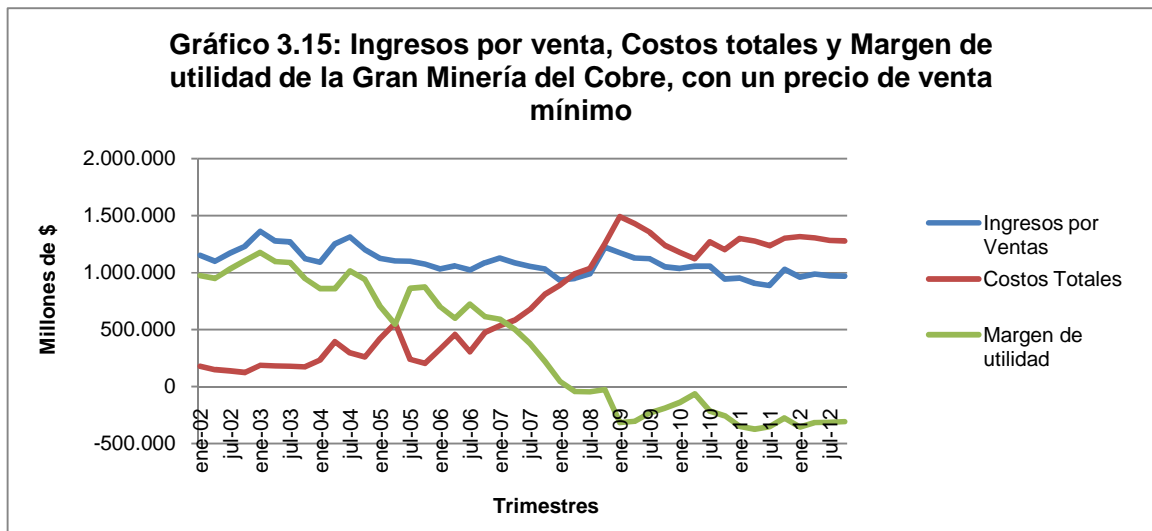


Gráfico 3.15: Ingresos por Venta, Costos Totales, Margen de utilidad en la Gran Minería del cobre en Chile, valorizados con precio de venta mínimo, por trimestres.
 Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de COCHILCO, CDEC-SIC, CDEC-SING, CNE.

Los ingresos por venta a precios constantes, se mantienen en un rango de \$1.000.000 (millones) a \$1.500.000 millones. Se observa también, que partir del trimestre Abril de 2008, no existen márgenes de utilidad para la industria de la Gran Minería del cobre. Lo cual, derivaría en una paralización de la producción de cobre en Chile, siempre y cuando el valor de la libra de cobre esté cercana a los 70¢ de dólar la libra, sobre todo considerando la actual estructura de costos que posee la minería del cobre.

3.5.1 Influencia del Gran Minería del Cobre, en el PIB por Actividad Económica.

Finalmente, al analizar la relación de la Gran Minería del Cobre, en relación a su aporte al Producto Interno Bruto, por actividad económica, se contrastan los datos que tiene el Banco Central de Chile, con las cifras aquí calculadas en la obtención

de los márgenes de utilidad, para los escenarios a precios nominales tanto para ingresos por ventas y costos; evaluación del margen a precios nominales, pero con un costo fijo máximo por consumo de electricidad. Por último se considera el margen de utilidad, con un precio mínimo de venta asignado a las TMF, a los cuales se les descuentan los costos a valores nominales.

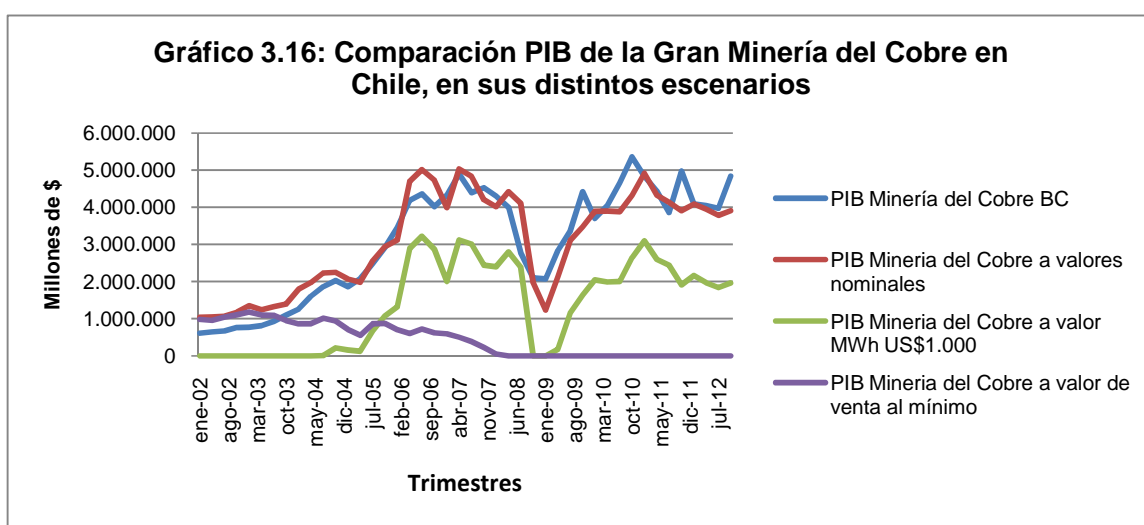


Gráfico 3.16: Comparación PIB Gran Minería del Cobre en Chile como actividad económica, en sus distintos escenarios.

Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de COCHILCO, CDEC-SIC, CDEC-SING, Banco Central, CNE.

Al comparar el PIB por actividad económica de la Minería del Cobre, de acuerdo las estimaciones realizadas en este estudio en términos de valores nominales, éstos se ajustan a los valores que entrega el Banco Central, respecto del aporte que realiza como actividad económica la Minería del Cobre en Chile. Destaca que si se compara al PIB del cobre a precios nominales en ingresos y costos, versus el escenario de un precio máximo para el consumo de energía eléctrica, se observa

que el Margen varía considerablemente, inclusive hasta la inexistencia de aporte económico por parte de la industria.

Sin embargo, si se valoriza al PIB del cobre a un precio mínimo, dentro del rango de años 2002 a 2012, con los costos energéticos a precios nominales, se observa que contribución de la Minería del Cobre es nula a partir del año 2008.

Ahora bien, lo correcto sería calcular cuánto se diferencian las cifras aquí estimadas, respecto del PIB total por actividad económica que entrega el Banco Central, tal como se presenta a continuación:

Variaciones	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Años											
Variación Porcentual PIB con valor máximo MWh respecto PIB Banco Central	-5,78%	-7,04%	-11,19%	-11,07%	-7,33%	-8,82%	-5,95%	-10,06%	-8,17%	-6,62%	-6,92%
Variación Porcentual PIB con precio venta de cobre al mínimo respecto PIB Banco Central	3,00%	1,39%	-5,26%	-9,59%	-17,17%	-19,15%	-13,98%	-13,14%	-15,98%	-14,89%	-12,98%

Tabla 3.2: Variación Porcentual PIB en Chile, en sus distintos escenarios para la Minería del Cobre, respecto PIB de Chile entregado por el Banco Central.

Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de COCHILCO, CDEC-SIC, CDEC-SING, Banco Central, CNE.

De la tabla 3.2 destacan dos cosas. La primera, dice relación con que existe una variación considerable para la serie de años, al momento de fijarse un precio por consumo de electricidad máximo, de US\$1.000 MWh. Sin embargo, dicha cantidad, representa un aumento de un 548,14% respecto del valor más alto de los PMM. Entonces, si ante un aumento de un 548,14% de los costos por

consumo de electricidad causan, como máximo una disminución del PIB país en un 11,19%; se considera que, pequeñas variaciones al alza en el consumo energético, afectan mínimamente a la Minería del cobre en el país, si tiene en cuenta los actuales precios en los cuales se tranza la libra de cobre. Es más, aún con costo de US\$1.000 por MWh, existirían márgenes de utilidad para la Minería del Cobre, considerándose lo expuesto en la figura 3.16.

Cuando se establece un precio mínimo de venta para las TMF de cobre, valorizando el consumo de electricidad a precios nominales, se observa una variación porcentual considerable, disminuyendo el PIB un 19,15%. Lo que subyace bajo dichas cifras, es que al tener en cuenta la figura 3.17 la Minería del cobre no realiza aportes al PIB como actividad económica, debido a que no posee márgenes de utilidad, lo cual derivaría en una paralización completa de la Industria Minera del Cobre, acentuando una caída mucho mayor en el PIB, a razón de que la minería interactúa con otros sectores de la economía nacional, por lo cual, la caída del PIB sería mucho más estrepitosa.

Para finalizar este capítulo, se consideran 2 puntos importantes. El primero dice relación, a la fuerte dependencia de la Minería del cobre, respecto al valor de venta de sus productos en los mercados internacionales. El segundo punto, tiene que ver con que, pequeñas alzas en los precios por el consumo de MWh no afectan fuertemente a la industria, teniendo en consideración el precio que actualmente tiene el cobre hoy en día.

CONCLUSIONES

En la presente Tesis, se analizó la relación entre el Sistema de Generación Eléctrica y la Gran Minería del Cobre en Chile. Se abordaron 2 temas que cobran relevancia en la actualidad de nuestro país. El primero, tiene que ver con el escenario que vive nuestra matriz energética y su capacidad para cubrir la demanda por energía eléctrica. El segundo punto, dice relación, en cuán gravitante es el costo de la electricidad en Chile para la Gran Minería del Cobre.

Respecto a la capacidad de generación energética, para los principales sistemas eléctricos en nuestro país, vale decir, el SING y el SIC, se observa una gran capacidad ociosa. Evidencia de ello, son los gráficos 3.1 y 3.4, donde la primera muestra que en el SING, tuvo una intensidad de uso máxima de su capacidad instalada el año 2011, cercana al 45% para cubrir tanto la demanda de clientes libres como regulado. Por su parte, en el SIC, sólo se llegó a utilizar aproximadamente el 50% de la capacidad instalada para cubrir la demanda de clientes libres y regulados durante los años 2002 a 2007, pero que a partir de ese último año, la intensidad de uso de la capacidad instalada comenzó a decaer hacia el año 2012, con cifras cercanas al 38%.

La pregunta que surge a partir de ello es, ¿por qué es necesario aumentar la capacidad instalada de nuestros sistemas eléctricos? De hecho, en el Ministerio de Energía se estima que “tomando en cuenta la tendencia de crecimiento económico al año 2020, se proyecta un aumento en el consumo eléctrico en torno

a los 100 mil GWh de demanda total de energía eléctrica a dicho año. Ello representa el desafío de incorporar 8 mil MW de capacidad instalada a nuestro sistema”⁷⁰. Si se convierte dicha cantidad de GWh, a MW, que es como se mide la capacidad instalada, se necesitarían aproximadamente 11.415 MW de potencia para cubrir dicha demanda. Si esto es así, y tal como se expresa en el apartado 2.2.2, solamente el Sistema Interconectado Central podría dar cobertura a dicha demanda, ya que actualmente posee una capacidad instalada de 13.545 MW. Con los antecedentes expuestos, se descarta de plano la existencia de una crisis energética en Chile, por falta de instalaciones de centrales de generación eléctrica.

En lo correspondiente a la Gran Minería del Cobre en Chile, se concluye que, es un sector de la economía con una alta demanda por consumo de electricidad. De hecho en el SING, el consumo de electricidad de las empresas mineras productoras de cobre, representa entre un 80% a 86% del total de la demanda que requieren los Clientes Libres. Homólogamente en el SIC, las empresas mineras de cobre demandan cerca de un 50%, del total consumido por los Clientes Libres.

Respecto de los costos que cancelan las empresas mineras, por consumo de energía eléctrica, se establece que los Costos Marginales de Generación eléctrica no afectan drásticamente a la industria, ya que éstos cancelan por MWh, cifras

⁷⁰ Ministerio de Energía. *Estrategia Nacional de Energía 2012 - 2030*. [En línea] <<http://www.minenergia.cl/estrategia-nacional-de-energia-2012.html>>. [Consultado: 23 de diciembre de 2013].

que oscilan entre los US150 y US\$100, estabilizando así su estructura de costos por consumo de electricidad, diferenciándose fuertemente de los valores del Costo Marginal de Generación Eléctrica por MWh.

En cuanto al consumo de energía eléctrica por procesos productivos, destaca la Concentradora y el proceso de Lixiviación por solventes (LX-SX-EW), los cuales requieren una gran cantidad de energía eléctrica para cumplir su función dentro de la cadena productiva. Sin embargo, la que destaca fuertemente es la Concentradora, si se tiene en cuenta que es un proceso intermedio para obtener cátodos electrorefinados. Si se tiene en cuenta, que se producen aproximadamente entre un 42% y 32% del total de TMF en productos terminados de concentrados, la pregunta es ¿por qué no se continúa con el proceso de refinación de cobre? Esto, ya que los cátodos tienen una mayor valorización monetaria que los concentrados al tranzarse entre comprador y vendedor.

Ahora bien, en relación a los márgenes de utilidad que presenta la Gran Minería del Cobre, para el caso de la valorización de ingresos, costos y margen de utilidad a precios nominales, se observa que de 2002 a 2007, los costos totales representaban menos del 20% de los ingresos, sin embargo hacia enero de 2009, ponderaron más del 50% de los ingresos. Esto se debe, a una baja considerable en la valorización del precio de la libra de cobre en la Bolsa de Metales de Londres, ya que en el trimestre de Julio – Septiembre 2008, la libra de cobre se

cotizaba aproximadamente a 350¢ de dólar, pero que para el trimestre de enero – marzo, el cobre se valorizó en 155¢ de dólar la libra.

Ante el escenario, de aumentar los costos de consumo eléctrico a US\$1.000 MWh, se observa que existen posibilidades de ganancia para la industria, pero que nuevamente esta en relación al precio que tiene la libra de cobre en el mercado internacional, destacando que el precio puede sufrir oscilaciones considerables, en algún momento, tal como lo fue el trimestre de enero de 2009. Si se considera el gráfico 3.14, en el trimestre de enero de 2004, se encuentra el valor más cercano donde la utilidad tiende a 0. En este caso, la libra de cobre se valorizó cercanamente a los 100¢ de dólar. Sin embargo, con los valores que actualmente posee la libra de cobre, existiría un margen de ganancia para la industria, a pesar de que los costos por consumo eléctrico tuviesen una variación porcentual de un 548,17%, respecto del valor más alto de los Precios Medios de Mercado. Es más, si se considera el precio que pagan las empresas mineras por consumo de MWh, equidistan considerablemente de los Costos Marginales de electricidad, sobre todo ante fuertes variaciones al alza en los precios de éstos últimos.

Para el escenario de mantener un precio fijo de venta, se concluye que con bajo precio de venta, no es factible para la industria producir con la estructura de costos que se genera a partir del trimestre abril de 2008, hacia adelante. La relación entre los costos electricidad y precios bajos se puede establecer a partir de la relación entre los gráficos 3.15 y 3.16. Si se combinan ambas figuras se puede concluir

que ante una fuerte variación en los costos de consumo por electricidad, se afectaría fuertemente los márgenes de utilidad, siempre y cuando el valor de la libra de cobre sea considerablemente bajo. Sin embargo, la posibilidad que exista una variación tan fuerte como la aquí simulada, se descarta, ya que el máximo valor pagado por concepto de PMM en el SING fue de US\$154,28 y en el SIC de US\$119,27. Quizás la preocupación del sector minero, radica en que sus márgenes de utilidad se redujeron, debido a que el valor mínimo cancelado en los PMM por los clientes libres en el SING fue de US\$50,78 y US\$50,12 por MWh, desde que se tiene registro de éstos.

En virtud de lo anterior se considera, que la minería del cobre debiese preocuparse en sí, de las variaciones en los precios en los cuales se comercializa el mineral, en vez de los costos de los distintos insumos que utiliza en sus líneas productivas.

Finalmente, en lo que corresponde a la influencia de la Gran Minería del Cobre en el Producto Interno Bruto de nuestro país, se pueden desprender 2 ideas, tanto del escenario en el que aumentan los precios del MWh como del escenario de mantener un precio mínimo de venta. La primera, dice relación en que para ambos existen variaciones porcentuales negativas del Producto Interno Bruto del País.

La segunda y más importante, tiene que ver cuando el PIB por actividad económica del cobre se llega a valor 0, tal como lo muestra la tabla 3.16. Para el caso de un aumento de los costos del MWh, se observa que no existió aporte de

la minería del cobre a la economía desde el año 2002 hasta principios de 2004, como también durante el año 2009, esto por los bajos precios en los que se tranzó el mineral. En el caso, de que el cobre se comercialice a un precio mínimo, el aporte de la Minería del Cobre es 0 a partir del primer trimestre del año 2008.

Para dichos periodos se considera que, la caída porcentual del PIB a nivel país, expuestos en la tabla 3.2, hubiese sido mayor, ya que la industria se paralizaría completamente, afectando a todos los sectores económicos que desarrollan actividades de apoyo o son proveedoras de insumos para el desarrollo de la minería, especialmente cuando los precios de venta son mínimos y sus costos totales son considerados nominalmente.

Se recalca entonces, que los costos más que ser un problema para la Gran Minería del Cobre como también para el país, el problema radica en los precios del mineral, los cuales si caen bruscamente, afectarán considerablemente a la economía de nuestro país.

REFERENCIAS

ARMSTRONG, Gary; KOTLER, Philip. *Fundamentos de Marketing*. 8^{va}. ed.

México: Pearson Educación, 2008. 656 p.

Banco Central. *Cuentas Nacionales*. [En línea].

<<http://si3.bcentral.cl/Siete/secure/cuadros/arboles.aspx>>. [Consultado: 13 de abril de 2013].

BAPTISTA, Pilar; FERNÁNDEZ, Carlos; HERNÁNDEZ, Roberto. *Metodología de la investigación*. 5^a ed. Santafé de Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Interamericana, S.A., 2010. 613 p.

BAR, Aníbal. *La metodología cuantitativa y su uso en América Latina*. [En línea]. *Cinta de Moebio, Revista de Epistemología de Ciencias Sociales*, num. 37, P: 1 – 14. Marzo, 2010. <<http://www.facso.uchile.cl/publicaciones/moebio/37/bar.pdf>> [Consultado: 5 de diciembre de 2012].

BERENSON, Mark; KREHBIEL, Timothy; LEVINE, David; (2006). *Estadística para Administración*. 4^a ed. México: Pearson Educación, 2006. 617 p.

Biblioteca del Congreso Nacional. (1990). *Ley N°16.624. Título I, Artículo 1°; Ministerio de Minería*. [En línea]

<<http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=28585#Minería0>>. [Consultado: 14 de diciembre de 2013].

Biblioteca del Congreso Nacional. (2012). *Decreto 291*. [En línea].

<<http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=275192>>. [Consultado: 9 de abril de 2013].

CDEC-SING. *Estadísticas de Operación 1998 / 2007*. [En línea]. P: 54. 2008.

<http://www.cdec-sing.cl/html_docs/anuario2007/PDF/CDEC-SING%202007%20Esp.pdf> [Consultado: 4 de diciembre de 2013].

CDEC-SING. *Anuario y Estadísticas de Operación 2012*. [En línea]. P: 68. 2012.

<http://www.cdec-sing.cl/html_docs/anuario2012/esp/esp/assets/downloads/publication.pdf>

[Consultado: 4 de abril de 2013].

Central Energía. (2012). *Capacidad instalada Aysén*. [En línea]

<<http://www.centralenergia.cl/centrales/capacidad-instalada-aysen/>> [Consultado: 8 de abril de 2013].

Central Energía. (2012). *Capacidad instalada Magallanes*. [En línea]

<<http://www.centralenergia.cl/centrales/capacidad-instalada-magallanes/>>

[Consultado: 8 de abril de 2013].

Central Energía. (2012). *Capacidad instalada SIC*. [En línea]
<<http://www.centralenergia.cl/centrales/capacidad-instalada-sic/>> [Consultado: 4
de abril de 2013].

CHILECTRA. *Qué es una Fuente de Energía*. [En línea].
<<http://www.chispita.cl/fuetes-de-energia/que-es-una-fuente-de-energia.html>>
[Consultado: 9 de abril de 2013].

COCHILCO. *Factores clave para un análisis estratégico de la minería*. [En línea].
P: 218. 2012.
<<http://www.cochilco.cl/descargas/estadisticas/recopilacion/2011.pdf>> [Consultado:
15 de abril de 2013].

COCHILCO. *Informe tendencias del mercado del cobre: Balance 2012 y
Perspectivas 2013-2014*. [En línea]. P: 27. Enero, 2013.
<http://www.cochilco.cl/archivos/Trimestral/20130128165648_20130128%20Informe%20Tendencias%20VF.pdf> [Consultado: 13 de abril de 2013].

Comisión Nacional de Energía. *Energías secundarias*. [En línea]
<<http://www.cne.cl/energias/fuentes-energeticas/energias-secundarias>>
[Consultado: 12 de diciembre de 2012].

Comisión Nacional de Energía. *Precios Medios de Mercado*. [En línea].

<<http://www.cne.cl/tarificacion/electricidad/precios-de-nudo-de-corto-plazo/793-precio-nudo-de-mercado>> [Consultado: 4 de diciembre de 2013].

Consejo Minero. *Energía y Cambio Climático*. [En línea]

<<http://www.consejominero.cl/energia-y-cambio-climatico/>> [Consultado: 14 de diciembre de 2013].

Diario Financiero (2012). *Costo promedio de la minería del cobre en Chile sube a US\$1,35 la libra durante 2012*. [En línea] <http://www.df.cl/costo-promedio-de-la-mineria-del-cobre-en-chile-sube-a-us-1-35-la-libra-durante-2012/prontus_df/2012-12-27/212452.html> [Consultado: 14 de diciembre de 2013].

Diario Financiero. (2013). *Cambios de contratos eléctricos amenazan a las compañías mineras*. [En línea]. <http://w2.df.cl/cambios-de-contratos-electricos-amenazan-a-las-companias-mineras/prontus_df/2013-05-02/210756.html> [Consultado: 20 de junio de 2013].

Instituto Nacional de Estadísticas. *Energía eléctrica, Informe anual 2009* [En línea]. P: 63. Septiembre, 2010.

<http://www.ine.cl/filenews/files/2010/octubre/pdf/06_10_10/completaenergia09.pdf> [Consultado: 12 de diciembre de 2012].

Instituto Nacional de Estadísticas. *Metodología energía eléctrica* [En línea]. P: 26. Diciembre, 2007.

<http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/estadisticas_economicas/energia/metodologia/metodologia_energia_electrica_junio_09.pdf> [Consultado: 2 de abril de 2013].

Instituto Nacional de Estadísticas. *Sectores Económicos*. [En línea]. P: 12. Enero, 2013. <<http://www.ine.cl/boletines/detalle.php?id=3&lang>> [Consultado: 13 de abril de 2013].

KRAJEWSKI, Lee; MAHOLTRA, Manoj; RITZMAN, Larry. *Administración de Operaciones*. 8^{va} ed. México: Pearson Educación, 2008. 728 p.

LARRAÍN, Felipe; SACHS, Jeffrey. *Macroeconomía en la economía global*. 2^a ed. Buenos Aires, Argentina: Pearson Education, 2002. 756 p.

MANKIWI, Gregory. *Principios de microeconomía*. 4^a ed. Madrid, España: McGraw-Hill Interamericana de España, S.A.U., 1998. 451 p.

McGraw-Hill. *Conceptos eléctricos básicos*. [En línea]. P: 26 <<http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448171578.pdf>> [Consultado: 12 de diciembre de 2012].

Ministerio de Energía. *Comisión asesora para el desarrollo eléctrico. Anexo 2: Radiografía a la demanda de electricidad en Chile*. [En línea]. P: 16. 2011.

<<http://www.minenergia.cl/comision-asesora-para-el-desarrollo.html>> [Consultado: 10 de abril de 2013].

Ministerio de Energía. *Estrategia Nacional de Energía 2012 - 2030*. [En línea] <<http://www.minenergia.cl/estrategia-nacional-de-energia-2012.html>>. [Consultado: 23 de diciembre de 2013].

Ministerio de Energía. *Renovables no convencionales*. [En línea]. <http://antiguo.minenergia.cl/minwww/opencms/03_Energias/Otros_Niveles/renovables_noconvencionales/Tipos_Energia/introduccion.html> [Consultado: 10 de abril de 2013].

Ministerio de Minería. *Desafíos de la Minería en Chile: “Una oportunidad de crecimiento y desarrollo”*. [En línea]. P: 30. Julio, 2012. http://www.codelco.com/prontus_codelco/site/artic/20120306/asocfile/20120306130444/presentacion_codelco_sat_calama_ministro.pdf> [Consultado: 13 de abril de 2013].

PINDYCK, Robert; RUBINFELD, Daniel. *Microeconomía*. 7ª ed. Madrid, España: Pearson Educación S.A., 2009. 850 p.

SPIEGEL, Murray; STEPHENS, Larry. *Estadística*. 3ª ed. D.F., México. McGraw-Hill Interamericana, S.A., 2002. 541 p.

SERNAGEOMIN. *Anuario de la Minería de Chile* [En línea]. P: 208. Marzo, 2012.

<http://www.sernageomin.cl/pdf/mineria/estadisticas/anuario/anuario_2011.pdf>

[Consultado: 22 de noviembre de 2012].

SYSTEP. *Reporte Sector Eléctrico SIC – SING*. [En línea]. Vol.6. (num. 3). P: 46.

Marzo, 2013.

<http://www.systep.cl/documents/reportes/032013_Systep_Reporte_Sector_Electri

[co.pdf](http://www.systep.cl/documents/reportes/032013_Systep_Reporte_Sector_Electri)> [Consultado: 4 de abril de 2013].

ANEXOS

Anexo 1: Variaciones porcentuales por tipo de clientes en el SING.

Año	Variación Porcentual Clientes Regulados Respecto Año Base	Variación Porcentual Clientes Libres Respecto Año Base	Variación Porcentual Clientes Regulados Respecto Año Anterior	Variación Porcentual Clientes Libres Respecto Año Anterior
2003	3,77%	11,33%	3,77%	11,33%
2004	6,54%	19,96%	2,67%	7,75%
2005	14,87%	22,75%	7,81%	2,33%
2006	24,48%	27,16%	8,37%	3,59%
2007	32,01%	33,87%	6,05%	5,28%
2008	37,46%	39,64%	4,13%	4,31%
2009	40,44%	44,46%	2,16%	3,45%
2010	48,27%	45,13%	5,58%	0,47%
2011	54,61%	49,92%	4,28%	3,30%
2012	68,38%	54,99%	8,91%	3,38%

Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de CDEC-SING.

Anexo 2: Variaciones porcentuales por tipo de clientes en el SIC.

Año	Variación Porcentual Clientes Regulados Respecto Año Base	Variación Porcentual Clientes Libres Respecto Año Base	Variación Porcentual Clientes Regulados Respecto Año Anterior	Variación Porcentual Clientes Libres Respecto Año Anterior
2003	6,26%	4,71%	6,26%	4,71%
2004	14,76%	12,69%	8,00%	7,62%
2005	22,08%	10,57%	6,38%	-1,88%
2006	30,93%	15,67%	7,25%	4,62%
2007	38,51%	17,71%	5,78%	1,76%
2008	36,91%	17,14%	-1,15%	-0,49%
2009	36,69%	15,77%	-0,16%	-1,16%
2010	41,14%	23,40%	3,25%	6,58%
2011	48,29%	36,37%	5,07%	10,51%
2012	56,32%	44,83%	5,41%	6,20%

Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de CDEC-SIC.

Anexo 3: Ponderación de productos generados de los procesos productivos.

Año	Ponderación	% Cat. LX-SX-EW	% Concentrados	% Fundición	% Cat. E.R.	Suma Cátodos LX-SX-EW y Concentrados
2002		34,97%	33,62%	7,05%	24,35%	68,59%
2003		33,71%	34,84%	8,87%	22,58%	68,55%
2004		30,23%	41,73%	8,63%	19,41%	71,96%
2005		29,78%	40,93%	9,04%	20,24%	70,72%
2006		31,56%	39,24%	11,33%	17,87%	70,80%
2007		32,97%	39,78%	9,52%	17,73%	72,75%
2008		37,00%	37,30%	7,16%	18,54%	74,30%
2009		39,25%	32,53%	8,36%	19,86%	71,78%
2010		38,54%	32,67%	9,32%	19,47%	71,22%
2011		38,47%	32,60%	9,95%	18,97%	71,07%
2012		37,34%	37,96%	8,63%	16,07%	75,30%

Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de COCHILCO.

Anexo 4: Coeficientes unitarios de consumo eléctrico por TMF de cobre por proceso, a nivel país.

Año / Proceso	LX / SX / EW (MWh/TMF)	Concentradora (MWh/TMF)	Fundición (MWh/TMF)	Electrorefinación (MWh/TMF)
2002	2,77	1,91	1,03	0,35
2003	2,84	1,98	1,05	0,34
2004	2,90	1,93	1,07	0,35
2005	2,80	2,01	1,05	0,35
2006	2,81	2,06	1,05	0,34
2007	2,91	2,18	1,08	0,34
2008	2,97	2,28	1,10	0,36
2009	2,86	2,52	0,98	0,35
2010	2,95	2,48	1,04	0,36
2011	3,07	2,86	1,09	0,37
2012	3,01	3,08	1,09	0,37

Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de COCHILCO.

Anexo 5: Coeficientes unitarios de consumo eléctrico por TMF de cobre por proceso, SING.

Año / Proceso	LX / SX / EW (MWh/TMF)	Concentradora (MWh/TMF)	Fundición (MWh/TMF)	Electrorefinación (MWh/TMF)
2002	2,74	1,55	1,06	0,31
2003	2,81	1,74	1,09	0,31
2004	2,86	1,60	1,17	0,32
2005	2,75	1,69	1,18	0,34
2006	2,76	1,69	1,21	0,31
2007	2,85	1,74	1,19	0,31
2008	2,93	1,83	1,28	0,35
2009	2,84	2,07	0,95	0,34
2010	2,92	2,02	1,05	0,36
2011	3,05	2,38	1,09	0,35
2012	2,96	2,64	1,22	0,37

Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de COCHILCO.

Anexo 6: Coeficientes unitarios de consumo eléctrico por TMF de cobre por proceso, SIC.

Año Proceso	LX/ SX/ EW (MWh/TMF)	Concentradora (MWh/TMF)	Fundición (MWh/TMF)	Electrorefinación (MWh/TMF)
2002	3,13	2,31	1,00	0,39
2003	3,15	2,26	1,03	0,39
2004	3,25	2,35	0,99	0,40
2005	3,20	2,44	0,95	0,37
2006	3,26	2,57	0,94	0,37
2007	3,47	2,82	1,00	0,37
2008	3,39	2,82	0,98	0,37
2009	3,10	3,05	1,01	0,36
2010	3,33	3,04	1,03	0,37
2011	3,49	3,15	1,09	0,39
2012	3,48	3,49	1,00	0,38

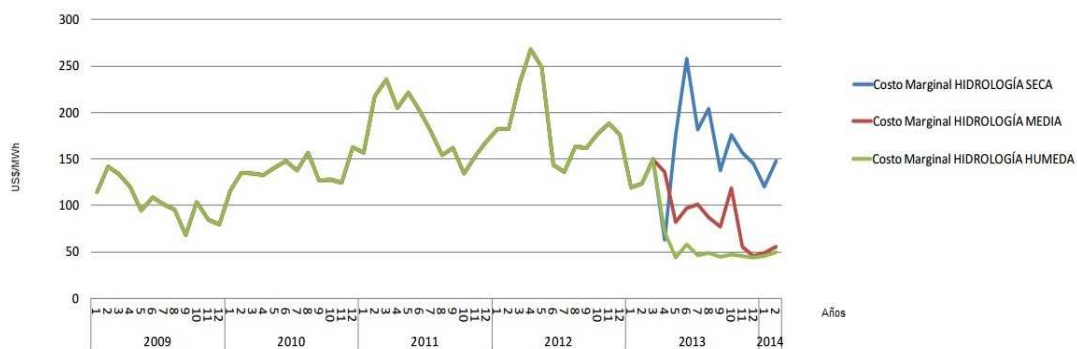
Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de COCHILCO.

Anexo 7: Demanda a nivel país de MW por consumo de energía eléctrica en la Gran Minería del Cobre vs. Capacidad Instalada SIC.

Años	Total MW Consumidos	Capacidad Instalada SIC MW	Ponderación MW Consumidos / Cap. Instalada SIC
2002	1.365,78	6737,2	20,27%
2003	1.504,91	6996,2	21,51%
2004	1.591,46	7867,4	20,23%
2005	1.596,67	8259,8	19,33%
2006	1.631,56	8273,6	19,72%
2007	1.764,21	9450,3	18,67%
2008	1.750,70	9910,7	17,66%
2009	1.850,37	11404,1	16,23%
2010	1.879,70	12147,1	15,47%
2011	2.000,85	12715,2	15,74%
2012	2.085,76	13585,4	15,35%

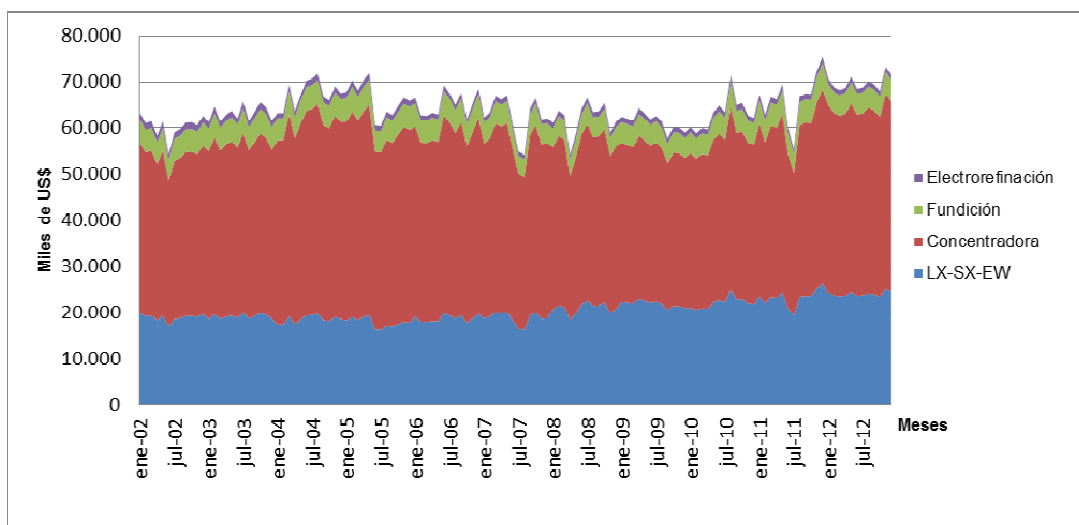
Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de COCHILCO.

Anexo 8: Costos Marginales SIC proyectados desde Marzo 2013 a futuro.



Fuente: SysteP

Anexo 9: Costo del consumo de energía eléctrica, por procesos para clientes libres en el SIC, en términos reales, manteniendo constante PMM de Diciembre de 2012 y coeficiente de consumo de energía eléctrica por TMF en el año 2012.



Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de CNE, COCHILCO.

Anexo 10: Producción desestacionalizada de Toneladas Métricas de Cobre Fino, generada a partir de sus distintas líneas de procesos, para empresas mineras, en el SING.

	Cátodos LX-SX-EW	Concentrados	Productos Fundición	Cátodos E.R.
ene-02	89.340,37	85.877,17	18.018,65	62.214,80
feb-02	87.596,13	84.200,55	17.666,86	61.000,15
mar-02	84.758,35	81.472,77	17.094,52	59.023,98
abr-02	82.997,68	79.780,35	16.739,42	57.797,88
may-02	86.830,47	83.464,57	17.512,44	60.466,96
jun-02	88.293,13	84.870,53	17.807,43	61.485,53
jul-02	77.735,99	74.722,63	15.678,21	54.133,76
ago-02	89.246,14	85.786,60	17.999,64	62.149,19
sep-02	83.023,89	79.805,55	16.744,71	57.816,14
oct-02	83.485,96	80.249,70	16.837,90	58.137,91
nov-02	86.742,39	83.379,91	17.494,67	60.405,63
dic-02	91.117,66	87.585,57	18.377,10	63.452,47
ene-03	90.723,84	93.775,23	23.873,25	60.775,26
feb-03	95.077,83	98.275,65	25.018,97	63.691,96
mar-03	94.118,24	97.283,79	24.766,46	63.049,14
abr-03	89.840,18	92.861,85	23.640,72	60.183,30
may-03	84.833,53	87.686,80	22.323,26	56.829,38
jun-03	93.241,16	96.377,21	24.535,66	62.461,59
jul-03	96.277,89	99.516,08	25.334,75	64.495,88
ago-03	87.189,39	90.121,90	22.943,19	58.407,56
sep-03	89.345,34	92.350,36	23.510,51	59.851,81
oct-03	88.442,23	91.416,88	23.272,86	59.246,83
nov-03	86.490,77	89.399,78	22.759,35	57.939,55
dic-03	89.561,23	92.573,52	23.567,32	59.996,44
ene-04	77.887,05	107.508,21	22.228,96	50.008,03
feb-04	83.277,75	114.949,05	23.767,47	53.469,17
mar-04	84.497,93	116.633,27	24.115,71	54.252,60
abr-04	92.580,60	127.789,86	26.422,50	59.442,15
may-04	87.713,19	121.071,33	25.033,34	56.316,98
jun-04	89.283,91	123.239,41	25.481,63	57.325,48
jul-04	94.642,84	130.636,38	27.011,06	60.766,22
ago-04	95.334,26	131.590,76	27.208,40	61.210,16
sep-04	93.633,25	129.242,84	26.722,93	60.118,01
oct-04	96.314,60	132.943,93	27.488,19	61.839,59
nov-04	89.771,66	123.912,65	25.620,83	57.638,64
dic-04	88.471,00	122.117,33	25.249,62	56.803,54
ene-05	88.127,92	121.118,89	26.756,50	59.897,62
feb-05	79.303,90	108.991,56	24.077,44	53.900,23
mar-05	85.693,99	117.773,80	26.017,53	58.243,36
abr-05	79.060,47	108.657,01	24.003,53	53.734,78
may-05	85.076,80	116.925,57	25.830,15	57.823,87
jun-05	81.806,72	112.431,32	24.837,32	55.601,31
jul-05	84.832,85	116.590,29	25.756,08	57.658,07
ago-05	102.560,82	140.954,78	31.138,46	69.707,18

sep-05	87.790,96	120.655,78	26.654,19	59.668,60
oct-05	86.276,40	118.574,24	26.194,36	58.639,21
nov-05	95.719,70	131.552,67	29.061,43	65.057,50
dic-05	97.133,94	133.496,33	29.490,81	66.018,71
ene-06	88.366,46	109.875,69	31.715,40	50.048,91
feb-06	98.430,55	122.389,47	35.327,48	55.749,00
mar-06	93.941,95	116.808,30	33.716,49	53.206,75
abr-06	98.978,03	123.070,22	35.523,98	56.059,08
may-06	98.013,41	121.870,79	35.177,76	55.512,74
jun-06	91.886,35	114.252,36	32.978,72	52.042,50
jul-06	98.297,45	122.223,98	35.279,71	55.673,61
ago-06	87.244,67	108.480,84	31.312,78	49.413,55
sep-06	76.955,74	95.687,49	27.620,00	43.586,11
oct-06	103.943,34	129.244,13	37.306,06	58.871,33
nov-06	98.612,14	122.615,26	35.392,65	55.851,85
dic-06	96.699,18	120.236,66	34.706,08	54.768,38
ene-07	106.429,56	128.417,21	30.724,63	57.243,43
feb-07	102.117,20	123.213,95	29.479,71	54.924,01
mar-07	111.788,43	134.883,20	32.271,66	60.125,71
abr-07	104.576,41	126.181,22	30.189,65	56.246,71
may-07	103.479,01	124.857,10	29.872,85	55.656,47
jun-07	105.645,40	127.471,06	30.498,26	56.821,67
jul-07	111.181,37	134.150,72	32.096,41	59.799,20
ago-07	103.093,47	124.391,91	29.761,55	55.449,10
sep-07	107.992,44	130.302,98	31.175,81	58.084,03
oct-07	103.859,04	125.315,64	29.982,56	55.860,87
nov-07	103.929,36	125.400,49	30.002,86	55.898,69
dic-07	106.801,70	128.866,24	30.832,06	57.443,59
ene-08	115.418,29	116.378,64	22.339,97	57.837,97
feb-08	115.629,49	116.591,61	22.380,85	57.943,81
mar-08	113.622,27	114.567,68	21.992,34	56.937,96
abr-08	118.598,05	119.584,86	22.955,43	59.431,40
may-08	116.799,94	117.771,79	22.607,40	58.530,34
jun-08	119.296,23	120.288,85	23.090,57	59.781,27
jul-08	106.934,23	107.823,99	20.697,82	53.586,47
ago-08	106.380,89	107.266,05	20.590,72	53.309,19
sep-08	103.048,97	103.906,41	19.945,81	51.639,51
oct-08	106.640,07	107.527,39	20.640,89	53.439,07
nov-08	106.754,65	107.642,92	20.663,06	53.496,48
dic-08	108.028,32	108.927,19	20.909,59	54.134,74
ene-09	119.008,57	98.612,72	25.347,28	60.209,62
feb-09	116.023,00	96.138,82	24.711,39	58.699,14
mar-09	112.568,16	93.276,08	23.975,56	56.951,25
abr-09	113.020,63	93.651,01	24.071,93	57.180,17
may-09	121.158,39	100.394,11	25.805,16	61.297,28
jun-09	124.624,87	103.266,49	26.543,48	63.051,06
jul-09	121.203,94	100.431,84	25.814,86	61.320,32
ago-09	129.617,92	107.403,83	27.606,93	65.577,18
sep-09	133.289,44	110.446,11	28.388,92	67.434,70
oct-09	130.711,21	108.309,75	27.839,79	66.130,30
nov-09	124.247,37	102.953,69	26.463,08	62.860,07
dic-09	122.502,95	101.508,23	26.091,54	61.977,53
ene-10	117.157,15	99.324,13	28.323,03	59.176,00
feb-10	123.914,62	105.053,02	29.956,66	62.589,20
mar-10	123.666,70	104.842,83	29.896,73	62.463,97

abr-10	123.503,99	104.704,89	29.857,39	62.381,79
may-10	109.079,15	92.475,72	26.370,15	55.095,81
jun-10	123.223,99	104.467,51	29.789,70	62.240,36
jul-10	127.808,42	108.354,12	30.898,00	64.555,95
ago-10	119.767,84	101.537,44	28.954,17	60.494,66
sep-10	115.093,26	97.574,40	27.824,08	58.133,53
oct-10	112.650,81	95.503,72	27.233,61	56.899,85
nov-10	119.562,12	101.363,03	28.904,44	60.390,75
dic-10	114.294,24	96.897,00	27.630,91	57.729,95
ene-11	121.143,67	102.650,24	31.332,94	59.746,18
feb-11	108.074,01	91.575,75	27.952,57	53.300,43
mar-11	114.022,89	96.616,49	29.491,20	56.234,32
abr-11	112.426,36	95.263,68	29.078,27	55.446,94
may-11	108.798,27	92.189,45	28.139,89	53.657,62
jun-11	110.003,78	93.210,93	28.451,69	54.252,16
jul-11	105.349,91	89.267,50	27.248,00	51.956,94
ago-11	108.690,17	92.097,85	28.111,93	53.604,31
sep-11	109.549,46	92.825,96	28.334,18	54.028,09
oct-11	112.762,49	95.548,50	29.165,21	55.612,71
nov-11	111.091,68	94.132,75	28.733,07	54.788,69
dic-11	111.143,63	94.176,77	28.746,50	54.814,32
ene-12	106.158,11	107.931,95	24.551,16	45.690,69
feb-12	106.599,69	108.380,91	24.653,28	45.880,74
mar-12	104.835,98	106.587,73	24.245,39	45.121,64
abr-12	109.663,56	111.495,97	25.361,86	47.199,44
may-12	107.844,43	109.646,44	24.941,15	46.416,48
jun-12	106.719,66	108.502,88	24.681,03	45.932,38
jul-12	105.172,35	106.929,71	24.323,18	45.266,41
ago-12	111.653,00	113.518,65	25.821,96	48.055,70
sep-12	112.551,19	114.431,85	26.029,68	48.442,28
oct-12	111.801,56	113.669,69	25.856,31	48.119,64
nov-12	109.219,33	111.044,32	25.259,12	47.008,24
dic-12	108.465,41	110.277,80	25.084,76	46.683,75

Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de COCHILCO.

Anexo 11: Producción desestacionalizada de Toneladas Métricas de Cobre Fino, generada a partir de sus distintas líneas de procesos, para empresas mineras, en el SIC.

	Cátodos LX-SX-EW	Concentrados	Productos Fundición	Cátodos E.R.
ene-02	49.543,36	47.622,86	9.992,17	34.500,98
feb-02	47.756,94	45.905,69	9.631,88	33.256,96
mar-02	48.126,26	46.260,69	9.706,36	33.514,14
abr-02	45.640,76	43.871,54	9.205,07	31.783,29
may-02	48.102,87	46.238,21	9.701,65	33.497,85
jun-02	42.444,78	40.799,45	8.560,49	29.557,67
jul-02	46.233,23	44.441,04	9.324,57	32.195,87
ago-02	46.783,92	44.970,39	9.435,63	32.579,37
sep-02	47.836,32	45.981,99	9.647,89	33.312,23
oct-02	47.920,70	46.063,10	9.664,91	33.371,00
nov-02	47.452,73	45.613,27	9.570,52	33.045,11
dic-02	49.034,96	47.134,16	9.889,63	34.146,94
ene-03	46.290,33	47.847,25	12.180,93	31.009,57
feb-03	48.798,62	50.439,90	12.840,96	32.689,85
mar-03	46.404,91	47.965,68	12.211,08	31.086,32
abr-03	47.483,66	49.080,72	12.494,94	31.808,97
may-03	48.176,95	49.797,32	12.677,38	32.273,40
jun-03	46.891,32	48.468,45	12.339,07	31.412,16
jul-03	49.696,94	51.368,44	13.077,35	33.291,63
ago-03	46.440,55	48.002,52	12.220,46	31.110,20
sep-03	48.024,86	49.640,12	12.637,36	32.171,51
oct-03	49.562,32	51.229,29	13.041,93	33.201,45
nov-03	48.716,42	50.354,94	12.819,34	32.634,79
dic-03	46.482,05	48.045,42	12.231,38	31.138,00
ene-04	43.403,82	59.910,70	12.387,45	27.867,79
feb-04	43.382,92	59.881,84	12.381,48	27.854,36
mar-04	47.590,15	65.689,13	13.582,23	30.555,65
abr-04	43.629,75	60.222,55	12.451,93	28.012,84
may-04	46.016,50	63.517,00	13.133,11	29.545,28
jun-04	48.181,43	66.505,27	13.750,98	30.935,29
jul-04	48.457,42	66.886,23	13.829,75	31.112,49
ago-04	49.208,09	67.922,38	14.043,99	31.594,46
sep-04	45.772,12	63.179,68	13.063,36	29.388,37
oct-04	45.251,32	62.460,82	12.914,73	29.053,99
nov-04	47.382,89	65.403,04	13.523,08	30.422,58
dic-04	46.275,61	63.874,65	13.207,06	29.711,64
ene-05	45.627,38	62.708,13	13.852,92	31.011,41
feb-05	47.318,04	65.031,69	14.366,22	32.160,50
mar-05	45.823,17	62.977,22	13.912,36	31.144,49
abr-05	47.376,80	65.112,46	14.384,06	32.200,44
may-05	48.355,36	66.457,35	14.681,16	32.865,53
jun-05	40.805,90	56.081,72	12.389,07	27.734,42

jul-05	40.667,07	55.890,92	12.346,92	27.640,06
ago-05	42.810,11	58.836,21	12.997,57	29.096,61
sep-05	42.287,86	58.118,45	12.839,00	28.741,65
oct-05	43.577,55	59.890,95	13.230,57	29.618,22
nov-05	44.781,39	61.545,44	13.596,06	30.436,42
dic-05	44.326,75	60.920,61	13.458,03	30.127,42
ene-06	47.546,97	59.120,35	17.064,97	26.929,61
feb-06	44.859,56	55.778,80	16.100,44	25.407,52
mar-06	44.787,09	55.688,69	16.074,43	25.366,47
abr-06	45.288,18	56.311,75	16.254,28	25.650,28
may-06	44.981,71	55.930,68	16.144,28	25.476,70
jun-06	49.516,76	61.569,61	17.771,95	28.045,25
jul-06	48.200,00	59.932,34	17.299,35	27.299,47
ago-06	46.434,53	57.737,14	16.665,71	26.299,55
sep-06	48.320,57	60.082,25	17.342,62	27.367,75
oct-06	44.197,24	54.955,26	15.862,73	25.032,39
nov-06	46.600,22	57.943,15	16.725,18	26.393,38
dic-06	49.012,32	60.942,38	17.590,90	27.759,55
ene-07	46.720,80	56.373,02	13.487,60	25.128,91
feb-07	47.595,79	57.428,77	13.740,20	25.599,52
mar-07	50.230,03	60.607,23	14.500,66	27.016,36
abr-07	49.678,53	59.941,79	14.341,45	26.719,73
may-07	50.295,15	60.685,81	14.519,46	27.051,39
jun-07	45.602,72	55.023,94	13.164,83	24.527,55
jul-07	41.181,55	49.689,40	11.888,50	22.149,61
ago-07	40.691,06	49.097,57	11.746,90	21.885,80
sep-07	48.227,58	58.191,09	13.922,58	25.939,34
oct-07	49.913,38	60.225,16	14.409,25	26.846,05
nov-07	46.424,06	56.014,96	13.401,93	24.969,31
dic-07	46.588,48	56.213,35	13.449,40	25.057,74
ene-08	51.649,56	52.079,32	9.997,11	25.882,43
feb-08	53.920,32	54.368,97	10.436,63	27.020,35
mar-08	53.096,51	53.538,31	10.277,18	26.607,52
abr-08	45.825,89	46.207,19	8.869,90	22.964,09
may-08	49.719,23	50.132,93	9.623,48	24.915,11
jun-08	54.306,11	54.757,98	10.511,31	27.213,67
jul-08	56.271,84	56.740,06	10.891,78	28.198,73
ago-08	53.638,01	54.084,31	10.381,99	26.878,88
sep-08	53.833,13	54.281,06	10.419,76	26.976,65
oct-08	55.262,96	55.722,79	10.696,51	27.693,16
nov-08	49.808,22	50.222,65	9.640,71	24.959,70
dic-08	51.851,95	52.283,39	10.036,29	25.983,85
ene-09	55.554,96	46.033,88	11.832,49	28.106,75
feb-09	55.145,57	45.694,65	11.745,29	27.899,62
mar-09	54.778,43	45.390,43	11.667,09	27.713,87
abr-09	57.257,75	47.444,84	12.195,16	28.968,23
may-09	56.200,22	46.568,55	11.969,92	28.433,20
jun-09	55.024,68	45.594,48	11.719,54	27.838,46
jul-09	55.723,63	46.173,64	11.868,41	28.192,08
ago-09	54.532,46	45.186,62	11.614,71	27.589,43
sep-09	51.380,90	42.575,18	10.943,47	25.994,98
oct-09	53.622,80	44.432,85	11.420,96	27.129,21
nov-09	53.495,07	44.327,02	11.393,76	27.064,59

dic-09	52.518,32	43.517,66	11.185,72	26.570,42
ene-10	52.558,95	44.558,72	12.706,26	26.547,49
feb-10	51.371,86	43.552,31	12.419,27	25.947,89
mar-10	52.351,18	44.382,57	12.656,03	26.442,55
abr-10	52.052,54	44.129,39	12.583,83	26.291,71
may-10	55.381,79	46.951,88	13.388,68	27.973,31
jun-10	56.619,60	48.001,28	13.687,93	28.598,52
jul-10	55.343,53	46.919,44	13.379,43	27.953,98
ago-10	62.383,47	52.887,80	15.081,36	31.509,85
sep-10	56.695,24	48.065,40	13.706,21	28.636,73
oct-10	57.083,29	48.394,39	13.800,03	28.832,74
nov-10	54.764,75	46.428,76	13.239,51	27.661,64
dic-10	54.244,32	45.987,55	13.113,70	27.398,77
ene-11	58.491,25	49.562,15	15.128,34	28.846,98
feb-11	54.781,00	46.418,29	14.168,71	27.017,14
mar-11	58.157,27	49.279,15	15.041,96	28.682,27
abr-11	57.644,53	48.844,69	14.909,35	28.429,39
may-11	60.601,05	51.349,88	15.674,03	29.887,50
jun-11	52.203,73	44.234,46	13.502,12	25.746,07
jul-11	48.236,07	40.872,50	12.475,91	23.789,28
ago-11	58.219,35	49.331,76	15.058,02	28.712,88
sep-11	58.773,21	49.801,07	15.201,27	28.986,04
oct-11	58.636,67	49.685,37	15.165,95	28.918,70
nov-11	63.024,15	53.403,07	16.300,74	31.082,54
dic-11	65.789,70	55.746,44	17.016,03	32.446,46
ene-12	60.603,32	61.615,97	14.015,71	26.083,80
feb-12	59.008,52	59.994,51	13.646,88	25.397,40
mar-12	58.492,01	59.469,38	13.527,43	25.175,09
abr-12	58.905,75	59.890,03	13.623,12	25.353,16
may-12	60.951,73	61.970,20	14.096,29	26.233,76
jun-12	58.731,31	59.712,67	13.582,77	25.278,08
jul-12	58.975,17	59.960,61	13.639,17	25.383,05
ago-12	60.145,47	61.150,46	13.909,83	25.886,74
sep-12	59.547,95	60.542,96	13.771,64	25.629,57
oct-12	58.264,49	59.238,05	13.474,81	25.077,16
nov-12	62.868,72	63.919,22	14.539,63	27.058,84
dic-12	61.330,79	62.355,59	14.183,96	26.396,91

Fuente: Elaboración propia, en base a datos obtenidos de COCHILCO.