



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**EVALUACIÓN DESEMPEÑO EMPRESAS MINERAS DEL COBRE
EN CHILE, PERÍODO 2000-2006**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

JOSÉ TOMÁS LASNIBAT PÉREZ

**PROFESOR GUÍA:
ENRIQUE JOFRÉ ROJAS**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
GERARDO DÍAZ RODENA
JOSÉ MIGUEL CRUZ GONZALEZ**

**SANTIAGO DE CHILE
ABRIL 2008**

RESUMEN EJECUTIVO

La posición que tiene el cobre en las exportaciones de Chile es de gran importancia, situando al metal rojo como el elemento que más aporta el PIB nacional. Debido al envejecimiento de los yacimientos y a la globalización, los costos de producción de cobre han ido aumento, por lo que se requiere poner énfasis en el área de la gestión para poder competir a nivel internacional y hacer que los yacimientos chilenos incorporen la característica de Clase Mundial.

Para esto se tiene como objetivo principal estudiar la minería del cobre en Chile en el período 2000-2006 y las variables que influyen en el desempeño.

La metodología utilizada para cumplir con el objetivo se basa en primer lugar en el estudio de la industria a nivel global que establece el marco conceptual en el cual se desarrolla el trabajo. Luego se seleccionan aquellos yacimientos que reflejen las distintas características existentes en el territorio nacional como también un nivel de significancia apropiado. A partir de esto se recopila la información necesaria a través de fuentes de carácter primario y secundario, en donde las variables que caracterizan cada uno de los yacimientos son la clave para poder desarrollar el análisis estadístico. Este análisis permite estandarizar las variables de manera que los yacimientos puedan ser comparables entre si para poder evaluar quiénes poseen mejores desempeños. Para finalizar se define un indicador global de rendimiento con el cual se establece un ranking que indica el desempeño de cada yacimiento escogido.

Debido a que el proceso productivo del cobre tiene dos variantes, se dividen aquellos yacimientos que realizan el proceso concentrado y aquellos yacimientos que realizan el proceso de lixiviación.

Para el proceso concentrado se determinó que el desempeño era reflejado por el costo a concentrado el cual dependía de la producción de cobre, la ley del mineral, la recuperación, la antigüedad y la inversión. Para el proceso de lixiviación se determinó que el desempeño era reflejado por el costo a cátodo el cual dependía del grado de cobre y del número de trabajadores del yacimiento.

Se obtuvo que Los Pelambres es el yacimiento con mejor desempeño en el proceso concentrado y que Radomiro Tomic es el mejor para el proceso de lixiviación. Esto confirma que los yacimientos que han aplicado un desarrollo evolutivo en su sistema de gestión en los últimos años, han obtenido resultados por sobre el promedio posicionándose dentro de la alta competitividad.

Se propone afinar el estudio en futuras realizaciones consiguiendo una mayor cantidad de datos anuales para cada uno de los yacimientos de manera de obtener ecuaciones por medio de regresiones multivariadas sin restricción del número de variables a incluir en el modelo.

AGRADECIMIENTOS

Una nueva etapa ha finalizado. Las vivencias serán recordadas por siempre y en esos recuerdos se plasmarán las imágenes de aquellas personas que fueron parte importante de este camino. Fueron muchas las personas que me acompañaron en este viaje, a quienes no puedo dejar de agradecer su compañía, su amistad y su amor, materia prima de las bases de mi estabilidad emocional que me permitió llegar al objetivo.

En primer lugar, agradezco a mis padres Mariana y Alberto. Sin ellos el rumbo hubiese sido otro. Su amor, su preocupación y su entrega natural, me permitieron ser feliz en todo momento y por ello les estaré eternamente agradecido. Además agradezco a mis hermanos Marcelo, Bárbara, Catalina y Nicolás, por sus preocupaciones y sus afectos, por estar siempre ahí cuando los necesité en esta nueva etapa y por ser mi lugar de resguardo en esta ciudad tan diferente a nuestro amado Puerto.

Es un honor agradecer también a mis cuñados Claudia, Claudio y Julie como también a mis sobrinos Consuelo, Gabriel, Jerónimo, Pedro y Paloma. Ellos entregan la estabilidad que nuestra familia necesita creando un ambiente grato para el desarrollo de cada uno. Además agradezco a Verónica Ogalde, por acompañar a mis padres y por ser una más del clan familiar.

Debo agradecer también a mis amigos de infancia que cada fin de semana alegraban mi vida, abriéndome el mundo desde otra perspectiva y haciéndome sentir como si nada hubiese cambiado. No puedo dejar de agradecer a mis compañeros de Universidad que me enseñaron a creer que en cada lugar uno puede encontrar una riqueza. En varias ocasiones fueron parte importante de mi desempeño académico, formando un grupo que transformaba los lazos de compañerismo en lazos de hermandad.

A mis profesores y a todo el grupo humano del cuerpo docente de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas y en especial del Departamento de Ingeniería Civil Industrial. Ellos son parte de mi formación como persona y les estaré por siempre agradecido.

Al profesor Enrique Jofré por revelarme la importancia del Alto Desempeño. Por su preocupación y cuidado para que esta Memoria llegara a ser una herramienta útil para la sociedad.

Al profesor Mauricio Canals por su tiempo y dedicación de manera de que los resultados estadísticos estuviesen correctos.

Y muy especialmente a Ana Lama Ibacache quien con su perseverancia, su lucha y su fuerza, me enseñó que nada puede borrar la sonrisa eterna de nuestra alma.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Capítulo 1	
1.1 Introducción.....6	
1.2 Descripción del proyecto y Justificación..... 8	8
1.3 Objetivos..... 10	10
1.3.1 Objetivo General..... 10	10
1.3.2 Objetivos Específicos..... 10	10
1.4 Marco Conceptual..... 10	10
1.5 Metodología..... 12	12
Capítulo 2	
2.1 Estudio de la Industria a Nivel Global..... 15	15
2.1.1 Procesos productivos..... 19	19
2.1.2 Comercio: Mercado del cobre..... 20	20
2.1.3 Estructura de la industria minera..... 20	20
2.1.4 La industria regional..... 22	22
2.1.5 La industria en Chile..... 23	23
2.1.6 Pronósticos e historia del precio del cobre..... 25	25
Capítulo 3	
3.1 Selección de yacimientos a estudiar..... 27	27
3.1.1 División El Soldado..... 29	29
3.1.2 División Los Bronces..... 29	29
3.1.3 División Mantos Blancos..... 30	30
3.1.4 División Mantoverde..... 30	30
3.1.5 Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi..... 30	30
3.1.6 Minera Los Pelambres..... 30	30
3.1.7 Minera Escondida..... 31	31
3.1.8 Sociedad Contractual Minera El Abra..... 31	31
3.1.9 Candelaria..... 31	31
3.1.10 Cerro Colorado..... 32	32
3.1.11 Quebrada Blanca..... 32	32
3.1.12 Minera Michilla..... 33	33
3.1.13 Lomas Bayas..... 33	33
3.1.14 Compañía Minera Zaldivar..... 33	33
3.1.15 Codelco..... 34	34
3.1.15.1 División Andina..... 36	36
3.1.15.2 División Codelco Norte..... 36	36
3.1.15.3 Salvador..... 36	36
3.1.15.4 El Teniente..... 37	37
3.1.16 Selección de yacimientos..... 37	37
Capítulo 4	
4.1 Entrevistas a expertos..... 40	40
Capítulo 5	
5.1 Estudio de Base de Datos..... 41	41

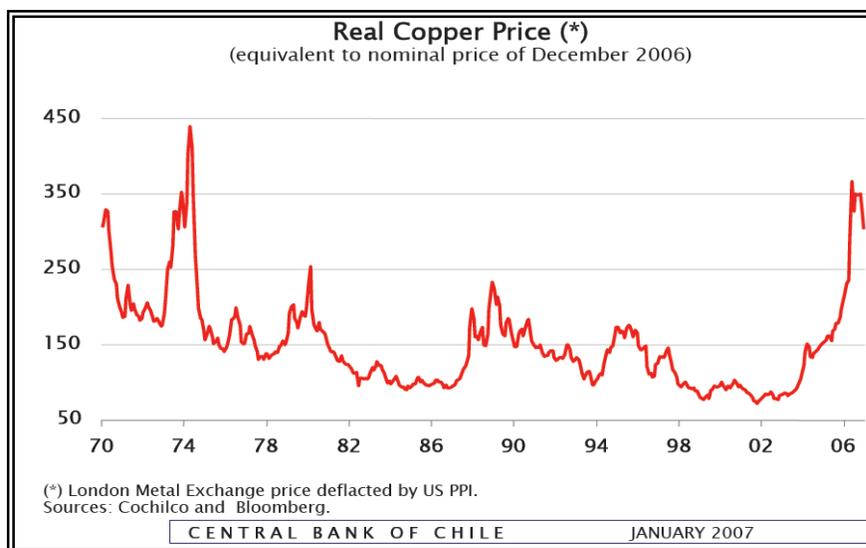
5.2 Elección de variables y método de regresión.....	46
5.3 Resultados.....	49
5.3.1 Matriz de Correlaciones.....	50
5.3.2 Forma de ecuación para regresión.....	53
5.3.3 Regresiones.....	54
5.3.3.1 Proceso Concentrado.....	55
5.3.3.2 Proceso SxEw.....	59
5.3.3.3 Análisis de Resultados.....	63
5.3.3.3.1 Proceso Concentrado.....	63
5.3.3.3.2 Proceso SxEw.....	65
5.3.3.4 Análisis Económico.....	66
 Capítulo 6	
6.1 Conclusiones y Recomendaciones.....	69
 Capítulo 7	
7.1 Bibliografía.....	72
 Capítulo 8	
8.1 Anexos.....	74
8.1.1 Anexo A: Gráfico PIB.....	74
8.1.2 Anexo B: Procesos Productivos.....	75
8.1.3 Anexo C: Tabla de datos de yacimientos.....	77
8.1.4 Anexo D: Proyecto Royalty II.....	79
8.1.5 Anexo E: Tablas de variables.....	80
8.1.6 Anexo F: Factores de Riesgo.....	83
8.1.7 Anexo G: Cochilco.....	83
8.1.8 Anexo H: Marco Regulatorio.....	84
8.1.9 Anexo I: Entrevistas.....	84
8.1.10 Anexo J: Matriz de Correlaciones.....	93
8.1.11 Anexo K: Forma de variables para regresiones.....	93
8.1.12 Anexo L: Regresiones.....	112
8.1.13 Anexo M: Resultados observados y esperados.....	115
8.1.14 Anexo N: Análisis de Resultados.....	120
8.1.14.1 Proceso Concentrado.....	120
8.1.14.2 Proceso SxEw.....	124
8.1.15 Anexo O: Tablas para formar cuartiles.....	129

CAPITULO 1

1.1 INTRODUCCION

En los últimos años el Cobre en Chile ha conseguido un despegue notable en su participación del PIB debido al alza de su precio. Esta variación es tan importante que está dentro de los rangos históricos entre los mayores precios alcanzados por el metal rojo tal como se muestra en el Gráfico 1.

Gráfico 1: Precio Real del Cobre desde 1970 hasta 2006



Fuente: Banco Central de Chile

Sin embargo es posible notar del mismo gráfico que en la década de los noventa el precio del cobre fue decayendo hasta llegar a un mínimo cercano a los US\$0,7 la libra en el 2002 el cual contrasta notoriamente con los precios actuales cercanos a US\$3,413 la libra en el año 2006¹.

Entre 1989-1990 el aporte que realizó Codelco al Estado se aproximó a los 2.000 millones de dólares promedio anual. En 1995, el Estado chileno recibió de Codelco 1.735 millones de dólares, que correspondían al 57% del valor total de las ventas de cobre de Codelco. En el 2001, el Estado sólo recibió 344 millones de dólares de Codelco lo que correspondía a un 80% menos, a pesar que la producción de Codelco había aumentado. Esto fue causado debido a diversos factores aunque la disminución de la participación en el mercado del cobre que ha presentado Codelco en los últimos años ha impactado de manera importante en estos ítems. En 1995 el Estado recibió de Codelco 72 centavos de dólar por libra y en el 2001 sólo 9,4 centavos de dólar por libra.

¿Por qué ocurrió esto? Las empresas privadas, que controlan cerca del 70% de la producción, doblando la producción de Codelco, sólo aportan en promedio 100 millones de dólares anuales aproximadamente. Peor fue el caso en el 2002 en donde

¹ En la semana del 3 de Marzo del 2008, el precio del cobre alcanzó su nivel más alto en toda la historia llegando a un valor superior a los 4 US\$/lb.

sólo aportaron 20 millones de dólares, según declaró en ese entonces el Tesorero General de la República.

Las causas ligadas a este desplome en el aporte fiscal fueron en primer lugar la sobreproducción de cobre creada desde Chile por las empresas extranjeras y por ende el derrumbe del precio del cobre a causa de la excesiva oferta. En segundo lugar, debido a que las empresas extranjeras no pagan renta por tonelada extraída y a causa de su aumento en número, las arcas fiscales no poseyeron un aumento proporcional. Por último, debido a que la mayoría de las empresas privadas no pagan impuestos siendo Chile el único país que no cobra por sus recursos naturales – y de aquí viene el problema del Royalty que estuvo en el tapete por tanto tiempo – el Estado no se ve beneficiado en ningún aspecto.

Y esto es de vital importancia para el presupuesto nacional debido a que históricamente los aportes realizados por el cobre son significativos. Los ingresos del cobre que recibe el Estado bajaron de alrededor de 2.000 millones de dólares en 1989 a 300 millones de dólares en el 2002. En 1989, con el aporte realizado por el cobre, se podía financiar íntegramente los presupuestos de los Ministerios de Vivienda, Educación y Salud quedando incluso un remanente. En los últimos años, el aporte del cobre equivale a menos del 10% de los presupuestos de los Ministerios mencionados.

El cobre es el recurso natural más importante del país transformándose en la principal fuente de divisas, ocupando además el primer puesto como productor de ese metal a nivel mundial al contar con casi el 40% de las reservas del planeta². A su vez, el país produce 5,3 millones de toneladas anuales de cobre, lo que equivale al 60% del volumen que se transa en todo el planeta.

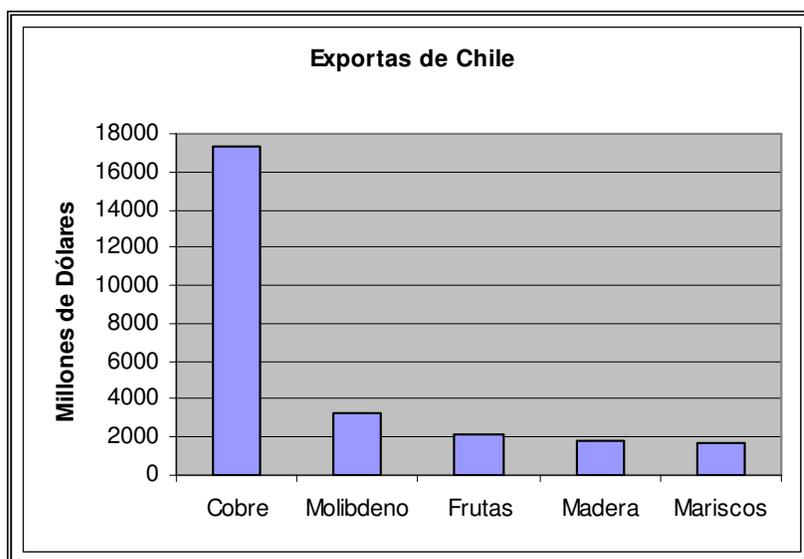
Según datos del Banco Central de Chile, la minería explica el 15,97% del PIB producido por el país en 2005 en donde específicamente el cobre fue responsable del 13,6%. Si analizamos las exportaciones que tuvo Chile durante ese año, como se muestra en el Gráfico 2, se puede visualizar la gran diferencia que existe entre el metal rojo y su producto exportado más cercano. El destino internacional más importante del cobre chileno es Asia, que absorbe 34 por ciento de la oferta, seguido por Europa con 33 por ciento; Norteamérica con 17 por ciento y Sudamérica con 17 por ciento³.

Cabe notar que el Molibdeno, que viene a ser el segundo mayor producto exportado desde Chile, es precisamente extraído del proceso de refinamiento y purificación del cobre por lo que se convierte en un producto anexo al metal rojo lo que intensifica aún más la importancia de la minería cuprífera a nivel nacional.

² A modo de comparación, y debido a que el petróleo también es un recurso natural no renovable, los 12 países que componen la OPEP (Organización de Países Exportadores de Petróleo) en conjunto no logran tener el 40% de las reservas del planeta.

³ Datos del año 2006.

Gráfico 2: Exportaciones de Chile en Millones de Dólares durante el 2005



Fuente: Elaboración propia

Para analizar la escalada que ha tenido el metal rojo en los últimos años, se puede citar que en 1984 la participación de la minería en el PIB era 8,7%, en 1994 era de 8% y en 2004 era de 7,9%,⁴ lo que indica una estabilidad abismante a lo largo de los veinte años - comprendidos entre 1984 y 2004 - por lo que existe una curva ascendente notoria en estos últimos dos años. Estos datos justifican que la minería de cobre nacional debería ser de Clase Mundial por lo que los yacimientos cupríferos deberían ser capaces de competir globalmente de manera tal de obtener en forma sistemática rendimientos superiores a los promedios de la Industria en donde todas las perspectivas están involucradas en el desempeño (trabajadores, clientes, comunidad, entre otras).

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN

El problema radica en que en los últimos años surgieron nuevas variables que afectan los márgenes económicos de la industria del cobre otorgando así importancia a la gestión cuidando aspectos en diversos ámbitos tales como la relación con los trabajadores, los clientes, la comunidad y los proveedores.

Debido a la globalización, por ejemplo, las barreras de acceso a las diferentes ventajas competitivas que se tenían con anterioridad se han ido desvaneciendo por lo que desaparecen las ventajas tradicionales. Además, debido al envejecimiento y a la explotación de los yacimientos a lo largo de los años, el costo de transporte ha ido aumentando debido a que el trayecto desde la zona de extracción hasta el área de procesamiento es mayor. Por último se puede citar que hay una gran cantidad de compuestos que contienen cobre los cuales se clasifican en dos grupos: los minerales sulfurados y los minerales oxidados. El porcentaje de cobre presente en estos

⁴ Datos obtenidos de la Comisión Chilena del Cobre.

minerales es conocido por los especialistas como 'ley de cobre', y su valor es variable. En algunos yacimientos esa ley es de 1% a 1,8%, y con frecuencia resulta menor, así que la mayor parte del material explotado en las minas es desechado. Debido al envejecimiento estos porcentajes disminuyen ya que las áreas con niveles altos (cercanos al 2%) ya han sido explotados, lo que hace que los costos aumenten debido a que se requiere mayor poder en la extracción.

Según datos recopilados por “*Brook Hunt*”, quienes son consultores de la industria de la minería, se tiene que efectivamente el costo en los últimos años de la producción cuprífera ha ido en aumento tal como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Cambio de Costos desde el 2002 al 2005⁵

c/lb Paid Copper	2002	2003	2004	2005
Minesite Costs	39.0	42.8	51.7	61.6
Realisation Costs	16.7	17.1	18.2	25.8
By-Product Credits	-11.1	-14.3	-21.3	-39.7
<i>including Molybdenum</i>	<i>-1.7</i>	<i>-2.4</i>	<i>-10.6</i>	<i>-24.2</i>
C1 Cash Costs - Estimates	44.6	45.6	48.6	47.7

Fuente: Brook Hunt

Ha habido un aumento de precios en los insumos clave, el que en el primer semestre del año 2007 ha superado las proyecciones de Codelco, a pesar de su plan de contención de aumento de costos⁶, por lo que el tema está en boga.

Se debe tener en cuenta que al ser el cobre un recurso no renovable tal como el petróleo, hay que considerar que llegará un momento en que éste se terminará. Según estudios realizados por Gustavo Lagos y Helmut Henríquez del Centro de Minería de la Pontificia Universidad Católica de Chile en el año 2003, se tiene que en el año 2050 comenzará a decaer la cantidad de cobre en el mundo por lo que se deberá considerar en estos casos el uso del reciclaje como único medio de producción. Esto se calculó incluyendo parámetros de crecimiento poblacional y económico⁷ e Intensidad de Uso (IU). Los niveles de decaimiento se pueden visualizar en el Gráfico 3.

Éstas son algunas de las razones que permiten justificar un análisis profundo de cuáles son las variables que afectan el desempeño en los yacimientos de cobre chilenos, realizando estudios estadísticos que verifiquen la concordancia de las variables estudiadas con los resultados observados de manera tal que dichas variables

⁵ Costos en términos nominales

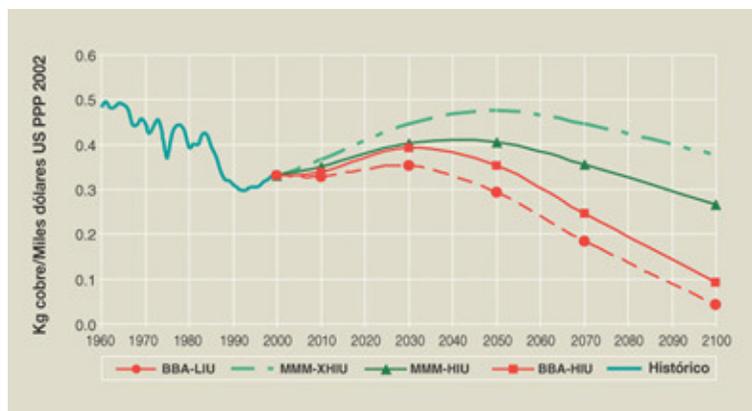
⁶ Entrevista a Juan Pablo Arellano, Presidente ejecutivo de Codelco, El Mercurio 18 de agosto de 2007.

⁷ Aquí se consideró la tasa de fertilidad en dos escenarios (Medio y Bajo), la esperanza de vida en dos escenarios (Medio o Bajo) y el crecimiento económico también en dos escenarios (Medio o Alto). Por ello los escenarios tienen tres letras (MMM o bien BBA), una correspondiente a cada parámetro.

caractericen a cada uno de los yacimientos para poder compararlos y establecer un ranking que los caracterice.

La importancia de dicho estudio alcanza niveles superiores ya que no sólo es viable en materias de minería, sino que también es posible extrapolarlo a otras industrias de manera tal que se plantee un modelo de gestión que indique los pasos que llevan a ser una empresa de Alto Desempeño.

Gráfico 3: Cantidad de Cobre en el Mundo



Fuente: Estudio de Lagos y Henríquez⁸

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Estudiar la minería del cobre en Chile y las variables que influyen en el desempeño.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar los yacimientos a estudiar.
- Identificar variables que determinan el rendimiento de una compañía minera.
- *Rankear* los yacimientos mediante un indicador de desempeño global durante el período 2000-2006.

1.4 MARCO CONCEPTUAL

Jim Collins en el año 1996 publicó junto a Jerry Porras un libro titulado “Empresas que Perduran” en donde su análisis determinaba cuáles eran las características que poseía una empresa que era sobresaliente desde sus inicios hasta la actualidad. Sin embargo, ese mismo año, ejecutivos de algunas empresas se acercaron a él planteándole que su libro poseía bastantes cualidades positivas aunque la

⁸ LIU es baja Intensidad de Uso, HIU es alta Intensidad de Uso y XHIU es muy alta Intensidad de Uso.

parte medular del asunto no fuera tocada. Ellos se referían a que no había gracia que una empresa fuese sobresaliente si lo era desde sus inicios. Lo importante era que pasaran de ser “una empresa más de la industria” a ser “la empresa con mejores resultados de la industria”. Debido a esto, Collins se embarcó en la tarea de estudiar el cambio de empresas que pasan de ser buenas a sobresalientes o lo que es lo mismo, pasan de tener rendimientos bajo o igual al mercado y luego sostenidamente los tienen sobre.

En “Empresas que Sobresalen”, libro editado el año 2002, Collins identifica 6 aspectos que él los considera claves dentro de una empresa que es sobresaliente⁹.

1. *Liderazgo de nivel 5*. Los líderes sobresalientes son discretos, callados y reservados, mezclando la humildad con la voluntad profesional. Generalmente son personas que llevan años dentro de la empresa y tienen la peculiaridad que son ambiciosos, pero no para ellos mismos sino que para la compañía. Los líderes que son grandes celebridades y vienen de fuera de la compañía se correlacionan negativamente con pasar de lo bueno a lo sobresaliente.
2. *Primero quién, después qué*. Primero se reúne a individuos capaces que se sitúan en los puestos apropiados y se eliminan a los incapaces. Luego se fija una visión y su respectiva estrategia.
3. *Afrontar los hechos desnudos*. Se debe mantener la fe de que se lograrán los objetivos por grandes que sean las dificultades y al mismo tiempo se debe tener la disciplina para enfrentar los hechos más brutales que se presenten en la realidad corriente.
4. *Concepto de Erizo*. El sólo hecho de conocer el negocio y de haberlo practicado durante años no significa que uno sea en ello el mejor del mundo. Se debe tener en cuenta un concepto simple que sirva de base para la proyección de la empresa en el futuro. Para esto se debe enfocar en lo que apasiona a la compañía, en lo que mueve el motor económico y en lo que puede ser uno el mejor del mundo (esto se denomina los tres círculos).
5. *Cultura de la Disciplina*. Todas las compañías tienen cultura y algunas tienen disciplina, pero pocas tienen una cultura de la disciplina. Esto ayuda en gran medida al gran rendimiento ya que si se tiene gente disciplinada no se necesita jerarquía, cuando se tiene pensamiento disciplinado no se necesita burocracia y cuando se tiene acción disciplinada no se necesitan controles excesivos.
6. *Aceleradores de Tecnología*. Las empresas que pasan de buenas a sobresalientes nunca usan a la tecnología como el medio primario para iniciar la transformación aunque sí son pioneras en su aplicación una vez que vieron cómo encajaba con los tres círculos. Hay que tener en cuenta que las empresas en su conjunto es análogo a las carreras de autos ya que no es el auto lo primordial (tecnología) sino que es el equipo que hay detrás (recursos humanos).

Sin embargo, lo interesante también está presente en la etapa previa al estudio realizado por Collins en aquellas empresas que poseían la transición de *buenas a sobresalientes*. No es simple encontrar las compañías que tienen esta cualidad y por

⁹ Estos 6 aspectos fueron el resultado de un estudio sobre 11 empresas que se comportaban como de Alto Rendimiento en Estados Unidos.

esta razón Collins, junto a su grupo de trabajo, se propuso una metodología específica para lograr su cometido.

La forma de buscar a las empresas en el caso particular del presente trabajo, no tiene semejanza con la ideada por Collins en ese entonces debido a que se tiene acotado el espectro de empresas – que para este caso se transforman en yacimientos – bajo la cualidad de que sean productoras de cobre y que estén dentro del territorio chileno. Sin embargo, el objetivo final de Collins tiene es análogo al perseguido por este estudio, debido a que es justamente el desempeño de los yacimientos de cobre chilenos el foco a indagar. De esta manera se podrá establecer qué variables afectan el desempeño de un determinado yacimiento y se podrá situar dentro de un ranking el desempeño global de los yacimientos durante el período 2000-2006.

1.5 METODOLOGÍA

La metodología utilizada para conseguir los objetivos de la memoria es la siguiente:

1. Estudio de la Industria a nivel global.

Se recopilará información de la industria cuprífera a través de Memorias Anuales de las distintas empresas, tanto del ámbito nacional como internacional. Bajo este alero se obtendrá información cuantitativa como también cualitativa de las distintas visiones que poseen las empresas que trabajan en el rubro. Además se investigará a través de comunicados de prensa y noticias, cómo se comporta la industria en la actualidad. Por otro lado, se estudiarán casos y estudios de proyección futuro que poseen distintas consultoras respecto a la producción de cobre en el mundo como a su vez el caso particular de Chile. Toda la información recopilada en esta etapa es de carácter público por lo que no existen problemas de publicación.

2. Selección de yacimientos a estudiar de manera que reflejen las distintas características existentes.

Se seleccionarán aquellos yacimientos que posean la mayor información de manera que sea posible realizar un estudio acabado de lo propuesto. Además, esta característica se debe intersectar con el volumen que poseen los yacimientos ya que se desea que los escogidos sean una muestra representativa del ámbito nacional. Por esto el tamaño de los yacimientos es fundamental siendo también una variable a considerar a la hora de seleccionar. La variable más relevante en el sentido de la producción es que el yacimiento por sí solo produzca niveles superiores a las 150.000 Toneladas Métricas al año lo que corresponde a un nivel bastante elevado calificando como un yacimiento importante en la industria del cobre.

3. Recopilar Información a través de fuentes de carácter primario y secundario.

En esta etapa se desea indagar en profundidad en los yacimientos escogidos. Para esto se concretarán entrevistas personales con ejecutivos y miembros de las empresas dueñas de los yacimientos, para analizar el comportamiento organizacional que poseen dentro como a su vez sus estrategias a futuro. Además se conversará con personas vinculadas al área de la minería durante la historia de Chile de manera de poder conocer sus puntos de vista y sus conocimientos los cuales fueron adquiridos en terreno. Se obtendrá información del comportamiento histórico de la producción cuprífera en los yacimientos escogidos a través de las bases de datos que éstos mismos poseen o que pueden ser proporcionados por empresas consultoras externas a los yacimientos que realizan trabajos de sondeo. Se analizará en profundidad la información pública que existe – desplegada en el punto 1 – para conocer en todo ámbito a los yacimientos estudiados.

4. Analizar Información mediante el estudio de las estrategias, datos de operación, datos financieros y de gestión.

Los datos cualitativos serán analizados mediante la comparación con el yacimiento de Escondida de manera que mediante los datos cuantitativos se pueda apreciar la influencia de los cualitativos en el sistema de producción. Además, se analizarán los números mediante regresiones y análisis estadístico que serán proporcionados por el programa computacional *Statistica*, bajo la supervisión de un experto estadístico de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile. La metodología específica utilizada en el estudio estadístico se detalla a continuación:

- a. Se identifica la o las variables de desempeño a estudiar (las cuales serán denominadas *variables dependientes*).
- b. Se agregan todas las variables que se consideren significativas dentro de los yacimientos (las cuales serán denominadas *variables independientes*).
- c. Se analizan las matrices de correlación de las variables de manera de desechar aquellas variables independientes que son redundantes.
- d. Se realiza una regresión lineal simple para cada variable independiente en forma normal y en forma logarítmica de manera de visualizar cuál de las dos formas se ajusta más a la variable dependiente (dependiendo del R^2).
- e. Se realiza una regresión múltiple para cada variable de desempeño incluyendo las variables independientes significativas (ya sean en forma normal o forma logarítmica dependiendo del punto 4) tomando sólo al yacimiento de Escondida que se considerará como base.
- f. Se obtienen las ecuaciones para determinar las variables de desempeño a través de las variables independientes. Estas ecuaciones servirán para calcular los valores estimados de las variables de desempeño para el resto de los yacimientos.
- g. Se aplica el factor a la variable dependiente (observado/esperado) de manera que la variable quede estandarizada y pueda ser comparable entre todos los yacimientos.

Además de las variables mineras, tecnológicas y de gestión que posee cada yacimiento se incluirán variables macroeconómicas que impacten en alguna medida el desempeño de los yacimientos de forma que se tenga un resultado global que enmarque todos los aspectos relevantes.

Es útil especificar que cada yacimiento posee esos 3 tipos de variables ya mencionadas:

- a. Variables Mineras: Estas son propiamente las variables físicas de cada yacimiento, contando entre ellas la Ley de Cobre que el yacimiento posee, como también la dureza, los años de vida, entre otras.
- b. Variables Tecnológicas: Son aquellas que tienen que ver con las máquinas y recursos utilizados en cada uno de los procesos. De esta manera es posible verificar la antigüedad de cada uno de ellos, entre otras cosas.
- c. Variables de Gestión: Son aquellas que se insertan en la capacidad de gestión humana que posee cada yacimiento. Son las variables más importantes ya que normalizando las dos anteriores es posible ver cuál es el verdadero aporte que hace el ser humano en la organización y producción de cada yacimiento.

Hay que recalcar el paso de la estandarización de los datos ya que no es posible comparar las producciones de un yacimiento con Ley alta con uno de Ley baja ya que al primero le costará menos extraer el mineral. Hay tantas variables que deben ser estandarizadas para su futura comparación que el trabajo fundamental de este estudio radica en ese aspecto.

5. Definir o elaborar un indicador global de rendimiento y a partir de ello rankear.

Luego de establecer las variables de desempeño y el haber estandarizado cada una de ellas, será posible identificar valores globales que formen parte de parámetros o factores multiplicativos de manera tal que arrojen los resultados que actualmente muestra cada uno de los yacimientos estudiados.

Mediante la identificación de parámetros claves, se formará un indicador global (variable de desempeño) que sea parte de todos los yacimientos de manera que se pueda establecer un ranking donde destaquen en primer lugar aquellos yacimientos con más alto desempeño y en orden descendente aquellos con menor desempeño. Además el indicador no tendrá una ligazón muy fuerte con el mundo cuprífero de manera tal que pueda ser extrapolable a otras industrias. Para esto, se buscará la manera más global posible que caracterice las variables mineras y que a su vez pueda caracterizar otra industria tal como lo hizo Collins en su estudio de "Empresas que Sobresalen".

CAPITULO 2

En un ensayo titulado “*The Cycles of Theory Building in Management Research*”, Clay Christensen y Paul Carlile de la Boston University escriben: “Las modas en la gestión muchas veces surgen cuando un investigador estudia unas pocas empresas exitosas, descubre que comparten ciertas características, concluye que ya ha visto suficiente y luego se salta completamente el paso de categorización, escribiendo un libro para afirmar que si todos los ejecutivos infundieran en sus empresas las características de esas empresas exitosas, tendrían un éxito similar”.¹⁰

Esto ocurre quizás con Thomas Peters y Robert Waterman en “En Busca de la Excelencia”, John Kotter y James Heskett en “Cultura de Empresa y Rentabilidad” o el propio Jim Collins en “Empresas que sobresalen”. Muchos han sido los trabajos respecto al alto desempeño por lo que será útil investigar las metodologías utilizadas en cada uno de ellos para poder establecer el por qué una empresa se desarrolla mejor que otra.

En el presente trabajo se estudiará la industria del cobre y para ello se examinarán los yacimientos chilenos más importantes que representen una muestra variada de la situación nacional de manera de poder evaluarlos. En cada uno se trabajará en forma estadística con los índices que poseen de manera de poder compararlos entre sí y lograr un ranking con los que muestran un mejor o peor desempeño.

2.1 ESTUDIO DE LA INDUSTRIA A NIVEL GLOBAL

La industria minera últimamente se ha visto beneficiada por el gran aumento de la demanda a partir de la introducción del mercado asiático al escenario mundial – específicamente el auge que ha tenido China e India, siendo que este último país crecerá en mayor medida en los próximos años¹¹-, lo que ha sido aún más beneficioso para el país.

Según los datos, la gran demanda China es una de las principales causas de que en los últimos años el precio del cobre haya experimentado un aumento exponencial. Si bien se estuvo en un proceso crítico hasta el 2003 debido a la sobreproducción y a la excesiva oferta de cobre en el mercado, el auge que tuvo China a partir de ese período ayudó a que el precio del metal rojo aumentara a niveles nunca antes imaginados.

Durante la década de los ochenta se vivió una situación similar a la ocurrida en el 2003 en la cual se propuso reducir la oferta de manera de afectar directamente el precio del metal en los mercados internacionales. En ese tiempo existía el Consejo Intergubernamental de Países Exportadores de Cobre (CIPEC) el cual posibilitaba en alguna medida controlar la oferta mundial debido a que en este consejo participaba un número de productores que lograba una importancia en el mercado. Sin embargo, el grado de cohesión no llegó a un máximo para poder controlar los niveles de oferta y

¹⁰ “Hacia una teoría del alto desempeño”, Julia Kirby. Harvard Business Review.

¹¹ Entrevista con Alejandro Vio, realizada el 21 Septiembre del 2007.

poder así incidir en el precio del metal rojo. Como lo dijo Fernando Sánchez Albavera en una charla dictada en 1985, son los países desarrollados los que elaboran la materia prima producida por Chile, teniendo un gran poder sobre las posibilidades de acción que poseen todos los países que integran la CIPEC¹². Además, al contrario de lo que ocurría con la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) que sí tenían un poder grande en el precio del oro negro, el poder que tenían los países que integraban la CIPEC no era tan fuerte debido a que la cantidad de países que poseen yacimientos de cobre son más que aquellos países poseedores de reservas de petróleo. La CIPEC se disolvió en 1992, sin embargo en la actualidad se podría manejar la oferta a través del Cluster Minero¹³, el cual por medio de la regulación de la producción y el uso de la energía, puede controlar en alguna medida los precios del cobre en el mercado internacional.¹⁴

En términos globales, la demanda mundial por cobre refinado aumentó aproximadamente en un 5% en el último año. Gracias a la recuperación de sus economías, el mercado europeo salió del estancamiento observado el año 2005, liderando el crecimiento de la demanda con un 10%. Mientras los grandes consumidores —EEUU y China— experimentaron incrementos más bien moderados, en países como India, Japón y Rusia la demanda por el metal creció del orden de un 6% a 8%.

La producción global de cobre fino se expandió en un 6%, respondiendo de esta manera a las favorables condiciones de mercado. Tanto India como Japón y China lograron abastecer adecuadamente sus fundiciones y refinerías, registrando un aumento considerable de producción de metal refinado. En cambio, algunos de los principales países productores de cobre de mina, como Chile y EEUU, sólo mostraron incrementos marginales en producción con respecto al año anterior.

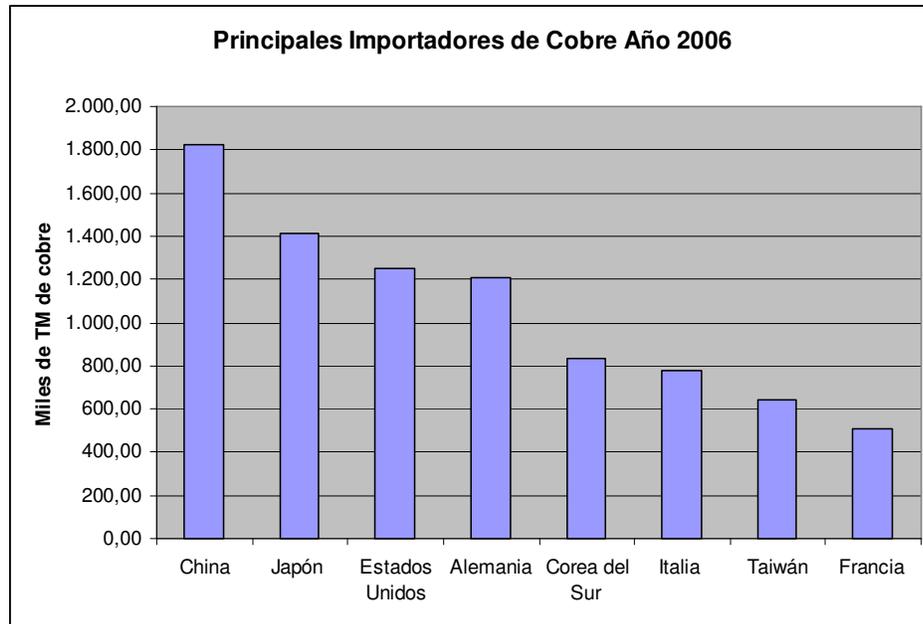
En el 2006 China se posicionó como el primer país importador de cobre lo cual se ve reflejado en el Gráfico 4.

¹² Chile y CIPEC antes la crisis del cobre, Cuadernos de CESCO.

¹³ Se refiere a un proceso de encadenamiento productivo de todos los agentes económicos que directa e indirectamente están vinculados a la minería de una región o de un grupo de regiones. Asimismo, la especialización y las ventajas de escala, permiten al Cluster significativos avances en competitividad.

¹⁴ Entrevista a Claudio Velásquez, Gerente de Mantenimiento de Metso Minerals.

Gráfico 4: Principales Importadores de Cobre Año 2006



Fuente: World Metal Statistics Yearbook 2007.

El cobre es el principal producto metálico explotado, y Chile ocupa el primer lugar entre los productores mundiales tal como se ve en el Gráfico 5. Se sitúa a niveles muy por sobre su más cercano competidor (Estados Unidos) quien produce cerca de 4 millones de toneladas métricas menos.

El cobre puede ser exportado en varios estados. Los productos de cobre que se exportan son mayoritariamente Refinado, Graneles y Blister siendo los primeros dos en mayor proporción.

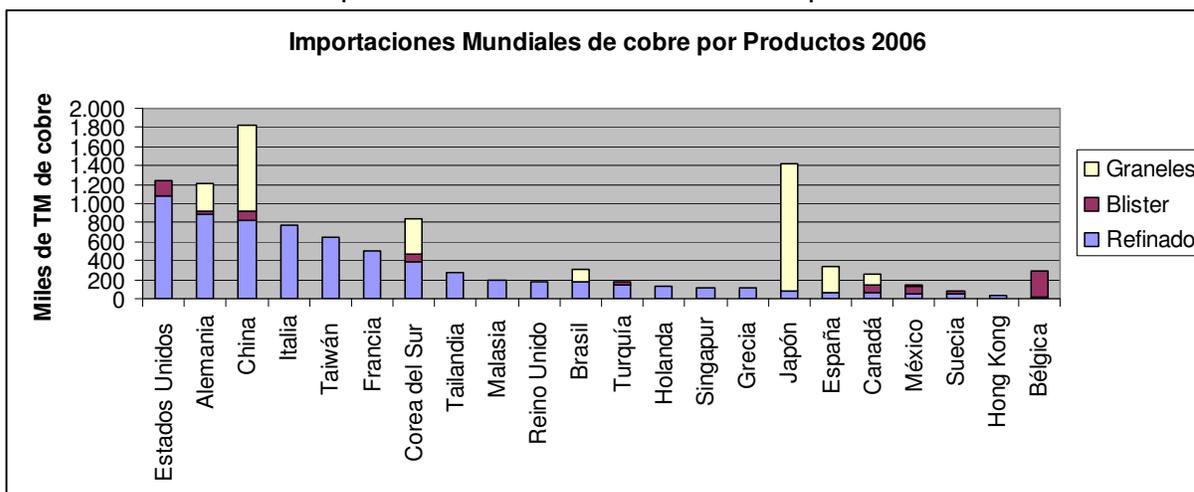
Gráfico 5: Producción Mundial de Cobre de Mina Año 2006



Fuente: World Metal Statistics Yearbook 2007.

Para cada uno de estos productos existen diferentes mercados. Por ejemplo, China se preocupa sólo de importar Cobre Refinado y Granel, Japón importa en gran medida a Granel sin preocuparse mucho por el Refinado y Bélgica es el mayor importador del mundo de Cobre Blister¹⁵. Los importadores más importantes para cada uno de los productos se pueden verificar en el Gráfico 6.

Gráfico 6: Importaciones Mundiales de Cobre por Productos 2006



Fuente: World Metal Statistics Yearbook 2007.

Las cinco mayores compañías productoras de cobre del mundo incluyen a tres compañías que se especializan sólo en cobre (Codelco, Phelps Dodge y Grupo México) y dos grandes grupos diversificados (BHP Billiton y Río Tinto). Producen casi el 40% del cobre del mundo siendo el primero Codelco con una producción del 12% mundial ocupando el lugar 35 de las compañías mineras más grandes del mundo¹⁶. Codelco es la única que opera en un solo país, siendo las otras cuatro de características transnacionales. Phelps Dodge es la única que está integrada verticalmente hacia abajo llegando hasta la producción de cables y alambres.

El cobre es un elemento metálico que provino de las profundidades de la Tierra hace millones de años, impulsado por los procesos geológicos que esculpieron nuestro planeta y al llegar cerca de la superficie dio origen a diversos tipos de yacimientos.

Los yacimientos de cobre pueden dividirse en cuatro categorías:

- *Yacimientos incorporados a la roca:* Aparecen como menas de cobre incrustadas en la propia roca.

¹⁵ El cobre Blister es el cobre producido a partir de la fusión de la mata o eje en los hornos convertidores con una pureza de 99,5%. Este cobre es llevado a los hornos de refinado y de moldeo desde donde se obtiene el cobre anódico que va a la electro refinación. Su nombre proviene del aspecto que tienen los productos moldeados en su superficie (blister = ampolla).

¹⁶ *Raw Materials Group data*, agosto 2004.

- *Yacimientos filonianos*: Se trata de cobre de origen hidrotermal y filoniano¹⁷, presentándose muy extendidos. Existen cuatro formas en las cuales el cobre puede presentarse en montones o filones: filones de calcopirita, montones de piritita de hierro cobriza, cobre nativo, filones de cobre gris.
- *Yacimientos de contacto*: Son aquellos formados con contacto de rocas eruptivas.
- *Yacimientos sedimentarios*: Son bastante frecuentes, a causa de la solubilidad de las sales de cobre y particularmente del sulfato. El cobre arrastrado por esta sal es fácilmente reducido y precipitado, sea por las materias orgánicas, sea por los desprendimientos hidrocarburos. Los yacimientos sedimentarios son más regulares que los demás, no están sujetos a empobrecerse súbitamente y su explotación se hace a nivel constante, sin ahondamientos bruscos.

En la actualidad la mayor parte del cobre disponible aparece disperso en grandes áreas, mezclado con material mineralizado y con roca estéril. Estos son los yacimientos porfíricos, que sólo pudieron ser explotados cuando se desarrollaron las habilidades metalúrgicas necesarias para separar y recuperar el metal.

Hay una gran cantidad de compuestos que contienen cobre, que se clasifican en dos grupos:

- Minerales sulfurados
- Minerales oxidados

El cobre aparece vinculado en su mayor parte a minerales sulfurados, aunque también se lo encuentra asociado a minerales oxidados. Para cada uno de los minerales existe un proceso único de producción. Cada cual tiene costos distintos por lo tanto cada yacimiento debe asumir dichos costos dependiendo de su origen geológico. Es esta una de las causas de por qué no es posible comparar los yacimientos sin realizar previamente un estudio de estandarización de variables. Los procesos productivos para oxidados y sulfatados se muestran en los anexos del presente documento.

2.1.1 Procesos productivos

Los minerales oxidados y los sulfurados requieren de procesos productivos diferentes, pero en ambos casos el punto de partida es el mismo: la extracción del material desde las minas a rajo abierto o subterráneas, lo que requiere la fragmentación y el transporte del material identificado por estudios geológicos realizados en la etapa previa de exploración.

Para cada yacimiento el proceso es similar, diferenciándose en algunos rasgos operacionales. El mineral extraído pasa en primer lugar por un proceso de molienda. En el caso de los minerales oxidados el proceso productivo implica someter el material a una solución de lixiviación, que producirá soluciones de sulfato de cobre, las cuales son sometidas a un proceso de extracción con solventes y posteriormente a un sistema de

¹⁷ Filón: Masa metalífera o pétreo entre dos capas de un terreno

electro-obtención cuyo resultado final son los cátodos de cobre con 99,99 por ciento de pureza.

Los minerales sulfurados pasan primero por el chancado y la molienda, luego por mecanismos de clasificación hasta obtener el concentrado de cobre, que tiene 30% del metal. Su purificación posterior se realiza en hornos que permiten obtener blister o ánodos con 99 por ciento de pureza. Finalmente la electro-refinación permite transformar los ánodos en cátodos con 99,99 por ciento de pureza.

2.1.2 Comercio: mercado del cobre

En la cadena de la industria del cobre las empresas mineras extraen el mineral desde los yacimientos y lo procesan para obtener un metal de alta pureza que venden a sus principales clientes, los fabricantes de semielaborados, quienes a su vez lo transformarán para ofrecerlo en forma atractiva a productores de artículos de consumo.

Los productores de cobre y sus clientes realizan las transacciones del metal rojizo en tres mercados internacionales: la Bolsa de Metales de Londres, el COMEX de la Bolsa Mercantil de Nueva York y la Bolsa de Metales de Shanghai. Al converger en estos tres escenarios los productores y consumidores cuentan con todas las facilidades necesarias para realizar sus operaciones de compra y venta, y al mismo tiempo participan de un mecanismo que facilita las operaciones de fijación de precios basados en la oferta y la demanda. Las bolsas establecen un precio del día y además cotizaciones para las transacciones a futuro, lo cual ofrece un interesante escenario para negociar contratos y opciones de compra sobre lotes de cobre.

Siempre se está interesado en la apertura de nuevas oportunidades de mercado y por ello se exploran focos de demanda emergentes en economías en desarrollo que experimentan una fuerte expansión, como las de China e India. Sin embargo, debido al gran auge que ha tenido China en los últimos años, ellos se han propuesto encontrar yacimientos de cobre en sus regiones de manera que no dependan de la importación del mineral afectando directamente a Chile. Esto ha rendido frutos ya que han encontrado yacimientos de enorme potencial como uno hallado en el Tíbet con reservas calculadas en 18 millones de toneladas, las cuales serán las mayores del país¹⁸.

2.1.3 Estructura de la Industria Minera

Esta se puede esquematizar como un sistema productivo integrado, con compañías que ocupan nichos identificables y que usan variadas estrategias de negocio para reducir el riesgo y crear oportunidades de crecimiento y movilidad dentro del sistema¹⁹.

El primer eslabón de la cadena lo conforman las empresas *Junior* cuya misión es encontrar nuevos yacimientos y venderlos a compañías de mayor tamaño para su desarrollo. Luego, empresas medianas ofrecen potencial de crecimiento a través de

¹⁸ Reportaje Diario El País del 2 de Febrero del 2007.

¹⁹ *Breaking New Ground: Mining, Minerals, and Sustainable Development*.

fusiones entre ellas, *joint ventures*, para el desarrollo de proyectos o bien pueden ser adquiridas por otras corporaciones de mayor tamaño; estas mineras abastecen de productos a fundiciones y refinерías quienes, a su vez, venden metales o productos minerales a compañías manufactureras. En este sentido la industria minera es altamente interdependiente tanto a lo largo de la cadena de valor como también a través de distintos sectores de minerales y productos. Además, la industria minera está muy alejada de los usuarios finales de sus productos, característica propia de las industrias de materias primas. Un reflejo de esto último se aprecia en la figura que muestra la cadena de valor de los productos de cobre.

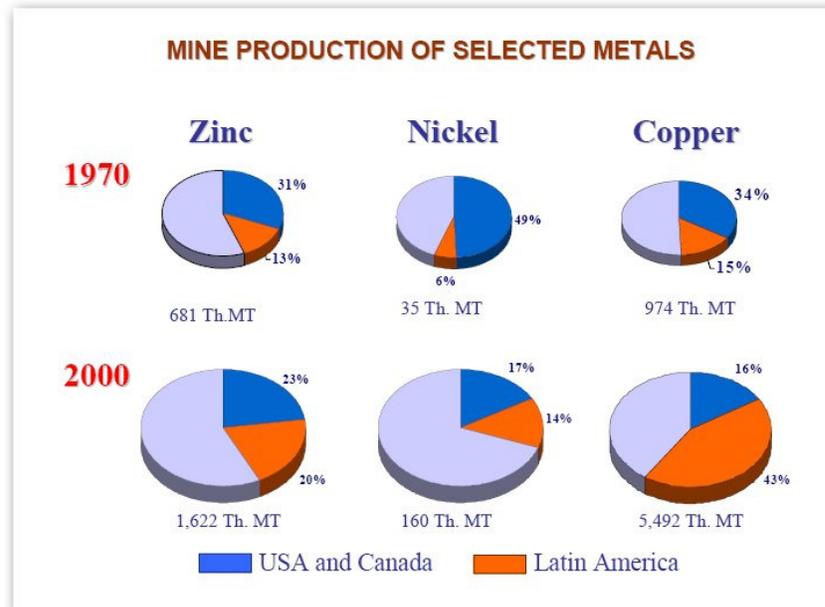
Figura 1: Cadena de la Industria del Cobre



Fuente: Elaborado por Francisco Errazquin, PUC.

A lo largo de los últimos años, las empresas mineras han ido sufriendo progresivamente una transformación pasando de ser empresas estatales o de operaciones locales (domésticas) a compañías internacionales, incentivadas principalmente por cambios en los sistemas regulatorios, la caída de leyes en países mineros tradicionales como Canadá y Estados Unidos y finalmente debido a la apertura de ciertas economías a la inversión extranjera. En la figura 2 se aprecia el dramático cambio de foco de la actividad minera hacia los países en vías de desarrollo, especialmente en América Latina en donde se encuentran las mayores reservas de cobre del mundo.

Figura 2: Comparación de la producción de Zinc, Níquel y Cobre



Fuente: USGS, 2003

2.1.4 La Industria Regional

En este punto se presenta una descripción de las características principales y los actores relevantes que están presentes en la industria del cobre a nivel de América Latina.

Ésta región representa el 46% de la producción total mundial de cobre de mina en el año 2006, seguida por Asia con sólo un 22% del total, situándola como la región productora de cobre más importante del mundo. En la siguiente tabla se aprecia las producciones mundiales de cobre de mina a nivel regional:

Tabla 1: Producción Mundial de Cobre de Mina Por Área Geográfica en Miles de TM.

Regiones	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
América Latina	5.699,70	6.059,10	5.993,50	6.329,70	7.130,00	7.081,60	7.067,80
Norte América	2.078,00	1.973,50	1.743,50	1.677,10	1.722,80	1.735,40	1.833,00
Oceanía	1035,1	1099,8	1090,3	1032,3	1027,4	1123	1086,4
Asia	2.947,60	3.082,40	3.243,20	3.104,80	3.165,50	3.464,70	3.294,90
África	491,4	558,9	512,9	573,5	640,9	708,9	880,5
Europa Oriental	733,9	731	750,1	745,8	764,9	761	757
Medio Oriente	148	147,1	141,3	146,7	153,7	193,4	204,7
Europa Occidental	99,5	92,6	78,4	78,1	97,1	97,4	87,3
Total	13.233,20	13.744,40	13.553,20	13.688,00	14.702,30	15.165,40	15.211,60

Fuente: World Metal Statistics Yearbook 2007.

La producción de América Latina ha aumentado en promedio, entre los años 2000-2006 un 3,76%, viéndose un aumento importante de la producción entre los años

2003 y 2004. El crecimiento promedio mayor lo presenta África con un 10,64%, seguido por la región del Medio Oriente con un 5,95%, que creció considerablemente entre los años 2003 y 2006. El resto de las regiones presentan crecimientos mucho menores, llegando a ser en algunos casos negativos.

Enfocándose en la región de América Latina, en la siguiente tabla es claramente observable la superioridad de la producción de cobre de Chile con respecto a los otros países del área, además siendo ésta más constante. En el resto de los países se ha presentado un crecimiento mucho mayor, lo que se podría explicar por el gran aumento del precio del cobre en los últimos años y la atracción natural que posee el mercado en estas condiciones.

Tabla 2: Producción de Cobre de Mina en América Latina en Miles de TM.

País	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Chile	4.602,00	4.739,00	4.580,60	4.904,20	5.412,50	5.320,50	5.360,80
Perú	553,9	722,4	844,6	842,6	1.035,60	1.009,90	1.048,90
México	364,6	371,1	329,6	355,7	399,3	428,6	337,7
Argentina	145,2	191,7	204	199	177,1	187,3	180,1
Brasil	31,8	32,7	32,7	26,3	103,2	133,3	139,4
Bolivia	0,1	0	0,1	0,3	0,6	0,7	0,7
Colombia	2,1	2,2	1,9	1,6	1,7	1,3	0,2
Total	5.699,70	6.059,10	5.993,50	6.329,70	7.130,00	7.081,60	7.067,80

Fuente: World Metal Statistics Yearbook 2007.

2.1.5 La Industria en Chile

En Chile el cobre es el principal producto metálico explotado y ocupa el primer lugar entre los productores mundiales y el 33% de las reservas. Por lo demás, actualmente el cobre tiene un papel relevante en el país, ya que, por ejemplo sólo en el año 2006, generó excedentes por US\$9.215 millones, duplicando las cifras del año anterior.

Su importancia se ve reflejada, en el hecho que represente el 6.2% del PIB (que en su valor nominal asciende a US\$145.845 millones, el año 2006) y dentro de una economía orientada a la exportación, representa el 45% del total (US\$58.116 millones, el año 2006). Éste hecho se puede apreciar en la tabla X, que muestra las principales exportaciones mineras de Chile.

Dentro de una economía como la chilena, la cual está orientada a la exportación, el cobre es el principal producto generando las mayores divisas en el país. Por lo tanto la demanda China acoge positivamente las necesidades chilenas debido a que nuestro país se ubica en los primeros lugares de exportadores de cobre en el mundo.

Para el 2006 Chile exportó 2.605,8 miles de Toneladas Métricas (TM) de cobre refinado, 2.171,1 miles de TM de cobre en graneles y 457,1 miles de TM de cobre en

blister siendo en cada una de las categorías uno de los mayores exportadores a nivel mundial.²⁰

Tabla 3: Principales Exportaciones Mineras de Chile en Miles de Dólares FOB

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Cobre	7284,5	6536,5	6323,2	7.815,50	14.722,70	18.873,00	32.332,00
Hierro	142,2	135,6	139,1	137,4	161	308,2	325,7
Salitre y Yodo	206,9	194,2	195,4	212	257,3	333,9	360,3
Plata Metalica	88,2	93,9	89,9	102,4	112,4	117,7	249,5
Oxido y Ferromolibdeno	178,7	174,6	245,8	352,8	1.501,70	3.265,80	2.758,10
Carbonato de Litio	53	51,8	57,2	64,3	75,2	93,1	121,6
Sal marina y de mesa	22,5	37,8	29,1	46,5	40,8	55,5	39,6
Oro no Monetario	343	263,5	256,3	348,2	317,5	355,7	532,6
Otros Mineros	44,8	31,9	40,3	64,1	91,1	118,5	385,5
(*) Cifras provisionales							

Fuente: Página web de la Sociedad Nacional Minera.

En Chile el Consejo Minero es la entidad que a nivel nacional agrupa a las empresas que constituyen la minería a gran escala, siendo éstas: Anglo American Chile, Compañía Minera Cerro Colorado Ltda., Compañía Minera Quebrada Blanca, Minera Escondida Ltda., Noranda Chile Ltda., SCM El Abra, Barrick Chile, Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi, Compañía Minera Salivar, Minera los Pelambres, Phelps Dodge Mining Services Inc., BHP Billiton, Compañía Minera Mantos de Oro, Corporación Nacional del Cobre, Minera Meridian Limitada y Placer Dome Latin America.

Ésta agrupación representa el 10% de los activos de las más grandes compañías mineras a nivel mundial, lo que asciende a un monto de US\$ 20.831 (año 2003). Comparando éstas cifras con la importancia de Chile como país en la economía mundial, que sólo representa el 0,2% del PIB mundial, se puede ver que la minería chilena tiene un peso del 13% a nivel mundial y ésta multiplica 65 veces la importancia de Chile en el mundo²¹.

La explotación minera está compuesta por la minería metálica, no metálica y combustibles, siendo las composiciones de éstas en Chile las siguientes:

- *Minería metálica:* Cobre, molibdeno, oro, plata, plomo, zinc, hierro y manganeso.
- *Minería no metálica:* Arcillas, baritina, carbonato de calcio, cloruro de sodio, compuestos de boro, compuestos de litio, compuestos de potasio, diatomita,

²⁰ World Metal Statistics Yearbook 2007.

²¹ "Panorama de la Gran Minería mundial y la importancia de Chile", Fco, Errazquin, Estudio Pontificia Universidad Católica de Chile.

dolomita, feldespato, nitratos, óxido de hierro, pirofilita, pumicita, recursos silíceos, rocas fosfóricas, rocas de ornamentación, sulfato de cobre, sulfato de sodio, talco, wollastonita, yeso, yodo y zeolita.

➤ *Combustibles:* Carbón, petróleo crudo y gas natural

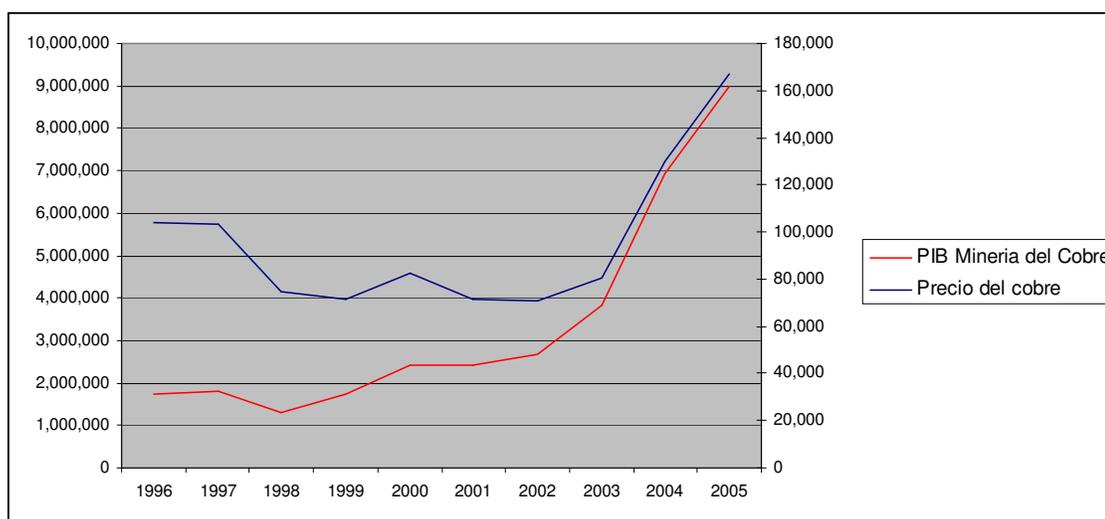
De las tres áreas de la minería, la metálica es la más relevante en Chile debido a la gran cantidad de yacimientos de cobre que existen.

2.1.6 Pronósticos e Historia del Precio del Cobre

Dentro de las variables externas que no ha sido posible manejar se encuentra el precio del cobre. Como se comentó anteriormente, por medio de la CIPEC se quiso incidir en alguna medida en el manejo del precio del cobre en los mercados internacionales, sin conseguir un efecto positivo.

El precio del cobre, para un país como Chile que depende en gran medida del metal rojo²², afecta directamente en el Producto Interno Bruto (PIB) de la nación, tal como se refleja en el gráfico 7, por lo que es una variable que influye en forma directa en las vías de desarrollo de este país.

Gráfico 7: Relación existente entre Precio del Cobre y aporte de Minería del Cobre en el PIB



Fuente: Cochilco y Banco Central Chile

A pesar de la desaceleración en el crecimiento económico de Estados Unidos que probablemente generará condiciones de demanda más débiles durante el 2007, el continuo crecimiento de la demanda de cobre refinado en China, India y Europa, deberán apoyar al menos 3 años con fuertes precios del cobre según los analistas.²³ Según algunas proyecciones realizadas por Cochilco, el Banco Central, Deutsche Bank,

²² Es posible visualizar la participación de la Minería en el PIB nacional en el Gráfico X adjuntado en los anexos.

²³ Entrevista a Alejandro Vio, 21 Septiembre 2007.

Scotiabank, Goldman Sachs, entre otros, sitúan el precio del cobre cercano a los US\$3 la libra afirmando que el “boom” del cobre está lejos de terminar²⁴.

Para estar preparado y poder competir globalmente de manera de conseguir los excedentes generados por el alza de los precios, se deben recurrir a niveles de inversión en aspectos que logren establecer una competitividad seria dentro del marco del mercado del cobre. En los últimos años el sistema público chileno ha invertido cada vez más en la minería corroborando la importancia que ésta tiene en el presupuesto fiscal tal como se muestra en el gráfico 8.

Gráfico 8: Inversión Minera en Chile



Fuente: Codelco y Enami

Sin embargo, en Chile aún no se realiza una política fuerte en la materia de investigación y desarrollo. La industria del cobre lo que no ha hecho es invertir suficiente dinero como para hacer investigaciones para nuevos usos del mineral. La industria del aluminio ha hecho muchas inversiones en investigaciones para su negocio invirtiendo por lo menos cuatro veces más de lo que invierte la industria del cobre en esta materia. Entonces lo que puede ocurrir es que la industria del aluminio ocupe algunos sectores del mercado del cobre opacando a éste último y dejando que pierda parte importante de su mercado potencial. En síntesis, la industria del cobre se ha confiado mucho de que el mineral rojizo es un metal que por ahora no tiene comparación. Sin embargo, pronto puede aparecer un sustituto lo que afectaría en demasía a la industria nacional.²⁵ Por ejemplo, se pueden aprovechar las grandes reservas de litio que no están explotadas aún de manera de generar proyectos mineros que se especialicen en esa línea y se apacigüe el inminente agotamiento del cobre²⁶.

²⁴ El Mercurio, 19 de Septiembre 2007.

²⁵ Ibid.

²⁶ Entrevista a Claudio Velásquez, Gerente de Mantenimiento de Metso Minerals.

La apertura económica mundial que se ha ido realizando paulatinamente en el tiempo se refleja en la inversión que se ha depositado en Chile, donde la inversión extranjera materializada en el sector minero ha acumulado alrededor de US\$21.000 millones entre los años 1974 – 2006, donde a la fecha la inversión extranjera autorizada en el mismo sector es de alrededor de US\$39.000 millones.

La importancia de la minería chilena para el resto del mundo se puede verificar en cómo los países extranjeros invierten en este sector por sobre el resto de los sectores productivos como Electricidad, Comunicaciones o Agricultura. El cuadro 2 refleja los datos numéricos de dicho aspecto²⁷:

Cuadro 2: Inversión Extranjera según Sector

INVERSION EXTRANJERA AUTORIZADA Y MATERIALIZADA SEGUN SECTOR DE DESTINO (D.L. 600)		
<i>(en miles de US\$ nominales)</i>		
SECTOR	1974 - 2006	
	Autorizada	Materializada
Agricultura	498,775	267,073
Silvicultura	427,641	267,258
Pesca y Acuicultura	457,954	296,745
Minería	39,104,331	21,086,874
Industria de alimentos, bebida y tabaco	3,286,533	2,290,798
Industrias de la madera y del papel	1,716,635	1,182,751
Industria química	4,049,903	2,917,033
Otras industrias	1,971,768	1,491,330
Electricidad, gas y agua	17,917,863	12,795,755
Construcción	1,914,247	1,429,030
Comercio	1,905,542	1,321,250
Transportes y almacenamiento	1,941,764	693,310
Comunicaciones	8,829,190	6,540,659
Servicios Financieros (1)	10,002,207	6,382,324
Seguros	2,688,365	2,093,748
Servicios a las empresas	990,368	621,620
Servicios de saneamientos y similares	884,376	522,644
Otros servicios (2)	2,061,889	1,316,600
TOTAL	100,649,351	63,516,802

Fuente: Banco Central

CAPITULO 3

3.1 SELECCIÓN DE YACIMIENTOS A ESTUDIAR

Los veinte yacimientos cupríferos más importantes de Chile, ubicados desde la primera a la sexta región y que pueden ser apreciados en la Figura 3 son: Cerro Colorado, Collahuasi, Quebrada Blanca, El Abra, Radomiro Tomic, Chuquicamata, Michilla, El Tesoro, Lomas Bayas, Mantos Blancos, Zaldívar, Escondida, El Salvador, Mantoverde, Candelaria, Los Pelambres, El Soldado, Andina, Los Bronces y El Teniente.

Estos yacimientos mineros representan las mayores reservas de cobre mundial y poseen ventajas comparativas como la calidad de los recursos, mineralogía y el tipo geológico de los yacimientos ya que en Chile se éstos se formaron por cobre

²⁷ Comité de Inversión Extranjera, Chile.

diseminado, lo que hace más fácil su explotación en forma masiva. Junto con esto se destaca su ubicación, cercana a los puertos, centros urbanos y caminos²⁸.

Figura 3: Distribución de los principales yacimientos de cobre de Chile

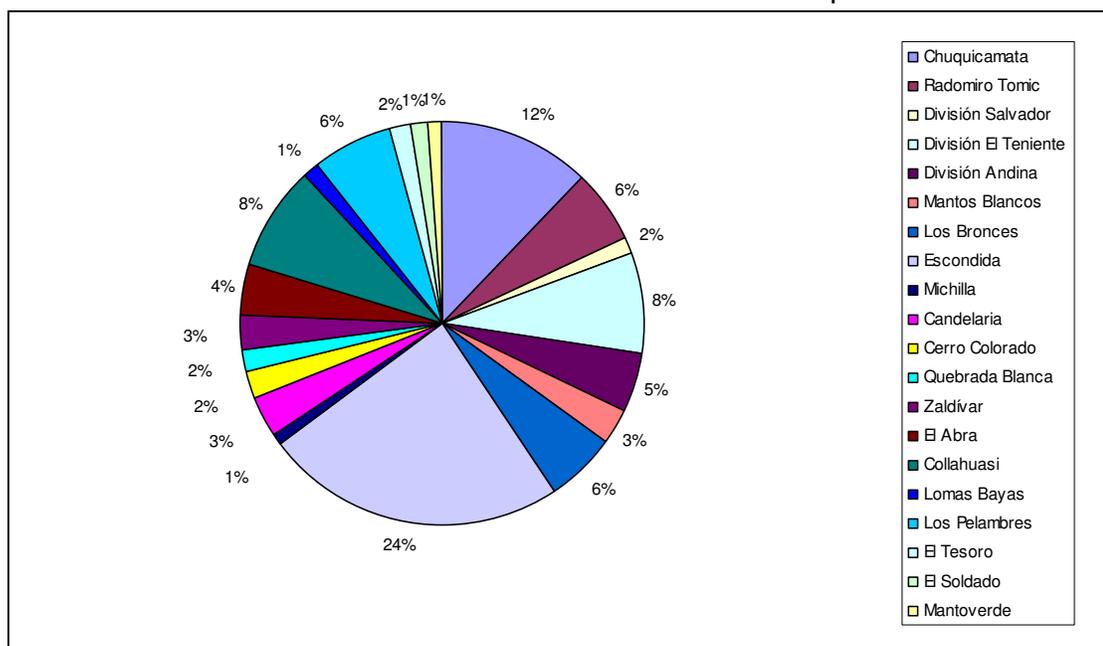


Según los indicadores del 2006, el yacimiento con mayor producción es Escondida que produjo 1.255.600 toneladas métricas (TM) de Cobre Fino de un total de 5.220.600 TM que se produjo en el país. Esto corresponde cerca del 24% de la producción nacional, seguido por Chuquicamata quien con 634.000 TM logra adjudicarse del 12% nacional. La participación del resto de los yacimientos se visualiza en el gráfico 9.

Se analizaron los yacimientos de cobre chilenos que forman parte de las principales faenas mineras del país llegando así a tener la información suficiente para realizar una caracterización general de cada una de ellas.

²⁸ Entrevista a Alejandro Vio.

Gráfico 9: Producción Chilena de Cobre Comerciable por Yacimientos



Fuente: Comisión Chilena del Cobre

3.1.1 División El Soldado

La división El Soldado de propiedad de Anglo American Chile se encuentra ubicada en la V Región, en la comuna de Nogales, a 132 kilómetros de Santiago y a 600 metros sobre el nivel del mar. Comprende una mina a rajo abierto y otra subterránea, plantas de chancado e instalaciones para el tratamiento de minerales oxidados y sulfurados. En 2006 produjo 68.697 toneladas de cobre fino, entre cátodos de alta pureza y cobre contenido en concentrado. La División El Soldado tiene una dotación aproximada de 1.200 trabajadores, entre personal propio y contratistas de operación y proyectos. En diciembre de 2006, culminó el proyecto Rajo Extendido, cuyo objetivo era extender la vida útil de la mina manteniendo su capacidad de producción de cobre hasta 2026.

Cabe destacar que la ley promedio de cobre en este yacimiento es de 0,96%.

3.1.2 División Los Bronces

La división Los Bronces de Anglo American Chile se encuentra ubicada en la Región Metropolitana, a 65 kilómetros de Santiago y a 3.500 metros sobre el nivel del mar. Los Bronces es una mina de cobre y molibdeno que se explota a rajo abierto. El mineral que se extrae es molido y transportado por un mineroducto de 56 kilómetros a la planta de flotación Las Tórtolas, en la que se produce cobre y molibdeno contenido en concentrados, que son enviados a la Fundición Chagres u otras fundiciones dentro y fuera del país. Además, en la mina se produce cobre en cátodos. En 2006 produjo

226.020 toneladas de cobre fino, entre cátodos de alta pureza y cobre contenido en concentrado, además de 2.549 toneladas de molibdeno contenido en concentrado. La División Los Bronces tiene una dotación aproximada de 1.700 trabajadores, entre personal propio y contratistas de operación y proyectos. Actualmente, se encuentra implementando el proyecto Desarrollo Los Bronces, cuyo objetivo es aumentar su capacidad productiva.

La ley promedio de cobre que tiene este yacimiento es de 0,89%.

3.1.3 División Mantos Blancos

Se encuentra ubicada en la II Región, a 45 kilómetros de la ciudad de Antofagasta y a 800 metros sobre el nivel del mar. Comprende una mina a rajo abierto, plantas de chancado e instalaciones para procesar minerales oxidados y sulfurados. En 2006 produjo 91.745 toneladas de cobre fino, entre cátodos de alta pureza y cobre contenido en concentrado. La División Mantos Blancos tiene una dotación aproximada de 1.000 trabajadores, entre personal propio y contratistas de operación y proyectos. Su ley de cobre promedio es de 1,02% y su vida útil llegaría hasta el 2011.

3.1.4 División Mantoverde

Se encuentra ubicada en la III Región, a 56 kilómetros de la ciudad de Chañaral y a 900 metros sobre el nivel del mar. Comprende una mina a rajo abierto, plantas de chancado e instalaciones para el procesamiento de minerales oxidados. En 2006 produjo 60.322 toneladas de cobre fino. La División Mantoverde tiene una dotación aproximada de 800 trabajadores, entre personal propio y contratistas de operación y proyectos. Su ley de cobre promedio es de 0,74% y su vida útil llegaría hasta el 2013.

3.1.5 Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi

Ubicada en la I Región, a 185 kilómetros de Iquique y a 4.400 metros sobre el nivel del mar. Collahuasi es una empresa minera productora de cobre fino en cátodos y contenido en concentrado, que en 2006 produjo 440.018 toneladas de ese metal. El Grupo Anglo American posee 44% de la propiedad, al igual que la subsidiaria de Xstrata plc, Falconbridge. El 12% restante pertenece a un consorcio de compañías japonesas lideradas por Mitsui & Co., Ltd. Sus yacimientos de Ujina, Rosario y Huinquentipa poseen una ley de cobre promedio de 1,08% y su vida útil llegaría hasta el 2038.

3.1.6 Minera Los Pelambres

Minera Los Pelambres pertenece en un 60% a Antofagasta Minerals. El proceso de extracción que posee se realiza en una mina a rajo abierto, ubicada en la cordillera de Los Andes, entre 3.100 y 3.600 metros sobre el nivel del mar. El actual plan de explotación establece la extracción de 1.493 millones de toneladas de material en un período de al menos 22 años. De éstas, 932 millones corresponden a mineral a enviar a tratamiento, con una ley media de 0,78% de cobre y de 0,021% de molibdeno. En el

2006 Minera Los Pelambres produjo 335.200 toneladas de cobre fino y su vida útil se estima hasta el 2045.

3.1.7 Minera Escondida

Minera Escondida pertenece en un 57,5% a BHP Billiton. Es la operación minera de cobre de mayor producción en el mundo. El año 2006, con 1.255.599 toneladas métricas de cobre fino, representó aproximadamente un 8,1% de la producción de cobre de mina mundial y un 23,4% de la producción nacional. El yacimiento Escondida está ubicado en el Norte de Chile, en el Desierto de Atacama, a 170 km al Sureste de la ciudad de Antofagasta y a 3.100 metros sobre el nivel del mar. Su operación productiva comenzó en 1990 y desde octubre de 2005 la compañía explota también Escondida Norte, un segundo rajo abierto que se ubica a 5 kilómetros del rajo principal. Minera Escondida produce concentrado de cobre mediante el proceso de flotación de mineral sulfurado y cátodos de cobre mediante los procesos de lixiviación de mineral oxidado y de biolixiviación de sulfuros de baja ley. La compañía mueve anualmente del orden de 360 millones de toneladas de mineral mina. Su infraestructura consiste en dos minas a rajo abierto (Escondida y Escondida Norte), dos plantas concentradoras (Laguna Seca y Los Colorados), una planta de electro-obtención para producir cátodos a partir de mineral oxidado y sulfurado, y dos mineroductos que transportan el concentrado de cobre desde la mina hasta la planta de filtros, ubicada junto al Puerto Coloso en el extremo sur de la ciudad de Antofagasta, también propiedad de la compañía. En ese lugar se ubica asimismo la planta desalinizadora de agua de mar construida recientemente con el propósito de abastecer en parte los consumos de la operación. Su vida útil se estima hasta el 2030 y su ley de cobre promedio es 1,22%, una de las más altas de Chile.

3.1.8 Sociedad Contractual Minera El Abra

Las instalaciones de SCM El Abra se ubican en la provincia de El Loa, a 75 kilómetros al norte de la ciudad de Calama, en la ladera sur del cerro Pajonal, entre los 3.900 y 4.100 metros de altura sobre el nivel del mar. La presencia de Phelps Dodge en la minería de la II Región comienza en 1999, cuando adquiere el conjunto de las operaciones mundiales de la multinacional Cyprus. Con ello, Phelps Dodge obtiene el 51% de participación en Sociedad Contractual Minera El Abra –la cual había iniciado sus operaciones en 1996-, haciéndose cargo además de su control y gestión. El restante 49% es de propiedad de Codelco Chile. En el 2006 El Abra produjo 218.600 toneladas de cobre fino con una ley promedio de 0,47%. Su expectativa de vida llega hasta el 2010.

3.1.9 Candelaria

Phelps Dodge Mining Company descubrió en 1987 el yacimiento Candelaria. La empresa es un ejemplo reconocido en el ahorro, recuperación y recirculación de agua en sus procesos y además fue la primera operación minera a nivel mundial en certificar todas sus instalaciones bajo estándares internacionales ISO 14,001. La mina está ubicada a 9 kilómetros de la comuna de Tierra Amarilla y a 29 kilómetros de Copiapó, en la III Región de Chile. Candelaria ha recibido numerosos premios en materia de

seguridad y medio ambiente, por su diseño y uso de modernas tecnologías. Más de US\$ 930 millones han sido invertidos para construir instalaciones de gran magnitud, ocupando las más modernas tecnologías: una mina a rajo abierto, una planta de chancado y una planta concentradora con capacidad de diseño para tratar 60.800 toneladas de mineral al día. Genera 1.700 empleos - entre trabajadores propios y contratistas- de calidad y bien remunerados.

Pertenece en un 80% a Phelps Dodge y en un 20% a la japonesa Sumitomo. En el 2006 Candelaria produjo 169.600 toneladas de cobre fino con una ley promedio de 0,73%. Se estima que el yacimiento dure hasta el 2020.

3.1.10 Cerro Colorado

Pertenece en un 100% a BHP Billiton, la compañía de manejo de recursos diversificados más grande del mundo. Produce alrededor de 125 mil toneladas de cátodos de cobre de alta pureza anuales, a través de un proceso de biolixiviación y electroobtención. Su yacimiento se ubica a 120 kilómetros al este del puerto de Iquique, en la comuna de Pozo Almonte, Primera Región, a una altura promedio de 2.600 metros sobre el nivel de mar. El personal que trabaja en Cerro Colorado bordea las 2.400 personas, entre empleados directos y contratistas.

Los cátodos de cobre producidos por la compañía son el primer producto de la Primera Región con marca registrada en la Bolsa de Metales de Londres. En el 2006 Cerro Colorado produjo 115.000 toneladas de cobre fino con una ley promedio de 0,72%. Su vida útil llega hasta el 2015.

3.1.11 Quebrada Blanca

La Compañía Minera Quebrada Blanca es una mina a rajo abierto, que produce aproximadamente unas 36 millones de toneladas anuales de material, de las cuales 7.5 millones de toneladas son de mineral de alta ley (mayor a 1 % Cu S), que se envía a chancado, aglomeración y lixiviación en pilas. Otras 8 millones de toneladas anuales son de mineral de baja ley (0.3 % - 0.4 % Cu T) que se envía a lixiviación en botaderos, las otras 20.5 millones de toneladas corresponde a lastre.

Las soluciones recuperadas de la lixiviación en pila y botaderos son tratadas en una planta de extracción por solvente (SX) y posteriormente en una planta de electro depositación (EW) donde se produce aproximadamente 176 millones de libras de cátodos grado "A" de LME por año.

La producción en Quebrada Blanca comenzó en el año 1994 y tiene suficientes reservas para sostener la producción hasta al menos el año 2015.

En el 2006 Quebrada Blanca – que pertenece en un 76,5% a Aur Resources - produjo 82.400 toneladas de cobre fino con una ley promedio de 1,13%.

3.1.12 Minera Michilla

Michilla tiene por objeto la exploración, extracción, explotación, producción, beneficio y el comercio de minerales de cobre, concentrados de cobre y de los productos y subproductos que se obtengan de dichos materiales. Michilla desarrolla sus actividades en un distrito de 133.000 hectáreas, ubicado en la cordillera de la costa de la región de Antofagasta, en la provincia del mismo nombre. Michilla, conjuntamente con Minera Los Pelambres y Minera El Tesoro, constituyen las compañías mineras operativas de Antofagasta plc, cuyo centro operativo Antofagasta Minerals S.A., está ubicado en la ciudad de Santiago. En esta minera dicha compañía posee el 74,2%.

Actualmente la compañía posee reservas mineras probadas y probables por 15,6 millones de toneladas de una ley media de 1,09% de cobre total (CuT) y una vida útil proyectada hasta el año 2009. Las reservas mineras provienen principalmente de la mina a rajo abierto Lince, la mina subterránea Estefanía y de algunos sectores del distrito que son explotados, en calidad de arrendatarios, por algunos productores mineros.

La producción promedio de cobre fino proyectada para el período 2007-2009 es de 39.000 toneladas por año. En el 2006 produjo 47.300 toneladas de cobre fino.

3.1.13 Lomas Bayas

La compañía Minera Xstrata Lomas Bayas opera en la mina Lomas Bayas que se encuentra a 120 kilómetros al noreste de Antofagasta. La producción anual de Lomas bayas es de 65.000 toneladas de Cátodos Grado LME. Se trata de una mina de cobre de baja ley que genera cátodos de cobre en una planta SXEW. A los actuales niveles de minería, las reservas actuales se agotarán alrededor del 2012; sin embargo, se está realizando un estudio de factibilidad para determinar la viabilidad financiera para ampliar la vida productiva de las minas al desarrollar el depósito Fortuna de Cobre, el cual ampliará la vida productiva de las minas en unos 8 años. En el 2006 Lomas Bayas, que pertenece en un 100% a Falconbridge, produjo 64.300 toneladas de cobre fino con una ley promedio de 0,36%.

3.1.14 Compañía Minera Zaldivar

El yacimiento de cobre Zaldivar, perteneciente a la empresa Barrick en un 100%, se encuentra a 175 kilómetros al sureste de la ciudad de Antofagasta y a 5 kilómetros al norte del yacimiento Escondida en la segunda región de Chile, a una altura media de 3.200 metros sobre el nivel del mar. Zaldivar corresponde a un yacimiento de cobre porfídico, que forma parte de un gran sistema que incluye a Escondida y está asociado a la denominada Falla Oeste, que controla la mayoría de los pórfidos cupríferos en Chile. El depósito se encuentra asociado a un cuerpo porfídico granodiorítico, que incluye andesitas (roca de origen volcánico, de tipo ígnea extrusiva) y riolitas, y a una serie de fallas de orientación noroeste y noreste que cortan la Falla Oeste.

El sistema de explotación utilizado por Compañía Minera Zaldivar es a Cielo Abierto, el cual corresponde a la explotación del yacimiento en bancos manteniendo un

cierto ángulo de inclinación de las paredes, acorde a la estabilidad de los mismos. La producción promedio diaria de mineral en la mina es de 54.000 toneladas y el movimiento total promedio de material es de 205.000 t/d que es transportado por una flota de camiones que asciende a 24 con una capacidad de 220 toneladas métricas cada uno.

En el 2006 Zaldivar produjo 146.219 toneladas de cobre fino con una ley promedio de 0,70%. Su vida útil llegaría hasta el 2022.

3.1.15 CODELCO

La historia de Codelco comienza con la promulgación de la reforma constitucional que nacionalizó el cobre el 11 de julio de 1971. La creación de la Corporación Nacional del Cobre de Chile como se la conoce en la actualidad fue formalizada por decreto el 1 de abril de 1976. Una herramienta esencial para que Codelco pueda materializar su visión de futuro es su posición de liderazgo en el mercado cuprífero: es el principal productor del mundo con 1,83 millones de toneladas de cobre fino en el 2005 y 1,78 millones de toneladas en el 2006.

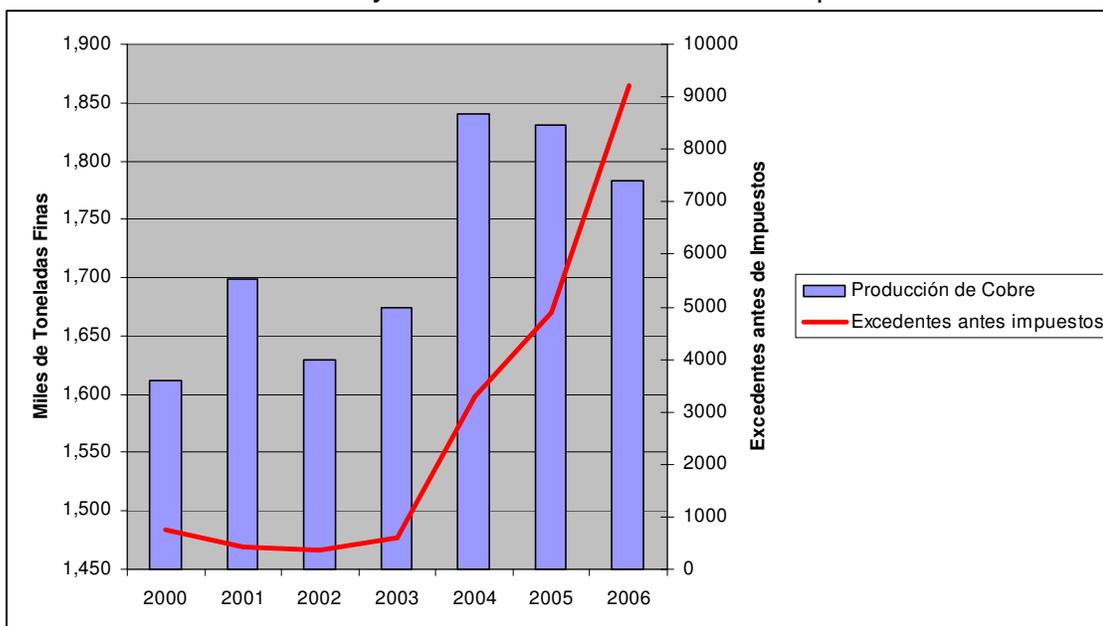
La Corporación, además, tiene las mayores reservas base de cobre, alrededor de veinte por ciento del total del planeta. La región de Los Andes chilenos es considerada el principal depósito cuprífero, con cerca del cuarenta por ciento de las reservas identificadas en el mundo. Y con despachos de cobre por 2,0 millones de toneladas (2005) contando producción de terceros comercializada por Codelco, es el principal vendedor de este elemento metálico en los mercados mundiales. Los productos, encabezados por los cátodos grado A con 99,99% de cobre,, parten hacia diversos destinos en el mundo. En este momento el mercado más importante es Asia, que absorbe 34 por ciento de la oferta de la Corporación, seguido por Europa con 32 por ciento; Norteamérica con 17 por ciento y Sudamérica con 17 por ciento en el año 2006.

En el último tiempo, debido al fuerte aumento del precio del cobre, los excedentes del cobre han aumentado considerablemente, a pesar de que la producción ha ido disminuyendo, lo que provoca un impacto tremendamente positivo para Chile aumentando sus arcas fiscales debido a que la empresa es pública.

Sin embargo, en el último tiempo no todo es felicidad debido al aumento sostenido de los costos en la minera, producido por la pérdida en la ley que posee cada uno de los yacimientos debido a la antigüedad, el aumento del precio de los insumos debido exclusivamente al aumento del precio del cobre en el mercado internacional y a otros problemas propios de la gestión que tiene la compañía.

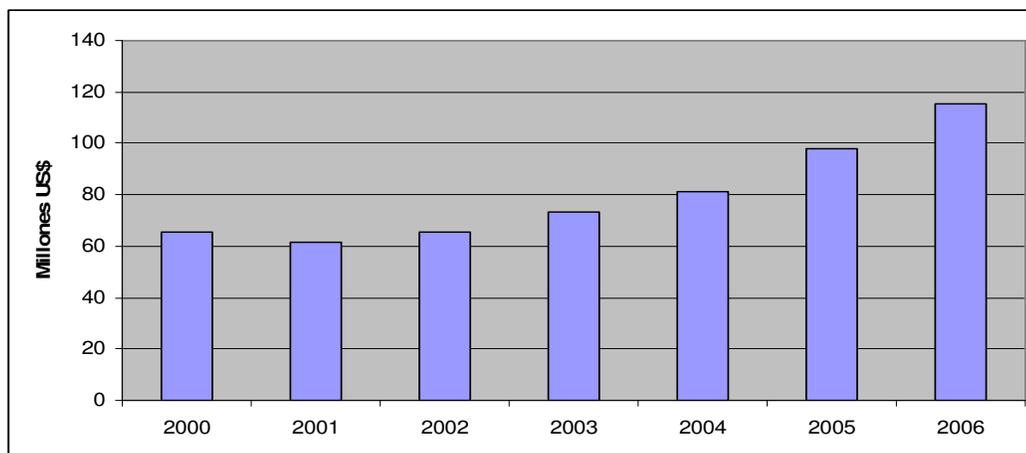
Las operaciones que hacen de Codelco el principal productor mundial de cobre son realizadas, principalmente, a través de sus divisiones operativas, encargadas de la explotación de los yacimientos, el procesamiento de los minerales, y la obtención del metal y sus subproductos para el envío a los mercados mundiales.

Gráfico 10: Producción y excedentes de Codelco en el período 2000-2006



Fuente: Codelco

Gráfico 11: Evolución de los Costos (operación, administrativos y ventas) de Codelco



Fuente: Memorias de Codelco

Son cinco divisiones mineras, donde se trabaja con similares procesos productivos. Sin embargo, el presente trabajo se enfocará sólo en 4 de esas divisiones debido a que la División de Ventanas no posee yacimiento alguno. Estas divisiones están ubicadas en las zonas norte y centro de Chile.

3.1.15.1 División Andina

La división Andina opera el yacimiento Río Blanco, cuya riqueza era conocida desde 1920. Pero los intentos por iniciar su explotación no se concretaron hasta medio siglo después, en 1970. Está ubicada a ochenta kilómetros al noreste de Santiago, entre 3.700 y 4.200 metros sobre el nivel del mar. En la actualidad esta división realiza la explotación de minerales en la mina subterránea de Río Blanco y en la mina a rajo abierto Sur Sur.

Andina produjo 236.356 toneladas métricas finas de concentrados de cobre en el 2006 que son materia prima fundamental para obtener el metal refinado. Además, coloca en los mercados 3.308 toneladas métricas de molibdeno al año. La ley de cobre promedio que posee esta división es de 0,86% y su vida útil se estima hasta el 2050.

3.1.15.2 División Codelco Norte (Chuquicamata y Radomiro Tomic)

Codelco Norte fue creada el año 2002 como resultado de la fusión entre las divisiones Chuquicamata y Radomiro Tomic.

El complejo minero de Chuquicamata está ubicado a 1.650 kilómetros al norte de la capital de Chile, a 2.870 metros sobre el nivel del mar. Cuenta con dos minas donde el tipo de explotación es a rajo abierto, "Chuquicamata" y "Mina Sur". Chuquicamata entró en operaciones en 1910, aunque sus propiedades mineras también eran conocidas desde hace siglos por culturas prehispánicas.

Radomiro Tomic está ubicada a 1.670 kilómetros de Santiago, a 3.000 metros sobre el nivel del mar en la cordillera de Los Andes. Se trata de un yacimiento donde el tipo de explotación es a rajo abierto para la obtención de minerales oxidados. Aunque fue descubierto en la década de 1950, sus operaciones comenzaron en 1995, después de que Codelco actualizó los estudios sobre la factibilidad de su explotación y contó con la tecnología necesaria para explotarlo de manera económicamente rentable.

La producción en el 2006 de Codelco Norte es de 940.613 (634.000 de Chuquicamata y 306.613 de Radomiro Tomic) toneladas de cátodos electrorefinados y electroobtenidos con una pureza de 99,99 por ciento de cobre. También produce unas 17.781 toneladas métricas de contenido fino de molibdeno. Además, se obtienen otros subproductos, como barros anódicos y ácido sulfúrico.

La ley promedio de Chuquicamata y de Radomiro Tomic es de 0,79% y 0,52%, respectivamente. La vida útil de cada yacimiento asciende hasta el 2050 para el primero y hasta el 2019 para el segundo.

3.1.15.3 Salvador

Las operaciones de la división Salvador se realizan en la zona de la cordillera de Los Andes a 2.600 metros de altura y a una distancia de 1.100 kilómetros al norte de Santiago. Esta división tiene a su cargo la mina "Inca" de explotación subterránea, y las minas "Campamento Antiguo" y "Damiana Norte" a rajo abierto. Salvador explota

minerales oxidados y sulfurados a partir de los cuales produjo 80.615 toneladas métricas finas de cátodos de cobre en el 2006. Además, produjo 1.366 toneladas métricas de molibdeno. La ley promedio de este yacimiento es 0,63% con una vida útil hasta el 2011.

3.1.15.4 El Teniente

La división El Teniente, a ochenta kilómetros al sur de Santiago y a 2.500 metros sobre el nivel del mar, centra sus operaciones en la explotación de la mina subterránea de cobre más grande del mundo. Esta mina que comenzó a ser explotada en 1904 posee 2.400 kilómetros de galerías subterráneas. El Teniente produjo en el 2006 418.332 toneladas métricas finas de cobre en la forma de lingotes refinados a fuego (RAF), y cátodos de cobre al año. Como resultado del procesamiento del mineral también se obtuvieron 4.749 toneladas métricas de molibdeno. La ley promedio de este yacimiento es 1,02% con una vida útil hasta el 2050.

Un cuadro resumen de las variables más generales que posee cada uno de los yacimientos más importantes que posee Chile se encuentra en los anexos.

3.1.16 Selección de Yacimientos

Luego de la caracterización de cada yacimiento chileno y con el objetivo de obtener una muestra representativa del ámbito nacional de manera que ésta pueda ser estudiada en profundidad, se deben escoger una cantidad de yacimientos que no superen las 12 unidades, a causa del tiempo disponible para realizar la evaluación del desempeño de esos yacimientos.

En primer lugar se deben escoger yacimientos que sean subterráneos y a rajo abierto para que incidan los diferentes procesos de extracción del mineral. Además, las regiones en donde se emplazan los yacimientos escogidos deben ser variadas de tal forma que el suelo geológico cambie y afecte también en el desempeño de cada yacimiento. Por otra parte, la antigüedad del yacimiento como la expectativa de vida que aún le queda es clave para visualizar la incidencia de estas variables en el desempeño. A su vez, los diferentes productos finales (concentrados o cátodos) deben estar presentes en la muestra escogida debido a que también afecta en la forma de operar como también lo es la forma organizacional que presentan. Es por esto, que los yacimientos escogidos serán de diferentes empresas de manera que el modelo de negocio y el método de gestión incidan directamente en los resultados de la evaluación del desempeño de los yacimientos de cobre chilenos durante el período 2000-2006.

Debido a que el período de evaluación es de 7 años, se tomarán los promedios de producción durante el período 2000-2006 para catalogar el tamaño del yacimiento. No es posible caracterizar un yacimiento tomando sólo su último año de producción ya que es posible que en años anteriores se haya desempeñado en niveles superiores. La siguiente tabla muestra las producciones anuales de cobre para los distintos yacimientos nacionales.

Tabla 4: Producción Chilena de Cobre entre 2000-2006 en miles de TM

Yacimientos	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Promedio 00-06
Codelco-Chile	1,515.70	1,592.30	1,519.70	1,562.50	1,733.20	1,728.00	1,675.90	1,618.19
División Codelco Norte	821.5	902.2	893.9	907.2	982.8	964.9	940.6	916.16
Chuquicamata	630.1	641.9	596.8	601.1	691.8	676.1	634	638.83
Radomiro Tomic	191.4	260.3	297.1	306.1	291	288.8	306.6	277.33
División Salvador	80.5	81.2	72.8	80.1	74.9	77.5	80.6	78.23
División El Teniente	355.7	355.6	334.3	339.4	435.6	437.4	418.3	382.33
División Andina	258	253.3	218.7	235.8	239.9	248.2	236.4	241.47
OTROS PRODUCTORES	3,086.30	3,146.70	3,060.90	3,341.70	3,679.30	3,592.50	3,684.90	3,370.33
Mantos Blancos	155.3	156.9	153.4	147.1	155	149.7	152.1	152.79
Enami	89.4	94.6	81.2	121.9	119.3	111.6	107.3	103.61
Sur Andes	253.8	251.6	249.8	277.9	300.6	293.7	294.8	274.60
Escondida	916.6	794.1	758	994.7	1195.1	1271.5	1255.6	1,026.51
Compañía Minera El Indio	13.9	11.4	2.3	0	0	0	0	3.94
Michilla	52.2	49.6	51.8	52.7	50	46.4	47.3	50.00
Candelaria	203.9	220.6	199.1	212.7	200	162.7	169.6	195.51
Cerro Colorado	119.2	133.9	128.3	131.5	119.5	90.4	115.5	119.76
Quebrada Blanca	68.6	74.6	73.8	80.1	76.3	81	82.4	76.69
Zaldívar	147.7	140.4	147.8	150.5	147.6	123.3	146.3	143.37
El Abra	197.2	217.6	225.2	226.6	218	210.6	218.6	216.26
Collahuasi	436	452.7	433.5	394.7	481	427	440	437.84
Lomas Bayas	51.3	56.3	59.3	60.4	62	63.2	64.3	59.54
Los Pelambres	308.8	373.8	335.5	337.8	362.6	333.8	335.2	341.07
El Tesoro	-	43	84.3	92.4	97.8	98.1	94	84.93
Spence	-	-	-	-	-	-	4.3	4.30
OTROS	72.4	75.6	77.6	60.7	94.5	129.5	157.6	95.41
TOTAL	4,602.00	4,739.00	4,580.60	4,904.20	5,412.50	5,320.50	5,360.80	4,988.51

Fuente: Comisión Chilena del Cobre

Desechando a esos yacimientos que poseen una producción promedio menor a 150.000 TM durante el período 2000-2006 por encontrarlos insuficientes en el poder de mercado y rescatando que estos yacimientos son tan diversos que pueden formar parte de la muestra con las características descritas anteriormente, se eligen a los siguientes:

N°	Yacimientos
1	Andina
2	Chuquicamata
3	Radomiro Tomic
4	Candelaria
5	Collahuasi
6	El Abra
7	La Escondida
8	Mantos Blancos
9	Pelambres
10	El Teniente
11	Los Bronces ²⁹

Para cada uno de estos yacimientos, se realizará el estudio de indicadores, niveles, costos e ingresos, de manera que puedan ser comparables entre si – ya que poseen diferentes características en las variables mineras, tecnológicas y de gestión - logrando realizar el benchmarking que se ha propuesto como objetivo.

²⁹ En la Tabla 4 se indica a Sur Andes como uno de los yacimientos con producciones superiores a las 150.000 TM. Sin embargo, Sur Andes no es un yacimiento. Sur Andes posee dos yacimientos (Los Bronces y El Soldado) y de estos dos es el yacimiento de Los Bronces el que realiza el mayor aporte de producción.

Los costos han ido en aumento tanto en las empresas públicas (Codelco) como en las empresas privadas. La estrategia a corto a plazo que tienen que tomar estas empresas es la disminución de estos costos de manera que no afecte en sus rentabilidades. A medida que pasa el tiempo los costos en la industria minera han estado subiendo debido al alto precio de los metales. Esto ha llevado a que los precios de la industria que provee de servicios a las minas también hayan empezado a subir. Todo lo que sea insumo metálico para la producción, como es el aluminio y el acero principalmente, han aumentado su precio en forma desmedida lo que ha afectado directamente en los balances financieros de las empresas de cobre.

Además, a causa de que el precio del metal rojo ha estado alto, se han reactivado o activado proyectos en todas las partes del mundo (proyectos de ampliación de capacidades de producción y nuevos proyectos mineros de cobre), lo que ha llevado a que toda la industria que provee de maquinarias esté saturada. Hoy en día para comprar un camión minero, se debe esperar entre 18 a 24 meses para que el camión efectivamente llegue. Tal es así que hoy en la industria proveedora de equipos se está transando la orden de compra. Es decir, si yo coloco una orden de compra a un camión para que me lo entreguen en 18 meses, y llega otro proyecto que está más apurado, me compra a mí la orden de compra del camión a un precio mayor lo que hace que el precio de los insumos esté subiendo cada vez más.

Sin embargo, se entiende que el ciclo de precios alto va a caer dentro de tres o cuatro años, y en ese momento al caer los precios pueden llegar a caer varios precios de los insumos. Pero el problema radica en que hay precios estructurales, como son los sueldos, que es muy difícil de bajar, entonces el gran desafío de la industria del cobre es ver cómo bajar los costos estructurales de manera de no tener que incluir estos cuando se acerque el ciclo de bajos precios en los metales³⁰.

Así también el costo de las mineras privadas también subieron durante el último año y no sólo a factores relacionados al precio de los insumos, sino que también a factores energéticos ya que los recortes de gas natural argentino obligaron a las generadoras a usar diesel que es un componente mucho más caro. Además la explotación de zonas poco rentables aprovechando el alto valor del cobre ha hecho que los costos marginales de algunas firmas se incrementen³¹. Una tabla con la variación de los costos se muestra a continuación.

³⁰ Entrevista a Alejandro Vio.

³¹ La Tercera, 4 Septiembre 2007.

Tabla 5: Costos de producción en minería chilena en millones de US\$.

	Ingresos de Explotación 2007	Var % 2006	Costos de Operación 2007	Var % 2006	Utilidades 2007	Var % 2006
Escondida	4383	20	918	30.8	3530	21
Pelambres	1296	4.2	231	28.1	841	-0.2
Collahuasi	1334	-13.3	402	-6.9	748	-15.2
Minera Sur Andes	1099	-1.4	333	9.1	598	-7.4
El Abra	603	-18.4	199	-11.3	332	-20.5
Candelaria	785	15.9	68	-26.3	331	12.2
Mantos Blancos	453	11.2	186	19	217	6.8
Codelco	8429	5.1	3797	15.4	3653	2.7

Fuente: Fecus de mineras entregadas a la SVS.

En ella se destaca el aumento de costos en las minas escogidas para desarrollar el presente trabajo. Si bien hay algunos yacimientos como Collahuasi y El Abra que tienen una disminución en sus costos, poseen una disminución mayor en sus ingresos y sus utilidades por lo que no tiene ningún sentido. A la que sí se le debe poner atención es a Candelaria ya que es el único yacimiento que logró reducir sus costos y aumentar sus utilidades.

CAPITULO 4

4.1 ENTREVISTAS A EXPERTOS

Se realizaron entrevistas en profundidad a personas expertas en el tema del cobre con el fin de recopilar información sobre el ambiente productivo del mineral rojo en Chile como también para averiguar cuáles son las variables que a priori afectarían los distintos niveles de producción de cada uno de los yacimientos.

Las personas entrevistadas fueron las siguientes:

- Juan Villarzú, Ingeniero Comercial y Presidente Ejecutivo de Codelco en dos oportunidades.
- Juan Medel, Gerente Corporativo de Evaluación de Inversiones y Proyectos de Codelco.
- Víctor Olavaria, Ingeniero Civil de Minas. Ex Vicepresidente de Recursos Humanos de Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi.
- Alejandro Vio, Director de Evaluación de Gestión Estratégica de la Comisión Chilena del Cobre.
- Alejandro Sepúlveda, Ingeniero Civil de Minas de NCL Ingeniería y Construcción S.A.
- Aldo Picozzi, Ingeniero Analista de Mercados de la Dirección de Estudios de la Comisión Chilena del Cobre.

A cada uno de ellos se le realizó una entrevista estándar con 11 preguntas de las cuales los entrevistados debían responder en forma abierta. Las preguntas realizadas como también las respuestas más recurrentes pueden ser encontradas en los anexos³².

En base a sus respuestas, se pudo tener conocimientos más acabados sobre el tema en cuestión, facilitando el razonamiento en el análisis de los resultados entregados. En el análisis y desarrollo de la presente memoria se incluirán los conocimientos aportados por los expertos durante de las entrevistas.

CAPITULO 5

5.1 ESTUDIO DE BASE DE DATOS

Se consiguió, a través de los archivos recopilados por *Brook Hunt*³³, datos relacionados con la producción de cobre de todos los yacimientos ubicados dentro del territorio chileno. Debido a que cada yacimiento posee distintos procesos productivos que afectan el producto final, se dividió para el estudio a aquellos que poseían los procesos de concentrado y lixiviación (SxEw³⁴). Si bien existe un proceso intermedio denominado “mixto”, no se consideró relevante ya que las variables incluidas en las planillas que lo resumían no diferían en gran medida con las planillas de concentrado. Por otro lado, el nivel de agregación era muy bajo en comparación con los procesos principales lo cual influiría en el resultado final del estudio al considerar pocas variables. Por último, el único indicador relevante que se puede obtener de los datos recopilados de aquellos yacimientos con proceso mixto es el de Costo Total y si se analiza los niveles de Costo Total a través de los años en los distintos yacimientos que poseen tanto proceso mixto como concentrado, se puede ver que la diferencia que poseen cada uno de los yacimientos no difieren a través de los años estableciendo un ranking que se mantiene constante sin mayores variaciones. Esto se puede notar con claridad en los gráficos 12 y 13 en donde se visualiza que los lugares con mayores y menores costos los ocupan siempre los mismos yacimientos en cada uno de los años ya sea en el proceso de concentrado como en el mixto³⁵.

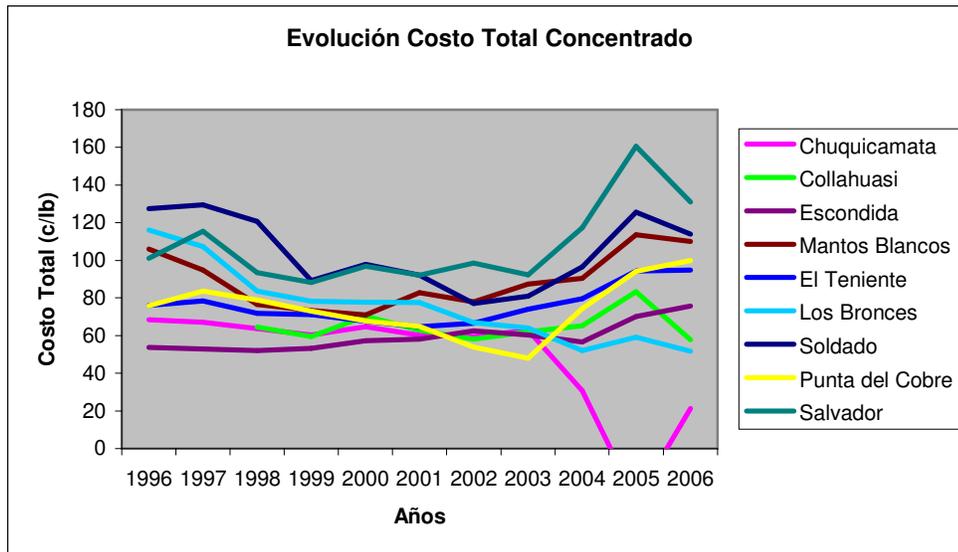
³² Para resguardar la identidad de cada uno de los entrevistados no se revelará el responsable de cada respuesta.

³³ Líder mundial en analizar los costos de producción tanto de mina, como fundición y refinería, de las empresas productoras de cobre y otros metales.

³⁴ Siglas de *Solvent Extraction Electrowinning*, lo que significa Extracción por Solventes y Electro-obtención.

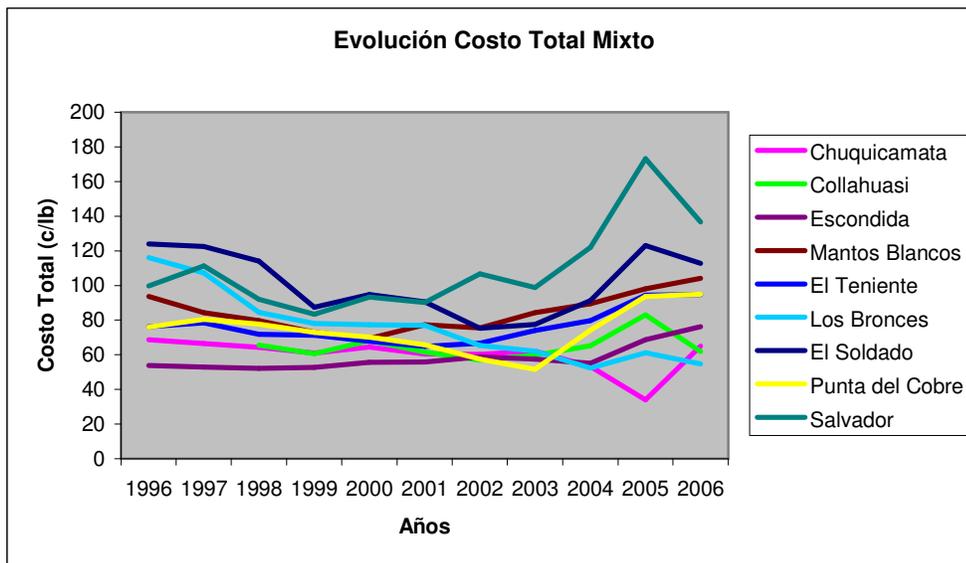
³⁵ Chuquicamata tiene un Costo Total negativo en el 2005 debido a que la alta producción de sus subproductos funcionan como un crédito, lo cual incide en los costos de producción de cobre de manera negativa.

Gráfico 12: Evolución del Costo Total en proceso concentrado³⁶



Fuente: Brook Hunt

Gráfico 13: Evolución Costo Total en proceso mixto³⁷



Fuente: Brook Hunt

Si bien la evaluación del desempeño de las empresas mineras del cobre durante el período 2000-2006 se concentrará en los 11 yacimientos antes descritos, el manejo de datos incluirá a todos los yacimientos cupríferos operativos al 2006 de manera de obtener resultados más representativos de la industria global. Es por eso que aparte de

³⁶ Los datos del año 2006 son estimados por lo que no necesariamente son los costos totales reales en cada uno de los yacimientos.

³⁷ Los datos del año 2006 son estimados por lo que no necesariamente son los costos totales reales en cada uno de los yacimientos.

Andina, Chuquicamata, Radomiro Tomic, Candelaria, Collahuasi, El Abra, La Escondida, Mantos Blancos, Pelambres, El Teniente y Los Bronces, se incluirán al estudio de la base de datos a los yacimientos de Andacollo, El Bronce, Cerro Colorado, El Soldado, El Tesoro, Ivan/Zar, La Cascada, Lomas Bayas, Manto Verde, Michilla, Ojos del Salado, Punta del Cobre, Quebrada Blanca, Salvador y Zaldívar. De estos yacimientos en su conjunto se tiene a 14 que realizan el proceso de concentrado y a 20 que realizan el proceso de lixiviación, por lo que el 54% de los yacimientos chilenos activos al 2006 realizan el primer proceso y el 77% realizan el segundo.

Para su estudio se ordenaron las bases de datos de cada uno de los yacimientos de manera de adoptar un formato único para los distintos procesos, diferenciando entre aquellas variables que eran ingresadas directamente y aquellas que se obtenían de resultados operatorios entre variables ya existentes. Las primeras se denominaron variables primarias y las segundas, variables secundarias.

Para los procesos de concentrado y SxEw, se tienen las siguientes variables primarias de producción representadas en la tabla 5.

Tabla 5: Variables primarias procesos producción concentrado y SxEw

Proceso Concentrado		Proceso SxEw	
Variables Primarias Concentrado	Unidad	Variables Primarias SxEw	Unidad
Producción		Producción	
Underground Mining Rate	(kt/d)	Heap Leach (Crushed Ore)	
Open Pit Mining Rate	(kt/d)	Ore Mined	(kt)
Underground Ore Treated	(kt)	Ore Crushed	(kt)
Open Pit Ore Treated	(kt)	Cu Grade Total	(%)
Ley de Mineral		Cu Grade Soluble	(%)
Cu	(%)	Annual recovery	(%)
Mo	(%)	Dump Leach (Uncrushed)	
Metal Pagado		Cu recovered from dump leach	(kt)
Cu	(kt)	Other Waste Mined	(kt)
Reservas Mineral		PLS Flowrate Treated	(l/s)
P&P Reserves		PLS Grade	(g/l)
Tonnes	(Mt)	Sx Recovery	(%)
Cu	(%)	Reservas Mineral (to crush)	
Other Resource		Tonnage P&P	Mt
Tonnes	(Mt)	Cu Total	Cu Total %
Cu	(%)	Tonnage Other Resources	Mt
Factores Económicos		Cu Total	Cu Total %
Tipo de Cambio	(/US\$)	Dump Resource	
Inflación	(%)	Tonnage P&P	Mt
Producción de Concentrado		Cu Total	Cu Total %
Cooper Concentrate	(t)	Tonnage Other Resources	Mt
Grade Cu	(%)	Cu Total	Cu Total %
Cu Recovery	(%)	Mina Rajo Abierto	(kt mat)
Net Revenue	(\$ M)	Material mined	(kt mat)
Cu Price	(c/lb)	Material charged to P&L	(kt mat)
		Mina Subterránea	
		Material mined	(kt ore)
		Material charged to P&L	(kt mat)
		Factores Económicos	
		Tipo de Cambio	(/US\$)
		Inflación	(%)
		Cu Payable	(Mlbs)
		Cu Price	(c/lb)

Fuente: Elaboración propia

A su vez, las variables secundarias extraídas de los procesos de producción de concentrado y SxEw se representan en la tabla 6 con las respectivas fórmulas de obtención. Por último, cabe decir que *Brook Hunt* se especializa en el análisis de los costos por lo que también se tienen variables primarias y secundarias referidas a ellos, como también existen variables primarias y secundarias relacionadas con el análisis de la energía utilizada o de la productividad de los trabajadores. Todas estas variables son incluidas en los anexos del presente trabajo.

Tabla 6: Variables secundarias procesos producción concentrado y SxEw

Proceso Concentrado		Fórmula
Variables Secundarias Concentrado	Unidad	
Total Ore Treated	(kt)	(Underground Ore Treated + Open Pit Ore Treated)
Milling Rate	(kt/d)	(Total Ore Treated)/365
Metal en Concentrado		
Cu	(kt)	(Cooper Concentrate)*(Grade Cu)
Mo	(kt)	(Molybdenum Concentrate)*(Grade Mo)
% Payable	(%)	(Paid Metal Cu)/(Metal in Concentrate Cu)
Paid Cu	(Mlbs)	(Metal in Concentrate Cu)*(% Payable)*2.2046
Gross Revenue	(\$ M)	(Paid Cu)*(Cu Price)
Proceso SxEw		Fórmula
Variables Secundarias SxEw	Unidad	
Copper placed on pad	(kt)	(Ore Crushed)*(Cu Grade Total)
Cu recovered from heap leach	(kt)	(Cooper placed on pad)*(Annual recovery)
Total Material Mined	(kt)	(Ore Crushed) + (Material to dump leach) + (Other Waste Mined)
Mining Rate	(kt/d)	(Total Material Mined)/365
Cu Production	(kt)	(Cu recovered from heap leach + Cu recovered from dump leach)

Fuente: Elaboración propia

El análisis de los costos tiene una particularidad ya que *Brook Hunt* los realiza de una forma especial. Para el proceso de concentrado se tienen dos métodos:

- *Normal Costing* o Costeo Normal: En este costeo el costo principal se ubica por debajo de los créditos que otorgan los subproductos de manera que afecte los gastos de explotación y resulten los gastos de explotación del efectivo neto.
- *Pro-Rata Costing*: Se reparte el costo total de cada etapa a los productos que comparten esa etapa del proceso. Por ejemplo, un metal que contribuya el 30% del *net revenue* se le asigna el 30% de los costos totales.

El Costeo Normal se usa también en el proceso de lixiviación, no así el *Pro-Rata Costing*, por lo que se decidió, de manera de no tener ambigüedades en el estudio, de usar sólo el Costeo Normal.

En el Costeo Normal hay que tener en cuenta algunas especificaciones:

- Todos los costos se relacionan con el costo de datos de la producción, lo que indica que son basados en las ventas y en las valuaciones “anormales” del inventario las que se han ajustado para reflejar costos de producción reales.
- Los créditos de los subproductos se basan en la producción de ellos y no en sus ventas.

- Todos los costos se toman desde el punto de vista de la mina, por lo que en el caso que la refinería o la fundición tenga productores no integrados, estos son considerados como costos.

Los costos directos son aquellos que tienen relación con la explotación minera, la molienda y el proceso de concentrado, la lixiviación, la extracción por bombeo, la extracción por solventes y electro-obtención, administración en sitio y costos generales, servicios fuera de sitio que sean esenciales para la operación, fundición (incluido el peaje si es aplicable), refinación (incluido el peaje si es aplicable), costos de la carga del concentrado, costos de marketing e impuestos que se pagan al estado.

Los costos indirectos son aquellos que tienen relación con los costos de exploración para determinar la vida útil del yacimiento, investigación atribuible a la operación de explotación minera, royalties e impuestos anticipados e ítems extraordinarios como por ejemplo el costo de una huelga.

En el caso de Codelco se tienen impuestos que lo distinguen de otras empresas como el 10% que se entregan a las fuerzas armadas debido a la Ley 13.196 de Impuestos. Este tipo de costos se trata también como costo indirecto.

Los *Interest Charges* o Cargas de Interés, son los intereses pagables menos los intereses resultantes de los saldos. Además en este ítem se incluyen los préstamos a corto y largo plazo.

El Cash Cost Total es la suma de costos directos, costos indirectos y cargas de interés. Hay que tener en cuenta de que existen costos indirectos que no son monetarios. Estos no son incluidos en el Cash Cost Total.

La Depreciación incluye la depreciación y la amortización de activos fijos, además del agotamiento del gasto en desarrollo. Para los productores verticalmente integrados incluye una parte de los costos de depreciación del fundidor y de la refinería.

El Costo Total es la suma del Cash Cost, de la Depreciación y de los costos indirectos que no son monetarios. El gasto de la inversión en capital se excluye de este ítem.

Brook Hunt define 3 costos a los cuales denomina C1, C2 y C3. Cada uno de ellos son definidos como sigue:

- Costo C1: Es el Cash Cost Total definido anteriormente más el gasto de inversión en capital.
- Costo C2: Es el Costo C1 más la depreciación.
- Costo C3: Es el Costo C2 más los intereses y los costos indirectos no monetarios.

Un ejemplo de la construcción de estos costos se puede visualizar en el yacimiento de Chuquicamata tal como lo muestra la tabla 7. En él se puede notar cómo afecta la producción de subproductos en el Cash Cost (C1) dejándolo incluso con

signos negativos en los últimos años a pesar de que el costo al nivel de concentrado ha mantenido un alza en los últimos años³⁸. Esto indica que aquellos yacimientos que poseen altos índices de producción de subproductos (como molibdeno o plata), tendrán niveles de costos inferiores que aquellos yacimientos que poseen bajos - o nulos - niveles de producción de subproductos. Debido a esta perspectiva y teniendo en cuenta que el presente trabajo se basa en el estudio del cobre, el nivel de costos que se tomará como principal será el costo al nivel de concentrado, en el caso de los yacimientos con proceso concentrado, y el costo al nivel de cátodo, en el caso de los yacimientos con proceso SxEw.

Tabla 7: Costeo Normal de Chuquicamata en el período 2000-2006

NORMAL COSTING	Unidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Cost to Concentrate	(c/lb)	37.3	32.3	31.4	38.9	39.1	45.0	47.1
Conc Freight	(c/lb)	0.0	0.0	0.0	1.5	2.0	0.3	0.0
Smelting	(c/lb)	9.9	8.4	9.8	12.8	13.7	20.2	19.9
Ref/Freight/Mkt	(c/lb)	5.7	5.7	6.1	6.1	5.6	8.3	8.5
By-Product Credits								
Mo	(c/lb)	(6.5)	(6.4)	(7.5)	(15.5)	(58.0)	(151.8)	(101.3)
Ni	(c/lb)	-	-	-	-	-	-	-
Ag	(c/lb)	(3.8)	(2.9)	(2.9)	(3.4)	(4.7)	(5.4)	(5.5)
Au	(c/lb)	(0.8)	(0.2)	(0.1)	(0.5)	(0.6)	(1.1)	(1.0)
Other	(c/lb)	(0.5)	-	-	-	-	-	-
Total By-Product Credits	(c/lb)	(11.6)	(9.6)	(10.6)	(19.4)	(63.3)	(158.3)	(107.9)
CASH COST C1	(c/lb)	41.3	36.8	36.7	39.8	(3.0)	(84.5)	(32.3)
Depreciation	(c/lb)	11.0	11.2	11.2	10.5	11.6	17.3	19.5
OPERATING COST C2	(c/lb)	52.2	48.0	48.0	50.3	8.6	(67.2)	(12.8)
Corporate Overheads	(c/lb)	1.8	1.7	2.0	1.9	1.9	5.8	5.8
Royalty/Front-end Tax	(c/lb)	7.8	6.7	6.5	8.0	17.2	29.7	24.6
Other Indirects	(c/lb)	-	-	-	-	-	-	-
Extraordinary Items	(c/lb)	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL COST excl Interest	(c/lb)	61.9	56.4	56.5	60.2	27.7	(31.8)	17.7
Net Interest	(c/lb)	2.8	3.7	3.0	2.7	3.1	4.2	3.6
TOTAL COST C3	(c/lb)	64.7	60.1	59.5	62.9	30.8	(27.6)	21.3

Fuente: Elaboración propia

5.2 ELECCION DE VARIABLES Y METODOS DE REGRESION

A través de las entrevistas, del estudio de los datos y de alguna intuición preliminar, se decidió conformar una lista de variables que servirían para el manejo de datos en cada uno de los procesos.

En el caso del proceso de concentrado y del proceso de lixiviación se asignaron las siguientes variables preliminares:

³⁸ Es por eso que en el gráfico 12 se puede notar el nivel negativo que adopta Chuquicamata en la evolución del Costo Total.

Tabla 8: Variables preliminares en estudio

Concentrado	SxEw
Producción de Cobre	Producción de Cobre
Producción de Molibdeno	Grado de Cobre
Ley de Cobre	Dump Leach
Ley de Molibdeno	Mineral Total
Precio del Cobre	Precio del Cobre
Recuperación	Recuperación
Trabajadores	Trabajadores
Antigüedad de yacimiento	Antigüedad de yacimiento
Precio Energía	Precio Energía
Precio Fuel	Precio Fuel
Inversión	Precio Acido
Tipo de Cambio	Tipo de Cambio
Rajo Abierto	Rajo Abierto
Subterránea	Subterránea
Productividad	Inversión
Cash Cost	Productividad
Costo a Concentrado	Costo a Cátodo
Costo Final	Costo Final
Cash Flow	Cash Flow
	Cash Cost

Fuente: Elaboración propia

En ellas se pueden distinguir en gran cantidad las variables mineras como son la Ley de Cobre o la Recuperación. Una de las pocas variables tecnológicas recopiladas a través de los años en todos los yacimientos es la Inversión. La variable de gestión más importante es el número de trabajadores, que especifica en alguna medida la forma en cómo el yacimiento es manejado.

Todas son variables continuas, salvo las que indican si el yacimiento es del tipo Rajo Abierto o Subterráneo. Estas variables son *dummies* y se debieron incluir por separado debido a que algunos yacimientos presentan los dos tipos de explotaciones por lo que no eran excluyentes entre ellas (a estos yacimientos se les llamó mixtos).

El método de regresión a utilizar será una regresión múltiple lineal en el cual se considerarán como variables dependientes aquellas variables de desempeño que destacan dentro de la industria minera como son la Productividad y el Costo a Concentrado (Costo a Cátodo en el caso del proceso de lixiviación).

La regresión permite identificar qué variable independiente influye significativamente en la variable dependiente la cual corresponderá a la variable de desempeño. De esta manera se podrá obtener un valor esperado del indicador de desempeño a partir de la ecuación compuesta por los ponderadores arrojados por la regresión y así se podrá estandarizar cada una de las variables de desempeño para cada uno de los yacimientos dividiendo el valor observado por el valor esperado. Luego de esta estandarización de variables se podrá realizar finalmente el ranking de desempeño para los 11 yacimientos con producciones promedio por sobre las 150.000 toneladas métricas de cobre fino anuales durante el período 2000-2006.

La forma que toma un proceso de regresión lineal es la siguiente:

$$Y = C + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \dots + \alpha_n X_n$$

En donde Y es la variable dependiente que en este caso será la variable de desempeño productividad o costo a concentrado (costo a cátodo en el proceso de lixiviación), C es la constante que cumple el rol de intersección con el eje de las ordenadas si se estuviera en dos dimensiones, $X_1 \dots X_n$ son las variables independientes que en este caso serían el resto de variables que no corresponden a variables de desempeño y por último $\alpha_1 \dots \alpha_n$ son los ponderadores obtenidos luego de la regresión múltiple.

Sin embargo, para determinar cuál es la ecuación que mejor explica el desempeño de un yacimiento, se incluirán además de las variables puras, las variables en su función logarítmica de manera de expandir aún más la gama de posibilidades.

Para realizar la regresión se incluirán a todos los yacimientos activos al año 2006 de manera de tener datos más representativos de la industria global. Es debido a esto que los yacimientos a estudiar, divididos entre los que tienen proceso de concentrado y los que tienen proceso de lixiviación, son los siguientes:

- Yacimientos con proceso de concentrado: Andina, Candelaria, Chuquicamata, Collahuasi, La Escondida, Mantos Blancos, Pelambres, El Teniente, Los Bronces, El Bronce, El Soldado, Ojos del Salado, Punta del Cobre y Salvador.
- Yacimientos con proceso de lixiviación: Radomiro Tomic, Collahuasi, El Abra, La Escondida, Mantos Blancos, El Teniente, Los Bronces, Andacollo, Cerro Colorado, El Soldado, El Tesoro, Ivan/Zar, La Cascada, Lomas Bayas, Manto Verde, Michilla, Punta del Cobre, Quebrada Blanca, Salvador y Zaldivar.

En relación a las empresas dueñas de cada uno de los yacimientos se tiene que Codelco es dueño de 5 de ellos (Andina, Radomiro Tomic, Chuquicamata, El Teniente, Salvador), Phelps Dodge es dueño de 3 de ellos (Candelaria, El Abra, Ojos del Salado), Anglo American es dueño de 5 de ellos (Collahuasi, Mantos Blancos, Los Bronces, El Soldado, Manto Verde), BHP Billiton es dueño de 2 de ellos (Escondida, Cerro Colorado), Antofagasta Minerals es dueño de 3 de ellos (Pelambres, El Tesoro, Michilla), Aur Resources es dueño de 2 de ellos (Andacollo, Quebrada Blanca), Nittetsu es dueño de 1 de ellos (El Bronce), Minera Milpo es dueño de 1 de ellos (Ivan/Zar), Haldeman Mining Company es dueño de 1 de ellos (La Cascada), Falconbridge es dueño de 1 de ellos (Lomas Bayas), Punta del Cobre S.A. es dueño de 1 de ellos (Punta del Cobre) y Barrick Gold es dueño de 1 de ellos (Zaldivar). Por lo tanto la empresa que tiene mayor participación dentro de los yacimientos chilenos al 2006 es Codelco y Anglo American con un 19%, seguido por Phelps Dodge y Antofagasta Minerals con un 11,5% y BHP Billiton y Aur Resources con un 7,7%.

Para la realización de la regresión se debe tomar a un yacimiento como independiente del resto que servirá para obtener los datos esperados de manera de poder estandarizar las variables para posteriormente rankear. Este yacimiento será

Escondida debido a que posee los dos procesos (concentrado y SxEw)³⁹ y por lo tanto será el yacimiento independiente que genere las variables de desempeño esperadas a partir de los ponderadores obtenidos por la regresión.

Otro punto que hay que tener en cuenta es que la regresión se realizará con los datos de todos los años disponibles (1996-2006) para Escondida ya que una mayor cantidad de datos, otorga un mejor ajuste del resultado de la regresión.

5.3 RESULTADOS

Para tener una idea previa de los índices que posee cada indicador de desempeño, se formarán los rankings para cada una de las medidas previa la estandarización de manera de ver si ésta afecta o no al final el proceso.

Para el proceso de concentrado se tiene lo siguiente:

Product Prom		CostConc Prom			
1	Pelambres	13.49	1	Escondida	28.75
2	LosBronces	8.64	2	Collahuasi	29.74
3	Candelaria	6.20	3	LosBronces	31.47
4	Chuquicamata	7.00	4	Pelambres	32.64
5	Escondida	7.06	5	Soldado	35.15
6	Collahuasi	7.65	6	Andina	38.26
7	Soldado	3.98	7	ElBronce	38.74
8	Andina	3.29	8	PuntaCobre	41.50
9	Teniente	3.94	9	Teniente	44.62
10	MantosBlancos	3.11	10	MantosBlancos	44.74
11	Salvador	2.67	11	Candelaria	51.67
12	PuntaCobre	3.05	12	OjosSalado	58.38
13	OjosSalado	1.15	13	Chuquicamata	61.14
14	ElBronce	1.55	14	Salvador	74.17

Para el proceso de lixiviación se tiene lo siguiente:

Product Prom		CostCato Prom			
1	Escondida	292.96	1	Cascada	0.64
2	Collahuasi	230.66	2	Escondida	0.74
3	ElAbra	155.88	3	Soldado	0.79
4	RadomiroTomic	143.03	4	RadomiroTomic	0.91
5	Zaldivar	126.29	5	Tesoro	0.92
6	MantoVerde	117.22	6	Collahuasi	0.93
7	LomasBayas	112.72	7	Andacollo	0.96
8	MantosBlancos	96.81	8	Zaldivar	1.03
9	CerroColorado	90.95	9	ElAbra	1.12
10	QuebradaBlanca	88.29	10	LomasBayas	1.16
11	Tesoro	85.77	11	QuebradaBlanca	1.20
12	Soldado	83.06	12	CerroColorado	1.21
13	Andacollo	73.34	13	PuntaCobre	1.23
14	Michilla	59.98	14	MantoVerde	1.26
15	Salvador	58.07	15	MantosBlancos	1.37
16	PuntaCobre	56.02	16	Michilla	1.74
17	IvanZar	40.28	17	IvanZar	1.89792
18	Cascada	20.60	18	Salvador	1.90344

De estos rankings preliminares se puede desprender la importancia de la variable de desempeño global a escoger, debido a que por ejemplo Salvador en el proceso de concentrado posee una productividad altísima (104,25 Tmined/hr) - situándose en el

³⁹ De esta forma no se tendrá que escoger a otro yacimiento como "independiente del resto" cuando se haga la regresión para el otro proceso.

primer lugar –, pero a su vez posee un costo a concentrado también exageradamente alto (111,6 c/lb) que lo sitúa en el último lugar del ranking. Entonces surge la disyuntiva de qué variable de desempeño habría que escoger.

Se realiza una ANOVA⁴⁰ de un factor para ver si existe diferencia entre grupos. Los grupos formados son cada uno de los datos anuales que se tiene de cada uno de los yacimientos.

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	268367721.237	8	33545965.155	12.014	.000
Within Groups	237342244.008	85	2792261.694		
Total	505709965.246	93			

Como el p-valor asociado al valor de F encontrado es menor que 0, 05⁴¹, rechazamos la hipótesis nula y aceptamos que hay diferencias entre las medias y por lo tanto existen diferencias entre los yacimientos.

5.3.1 Matriz de Correlaciones

La gracia de encontrar correlaciones entre las variables, es que si existen correlaciones entre variables independientes, una de ellas se puede abolir de la regresión múltiple de manera de dejar el modelo más preciso sin tener datos redundantes.

Correlaciones Concentrado

La tabla de correlaciones de las variables del proceso concentrado se adjunta en los anexos. Los resultados arrojan que las variables independientes⁴² que están correlacionadas entre sí con un 95% de confianza son las diferenciadas con un valor rojo.

De estos datos se puede rescatar lo siguiente:

- A mayor producción de cobre y de molibdeno es necesaria una mayor cantidad de trabajadores.
- Los yacimientos de rajo abierto poseen una mayor producción de cobre y de molibdeno que los subterráneos.

⁴⁰ ANOVA se basa en la comparación de la variabilidad media que hay entre los grupos con la que hay dentro de los grupos.

⁴¹ Dentro de los análisis se tomará como medida de efectividad el 95%.

⁴² Se tomarán como variables dependientes sólo a aquellas que serán usadas como indicadores de desempeño (productividad y costo a concentrado o costo a cátodo, dependiendo si es un proceso de concentrado o es un proceso de lixiviación.)

- A mayor producción de cobre, es más factible que las empresas dueñas de los yacimientos produzcan molibdeno u otros subproductos.
- Mientras más alta es la Ley de Cobre, hay mayor producción del metal rojo.
- El Cash Flow aumenta cuando aumenta la producción como también lo hace la inversión.
- Mientras más antiguo es el yacimiento, es más factible que del yacimiento se extraiga molibdeno.
- Los yacimientos de rajo abierto tienen una mayor producción de molibdeno que aquellos que son subterráneos.
- Mientras más alta es la ley del cobre, menor es la ley de molibdeno. Sin embargo esto quizás este afectado a que muchos datos sobre la Ley de Molibdeno están vacíos debido a que cuando el yacimiento no produce este subproducto no se ingresa valor alguno.
- A medida que aumenta la antigüedad del yacimiento, menos ley de cobre se tiene.
- Si el yacimiento es de rajo abierto, tiene más posibilidades de que sea menor su ley de cobre.
- Si el precio del cobre aumenta, el precio de la energía y el precio del fuel también lo hacen. Esto corrobora el hecho de que el precio de los insumos también se disparan cuando el precio del metal rojo aumenta su valor.
- A medida que aumenta la antigüedad del yacimiento, disminuye la recuperación del mismo tal como ocurre con la ley del mineral.
- A medida que transcurren los años, aumenta la contratación de trabajadores a causa de las posibles expansiones que puede presentar el yacimiento.
- Los yacimientos de rajo abierto son más nuevos que aquellos que son subterráneos.
- Si el yacimiento es subterráneo tiene menos Cash Flow producto de su explotación.
- Si aumenta el Cash Cost y el Costo Final, disminuye el Cash Flow. Se debe tener en cuenta que el Cash Cost y el Costo Final están relacionados entre sí ya que si al Cash Cost se le agrega la depreciación, el royalty y otros costos indirectos, se obtiene el Costo Final.
- Se realiza una mayor inversión en aquellos yacimientos subterráneos.
- A mayor tipo de cambio, menor precio de energía, lo que afecta directamente el Costo Final y por lo tanto el Cash Cost.
- Además, a mayor tipo de cambio, mayor es el precio del fuel.
- Obviamente la correlación entre rajo abierto y subterráneo es negativa y bastante significativa ya que en la mayoría de los casos un yacimiento es de rajo abierto o es subterráneo (pocas veces los dos al mismo tiempo).

Hay que tener en cuenta que la correlación entre la Ley de Molibdeno y la Producción de este metal es fuerte $(0,83)^{43}$ debido a que en los datos recopilados la Ley tenía valores sólo cuando el yacimiento producía molibdeno y en aquellas ocasiones en

⁴³ Mientras mayor sea el número de casos, menor es el valor de correlación entre las variables necesario para afirmar la significancia. En el caso de concentrado el número de casos es 123 y por lo tanto para valores de correlación superiores a 0,17 se toma como significativo.

que no lo producía, el valor era nulo. Además, se debe hacer el hincapié que los valores arrojados en la correlación de las variables Producción de Molibdeno y Ley de Molibdeno son muy parecidos por lo que es posible eliminar una de estas variables sin afectar el resultado final de la regresión.

Debido a que son variables que no afectan la medida de desempeño escogida asociada a los costos (Costo a Concentrado), las variables Cash Cost y Costo Final serán eliminadas del proceso de regresión.

Hay un dato que es interesante. Debido a que el Costo Final y el Cash Cost son unitarios, no necesariamente cuando hay más producción de cobre estos costos aumentan. De hecho, según los datos de las correlaciones, estos disminuyen lo que podría ser debido a que los yacimientos que más producen están mejor capacitados para disminuir sus costos totales.

Existen correlaciones extrañas como la Antigüedad con el Precio Energía, sin embargo estas correlaciones se toman como casuales y no se les otorga mayor importancia en ninguno de los dos procesos (de concentrado y de lixiviación).

Correlaciones SxEw

La matriz de correlaciones⁴⁴ para el proceso de lixiviación se encuentra en los anexos. En ella, al igual que en el caso anterior, se visualizan las variables correlacionadas de forma significativa con un valor rojo.

Para este conjunto de variables, se deben destacar los siguientes detalles:

- Mientras más producción de cobre, más dump leach y por lo tanto más mineral total.
- Mientras más producción de cobre es necesaria una mayor cantidad de trabajadores.
- Si aumenta la producción de cobre, aumenta el Cash Flow y la Inversión, al igual como lo que ocurre con el dump leach y el mineral total.
- Similar a como ocurría con el proceso de concentrado, a medida que aumenta la producción de cobre, disminuye el Cash Cost el cual también es unitario (c/lb).
- A medida que aumenta el grado de cobre, disminuyen los trabajadores ya que disminuye la producción de cobre.
- El dump leach claramente está relacionado fuertemente con la cantidad de mineral total y con la cantidad de trabajadores. Estos son indicios de que son variables redundantes por lo que deberán ser eliminadas del proceso de regresión para no caer en errores.
- Si aumenta el precio del cobre, aumenta el precio de los insumos (fuel y ácido) tal como ocurría en el proceso de concentrado.
- Si disminuye el tipo de cambio, aumenta el precio del cobre y aumentan el Cash Cost y el Costo Final.

⁴⁴ En este ítem el número de casos es 65 por lo que para valores de correlación superiores a 0,24 se toman como significativos.

- Existe mayor recuperación en aquellos yacimientos de rajo abierto que en aquellos subterráneos.
- Existe una relación positiva entre el número de trabajadores y la inversión debido a que a mayor número de trabajadores, se produce más cobre y por lo tanto afecta directamente en la inversión. Lo mismo ocurre con la relación entre los trabajadores y el Cash Flow.
- A mayor antigüedad, aumentan los costos unitarios de Cash Cost.
- Obviamente el Cash Cost está correlacionado de gran forma con el Costo Final debido a que es parte de su resultado como fue explicado en el análisis del proceso concentrado.
- El precio de los insumos (ácido, fuel y energía) afectan directamente y en forma positiva al Cash Cost lo que está de acuerdo con las expectativas.
- Los yacimientos subterráneos tienen más Cash Cost que los que no lo son.
- Si aumenta el tipo de cambio, disminuye el Cash Cost.
- De los resultados obtenidos en el Costo Final se puede notar que se tienen similares resultados que los del Cash Cost, lo que indicaría que son variables redundantes.
- Si aumenta el precio del fuel, aumenta el precio del ácido, lo que está de acuerdo con el aumento en conjunto del precio de los insumos cuando el mercado transita por esos períodos. Se puede corroborar con el dato obtenido en el precio de la energía, ya que éste aumenta si el precio del ácido lo hace.
- Si aumenta el tipo de cambio, disminuyen el precio de los tres insumos principales (ácido, energía y fuel).

Luego de esto, es posible identificar a aquellas variables que serán suprimidas del estudio de regresión. El Cash Cost y el Costo Final poseen relaciones muy parecidas por lo que cumplen con los indicadores de redundancia⁴⁵. Lo mismo ocurre con el Dump Leach y Mineral Total los cuales también serán suprimidos de la regresión estadística.

Si bien existen datos útiles de rescatar luego de revisar las correlaciones entre las variables, también se producen correlaciones que no tienen sentido alguno y por lo tanto se descartan del análisis como por ejemplo la correlación que posee la variable Tipo de Cambio con la característica física del yacimiento (si es de rajo abierto o es subterráneo).

5.3.2 Forma de Ecuación para Regresión

Debido al escaso tiempo disponible para realizar el análisis estadístico, se opta por una regresión lineal que posibilite la inclusión de las variables recopiladas de manera de obtener la estandarización. Sin embargo, debido a que la regresión lineal evoca a la simpleza, se realiza un mejoramiento de ésta incluyendo aplicaciones de logaritmo.

⁴⁵ Hay que tener en cuenta que debido a que el presente trabajo trata específicamente el tema del cobre, el costo principal se concentrará hasta el producto final (concentrado y cátodo en procesos de concentrado y lixiviación, respectivamente) sin tomar en cuenta los costos de procesos posteriores.

Antes de realizar la regresión lineal, se debe verificar si las variables independientes tienen mejor distribución en forma normal o en forma logarítmica con la variable dependiente (indicador de desempeño). De esta manera se deduce si incluirlas dentro de la regresión final con la forma usual o aplicándole logaritmo. Para esto se realiza una regresión, variable por variable, verificando en cuál de los dos casos (normal o logarítmica) el R^2 es mayor.

Los resultados de este proceso se adjuntan en los anexos por representar una gran cantidad de datos. Sin embargo, cuando se muestren las variables a considerar para las regresiones múltiples, será posible inferir qué variables obtuvieron un R^2 mayor en su forma logarítmica que en su forma normal.

5.3.3 Regresiones

Dentro de los 11 yacimientos escogidos, Escondida es uno de los 5 yacimientos que posee ambos procesos de producción (concentrado y lixiviación)⁴⁶. Por contener datos más accesibles que el resto de las compañías y por tener un desempeño destacado en materia de producción⁴⁷, este yacimiento fue escogido como la base para el estudio de regresiones.

Con los datos de Escondida se realiza la regresión múltiple para obtener la ecuación que indicará la forma de obtener los desempeños esperados de cada uno de los yacimientos. Debido a que se requieren variables que posean alguna varianza, de la regresión se suprimen las variables Rajo y Subterránea que indicaban el tipo de yacimiento. Por la misma razón, la Producción de Molibdeno es abolida del estudio en el caso de concentrado debido a que Escondida no presenta producción de este mineral y por lo tanto los valores de esta variable son nulos.

Teniendo en cuenta que se requieren un número menor (estricto) de $(N-1)$ variables cuando se tienen N datos - ya que sólo en este caso es posible invertir la matriz de correlación necesaria para la regresión -, es necesario incluir en las regresiones múltiples a lo más 9 variables independientes debido a que se tienen sólo 11 filas de datos (1996-2006)⁴⁸.

Luego de la limpieza de las variables irrelevantes de cada uno de los procesos, se debió seguir acotando el número de variables independientes debido a la poca cantidad de datos históricos de los yacimientos. Esto afecta el resultado final del proceso debido a que una mayor cantidad de variables independientes refleja de mejor forma la ecuación que estima los valores de desempeño en cada uno de los yacimientos permitiendo que el R^2 se asemeje más a 1.

Para reducir aún más las variables independientes que se tienen hasta este nivel de procesamiento, se recurre a una nueva matriz de correlación entre las variables que

⁴⁶ Sólo un 31% de los yacimientos de cobre chilenos tienen procesos de concentrado y lixiviación en la actualidad.

⁴⁷ Según los entrevistados, Escondida se ubica entre los yacimientos con mejor desempeño en la industria del cobre nacional junto a Pelambres.

⁴⁸ Incluyendo el año 2006 a pesar que sólo tiene datos estimados. En este caso $N=11$.

quedan de manera de descartar aquellas que no poseen correlación alguna con la variable dependiente (o de desempeño).

5.3.3.1 Proceso Concentrado

Para el proceso de concentrado se tiene lo siguiente:

1. Variable Dependiente: Productividad

De la matriz de correlaciones incluida en los anexos se obtiene que las variables más correlacionadas con la productividad son la Producción de Cobre, Precio del Cobre, Cash Flow y Precio Energía. Sin embargo, el Precio del Cobre y el Cash Flow están estrechamente relacionados con la Producción de Cobre por lo tanto son variables redundantes y además la Producción de Cobre es parte de la fórmula con que se construye la productividad por lo que no sorprende su correlación.

Bajo estas circunstancias, se realiza un análisis discriminante entre las variables externas (no manejables) y las internas de cada uno de los yacimientos. En el caso del proceso de concentrado se tiene que el Tipo de Cambio es una variable externa que no es posible manejar, por lo que no es culpa del yacimiento la relevancia que éste posea en el desempeño global de la mina. Además se puede inferir bajo este mismo criterio que tanto el precio del cobre como el precio de la energía y el fuel son variables externas y por lo tanto posibles a descartar, sin embargo la alta correlación que posee el precio de la energía y el precio del cobre con la productividad dejan de lado la posibilidad de suprimirlos del análisis. Sin embargo, la variable que sí es posible abolir es el precio del fuel debido a la fuerte correlación que éste tiene con el precio del cobre y la baja correlación que posee con la productividad, lo que indica que es una variable redundante con la variable “precio del cobre”.

Por otro lado, la inversión no tiene correlación significativa con ninguna variable, teniendo incluso correlación cercana a cero con la productividad, por lo que también es suprimida del análisis.

La regresión, usando el método de *backward stepwise*⁴⁹ e incluyendo las variables independientes más importantes para el caso de la productividad, es la que se incluye en los anexos.

Las variables significativas en este caso son la Producción de Cobre, la Ley de Cobre, el Precio de la Energía y los Trabajadores⁵⁰, obteniendo un $R^2 = 0.98972195$ lo que indica un excelente ajuste de la ecuación.

⁴⁹ Considera incluidas en el modelo teórico a todas las variables disponibles y se van eliminando del modelo de una en una según su capacidad explicativa. En concreto, la primera variable que se elimina es aquella que presenta un menor coeficiente de correlación parcial con la variable dependiente -o lo que es equivalente, un menor valor del estadístico t - y así sucesivamente hasta llegar a una situación en la que la eliminación de una variable más suponga un descenso demasiado acusado en el coeficiente R^2 .

⁵⁰ Tomando como nivel de aceptabilidad el 95%.

La significancia de cada una de las variables se muestra en los anexos. De ahí se determina que la ecuación que determina el desempeño esperado (productividad) en cada uno de los yacimientos es:

$$Pr\ oduct = 28,58533 + 6,32899 * Ln\ Pr\ odCu - 4,11346 * LeyCu - 7,28431 * Ln\ Trabaja + 1,67316 * Ln\ Pr\ ecPow$$

Efectivamente, la producción de cobre y los trabajadores son parte de la fórmula con que se determina la productividad y por lo tanto es natural que se hagan presentes en la ecuación. Sin embargo, la variable que interesa es la Ley del Cobre ya que con un p-value de 0,000131 se instala entre las variables significativas. No se cita en gran medida la participación del Precio de la Energía debido a que es una variable externa no manejable por la compañía. Además posee un p-value bastante más alto que la Ley del Cobre y por lo tanto para niveles de aceptabilidad más exigentes no se tomaría en cuenta.

A partir de la ecuación explicitada anteriormente se puede estimar el valor esperado de la productividad para cada uno de los yacimientos y así poder luego estandarizar la variable de desempeño. Los valores de las variables que integran la ecuación se ingresan en ella y se obtiene el resultado esperado.

Como este estudio analiza el período 2000-2006 se realizará el procedimiento para cada uno de los años de manera de observar la evolución de los yacimientos durante este intervalo de tiempo. La estandarización de variables se debe realizar dividiendo el valor observado por el valor esperado (en este caso específico es $Product_{obs}/Product_{esp}$) para así obtener el indicador que puede ser comparable con el resto de los yacimientos y así luego poder establecer un ranking.

Los valores observados y esperados se incluyen en los anexos.

El resultado para cada uno de los años de la estandarización de variables, aplicando un ordenamiento de los valores de manera de establecer un ranking, se muestra a continuación:

	Prod Obs/Esp 06		Prod Obs/Esp 05		Prod Obs/Esp 04		Prod Obs/Esp 03	
1	Teniente	2.334922521	1	Teniente	1.599405784	1	Teniente	5.663750866
2	Andina	1.770255029	2	Andina	1.549544088	2	Andina	3.930633715
3	Candelaria	1.298163772	3	Candelaria	1.28238082	3	Pelambres	3.894585265
4	Pelambres	1.19127477	4	Pelambres	1.209290797	4	ElBronce	3.224476066
5	Chuquicamata	1.05526542	5	ElBronce	1.056332016	5	Candelaria	1.149208557
6	Collahuasi	1.001208551	6	Chuquicamata	1.027884752	6	Chuquicamata	1.08645636
7	Escondida	0.992473575	7	Collahuasi	1.006231928	7	Escondida	1.012035672
8	LosBronces	0.941779024	8	Escondida	0.989100838	8	Soldado	1.003699381
9	PuntaCobre	0.923287699	9	LosBronces	0.960752022	9	PuntaCobre	0.983208753
10	Soldado	0.890747638	10	Soldado	0.864540364	10	Soldado	0.946025633
11	ElBronce	0.856905606	11	PuntaCobre	0.812790301	11	Collahuasi	0.897892383
12	MantosBlancos	0.667567176	12	MantosBlancos	0.668610512	12	MantosBlancos	0.892420622
13	OjosSalado	-0.728149721	13	OjosSalado	-0.496246932	13	OjosSalado	0.857484973
14	Salvador	-1.38609626	14	Salvador	-1.370848295	14	Salvador	-2.712990145

	Prod Obs/Esp 02		Prod Obs/Esp 01		Prod Obs/Esp 00			
1	Salvador	5.951475424	1	Salvador	4.546170905	1	Teniente	5.44151096
2	Teniente	5.778706864	2	Teniente	4.037207436	2	Salvador	4.36861633
3	Pelambres	1.252659248	3	Pelambres	1.293127307	3	PuntaCobre	1.602682701
4	PuntaCobre	1.070488713	4	Chuquicamata	1.015874572	4	Pelambres	1.365368772
5	Chuquicamata	1.057471281	5	Escondida	1.005522238	5	Candelaria	1.054301861
6	Andina	1.049456011	6	Andina	0.994527987	6	Chuquicamata	1.013863128
7	Candelaria	1.02205225	7	Candelaria	0.990657752	7	Escondida	0.980524728
8	Escondida	0.99828087	8	Soldado	0.981221957	8	Andina	0.970800658
9	Soldado	0.994879331	9	LosBronces	0.948320792	9	LosBronces	0.933677569
10	LosBronces	0.968857754	10	Collahuasi	0.886016348	10	Soldado	0.922125582
11	Collahuasi	0.903311703	11	PuntaCobre	0.82318985	11	Collahuasi	0.835980872
12	MantosBlancos	0.726964602	12	MantosBlancos	0.692915745	12	MantosBlancos	0.748201595
13	ElBronce		13	ElBronce		13	ElBronce	
14	OjosSalado		14	OjosSalado		14	OjosSalado	

Se puede observar que el valor de Escondida es cercano a 1. Esto es debido a que fue el yacimiento escogido para realizar la regresión múltiple, y por lo tanto es la base de datos de donde se extrae la ecuación que calcula las productividades esperadas de cada uno de los yacimientos. El valor es cercano a 1 ya que la productividad esperada debiese ser muy cercana a la observada (debido a la construcción de la regresión) siempre y cuando el valor de R^2 sea aproximadamente 1. En el caso de la productividad, un yacimiento tiene mejor desempeño si la productividad es mayor, por lo tanto los yacimientos que tienen un factor mayor que 1 son mejores que Escondida y los que tienen un factor menor, son peores.

De las tablas superiores se puede notar que El Teniente lidera en la mayoría de los años el ranking de productividad. Sin embargo, el cambio notable se produce en Salvador que a partir del 2004 cayó a niveles espectaculares llegando en el 2004, 2005 y 2006 a posicionarse en el último lugar del ranking.

Esta baja se explica debido a que la dotación de trabajadores en Salvador hasta el 2003 era en promedio de 1600. Sin embargo a partir del 2004, la dotación se elevó a los 2000 trabajadores en promedio. Además se agrega que durante el período 2000-2003, Salvador producía cerca de 60 kT anuales de cobre concentrado, para luego caer a 55 kT anuales en el período en que se contrató a más trabajadores. Esto comprueba el mal manejo del yacimiento, obteniendo niveles de productividad deficientes.

Sin embargo, estos cambios tan abruptos de posición dentro del ranking no dan una confiabilidad a la variable de desempeño. Afectado por los valores negativos que indican una inconsistencia con la definición de la productividad, se concluye que esta variable pierde significancia al momento de evaluar el indicador de desempeño global.

2. Variable Dependiente: Costo a Concentrado

Análogo al caso anterior, es necesario eliminar algunas variables debido a la poca cantidad de datos que se tienen del yacimiento de Escondida⁵¹. Para tener una visión de qué variables suprimir del estudio de regresión, se analiza la matriz de correlaciones de las variables que se encuentra incluida en los anexos.

El precio de la energía no tiene correlación significativa con ninguna variable por lo que es desechado del estudio. Caso parecido ocurre con el Cash Flow, que si bien

⁵¹ Hay que recalcar que no sólo Escondida posee sólo 11 años de datos, sino que existen incluso otros que poseen menor cantidad de datos debido a que comenzaron a operar luego de 1996.

tiene correlación importante con la producción de cobre y con la inversión, no tiene significancia ya que la producción de cobre afecta directamente en los ingresos del yacimiento que es parte del cálculo del Cash Flow. Lo mismo ocurre con la inversión que es parte de la fórmula para calcular el Cash Flow. Por estas razones el Cash Flow es suprimido del estudio.

El Tipo de Cambio al ser variable externa también es abolido del estudio para finalmente poder correr la regresión. Con el resto de las variables es posible determinar la ecuación más significativa usando el método *backward stepwise*. Los resultados de este análisis se encuentran en los anexos.

Bajo este método se obtiene que las variables significativas con un 95% de confianza son la producción de cobre, la ley de cobre, la recuperación, la antigüedad y la inversión. Notablemente son sólo variables internas y físicas las cuales no están dadas por el mercado.

Por lo tanto, la ecuación que determina el desempeño esperado (costo a concentrado) en cada uno de los yacimientos es:

$$CostConc = -531,182 + 0,018 * Pr odCu - 36,2 * LnLeyCu + 131,978 * Ln Re cup - 11,946 * LnAntigu + 0,021 * Invers$$

Hay que notar que el R² de esta regresión es 0,99604252 lo que indica el gran ajuste que esta ecuación posee.

Se aplica esta ecuación a cada uno de los yacimientos para obtener el valor de su costo a concentrado esperado en cada uno de los años del intervalo 2000-2006. Para poder establecer un ranking bajo una variable comparable, se estandariza la variable de desempeño (Costo a Concentrado) al igual que en el caso anterior ($CostConc_{obs}/CostConc_{esp}$). Luego de ordenar los factores resultantes, se obtienen las siguientes tablas:

	Cost Obs/Esp 06		Cost Obs/Esp 05		Cost Obs/Esp 04		Cost Obs/Esp 03
1 Soldado	-6.026668946	1 Soldado	-12.79373915	1 Soldado	-5.090265769	1 Soldado	-8.772796867
2 Pelambres	0.783437524	2 Pelambres	0.745234778	2 Pelambres	0.59633083	2 Pelambres	0.511148578
3 Collahuasi	1.249517625	3 Escondida	1.00353872	3 Candelaria	0.931094994	3 Candelaria	0.617086364
4 Escondida	1.356334738	4 Collahuasi	1.127075686	4 Escondida	0.994028367	4 Collahuasi	0.650221198
5 Candelaria	1.361198612	5 Candelaria	1.421208272	5 Collahuasi	1.058703947	5 Escondida	0.999748561
6 ElBronce	1.623313722	6 ElBronce	1.490558226	6 ElBronce	1.127746725	6 ElBronce	1.011870847
7 OjosSalado	2.081888362	7 LosBronces	2.199135319	7 Andina	1.820295599	7 PuntaCobre	1.392388053
8 PuntaCobre	2.273358428	8 PuntaCobre	2.234929222	8 LosBronces	1.831214474	8 Andina	1.607193699
9 Chuquicamata	2.324411169	9 Andina	2.70326661	9 PuntaCobre	1.872803389	9 Teniente	2.081923015
10 LosBronces	2.348301347	10 OjosSalado	2.736398206	10 Chuquicamata	2.546355941	10 LosBronces	2.084062853
11 Teniente	3.566245637	11 Teniente	2.972977548	11 MantosBlancos	2.603203894	11 Chuquicamata	2.343737813
12 Andina	3.574192476	12 Chuquicamata	3.079178481	12 Teniente	2.681935154	12 Salvador	2.450516587
13 MantosBlancos	4.908571391	13 Salvador	4.120314543	13 Salvador	4.228001587	13 MantosBlanco	4.645205776
14 Salvador	5.576018862	14 MantosBlancos	5.162371818	14 OjosSalado	4.753153848	14 OjosSalado	

	Cost Obs/Esp 02		Cost Obs/Esp 01		Cost Obs/Esp 00
1	Soldado	-6.548097253	1	Soldado	-6.07540636
2	Pelambres	0.420734619	2	Pelambres	0.344405296
3	Candelaria	0.584432353	3	Collahuasi	0.560896448
4	Collahuasi	0.610160667	4	Candelaria	0.577913212
5	Escondida	1.015569538	5	Escondida	1.004796471
6	Andina	1.485331885	6	Chuquicamata	1.45914252
7	Chuquicamata	1.581921201	7	Andina	1.795020258
8	PuntaCobre	1.672471842	8	Teniente	2.07142192
9	Salvador	2.30574401	9	PuntaCobre	2.240762702
10	LosBronces	2.380656711	10	Salvador	2.330370655
11	Teniente	2.586466153	11	MantosBlancos	2.339291844
12	MantosBlancos	3.34052384	12	LosBronces	2.758195558
13	OjosSalado		13	OjosSalado	
14	ElBronce		14	ElBronce	

Nuevamente se puede notar que Escondida tiene valores muy cercanos a 1 en todos los años salvo en el 2006. Esto ocurre debido a que el año 2006 se tiene datos estimados a partir del año 2005 y por lo tanto posee algunos valores nulos que no era posible estimar en esa fecha. Por esta razón, el año 2006 debió ser suprimido de la regresión múltiple ya que ésta no acepta los llamados *missing values* o valores perdidos.

Al contrario de la productividad, mientras más pequeño es el costo, mejor es el desempeño del yacimiento, por lo tanto todos aquellos yacimientos que poseen un valor menor que 1 son mejores que Escondida y los que poseen valores mayores, son peores.

El yacimiento de El Soldado posee valores negativos (lo que no está acorde con la realidad) debido a su antigüedad (es el yacimiento más antiguo con 106 años). Como la antigüedad resultó ser una variable importante dentro del modelo de regresión y a su vez tiene un multiplicador negativo, el Costo a Concentrado estimado para este yacimiento cae bajo los niveles normales. Sin embargo, esto es problema de ajuste de la regresión debido a la poca cantidad de datos que se tenían de Escondida.

Esta variable de desempeño posee una mayor significancia que la productividad debido a que no se presentan cambios abruptos a través de los años por inconsistencias numéricas. A causa de esto se opta por el Costo a Concentrado como el indicador de desempeño global en el caso del proceso concentrado.

5.3.3.2 Proceso SxEw

Para el proceso de lixiviación se tiene lo siguiente:

1. Variable Dependiente: Productividad

Los datos usados para realizar la regresión son los de Escondida de manera de tener concordancia con el proceso concentrado. Sin embargo, Escondida presenta menos datos reales que en el proceso concentrado debido a que comenzó a producir cobre bajo este procedimiento en 1998. Con esto se baja de 11 a 9 años por lo que la cantidad de variables independientes a utilizar debe ser aún menor que en el proceso concentrado⁵².

⁵² Debido a que no es posible tener más de (N-1) variables independientes cuando se tienen N series de datos.

Antes que todo se eliminan aquellas variables sin varianza (rajo y subterránea) para luego ir eliminando aquellas variables poco relevantes analizando la matriz de correlación – que se incluye en los anexos - al igual como se hizo en el proceso concentrado.

Se desprende que la inversión es una variable totalmente prescindible debido a que no posee correlación significativa con ninguna otra variable y por lo tanto es eliminada del estudio. Además la antigüedad, aparte de estar estrechamente correlacionada con el grado de cobre y la recuperación, no tiene una correlación significativa con la variable dependiente (productividad) y por lo tanto también puede ser desechada del estudio. El precio del ácido tiene correlación perfecta con el precio del cobre y el precio de la energía – además de tener una correlación de 0,99 con el precio del fuel – por lo que es una variable absolutamente redundante dentro del estudio y puede ser suprimida de éste. Enfocándose en el caso de las variables externas, es claro que el tipo de cambio es una variable que puede ser suprimida del estudio ya que no debiera afectar la gestión misma del yacimiento. Para el caso del precio de los insumos estos tienen una correlación muy estrecha con el precio del cobre (correlación perfecta o muy cercana a 1) y por lo tanto esta última variable es la que los representará en el estudio.

Con un *backward stepwise* – incluido en los anexos - se determina que las variables más relevantes son la producción de cobre y los trabajadores (esto es intuitivo ya que son parte de la fórmula como se obtiene la productividad). El R^2 del ajuste es muy cercano a 1 (0,99287921) lo que indica la gran calidad de la ecuación.

Por lo tanto, la ecuación que determina el desempeño esperado (productividad) en cada uno de los yacimientos, obtenida de la tabla de regresión incluida en los anexos, es:

$$Pr od uc = 1551,930 + 89,894 * Ln Pr od Cu - 276,443 * Ln Trab aj$$

Con esta ecuación, al igual que en los casos anteriores, se puede estimar el valor esperado de la productividad en el caso del proceso de lixiviación para cada uno de los yacimientos y así poder luego estandarizar la variable de desempeño. Los valores reales de las variables que integran la ecuación (Producción de Cobre y Trabajadores) se ingresan en ella y se obtiene el resultado esperado (Productividad).

La estandarización se debe realizar, al igual que en el caso del proceso concentrado, dividiendo el valor observado por el valor esperado de la productividad ($Product_{obs}/Product_{esp}$) para así obtener el indicador que puede ser comparable con el resto de los yacimientos y así luego poder establecer un ranking.

Los valores observados y esperados de la productividad se incluyen en los anexos.

El resultado de la estandarización de la productividad para cada uno de los años se muestra a continuación:

Prod Obs/Esp 06		Prod Obs/Esp 05		Prod Obs/Esp 04		Prod Obs/Esp 03		
1	Zaldivar	4.511594567	1	Zaldivar	4.787333773	1	ElAbra	90.46053249
2	QuebradaBlanca	1.340995092	2	QuebradaBlanca	2.275445278	2	Zaldivar	1.765071176
3	Michilla	1.035831761	3	Michilla	1.11449342	3	QuebradaBlanca	1.159033594
4	Escondida	0.989183479	4	Escondida	0.984352356	4	Escondida	1.027399834
5	MantosBlancos	0.607391794	5	LomasBayas	0.606585233	5	Michilla	0.9297408
6	Collahuasi	0.604511907	6	Collahuasi	0.588200038	6	LomasBayas	0.803290418
7	LomasBayas	0.583304957	7	MantoVerde	0.570762852	7	MantoVerde	0.659887198
8	MantoVerde	0.549140086	8	MantosBlancos	0.514727187	8	Collahuasi	0.56552554
9	Salvador	0.325458942	9	Salvador	0.341808628	9	MantosBlancos	0.566035192
10	Andacollo	0.291435339	10	Andacollo	0.288927147	10	Cascada	0.409982643
11	Cascada	0.217038471	11	Cascada	0.178204247	11	Salvador	0.282249309
12	PuntaCobre	0.165944497	12	PuntaCobre	0.165944497	12	Andacollo	0.269196803
13	IvanZar	0.155995114	13	Soldado	0.153930321	13	Soldado	0.184111526
14	Soldado	0.147934319	14	IvanZar	0.151779874	14	IvanZar	0.168479909
15	RadomiroTomic	-1.745278768	15	CerroColorado	-1.449652773	15	PuntaCobre	0.16547275
16	CerroColorado	-2.814472707	16	RadomiroTomic	-1.676300748	16	CerroColorado	-3.794791133
17	Tesoro	-2.981417447	17	ElAbra	-3.581519555	17	RadomiroTomic	-5.210582553
18	ElAbra	-13.73778483	18	Tesoro	-6.428104964	18	ElAbra	-29.52190041

Prod Obs/Esp 02		Prod Obs/Esp 01		Prod Obs/Esp 00				
1	ElAbra	25.16189208	1	ElAbra	15.5269457	1	ElAbra	17.05414543
2	CerroColorado	3.050464451	2	Michilla	13.14746398	2	RadomiroTomic	4.967313854
3	Zaldivar	1.700140913	3	CerroColorado	2.00567449	3	CerroColorado	2.085544213
4	QuebradaBlanca	1.072552394	4	Zaldivar	1.922689451	4	Zaldivar	1.86114256
5	Escondida	0.978833236	5	Escondida	1.042008155	5	Michilla	1.184619207
6	Tesoro	0.747095399	6	QuebradaBlanca	0.89123622	6	Escondida	0.997224197
7	Michilla	0.739294999	7	Tesoro	0.85131603	7	QuebradaBlanca	0.77774752
8	Collahuasi	0.63690763	8	Collahuasi	0.633962347	8	Collahuasi	0.631189564
9	LomasBayas	0.552300124	9	MantosBlancos	0.583874603	9	MantosBlancos	0.627288387
10	MantoVerde	0.545383523	10	LomasBayas	0.535604741	10	MantoVerde	0.519061173
11	MantosBlancos	0.526911979	11	MantoVerde	0.529759137	11	LomasBayas	0.505729683
12	Andacollo	0.278282246	12	Salvador	0.300911908	12	Salvador	0.305446232
13	Salvador	0.248859553	13	Andacollo	0.269531255	13	Andacollo	0.277661465
14	IvanZar	0.165831911	14	IvanZar	0.203512048	14	IvanZar	0.193158424
15	PuntaCobre	0.155505862	15	PuntaCobre	0.151223905	15	Soldado	0.181524642
16	Soldado	0.14387929	16	Soldado	0.128235683	16	PuntaCobre	0.150661456
17	RadomiroTomic	-3.281496677	17	RadomiroTomic	-5.835553525	17	Tesoro	
18	Cascada		18	Cascada		18	Cascada	

Nuevamente se puede notar la cercanía de Escondida al factor 1 debido a que a partir de este yacimiento se realizó la regresión múltiple. También se puede visualizar que los yacimientos se mantienen en un rango de estabilidad a través de los años, salvo El Abra quien desde el 2000 al 2003 se mantenía en la primera posición en el ranking de productividad para caer luego a los últimos lugares durante el 2004 al 2006. Esto ocurrió por que a pesar de que tenía menos trabajadores durante el período 2000-2003 (1530 trabajadores en promedio comparados con los 1700 del período 2004-2006), fue en esa época fue cuando produjo más cobre (alrededor de 200 kT anuales comparados con las 180 kT promedio del período 2004-2006) logrando llegar a índices de productividad mucho mayores de los esperados.

Al igual que en el proceso concentrado, los ranking de productividad presentan cambios abruptos (El Abra) a través de los años por valores inconsistentes (negativos) con la definición de esta variable de desempeño. Esto indica que nuevamente la productividad no es significativa por lo que pierde su valor para ser escogida como el indicador de desempeño global.

2. Variable Dependiente: Costo a Cátodo

Nuevamente se eliminan aquellas variables que no tienen varianza (rajo y subterránea) y se identifican aquellas variables independientes que siguen teniendo correlación entre sí de manera de poder reducir aun más la cantidad de variables. La matriz de correlaciones con las variables que se tienen hasta este momento se adjunta en los anexos.

El Costo Concentrado no tiene correlación significativa ni con el Cash Flow, ni con la inversión⁵³. Por esta razón, estas variables son desechadas del estudio de manera de poder ejecutar la regresión. Además el Tipo de Cambio se excluye por ser variable externa y los precios de ácido y energía por ser redundantes con el precio del cobre.

Las variables asociadas a la ecuación luego de realizar una regresión múltiple con el método *backward stepwise* son el grado de cobre y los trabajadores, obteniendo un $R^2 = 0,93460045$ lo que indica que el ajuste de la ecuación representa un 93% de la realidad.

Por lo tanto, la ecuación que determina el desempeño esperado (costo a cátodo) en cada uno de los yacimientos es:

$$CostCato = -0,848601 * GradeCu + 0,294932 * LnTrabaj$$

A partir de esto se puede estimar el valor esperado para cada uno de los yacimientos y así poder luego estandarizar la variable de desempeño. En este caso, lo único que es necesario para poder obtener el valor esperado del costo a cátodo es la cantidad de trabajadores y el grado de cobre que posee un yacimiento, ya que estos valores se ingresan en la ecuación y se obtiene el resultado.

Como en cada uno de los casos, el estudio analiza el período 2000-2006 y por lo tanto se realizará el procedimiento para cada uno de los años de manera de observar la evolución de los yacimientos durante este intervalo de tiempo. La estandarización de variables se debe realizar dividiendo el valor observado por el valor esperado al igual que en los casos anteriores. El valor que puede ser comparable con el resto de los yacimientos y que en este caso específico es $CostCato_{obs}/CostCato_{esp}$, se muestra a continuación.

Los valores observados y esperados del Costo a Cátodo se incluyen en los anexos junto al resto de las variables de desempeño.

Cost Obs/Esp 06		Cost Obs/Esp 05		Cost Obs/Esp 04		Cost Obs/Esp 03			
1	RadomiroTomic	0.757687335	0.8144116	1	RadomiroTomic	0.537232523	1	Soldado	-4.289667331
2	ElAbra	0.786996904	0.830406324	2	ElAbra	0.67099295	2	RadomiroTomic	0.396217713
3	Zaldivar	0.951909872	1.001871073	3	LomasBayas	0.802545852	3	ElAbra	0.570938921
4	LomasBayas	1.08998384	1.009900456	4	Zaldivar	0.843215466	4	LomasBayas	0.749911276
5	Escondida	1.092707387	1.030587417	5	CerroColorado	0.968771847	5	CerroColorado	0.769769306
6	CerroColorado	1.151039264	1.231619738	6	Escondida	0.990244317	6	Zaldivar	0.901234282
7	Tesoro	1.276715254	1.246993898	7	MantoVerde	1.126319551	7	Escondida	1.045971003
8	MantoVerde	1.398763231	1.305240131	8	Tesoro	1.164953265	8	MantoVerde	1.052276284
9	QuebradaBlanca	1.597607678	1.375724032	9	Andacollo	1.167552394	9	QuebradaBlanca	1.107696106
10	MantosBlancos	1.614142825	1.434364972	10	MantoVerde	1.184986493	10	Andacollo	1.126348915
11	Salvador	1.868778577	1.694946086	11	QuebradaBlanca	1.318061854	11	MantosBlancos	1.239560632
12	Collahuasi	2.002147412	1.896447949	12	Collahuasi	1.815176676	12	Tesoro	1.306484395
13	Michilla	2.34321274	1.966412983	13	Salvador	1.823649029	13	Collahuasi	1.478456806
14	Cascada	3.30811908	2.433614083	14	Collahuasi	2.80131657	14	Salvador	1.582899972
15	PuntaCobre	6.856633952	6.853330844	15	PuntaCobre	5.147956225	15	Michilla	1.640996824
16	IvanZar	7.025731063	7.105509613	16	IvanZar	5.324401784	16	IvanZar	3.904878866
17	Andacollo		7.326557389	17	Soldado	6.682531947	17	PuntaCobre	5.790006621
18	Soldado		9.148385386	18	Cascada	7.309722291	18	Cascada	

⁵³ Si bien tampoco tiene correlación significativa con el Grado de Cobre, existe una correlación superior cercana a 0,5 que no es despreciable.

	Cost Obs/Esp 02		Cost Obs/Esp 01		Cost Obs/Esp 00			
1	RadomiroTomic	0.38699575	1	RadomiroTomic	0.376535448	1	IvanZar	-5.078150707
2	ElAbra	0.592345217	2	ElAbra	0.694003532	2	RadomiroTomic	0.440068268
3	CerroColorado	0.679813835	3	CerroColorado	0.719841472	3	ElAbra	0.66479924
4	LomasBayas	0.686519841	4	LomasBayas	0.841961937	4	LomasBayas	0.773318105
5	Zaldivar	0.796719182	5	Zaldivar	0.924246548	5	Zaldivar	0.774336461
6	MantoVerde	0.86647158	6	MantoVerde	1.001266761	6	CerroColorado	0.857037581
7	Escondida	1.009894428	7	Escondida	1.082372737	7	MantoVerde	1.048435227
8	Andacollo	1.045219671	8	Salvador	1.102045697	8	Escondida	1.145050868
9	MantosBlancos	1.219583572	9	Andacollo	1.158053763	9	Salvador	1.151927758
10	Tesoro	1.316688005	10	Tesoro	1.208113661	10	Andacollo	1.168816056
11	QuebradaBlanca	1.425341479	11	MantosBlancos	1.27535143	11	MantosBlancos	1.281241767
12	Michilla	1.725442944	12	QuebradaBlanca	1.46146487	12	QuebradaBlanca	1.649569728
13	Salvador	1.764256383	13	Michilla	1.785861773	13	Collahuasi	1.946183121
14	Collahuasi	1.766412845	14	Soldado	2.523755287	14	Michilla	2.186392983
15	Soldado	3.410348112	15	Collahuasi	2.665156575	15	Soldado	4.073428724
16	IvanZar	3.574918947	16	PuntaCobre	5.946762836	16	PuntaCobre	8.895427536
17	PuntaCobre	4.730742589	17	IvanZar	11.4826739	17	Tesoro	
18	Cascada		18	Cascada		18	Cascada	

El factor de Escondida sigue las reglas predichas (valor muy cercano a 1) debido a que fue el yacimiento base para la regresión múltiple y además se puede notar que en general los yacimientos se mantienen estables en su posición dentro del ranking destacando a Radomiro Tomic y El Abra. Los únicos casos que llaman la atención son El Soldado e Ivan/Zar en el 2003 y en el 2000 respectivamente, ya que tienen alzas notorias dentro del ranking estipulado. Sin embargo, no hay que considerar a Ivan/Zar en este aspecto ya que es justamente en el 2000 cuando tuvo un Grado de Cobre Medio bastante más alto que los años siguientes (2.20 comparado con el 1.48 de promedio de los años venideros) lo que afectó el cálculo del valor esperado del Costo a Cátodo según la ecuación arrojada por la regresión múltiple. Caso análogo ocurre con El Soldado ya que es justamente en el 2003 cuando tiene un Grado de Cobre de 1.70 que es por sobre el promedio del resto de los años (alrededor de 1.30) lo que significa una alteración en el resultado del valor esperado del Costo a Cátodo.

Al presentar mejores propiedades que la productividad, se escoge al Costo a Cátodo como el indicador de desempeño global para el proceso de lixiviación.

5.3.3.3 Análisis de Resultados

5.3.3.3.1 Proceso Concentrado

Debido a que se escogió la variable Costo a Concentrado como el indicador de desempeño global para este proceso, el análisis se realizará sólo para esta variable.

Comparación Yacimientos

Según el Test de Anova, sí existe diferencia entre los yacimientos cuando se analiza el factor del costo a concentrado, debido a que $F(12,71) = 13,53$ lo que indica un p-valor $\ll 0,001$.

Con el Test de Tukey⁵⁴ se puede determinar a los yacimientos que poseen una diferencia significativa con el resto. Todas aquellas celdas combinadas con valores menores a 0,05 son consideradas significativas (ya que se toma una aceptabilidad del 95%).

⁵⁴ El Test de Tukey es el más recomendado cuando se realizan regresiones múltiples.

Gráficamente se puede notar que Mantos Blancos, Salvador y Ojos del Salado están sobre el promedio y por lo tanto son los que tienen un peor desempeño en el caso de Costo a Concentrado. Por el contrario, se encuentra Pelambres, Collahuasi, Candelaria y Escondida, quienes poseen niveles bastante bajos transformándolos en los yacimientos con mejores desempeños.

Comparación Empresas

Realizando lo mismo para el caso del Costo a Concentrado se tiene lo siguiente:

Según el Test de Anova, sí se tienen diferencias significativas entre las empresas ($F(6,77) = 5,75$ con $p\text{-valor} \ll 0,001$) en donde destaca la diferencia que existe entre Codelco y Antofagasta Minerals y Codelco y BHP Billiton, además de la diferencia significativa entre Antofagasta Minerals y Anglo American.

Gráficamente es posible visualizar como Codelco se escapa del resto de las empresas consiguiendo un nivel de factor de costo más alto. Caso contrario ocurre con Antofagasta Minerals, dueños del yacimiento Pelambres, quienes poseen el factor de costo más bajos.

Comparación Tipo

Para determinar la existencia de diferencias significativas en el tipo de yacimiento, se realiza el típico Test de Anova de una vía.

Los resultados indican que sí existe diferencia entre el tipo de yacimiento (rajo abierto, subterráneo o mixto) debido a que $F(2,81) = 5,65$ lo que permite decir que se está sobre el nivel de aceptación (95%) aunque no en un nivel muy significativo como en casos anteriores. Con el Test de Tukey se puede especificar que la diferencia significativa está presente sólo entre los yacimientos Rajo Abierto y Mixto (Rajo Abierto y Subterráneo).

Sin embargo, gráficamente se puede corroborar que existe una tendencia de que los yacimientos de rajo abierto presentan menos costos a concentrado que los otros dos.

Comparación Volumen

Se dividen a aquellos yacimientos que poseen un volumen de producción entre 0 y 50.000 Toneladas Métricas (TM) en promedio durante el período 2000-2006, entre 50.000 y 150.000 TM en promedio durante el mismo período; y más de 150.000 TM en promedio durante el mismo rango de años. Cada uno de estos rangos se clasifica con los números 1, 2 y 3, respectivamente dentro del análisis.

Para determinar la existencia de diferencias significativas entre los yacimientos con menores o mayores volúmenes, se realiza el típico Test de Anova de una vía.

Los resultados, incluidos en los anexos, indican que sí existe diferencia entre los volúmenes de los yacimientos debido a que $F(2,88) = 16,41$ lo que permite decir que se está sobre el nivel de aceptación (95%) por un amplio margen. Con el Test de Tukey se puede especificar que la diferencia significativa la presentan aquellos yacimientos con un volumen de producción promedio entre 50.000 y 150.000 TM ya que es en estos donde los costos se presentan menores. Sin embargo, esto no tiene mucha relevancia ya que es El Soldado el que hace esta diferencia significativa debido a que es el único que presenta el factor (observado/esperado) bajo el nivel cero, distorsionando de esta forma el análisis. A pesar de esto, se puede observar que para aquellos yacimientos que tienen el factor dentro de los rangos normales, no se observa una mayor diferencia en sus costos cuando se comparan por volúmenes de producción.

5.3.3.3.2 Proceso SxEw

En el proceso de lixiviación sólo se analiza la variable Costo a Cátodo debido a que fue la elegida para cumplir el rol de indicador de desempeño global en este proceso.

Comparación Yacimientos

En contraste con la variable de desempeño productividad, en el costo a cátodo sí se encuentran diferencias entre los yacimientos amparado por el Test de Anova de una vía que tiene como resultado un estadístico $F(17,101) = 7,24$ el cual equivale a un p-valor bastante menor a nuestro nivel máximo de aceptación (0,05).

Según el Test de Tukey, La Cascada, Punta del Cobre e Ivan/Zar son los yacimientos que se diferencian significativamente del resto debido a sus altos niveles de costos a cátodo.

Esto se corrobora gráficamente y puede ser visible en los anexos.

Comparación Empresas

También existen diferencias entre las empresas dueñas de los yacimientos según lo indica el estadístico $F(10,108) = 11,19$ del Test de Anova (el p-valor asociado es menor que 0,05). El Test de Tukey indica que las empresas Minera Milpo, Punta del Cobre S.A. y Haldeman Mining Company son las que poseen diferencias significativas con el resto de las empresas lo que concuerda con la comparación de yacimientos ya que justamente estas empresas son las dueñas de los yacimientos diferentes.

En el grafo se puede visualizar el alto costo a cátodo que presentan las empresas Minera Milpo, Punta del Cobre S.A. y Haldeman Mining Company en comparación con el resto de las empresas. Para su visualización, consultar los anexos del presente trabajo.

Comparación Tipo

El tipo de yacimiento también es una característica importante en la variable costo a cátodo ya que el Test de Anova arroja un $F(1,117) = 53,19$ lo que indica la existencia de diferencias entre los yacimientos por equivaler a un p-valor $\ll 0,001$.

Las diferencias se encuentran en los dos tipos de yacimientos existentes que contienen procesos de lixiviación (rajo abierto y mixto) como lo indica el Test de Tukey.

Gráficamente se puede visualizar que los yacimientos con mayores costos a cátodos son los mixtos debido al complicado proceso de extracción lo que va acorde a las expectativas de los expertos en la materia.

Comparación Volumen

Se clasifican a aquellos yacimientos con niveles promedios de producción de entre 0 y 50.000 TM, 50.000 y 150.000 TM y más de 150.000 TM, durante el período 2000-2006. Se realiza un Test de Anova de una vía para corroborar si existen diferencias significativas en los costos cuando se comparan los yacimientos por volúmenes.

El resultado del Test arroja que sí existen diferencias entre los yacimientos con esos niveles de producción ya que $F(2,116) = 20,18$ lo que indica que se rechaza la hipótesis de la igualdad y se acepta la de las diferencias (por equivaler a un p-valor $\ll 0,001$). Además, el Test de Tukey indica que los yacimientos con un nivel de producción menor a las 50.000 TM se diferencian significativamente del resto debido a que tienen niveles de costos mayores.

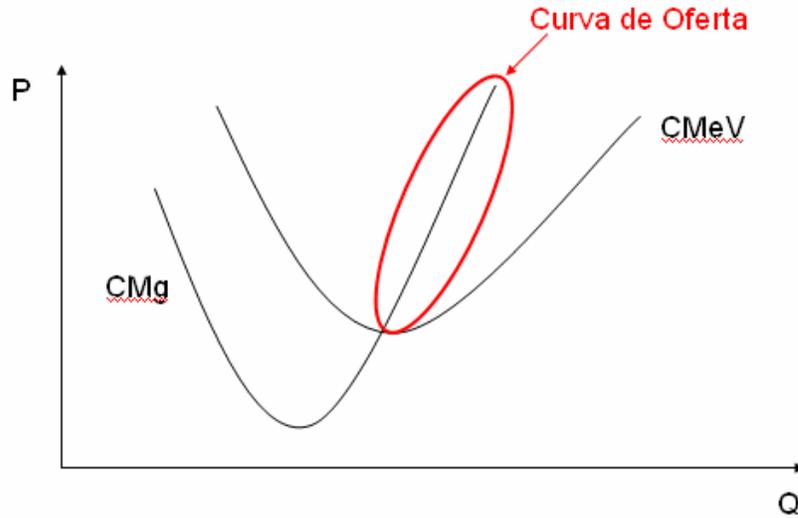
En este análisis se puede corroborar claramente las economías de escala debido que mientras mayor es la producción, menores son los costos. Esto se puede visualizar en el gráfico de esta sección presente en los anexos.

5.3.3.4 Análisis Económico

A pesar de recalcar que el costo unitario de producción es un buen indicador de desempeño, se debe hacer hincapié en que el mejor indicador de desempeño es la creación de valor. Contener costos no necesariamente es la mejor opción si lo que se está buscando es la creación de valor para los accionistas (se habla de accionistas también en empresas públicas - como Codelco - ya que en ese caso el principal accionista es la sociedad). Una empresa maximiza utilidades cuando el ingreso marginal es igual al costo marginal⁵⁵. Sin embargo, no necesariamente producir a nivel del costo medio es la solución óptima, porque si no se está en competencia perfecta el óptimo está a la derecha del costo medio mínimo es decir un costo más alto.

⁵⁵ En competencia perfecta el precio es igual al costo marginal. En condiciones normales el ingreso marginal es igual al costo marginal.

Gráfico 14: Curvas de Costos



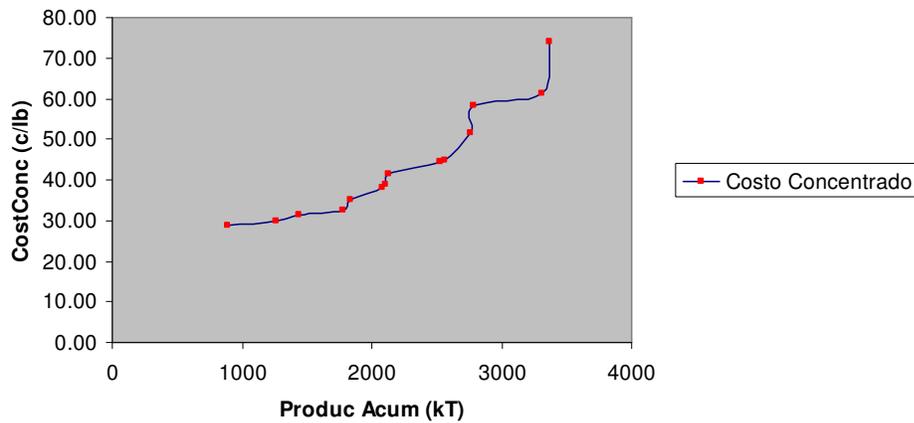
Fuente: Elaboración propia

La observación que hay que realizar es que cuando la función objetivo es minimizar costos no necesariamente se está maximizando el valor. Lo que sí es cierto es que la estructura de costos debe estar alineada de manera que la empresa debe estar dentro de las empresas con menor costo (primer o segundo cuartil en la curva de costos). Pero una vez que se está ahí, se tiene que posicionar el ingreso marginal igual al costo marginal (que no necesariamente es el costo mínimo).

La curva de costos de la industria del cobre en Chile se despliega a continuación incluyendo todos los yacimientos con proceso concentrado:

Gráfico 15: Cuartiles Costo Concentrado

Cuartiles Costo a Concentrado

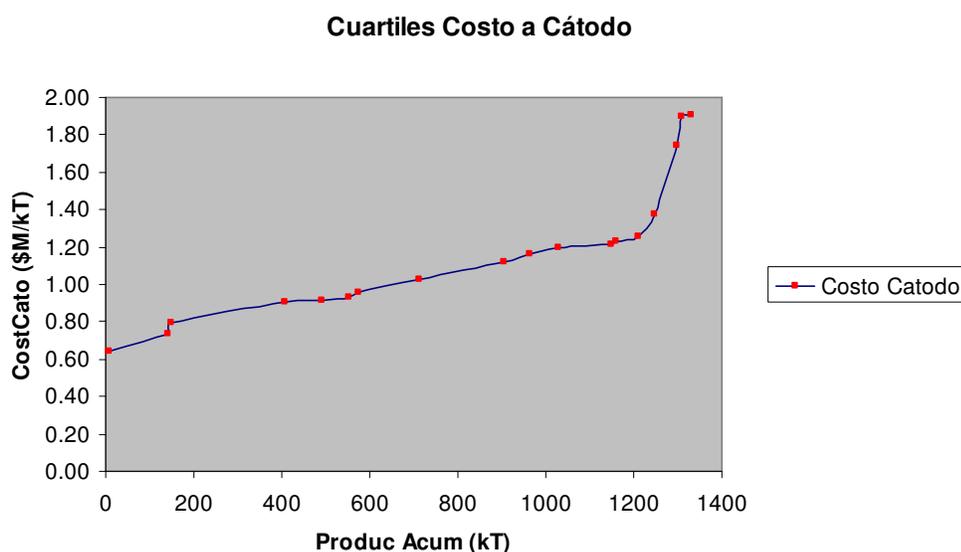


Fuente: Elaboración propia

Los puntos representan un yacimiento en particular. La tabla con los datos de construcción del gráfico se adjuntan en los anexos. Es posible verificar que en el primer cuartil (0-25%) se encuentra sólo el yacimiento de Escondida debido a su alto nivel de producción, en el segundo cuartil (25-50%) se encuentra Collahuasi y Los Bronces, en el tercer cuartil (50-75%) se encuentra Pelambres, Soldado, Andina, El Bronce y Punta del Cobre y en el último cuartil (75-100%) se encuentra Teniente, Mantos Blancos, Candelaria, Ojos del Salado, Chuquicamata y Salvador. Se resalta la posición de Codelco en este aspecto en donde la gran parte de sus yacimientos se encuentran en las zonas de riesgo por tener altos índices de costos. Por lo tanto, si no aplica una medida de corrección al respecto, se quedará fuera de competencia en el ámbito del proceso concentrado.

Para el proceso de lixiviación se tiene:

Gráfico 16: Cuartiles Costo a Cátodo



Fuente: Elaboración propia

Cada uno de los puntos representa a un yacimiento en específico. Los datos de construcción del gráfico se adjuntan en los anexos. Ahí se puede verificar que en el primer cuartil (0-25%) se encuentran los yacimientos de La Cascada, Escondida y El Soldado, en el segundo cuartil (25-50%) se encuentra Radomiro Tomic, El Tesoro, Collahuasi y Andacollo, en el tercer cuartil (50-75%) se encuentra Zaldivar, El Abra y Lomas Bayas y en el último cuartil (75-100%) se encuentra Quebrada Blanca, Cerro Colorado, Punta del Cobre, Manto Verde, Mantos Blancos, Michilla, Ivan/Zar y Salvador, los cuales cuando aumenten los costos en la industria no tendrán ventaja alguna.

A causa de que el precio del cobre está alto, las empresas productoras no se están preocupando de los costos debido a que el delta de ganancia es mucho mayor en períodos de bonanza y debido a esto están aumentando sus capacidades productoras (de hecho, de los diez proyectos que explican el 25% de la inversión privada en Chile al

2011, cinco son en minería del cobre⁵⁶). Sin embargo, se debe tener en cuenta que el precio del cobre se ajusta con el mercado y por lo tanto cuando las expectativas de crecimiento (demanda mundial) decaigan, el precio del cobre caerá y por lo tanto se deben reajustar los costos. Como se comprobó a través de las correlaciones en el presente estudio, el precio de los insumos debería también bajar cuando bajen las expectativas de crecimiento, pero las empresas deben poner especial cuidado en los costos estructurales ya que son esos los que en el corto plazo son complicados de apalear.

CAPITULO 6

6.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la presente memoria se pudo estudiar la minería del cobre en Chile (específicamente durante el período 2000-2006) para luego reconocer cuáles eran las variables que influían en el desempeño de los yacimientos. Para que el estudio se concentrara en los yacimientos más influyentes dentro de la economía nacional, se consideraron aquellos que produjeron en promedio más de 150.000 toneladas métricas de cobre fino durante el período 2000-2006. De esta manera, el ranking final de desempeño incluye a aquellos yacimientos que podrían cambiar en forma macro el rendimiento de las minas chilenas a nivel mundial.

Desde un comienzo se escogieron las dos medidas de efectividad más significativas según los expertos y a partir de los resultados se concluyó que la variable más importante para determinar el desempeño de los yacimientos chilenos son los costos unitarios del producto final (costo a concentrado en el caso del proceso concentrado y costo a cátodo en el caso del proceso de lixiviación). Esta conclusión está alabada por los siguientes aspectos:

1. A partir de las regresiones múltiples se obtuvieron ecuaciones que determinaban el resultado esperado de la variable de desempeño tratada. Sin embargo, debido a problemas de ajuste por la poca cantidad de datos, se obtuvieron productividades y costos unitarios negativos lo que no corresponde con la realidad. En el caso de la productividad era en donde se daba la mayor cantidad de valores negativos, por lo que los análisis de datos caían en una ambigüedad que no era propicia para el resultado final del estudio. En los costos unitarios, tanto de concentrado como de cátodo, los valores negativos eran insignificantes y siempre eran provocados por alzas o bajas de las variables independientes que iban en contra de su tendencia histórica (valores fuera de rango).
2. Dentro de las ecuaciones que estimaban las productividades, se incluyeron el número de trabajadores y la producción de cobre, variables que son parte de la forma de cálculo de las productividades. Por lo tanto, no era gran aporte la regresión en este sentido por lo que el costo unitario de producción atraía el mayor interés.

⁵⁶ "La Tercera", 26 de Febrero del 2008.

3. Por otra parte, las ecuaciones para determinar los costos unitarios fueron las únicas que sólo incluyeron variables internas del yacimiento, sin tomar en cuenta las variables externas que están afectadas por el mercado (como son los precios).
4. Los resultados luego de la estandarización de variables en el caso de los costos unitarios de producción, arrojaron valores que iban de acuerdo con los resultados esperados. Desde un comienzo – en base a la opinión de los entrevistados y entendidos del tema – se observaba que Pelambres y Escondida eran los yacimientos que mejor se comportaban dentro del ámbito del alto desempeño. Sólo los costos unitarios de producción corroboraron esas hipótesis, dando a entender que la productividad no tiene sentido si los costos están por sobre el promedio.
5. La variable importante dentro de una empresa es el valor que ésta posee. El desempeño global se ve reflejado en cómo está situada dentro del mercado. Debido a esto, la productividad no tiene un sentido importante ya que caracteriza un desempeño particular. En cambio, los costos de una empresa afectan sus utilidades y por lo tanto el valor que la empresa posee dentro de su mercado.

Sólo para el estudio de regresiones se incluyó a la totalidad de los yacimientos chilenos. Sin embargo, como se escogieron tan sólo a los 11 yacimientos con mayor producción⁵⁷ durante el período de estudio, el desempeño global de los yacimientos durante el período 2000-2006, dividido por procesos es el siguiente:

Tabla 9: Ranking de Yacimientos con proceso concentrado y lixiviación.

	Yacimiento	CostConc Prom		Yacimiento ⁵⁸	CostCato Prom
1	Pelambres	0.530	1	RadomiroTomic	0.530
2	Collahuasi	0.852	2	ElAbra	0.687
3	Candelaria	0.872	3	Escondida	1.057
4	Escondida	1.052	4	MantosBlancos	1.305
5	Andina	2.095	5	Collahuasi	2.079
6	Chuquicamata	2.180			
7	LosBronces	2.338			
8	Teniente	2.729			
9	MantosBlancos	3.640			

Fuente: Elaboración propia

En el caso del proceso concentrado, Pelambres por una amplia ventaja lidera el ranking, amparado por el manejo eficiente de contratistas que el yacimiento posee. Al ser uno de los pocos yacimientos capaces de sobrellevar un manejo adecuado de personal externo, logran reducir costos tanto de mano de obra – debido a las

⁵⁷ Superior a las 150.000 TM en promedio.

⁵⁸ Se debe aclarar que si bien El Teniente y Los Bronces tienen dentro de su producción el proceso de lixiviación, no se tomaron en cuenta en el estudio ya que eran los únicos yacimientos que no poseían producción de *Heap Leach* – sólo poseían producción de *Dump Leach* - el cual se tomó como factor discriminatorio al momento de la elección de yacimientos con este proceso específico.

condiciones propias de la libre competencia – como de eficacia en los procesos adjudicados a externos.

Para el caso del proceso de lixiviación, Radomiro Tomic presenta un buen modelo de gestión situándose en el primer lugar del ranking tal como lo habían anticipado algunos expertos. Cabe destacar a Escondida quien, para ambos procesos, se encuentra con niveles aceptables de desempeño logrando niveles de producción por sobre el promedio.

Estos datos reafirman la tesis de que la gestión en los yacimientos sí influye en los resultados tanto económicos como productivos de la compañía. Pelambres y Radomiro Tomic han sido los únicos yacimientos que se han propuesto desarrollar un modelo de gestión efectivo y acorde a los tiempos. De los yacimientos chilenos estudiados, estos dos son los únicos que han aplicado nuevos conceptos en su manejo global y, alabado por estos resultados, se puede afirmar que su nueva gestión ha rendido en la línea que se esperaba.

Hay que hacer el hincapié que antes de la estandarización las ubicaciones de Pelambres y Radomiro Tomic en cada uno de los procesos no se encontraban en los primeros lugares, por lo que sí es efectivo, y a la vez necesario, realizar este procedimiento para no caer en ambigüedades.

Caso contrario ocurre con los yacimientos de Codelco que se encuentran en los últimos lugares del ranking de desempeño del proceso de concentrado (sin tomar en cuenta a Mantos Blancos quien por su baja producción, y teniendo en cuenta las economías de escala, se encuentra en la última posición). Esto refleja el mal manejo que ha tenido la empresa estatal en lo que se refiere a competitividad, poniendo una luz de alerta para mejorar el modelo de gestión de manera que en el corto plazo se logre sacar el mayor provecho posible.

De los análisis de varianza recopilados por los Test de Anova, se concluye que efectivamente los yacimientos a Rajo Abierto son los que presentan menos costos unitarios debido a que su proceso de extracción es más económico. Además, se verifica el concepto de economías de escala, ya que los yacimientos que poseen un mayor nivel de producción, tienden a tener menores costos unitarios.

Sin embargo, debido a la poca cantidad de datos manejados (período 1996-2006)⁵⁹, se debió forzar a una reducción acabada de las variables que podían afectar el desempeño de los yacimientos. Esto debido a que los programas computacionales de regresión múltiple no permiten tener una cantidad menor de datos que de variables debido a la imposibilidad de invertir la matriz de correlación necesaria para realizar la regresión. Por este motivo no se pudo llegar a ecuaciones de mejor calidad que fueran amparadas por numerosos datos históricos. Sin embargo, se deja propuesta la metodología para obtener las variables estandarizadas y así, cuando se tenga suficiente cantidad de datos, sea factible una mejor aproximación mediante regresiones

⁵⁹ Se tenían datos reales de todos los años salvo del 2006 ya que de este año sólo se obtuvieron los datos estimados por Brook Hunt.

múltiples. Además, si el tiempo no es impedimento, se puede realizar un estudio más acabado para determinar cuál es la forma que tiene la ecuación que mejor determina el desempeño de los yacimientos. En esta memoria se trabajó con una regresión lineal modificada, sin embargo para posteriores trabajos el nivel de complejidad puede ser mayor.

Otro aspecto importante para futuros trabajos es la medida de desempeño a considerar. Por ejemplo, se piensa que la productividad está relacionada sólo con los trabajadores y sin embargo, existe la productividad del capital que también es muy importante debido a que la industria minera es muy intensiva en esta variable. En estudios posteriores, se podría analizar la productividad del capital en vez de la productividad clásica de los trabajadores, ya que de esta forma se enfoca más al desempeño global del yacimiento.

CAPITULO 7

7.1 BIBLIOGRAFÍA

1. BANDE, Jorge. FRENCH-DAVIS, Ricardo. MAIRA, Luis. SANCHEZ, Fernando. TIRON, Ernesto. VIGNOLO, Carlos. CHILE Y CIPEC ante la crisis del cobre. Cuadernos de CESCO. 1985.
2. COLLINS, Jim y PORRAS, Jerry. Empresas que perduran: principios básicos de las compañías con visión de futuro. Bogotá: Norma, 1996. 400 p.
3. COLLINS, Jim. Empresas que sobresalen: por qué unas sí pueden mejorar la rentabilidad y otras no. Bogotá: Norma, 2002. 397 p.
4. DEGROOT, Morris. Probabilidad y Estadística. 2ª ed. Wilmington, Del.: Addison-Wesley Iberoamericana, 1988. 694 p.
5. ERRAZQUIN, Francisco. Panorama de la Gran Minería Mundial y la importancia de Chile. 2005.
6. HAMEL, Gary. VALIKANGAS, Lissa. En busca de la resiliencia. Harvard Business Review. Septiembre, 2003.
7. KIRBY, Julia. Hacia una teoría del alto desempeño. Harvard Business Review. Julio, 2005.
8. Anuario cochilco estadísticas cobre y otros 1987-2006
9. Informe de la Gran Minería Chilena. 2005. Consejo Minero.
10. Informe Ambiental y Social del Consejo Minero A.G. 2006.
11. Memoria Anual de Minera Los Pelambres. 2006.

12. Guía de Ingeniería en Operaciones Mineras, Tecnología y Procesos Productivos, Chile 2005/2006, Portal Minero.
13. Catastro Mundial de Proyectos y Prospectos Mineros de Cobre período 2006-2015. Comisión Chilena del Cobre. 2007.
14. Memoria Anual de Sociedad Contractual Minera El Abra. 2006.
15. Memoria Anual de Compañía Minera Quebrada Blanca. 2006.
16. Estados Financieros de Compañía Minera Cerro Colorado. 2006.
17. Memoria Anual Minera Michilla S.A. 2006.
18. Memoria Anual Compañía Minera Xstrata Lomas Bayas. 2006.
19. Memoria Anual Compañía Minera Zaldivar. 2006.
20. Memoria Anual Codelco. 2006.
21. Appendix A – Methodology and Definitions, Brook Hunt Cooper Mine Cost Study.
22. Sitio WEB de Cochilco, [en línea] <www.cochilco.cl>
23. Sitio WEB de Sernageomin, [en línea] <www.sernageomin.cl>
24. Sitio WEB de Consejo Minero, [en línea] <www.consejominero.cl>
25. Sitio WEB de Codelco, [en línea] <www.codelco.com>
26. Sitio WEB de Brook Hunt, [en línea] <www.brookhunt.com>
27. Sitio WEB de Minera Escondida, [en línea] <www.escondida.cl>
28. Sitio WEB de Minera Collahuasi, [en línea] <www.collahuasi.cl>
29. Sitio WEB de Minera Pelambres, [en línea] <www.pelambres.cl>
30. Sitio WEB del Instituto Nacional de Estadísticas, [en línea] <www.ine.cl>
31. Sitio WEB de El Mercurio, [en línea] <www.emol.cl>
32. Sitio WEB de La Tercera, [en línea] <www.tercera.cl>
33. Sitio WEB de Editec, [en línea] <www.editec.cl>
34. Sitio WEB de la Superintendencia de Valores y Seguros, [en línea] <www.svs.cl>

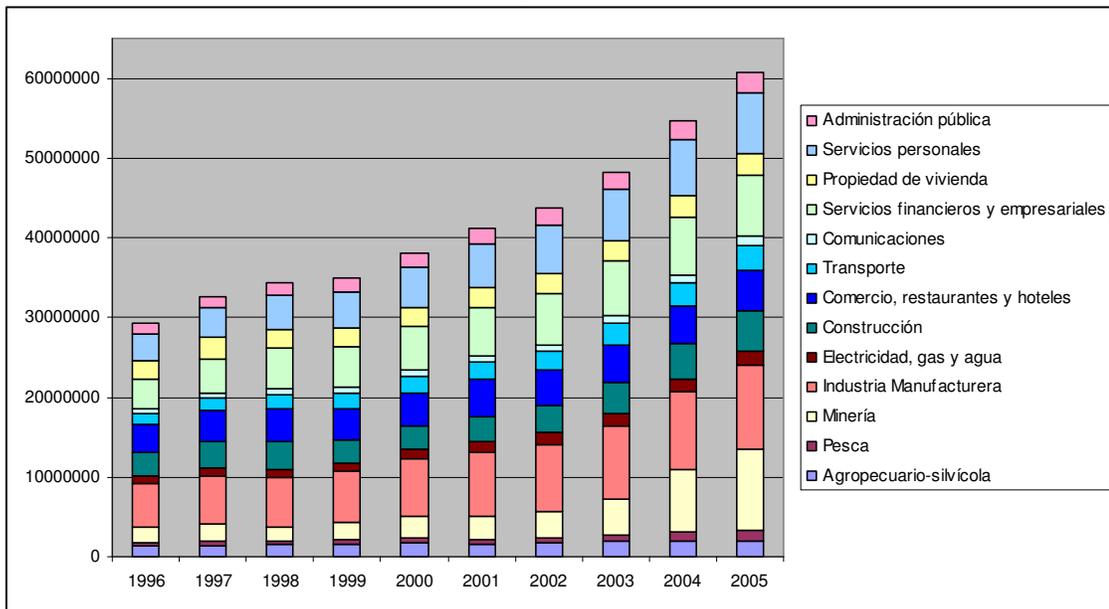
- 35. Sitio WEB de Minera Quebrada Blanca, [en línea] <www.qblanca.cl>
- 36. Sitio WEB de Minera Cerro Colorado, [en línea] <www.cerrocolorado.cl>
- 37. Sitio WEB de la Biblioteca del Congreso Nacional, [en línea] <www.bcn.cl>
- 38. Sitio WEB del Ministerio de Minería, [en línea] <www.minmineria.cl>
- 39. Sitio WEB del Banco Central, [en línea] <www.bcentral.cl>
- 40. Sitio WEB de la Sociedad Nacional Minera, [en línea] <www.sonami.cl>

CAPITULO 8

8.1 ANEXOS

8.1.1 Anexo A: Gráfico de PIB

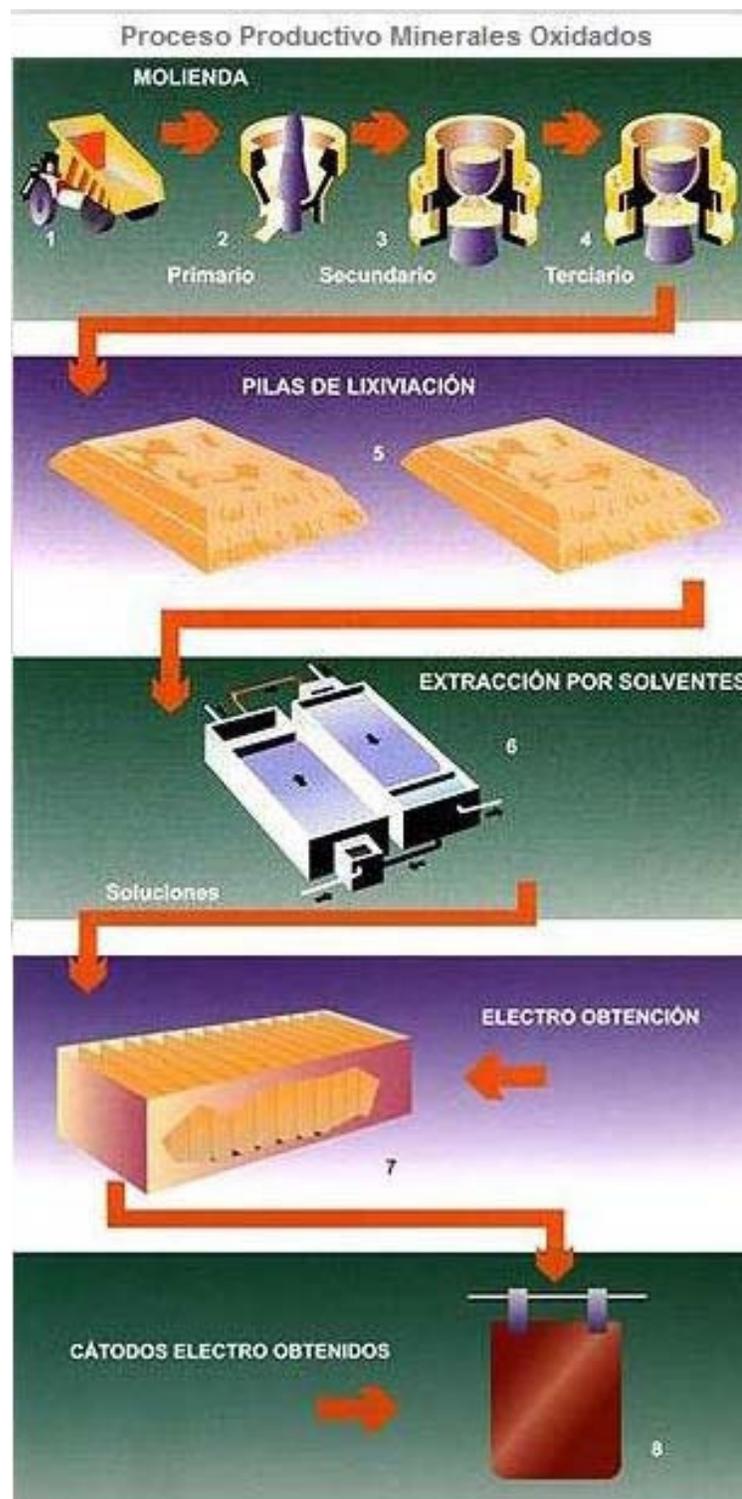
Gráfico 17: Producto Interno Bruto de Chile por Actividad Económica en millones de pesos



Fuente: Banco Central Chile

8.1.2 Anexo B: Procesos productivos

Figura 4: Proceso Productivo Minerales Oxidados



Fuente: Codelco

Figura 5: Proceso Productivo Minerales Sulfurados



Fuente: Codelco

N°	Nombre	Empresa o Accionista Mayoritario	Yacimientos	Región	Ley promedio	Altura	Tipo	Inicio	Término	Minerales	Productos	Producción 2006 Cobre	N° Trabajadores	Inversión 2006	Certificaciones	Reconocimientos	Distancias observadas	Observaciones
1	Collahuasi	Anglo American (44%) y Falconbridge (44%)	Ujina, Rosario, Huiniquinta	Primera	1,08%	4400 mts	Rajo Abierto	1998	2038	Cobre, Molibdeno y Plata	Cobre, Molibdeno concentrado y Plata	440.000 ton de Cobre Fino	s/i	US\$56,5 millones	ISO 9001, ISO 14001 y OSHAS 18001	s/i	Yacimientos se encuentran a 185 km al sureste de Iquique. Planta de filtrado a 60 km al sur de Iquique.	Poseen un código de ética / La remuneración es 3 veces superior a la remuneración promedio informada por el INE para trabajadores calificados / 2,5% de la jornada laboral está destinada a la capacitación.
2	Los Bronces	Anglo American (100%)		Metropolitana	0,89%	3500 mts	Rajo Abierto	1958	2033	Cobre y Molibdeno	Cobre y Molibdeno concentrado. Cobre en cátodos	226.020 ton de Cobre Fino	1700	US\$181 millones	ISO 14001 y OSHAS 18001	2006: Consejo Nacional de Seguridad distinguió a la división por su excelente desempeño de la división en esta materia	Mineral transportado 56 km por mineralo hasta planta Las Tortolas que luego pasa a división Chagres	
3	Mantos Blancos	Anglo American (100%)		Segunda	1,02%	800 mts	Rajo Abierto	1961	2011	Cobre	Cobre en cátodos y concentrado	91.745 ton de Cobre Fino	1000	s/i	ISO 9001, ISO 14001 y OSHAS 18001	2000: Premio Nacional Benjamin Teplizky Lijavetzky, por su compromiso con la Seguridad y Desarrollo Sustentable / 2000: Premio SERNAGEOMIN / 2001: Premio SERNAGEOMIN al Comité Paritario / 2004: Distinción en el Concurso del Consejo Nacional de Seguridad, por los bajos índices de accidentalidad / 2005: Premio Corporativo Mejoramiento Continuo, Anglo American Chile	s/i	
4	Los Pelambres	Antofagasta Minerals (60%)		Cuarta	0,64%	3300 mts	Rajo Abierto	1999	2045	Cobre y Molibdeno	Cobre y Molibdeno concentrado.	335.200 ton de Cobre Fino	2000	US\$750 millones	ISO 9001, ISO 14001 y OSHAS 18001	2001: Premio John T. Ryan por los mejores índices de seguridad / 2003: Premio San Lorenzo de Sociedad Nacional de Minería / 2003: Premio ACHS al honor y al trabajador / 2003: Premio John T. Ryan / 2003: Premio SERNAGEOMIN a la seguridad minera / 2004: Premio Nacional a la Calidad / (Para el resto revisar memoria 2006)	En la Planta Concentradora, el concentrado de cobre es mezclado con agua para permitir su transporte hasta las instalaciones del Puerto en la costa. Esta pulpa es conducida por gravedad mediante una tubería subterránea llamada Concentraducto de 121 kilómetros de longitud.	La Planta Concentradora de Minera Los Pelambres se ubica a 1.600 metros sobre el nivel del mar, ocupa una superficie aproximada de 4, 8 hectáreas e incluye un sistema de molineta y flotación.
5	Escondida	BHP Billiton (57,5%)	Escondida y Escondida Norte	Segunda	1,22%	3100 mts	Rajo Abierto	1990	2030	Cobre	Cobre en cátodos y concentrado	1.255.599 ton de Cobre Fino	6109	s/i	ISO 9001, ISO 14001 y OSHAS 18001	s/i	s/i	
6	El Abra	Phelps Dodge Mining (51%) y Codelco (49%)		Segunda	0,47%	4000 mts	Rajo Abierto	1996	2010	Cobre	Cobre en cátodos	218.600 ton de Cobre Fino	s/i	s/i		s/i	s/i	
7	Candelaria	Phelps Dodge Mining (80%)		Tercera	0,73%	s/i	Rajo Abierto	1994	2020	Cobre	Cobre concentrado	169.600 ton de Cobre Fino	1700	s/i	ISO 14001	Candelaria ha recibido numerosos premios en materia de seguridad y medio ambiente, por su diseño y uso de modernas tecnologías.	Posee además una instalación portuaria, Punta Padrones, ubicada en Caldera, a unos 100 km desde la faena.	
8	Chuquicamata	Codelco (100%)	Chuquicamata y Mina Sur	Segunda	0,79%	2870 mts	Rajo Abierto	1915	2050	Cobre y Molibdeno	Cobre en cátodos y concentrado y molibdeno concentrado	634.000 ton de Cobre Fino		US\$441 millones	ISO 14001 y OSHAS 18001	s/i	s/i	
9	Radomiro Tomic	Codelco (100%)		Segunda	0,52%	3000 mts	Rajo Abierto	1995	2019	Cobre y Molibdeno	Cobre en cátodos y molibdeno concentrado	306.600 ton de Cobre Fino	8142	s/i	ISO 14001 y OSHAS 18001	s/i	s/i	
N°	Nombre	Empresa o Accionista Mayoritario	Yacimientos	Región	Ley promedio	Altura	Tipo	Inicio	Término	Minerales	Productos	Producción 2006 Cobre	N° Trabajadores	Inversión 2006	Certificaciones	Reconocimientos	Distancias observadas	Observaciones

10	El Salvador	Codelco (100%)	Inca (Subterránea) y Campamento Antiguo y Damiana Norte (Rajo Abierto)	Tercera	0,63%	2600 mts	Subterránea y Rajo Abierto	1959	2011	Cobre y Molibdeno	Cobre en cátodos y concentrado y molibdeno concentrado	80.615 ton de Cobre Fino	1645	s/i	ISO 14001 y OSHAS 18001	s/i	s/i	
11	El Teniente	Codelco (100%)		Sexta	1,02%	2500 mts	Subterránea	1912	2050	Cobre y Molibdeno	Cobre refinado a fuego y cátodos y molibdeno concentrado	418.332 ton de Cobre Fino	5050	US\$88 mil	ISO 14001 y OSHAS 18001	s/i	s/i	
12	Andina	Codelco (100%)	Río Blanco (Subterránea) y Sur Sur (Rajo abierto)	Quinta	0,86%	4000 mts	Rajo Abierto y Subterránea	1970	2050	Cobre y Molibdeno	Cobre y molibdeno concentrado	236.356 ton de Cobre Fino	1317	US\$580 millones	ISO 14001 y OSHAS 18001	s/i	s/i	
13	Cerro Colorado	BHP Billiton (100%)		Primera	0,72%	2600 mts	Rajo Abierto	1994	2015	Cobre	Cobre en cátodos	115.000 ton de Cobre Fino	2400	s/i	ISO 14001		Durante el período 2002-2004 recibió el Premio Regional de la Capacitación otorgado por SENCE / 2003: Premio Benjamín Teplizky a la Seguridad y Desarrollo Sustentable de la Actividad Minera / 2001: Premio Un Millón de Horas-Hombre Trabajadas sin Accidentes Laborales, otorgado por el Consejo Nacional de Seguridad a la Superintendencia de Mina	s/i
14	Quebrada Blanca	Aur Resources (76,5%)		Primera	1,13%	s/i	Rajo Abierto	1994	2015	Cobre	Cobre en cátodos	82.400 ton de Cobre Fino	s/i	s/i		s/i	s/i	
15	Michilla	Antofagasta Minerals (74,2%)	Lince y Nucleo X (Rajo abierto) y Estefanía y Florida	Segunda	1,09%	s/i	Rajo Abierto y Subterránea	1992	2011	Cobre	Cobre en cátodos	47.300 ton de Cobre Fino	396	US\$7.674 millones	OSHAS 18001	s/i	s/i	Primera empresa privada chilena cuyas marcas de cátodos de cobre fueron registradas por la Bolsa de Metales de Londres
16	El Tesoro	Antofagasta Minerals (61%)		Segunda	0,79%	s/i	Rajo Abierto	2001	2012	Cobre	Cobre en cátodos	94.000 ton de Cobre Fino	867	s/i		s/i	s/i	
17	Lomas Bayas	Falconbridge (100%)		Segunda	0,36%	s/i	Rajo abierto	1998	2016	Cobre	Cobre en cátodos	64.300 ton de Cobre Fino	s/i	s/i		s/i	s/i	
18	Zaldivar	Barrick (100%)		Segunda	0,70%	3200 mts	Rajo Abierto	1995	2022	Cobre	Cobre en cátodos y concentrado	146.219 ton de Cobre Fino	719	s/i		s/i	s/i	
19	Mantoverde	Anglo American (100%)		Tercera	0,74%	900 mts	Rajo Abierto	1995	2013	Cobre	Cobre en cátodos	60.322 ton de Cobre Fino	800	s/i	ISO 9001, ISO 14001 y OSHAS 18001		2005: Premio SERNAGEOMIN por obtener los menores índices de accidentes en el país / 2006: El Comité Regional de Seguridad en la Minería distinguió a la División por segundo año consecutivo tras presentar los mejores índices de seguridad	s/i
20	El Soldado	Anglo American (100%)		Quinta	0,96%	600 mts	Rajo Abierto y Subte	1842 y 1989	2022	Cobre	Cobre en cátodos y concentrado	68.697 ton de Cobre Fino	1200	s/i	ISO 14001 y OSHAS 18001	s/i	s/i	

8.1.4 Anexo D: Proyecto Royalty II

PROYECTO ROYALTY II LEY N° 20.026

Publicado por la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile en 13 de Julio del 2006.

El texto establece un tributo para las empresas mineras que tengan ventas anuales superiores a 12 mil toneladas métricas de cobre fino, impuesto que se cobrará en forma escalonada y que tomará como base la renta imponible operacional del explotador minero.

A los explotadores mineros cuyas ventas anuales excedan al valor equivalente a 50 mil toneladas métricas de cobre fino, se les aplicará una tasa única de impuesto de 5%. A quienes tengan ventas anuales iguales o superiores a las 50 mil toneladas métricas de cobre fino y superiores a 12 mil, se les aplicará una tasa escalonada, basada en tramos de tonelaje, y que puede ir de 0,5% a 4,5%.

Los explotadores mineros cuyas ventas hayan sido iguales o inferiores al equivalente a 12 mil toneladas métricas de cobre fino no deberán pagar el impuesto.

Otros elementos de la ley son:

1- Ampliación de facultades del SII: Para evitar que las mineras reduzcan ficticiamente su margen operacional a menos de un 8% y así no pagar impuestos, el Servicio de Impuestos Internos podrá impugnar los precios que se utilicen en ventas de productos mineros, usando como referencia los precios que, en sus facultades, determina la Comisión Chilena del Cobre. La idea es que no vendan productos con precios subvalorados.

2- Invariabilidad tributaria: Se establece que el beneficio de invariabilidad tributaria se reduce de 15 a 12 años. El plazo se contará por años calendarios a partir de la solicitud de modificación del contrato que otorga la invariabilidad o desde la puesta en marcha del proyecto minero.

3- Exenciones: Quienes no deberán pagar el impuesto son los explotadores cuyas ventas anuales hayan sido iguales o menores a 8.000 unidades tributarias anuales, quienes hayan suscrito con anterioridad contratos de inversión extranjera y quienes vean más gravoso el impuesto específico que ya pagan por la Ley de Impuesto a la Renta. Además se establece que la repartición de los recursos que se recolecten con este impuesto, dirigidos al Fondo de Innovación para la Competitividad, irá en un 25% a cada una de las regiones del país y un 75% a los mejores proyectos que se presenten en todo el país.

4- El Fondo de Innovación para la Competitividad: El proyecto que está en trámite en el Congreso Nacional establece que el Presidente de la República debe formular una estrategia nacional de innovación para la competitividad, que abarque los campos de la ciencia, la tecnología y el desarrollo de recursos humanos

especializados. Para eso deberá contar con la asesoría de un Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad, que deberá tener un diagnóstico de todo el país y contar con objetivos a largo plazo. Dicho consejo también deberá proponer anualmente los usos del Fondo y establecer acciones e iniciativas para fortalecer las capacidades competitivas de todas las regiones de Chile.

8.1.5 Anexo E: Tablas de variables

Tabla 10: Variables secundarias de costos en procesos concentrado y SxEw

Costos Proceso Concentrado		Fórmula
Variables Secundarias Concentrado	Unidad	
Mining Cost	(\$/t)	(Mine Labour + Contractors + Energy + Consumables + Other)
Milling Cost	(\$/t)	(Mill Labour + Energy + Consumables + Other)
G & A Cost	(\$/t)	(G&A Labour + G&A Energy + G&A Consumables + G&A Other)
Total Labour	(\$/t)	(Mine Labour + Mill Labour + G&A Labour)
Total Contractors	(\$/t)	(Mine Contractors)
Total Energy	(\$/t)	(Mine Energy + Mill Energy + G&A Energy)
Total Consumables	(\$/t)	(Mine Consumables + Mill Consumables + G&A Consumables)
Total Other Services	(\$/t)	(Mine Other + Mill Other + G&A Other)
Cost to Concentrate	(\$/t)	(Total Labour + Contractors + Energy + Consumables + Other Services)
Distribución de los Costos		
Mine	(%)	(Mining Cost)/(Cost to Concentrate)
Mill	(%)	(Milling Cost)/(Cost to Concentrate)
G & A	(%)	(G&A Cost)/(Cost to Concentrate)
Total Labour	(%)	(Total Labour)/(Cost to Concentrate)
Total Contractors	(%)	(Total Contractors)/(Cost to Concentrate)
Total Energy	(%)	(Total Energy)/(Cost to Concentrate)
Total Consumables	(%)	(Total Consumables)/(Cost to Concentrate)
Total Other Services	(%)	(Total Other Services)/(Cost to Concentrate)
Costos Proceso SxEw		Fórmula
Variables Secundarias SxEw	Unidad	
Total Power Consumption	(kWh/t Cu)	(Power Mine + Crush & Convey + Leach + SxEw + G&A)
Total Acid consumption	(t/t Cu)	(Acid Heap/Agitation Leach + Dump Leach + SxEw)
Total Mining Cost Open Pit Mine	(\$/t mat)	(Open Pit Mine Labour + Energy + Consumables + Services & Other)
Total Mining Cost Underground Mine	(\$/t ore)	(Underground Mine Labour + Energy + Consumables + Services & Other)
Total Mining Cost Charged Mine	(c/lb Cu)	(Charged Mine Labour + Energy + Consumables + Services & Other)
Total Leaching Cost	(c/lb Cu)	(Leach Labour + Energy + Acid + Other Consumables + Services & Other)
Total SxEw Cost	(c/lb Cu)	(SxEw Labour + Energy + Consumables & Acid + Services & Other)
Total G&A Cost	(c/lb Cu)	(G&A Labour + Energy + Consumables + Services & Other + Property Taxes)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Variables primarias de costos en procesos concentrado y SxEw

Costos Proceso Concentrado		Costos Proceso SxEw	
Variables Primarias Concentrado	Unidad	Variables Primarias SxEw	Unidad
Mining Subterráneo		Power	
Labour	(\$/t)	Mine	(kWh/t mat)
Contractors	(\$/t)	Crush & Convey	(kWh/t ore)
Energy	(\$/t)	Leach	(kWh/t Cu)
Consumables	(\$/t)	SxEw	(kWh/t Cu)
Other	(\$/t)	G&A	(kWh/t Cu)
Mining Cost	(\$/t)	Fuel	
Mining Rajo Abierto		Mine	(/t mat)
Labour	(\$/t)	Leach,SxEw	(/t ore)
Contractors	(\$/t)	G&A	(/t ore)
Energy	(\$/t)	Acido	
Consumables	(\$/t)	Heap/Agitation Leach	(t/t Cu)
Other	(\$/t)	Dump Leach	(t/t Cu)
Mining Cost	(\$/t)	SxEw	(t/t Cu)
Mine Labour	(\$/t)	Costos de Trabajadores	
Mine Contractors	(\$/t)	Average Earnings	(\$/hr)
Mine Energy	(\$/t)	Ave. Hours Worked	(hr/a)
Mine Consumables	(\$/t)	Labour Bonus	(\$/a)
Mine Other	(\$/t)	Labour Cost incl Bonus	(\$/a)
Mill Labour	(\$/t)	Labour Cost	(c/lb Cu)
Mill Energy	(\$/t)	Otros Costos Unitarios	
Mill Consumables	(\$/t)	Precio Fuel	(c/l)
Mill Other	(\$/t)	Precio Electric Power	(c/kWh)
G&A Labour	(\$/t)	Precio Acid	(\$/t)
G&A Energy	(\$/t)	Costo Fuel	(c/lb Cu)
G&A Consumables	(\$/t)	Costo Electric Power	(c/lb Cu)
G&A Other	(\$/t)	Costo Acid	(c/lb Cu)
Depreciation	(\$/t)	Mina Rajo Abierto	
Indirects incl Royalty	(\$/t)	Labour	(\$/t mat)
Extraordinary Cash	(\$/t)	Energy	(\$/t mat)
Extraordinary Non Cash	(\$/t)	Consumables	(\$/t mat)
Interest	(\$/t)	Services & Other	(\$/t mat)
Conc Freight	(\$/t)	Mina Subterránea	
Treatment charge	(\$/t)	Labour	(\$/t ore)
Refining charge	(c/lb)	Energy	(\$/t ore)
Metal Freight/Mkt	(c/lb)	Consumables	(\$/t ore)
		Services & Other	(\$/t ore)
		Costos Mina de Carga	
		Labour	(c/lb Cu)
		Energy	(c/lb Cu)
		Consumables	(c/lb Cu)
		Services & Other	(c/lb Cu)
		Crush, Convey & Leach	
		Labour	(c/lb Cu)
		Energy	(c/lb Cu)
		Acid	(c/lb Cu)
		Other Consumables	(c/lb Cu)
		Services & Other	(c/lb Cu)
		SxEw	
		Labour	(c/lb Cu)
		Energy	(c/lb Cu)
		Consumables & Acid	(c/lb Cu)
		Services & Other	(c/lb Cu)
		G&A	
		Labour	(c/lb Cu)
		Energy	(c/lb Cu)
		Consumables	(c/lb Cu)
		Services & Other	(c/lb Cu)
		Property Taxes	(c/lb Cu)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Variables primarias de análisis en procesos concentrado y SxEw

Análisis Proceso Concentrado		Análisis Proceso SxEw	
Variables Primarias Concentrado	Unidad	Variables Primarias SxEw	Unidad
Net Revenue	(\$M)	Trabajadores	
Cash Cost to Concentrate	(\$M)	Mine	(#)
Indirects & Extraordinary	(\$M)	Crush & Leach	(#)
Capital Expenditure Sustaining	(\$M)	SxEw	(#)
Capital Expenditure Expansion	(\$M)	G&A	(#)
Análisis de Energía		Total Employees	(#)
Mill Power Consumed	(kWh/t)	Productividad (por trabajador)	
Total Power Consumed	(kWh/t)	Mine	(t mined/hr)
Unit Cost Power	(c/kWh)	Crush & Leach	(t crushed/hr)
Fuel Consumed	(l/t)	Open Pit	(lb Cu/hr)
Unit Cost Fuel	(c/l)	Crush & Leach	(lb Cu/hr)
Análisis de Trabajadores (a Concentrado)		SxEw	(lb Cu/hr)
Total Employees	(#)	G&A	(lb Cu/hr)
Average Earnings	(\$/hr)	Overall	(lb Cu/hr)
Average Hours Worked	(hr/yr)	Net Revenue	(\$M)
Unit Cost Employees	(\$/yr)	Cash Cost to Cathode	(\$M)
Bonus	(\$/yr)	Indirects & Extraordinary	(\$M)
Productividad (por trabajador)		Capital Expenditure Sustaining	(\$M)
Underground	(t mined/hr)	Capital Expenditure Expansion	(\$M)
Open Pit	(t mined/hr)		
Mill	(t milled/hr)		
Overall	(t ore/hr)		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Variables secundarias de análisis en procesos concentrado y SxEw

Análisis Proceso Concentrado		Fórmula
Variables Secundarias Concentrado	Unidad	
Capital Expenditure Total	(\$M)	(Capital Expenditure Sustaining + Capital Expenditure Expansion)
Cash Flow	(\$M)	(Net Revenue - Cash Cost to Concentrate - Indirects & Extraordinary - Capital Expenditure Total)
Análisis de Costos		
Power	(\$/t)	(Total Power Consumed*Unit Cost Power)
Fuel	(\$/t)	(Fuel Consumed*Unit Cost Fuel)
Análisis Proceso SxEw		Fórmula
Variables Secundarias SxEw	Unidad	
Capital Expenditure Total	(\$M)	(Capital Expenditure Sustaining + Capital Expenditure Expansion)
Cash Flow	(\$M)	(Net Revenue - Cash Cost to Cathode - Indirects & Extraordinary - Capital Expenditure Total)

Fuente: Elaboración propia

8.1.6 Anexo F: Factores de Riesgo

La rentabilidad de la industria está principalmente determinada por el precio de venta del cobre como también de sus insumos y por la capacidad de producir a un bajo costo.

a) Riesgo de precios y mercados

Se está expuesto a la volatilidad de los precios del cobre e insumos necesarios para la operación (petróleo, energía eléctrica, aceros, productos químicos y neumáticos, entre otros), cuyos niveles son determinados por los balances de oferta y demanda en el mercado mundial o nacional.

b) Riesgo por fluctuaciones de tipo de cambio y tasas de interés

Se está expuesto a las fluctuaciones en el tipo de cambio por el impacto de ellas sobre los costos de operación denominados en pesos chilenos (en especial mano de obra). Del mismo modo, las fluctuaciones en las tasas de interés tienen un efecto directo sobre el costo financiero de la deuda con bancos y partes relacionadas, que puede ser pactada en su totalidad a una tasa de interés flotante (LIBOR) más un margen fijo.

8.1.7 Anexo G: Cochilco⁶⁰

Es un organismo técnico especializado que se identifica con la acción rectora del Estado en el desarrollo de la minería chilena. Su misión consiste en elaborar, proponer y facilitar la implementación de políticas, estrategias y acciones que promuevan el desarrollo permanente y sustentable del sector minero público y privado, en el marco de una economía globalizada y altamente competitiva.

Fiscaliza el cumplimiento de leyes, reglamentos y normas de procedimiento de aplicación específica al sector y a sus empresas, tanto públicas como privadas. Asimismo, apoya el control de la aplicación de aquellos cuerpos legales en los que la institución pueda contribuir gracias a su particular experiencia.

También debe resguardar los intereses del Estado en sus empresas, asesorándolo en la definición de estrategias de desarrollo y de metas de gestión, así como en el posterior control de su cumplimiento, para asegurar el logro de la misión definida para cada una de ellas y el uso óptimo de los recursos del Estado.

Además esta corporación elabora informes periódicos, investigaciones y estudios acerca de la minería metálica y no metálica, desarrollados por equipos interdisciplinarios.

⁶⁰ Página Institucional del Ministerio de Minería.

8.1.8 Anexo H: Marco Regulatorio

Se establece en la Constitución chilena que “El Estado tiene el dominio absoluto, exclusivo, inalienable e imprescriptible de todas las minas, comprendiéndose en éstas las covaderas, las arenas metalíferas, los salares, los depósitos de carbón e hidrocarburos y las demás sustancias fósiles. Corresponde a la ley determinar qué sustancias de aquellas a que se refiere el inciso precedente pueden ser objeto de concesiones de exploración o de explotación. Dichas concesiones se constituirán siempre por resolución judicial y tendrán la duración, conferirán los derechos e impondrán las obligaciones que la ley exprese, la que tendrá el carácter de orgánica constitucional. La concesión minera obliga al dueño a desarrollar la actividad necesaria para satisfacer el interés público que justifica su otorgamiento”⁶¹.

Con esto se establece que los recursos naturales del subsuelo, con los cuales Chile cuenta en una gran cantidad, siendo una de las principales fuentes de crecimiento nacional, son de todos los chilenos y su explotación por parte de cualquier empresa privada, estará estrictamente bajo supervisión de los organismos gubernamentales correspondientes. El principal organismo fiscalizador es Cochilco, Comisión Chilena del Cobre, descrita anteriormente.

Por otro lado, para evitar el enriquecimiento excesivo de las empresas extranjeras debido a la explotación del cobre, que según la constitución pertenece a todos los chilenos, su explotación se grava con el royalty minero que “es el cobro de un impuesto por parte del Estado por el sólo hecho de extraer sus recursos minerales. El fundamento para la existencia de este tributo es una especie de compensación que los particulares deben hacer al Estado por extraer y beneficiarse de las riquezas contenidas en el subsuelo⁶²”. El destino de la recaudación por el royalty es un fondo para incentivar el desarrollo tecnológico en Chile (llamado "Fondo de Innovación para la Competitividad"), que lleva detrás el tener sustento tecnológico para generar trabajo, para todos lo que lo hacen en la minería del cobre, una vez que éste se haya agotado.

En los anexos del presente documento se encuentra un extracto de la Ley 20.026 sobre el Royalty.

8.1.9 Anexo I: Entrevistas

1. ¿Cuál es el potencial que tienen los yacimientos de Chile para ubicarse dentro de los yacimientos de clase mundial?
 - Por un lado Chile posee las mayores reservas de cobre del mundo y además los yacimientos de Chile tienen ventajas comparativas con respecto al resto, ya

⁶¹ Página web institucional de Cochilco

⁶² Página web de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

que están ubicados dentro de los yacimientos con mejores perspectivas a nivel mundial, debido a la calidad y cantidad de sus recursos, la mineralogía que tienen y también por la ubicación geográfica en la cual están (zonas poco conflictivas en un país con una legislación que te permite realizar la extracción de cobre sin mayores conflictos debido a que tiene una cultura minera establecida). Además hay centros urbanos cerca, puertos y caminos lo que hace que los yacimientos de cobre chilenos estén a nivel mundial dentro de los mejores.

- Hay tres yacimientos que están en zonas riesgosas: Los Pelambres, Andina y El Teniente, debido a que están en la zona central (mayor población a nivel nacional). Ellos están operando hace tiempo entre la “legalidad”, sin embargo estos yacimientos fueron legales cuando partieron por lo que no se les puede cerrar. El resto de los yacimientos están todos en el norte donde en general la parte ambiental no es gran tema exceptuando el agua. Sin embargo, este tema se está arreglando con el uso del agua de mar ya que ésta es “infinita” por lo que deja de ser una variable significativa para el futuro.
 - Las amenazas en término de expansión vienen de Perú y de África⁶³ fundamentalmente.
 - Son muchas las condiciones que tienen que intervenir para que el potencial se realice. Lo realmente clave en la historia de la minería chilena fue el salto que se dio en materia de estructuración legal. Las cosas andan dentro de determinado país cuando se tiene un marco donde poder invertir. Ese marco sencillamente no existía antes del gobierno militar y fue en este período cuando se diseñó un marco legal – llamado el código minero - que permitió que las compañías mineras extranjeras llegasen acá a invertir posibilitando que los yacimientos se desarrollaran.
 - Actualmente existen problemas de gestión a nivel de país. Se debe ser capaz de gestionar el recurso que se tiene. El potencial minero que tiene Chile es que sigue siendo la principal reserva de cobre del mundo, por lo que debe tener las competencias para soslayar los temas medio ambientales, el trato con las comunidades, con el mundo sindical y con los trabajadores.
2. ¿Cuál es, en su opinión, la estrategia que debieran tomar las empresas dueñas de los yacimientos de cobre chilenos de manera de poder competir globalmente con mayor eficiencia?
- La estrategia a más corto a plazo que tienen que tomar estas empresas es la disminución de los costos. Cada vez los costos en la industria minera se están yendo más arriba debido al auge de los precios de los metales. Esto ha llevado a que los precios de la industria que provee de servicios a las minas también han empezado a subir. Como los precios han estado buenos, se han activado proyectos en todas las partes del mundo de ampliación de capacidades de producción e incluso nuevos proyectos mineros de cobre, lo que ha llevado a

⁶³ África presenta la ley promedio más alta a nivel mundial, con contenido promedio de cobre de 1,72% en el caso de los proyectos de concentrados de cobre y de 1,99% en el caso de los cátodos electro obtenidos.

que toda la industria que provee de maquinarias estén atochadas incrementando el costo de adquisición de insumos. Si bien, cuando el precio del cobre disminuya (debido a sus ciclos temporales), lo más probable es que el precio de los insumos también decaiga, sin embargo lo más complicado son los precios estructurales (sueldos de trabajadores por ejemplo) ya que éstos son muy difíciles de bajar en períodos de recesiones.

- El cobre lo que no ha hecho es invertir en investigaciones para nuevo usos. Se ha confiado mucho de que el cobre es un metal que por ahora no tiene comparación.
 - La definición de ser eficiente es producir más por hombre, como también tener una gestión adecuada que produzca menores costos de producción. Por un lado la estrategia es esa y por el otro está la parte tecnológica (tener la tecnología de punta que te permita maximizar tus recuperaciones).
 - En general la estrategia lógica que hay que perseguir en Chile tiene que ver con la tremenda cantidad de reservas. En Codelco es probablemente donde hay más espacio para ganar en eficiencia. La forma que tiene Codelco para ganar en eficiencia es aumentando su producción, ya que tener más de 70 años de reservas probadas (sin contar la cantidad enorme de recursos que pueden transformarse en reservas) no hace sentido económico si no acelera la producción cuando se tiene la situación de mercado actual (aprovechar las buenas condiciones de mercado).
 - El cómo hacer un uso adecuado del recurso hídrico de manera de vencer a la opinión pública en torno al posible malgasto de algo tan valioso como el agua. Trabajar con las comunidades más de la mano para que entiendan que la industria minera necesita el agua y ver en qué horizonte van a hacer planes de sustitución.
 - Cómo trabajar de mejor manera con los trabajadores y cómo aprovecharlos. La industria minera, con todo lo avanzada que es en este país, es muy atrasada en términos de trabajar con la gente, de formar mejores equipos humanos, de proporcionar adecuados liderazgos y de motivar como se debiera motivar a los trabajadores.
 - Habría que hacer la distinción entre la industria privada y la estatal. Sin embargo, hay estrategias comunes como por ejemplo desarrollar demanda (hay agrupaciones que promueven el uso del cobre), penetrar en mercados con muy bajos consumo per cápita de cobre como por ejemplo India.
3. ¿Cuáles son las métricas tales como indicadores, estándares de calidad y de eficiencia que usted conoce que se manejan en cada yacimiento?
- Hay que separar las variables físicas de los temas de gestión. El mejor indicador de todos es el que tiene que ver con las toneladas por hombre inscrito. La productividad es un excelente indicador de la gestión. Una buena estrategia sería separar las variables físicas, las variables financiero contables y las netas de gestión donde se puede hacer un *benchmarking* directo y corregirlo por ley de cobre y calcular indicadores del tipo toneladas producidas por hombre inscrito al año.

- Se debe buscar el plan minero que maximice el valor presente del yacimiento durante su vida útil, incorporando temas como desarrollo de las personas, restricciones ambientales, de manera que se pueda cumplir con las exigencias que hace el mercado y el sistema regulatorio a lo largo de todo el ciclo de vida del yacimiento y maximizar el valor que sacas de él. La única manera de medir bien eso es mediante una muy buena estimación del valor presente del flujo que se va a generar en el tiempo durante toda la vida útil del yacimiento lo cual permite ver cómo se crea valor en él y a lo cual se le debe anexar indicadores de productividad.
- La productividad medida como el cociente entre el cobre fino equivalente y la cantidad de gente que hay es una manera muy mezquina la cual no te dice mucho. Faltan indicadores de rentabilidad, indicadores del tipo de negocio. A la larga si una persona es accionista de una empresa, le da lo mismo que esta empresa sea una fábrica de tallarines o de cobre, sino lo que le interesa es cuánto dinero - y por cuánto tiempo - renta. Eso como concepción en la industria minera no existe y eso es una gran falencia porque hace que se dediquen a sólo sacar roca, pero no a sacar roca de la manera más eficiente.
- Hoy en día se está midiendo la eficiencia de la empresa primero por rentabilidad, segundo por costos, tercero por la parte de seguridad en el sentido de los accidentes en el trabajo y cuarto por el medio ambiente. Esto último se puede medir con las ISO y las OSHAS o la cantidad de incidentes anuales (derrames de elementos tóxicos por ejemplo).
- Las métricas principales son la ley del mineral, los contaminantes y la profundidad. Esta última determina el método de explotación del yacimiento como también lo determina el tipo geológico del yacimiento, es decir cómo se formó. Si se formó como un cobre disseminado o como pórfidos cupríferos. Esa es otra de las ventajas comparativas que tienen los yacimientos de Chile ya que en general los yacimientos chilenos son pórfidos cupríferos lo que significa que el cobre está distribuido en una masa y por lo tanto puedes explotarlos en forma masiva (con menor costo).

4. ¿Qué relación poseen las variables mineras, tecnológicas y de gestión entre sí?

- Si se divide la cadena de valor de la minería en todo lo que es el desarrollo de la base minera y por otro lado la extracción, el procesamiento y las ventas, en donde se tiene el 70% del valor agregado es en la etapa de generar la base minera y de utilizar el plan minero. El resto son procesos industriales en donde la extracción renta un 10% como también lo hace el procesamiento y las ventas. En donde se hace la gran diferencia entre las empresas mineras es en su base minera (recursos que dispone para poder desarrollar su negocio). Si no se tienen reservas de minería, no se tiene negocio y por lo tanto lo más importante es tener un buen modelo de reserva y un buen modelo geológico que apunte a maximizar el valor presente. Lo más importante en extracción es generar una cierta cantidad de unidades día a mínimo costo. Cuando se está en la planta lo que interesa es garantizar una continuidad al máximo de eficiencia. Cuando se está en el mercado lo que interesa es garantizar el

premio respecto del precio de mercado. Ahora todos estos indicadores se relacionan entre si y generan en definitiva el VAN del negocio.

- Hay una relación directa en la estrategia que tú defines para el aprovechamiento de la misma materia prima (se pueden tener distintos financiamientos o distintas aversiones al riesgo y llegar a resultados distintos).
- Si se tienen variables mineras positivas y no se tienen las tecnologías para explotarlo, no se saca nada. Existen yacimientos en Chile, como por ejemplo Mansa Mina, que tienen mucho arsénico y que para explotarlos hay tecnología, pero para tratar el mineral hasta la actualidad no habían tecnologías apropiadas. Hoy en día ya hay, pero estuvo por muchos años el yacimiento de esa forma. Antiguamente para el sector minero la única lógica era producir y por eso habían metas en Chile de producción de cobre. Hoy en día todo eso, la mina y la tecnología, no tiene ningún valor si no se hace una buena gestión. Cuando se hace un plan minero y se diseña de dónde se saca el mineral día a día, antiguamente se colocaba la ley y el porcentaje de recuperación que tenían las plantas, y en base a eso se sacaba el resultado. Hoy se agrega el elemento de gestión, ya que no se obtiene nada al sacar y recuperar el mineral si no se tiene un buen elemento de gestión que permita hacer que ese pedazo de cobre sea rentable y obtenga un buen producto final.

5. ¿Cuáles son las variables consideradas al momento de generar un plan de contingencia para detener el aumento de los costos de la minería en Chile?

- La productividad, la mano de obra y el ausentismo. El ausentismo en Codelco es sobre el 6% lo que significa que de una dotación de 18000 personas el 6% no va a trabajar (cerca de 1080 trabajadores) por lo que las debes tener reemplazadas. La accidentabilidad es otro factor. Además hay que considerar otro ítem: se trabajan en tres turnos de 8 horas diarias donde el trabajo efectivo es de 4 horas en los yacimientos de Codelco por lo que se debe cubrir ese tiempo. Va a sobresalir aquella empresa que saque la mayor utilización posible de sus activos.
- Lo primero que se hace es reducir la cantidad de gente, lo que no es un buen ejemplo de gestión en la minería. Lo otro que se visualiza son los tipos de contratos que existen (cuán ventajosos o no son para la compañía).
- Lo principal es postergar todas las actividades que no tengan directamente relación con producir una libra de cobre (gastos de exploración por ejemplo). Hoy día la estrategia, tal vez tecnológicamente, es buscar procesos – en el caso chileno - que permitan tener una mayor recirculación de agua. Buscar una fórmula de que el agua que se está usando se pueda reciclar. Usar maquinarias que tengan una alta eficiencia energética para bajar los consumos energéticos.
- Cuando el precio del cobre está alto, el costo pasa a segundo término porque lo que pasa a primer término es la producción. Cuando hay estrechez de caja se tienen que empezar a “apretar” y son muy eficiente en la administración del costo.
- Hay que separar los costos estructurales y los costos que son producto del alza de los metales que van a caer en algún momento. Hay que trabajar muy

fuertemente en los costos estructurales porque esos costos van a ser muy difícil bajarlos.

- Hay ciertos costos de tipo estructural que son difíciles de modificar. Lo normal es que se saquen primero las leyes más altas con lo cual casi por definición el costo es creciente en el tiempo. Para mantener un mismo nivel de producción a menor ley se va a tener que mover más material lo que incide en el aumento de los costos. Esa tendencia sólo se puede rescatar con mayor productividad y cambio tecnológico, aumentando la producción. El costo de mano de obra en la minería chilena (denominado dentro de la categoría "costo estructural"), representan alrededor del 20% del costo total. Si se quiere enfrentar el costo de mano de obra, lo que se tiene que hacer es crecer porque en general las remuneraciones tienden a ser costo fijo. La única manera de resolver el tema en el tiempo es haciendo un plan de expansión de producción, y durante ese período ir generando recambios en prácticas de trabajo para ir cambiando trabajadores antiguos por nuevos que permitan mejorar la productividad.

6. ¿De qué manera afecta el modelo de gestión de una empresa en el resultado operacional de un yacimiento?

- Afecta directamente. Se puede tener un excelente yacimiento, una excelente tecnología, pero si manejan un modelo de gestión que es ineficiente se pierde todo lo que es en eficiencia de producción y tecnología las que pueden aportar en las utilidades finales.
- Los estilos de gestión sí influyen. Por ejemplo Salvador fue siempre pobre y era la única división de Codelco que tenía altos costos y que perdía plata. Eso hace que la gente que trabaja allí se una, luche y hagan cosas distintas ya que era una manera de sobrevivir para poder mantenerse.
- Una mala gestión puede significar una debacle. Si en un plan minero no se tiene la preocupación, se arriesga a que en dos o tres años más no se tenga mina. Por ejemplo se pueden aprovechar indiscriminadamente zonas de gran enriquecimiento en períodos de precios altos y para cuando los precios estén bajos, obligadamente se van a tener que explotar zonas más pobres por lo que para mantener la unidad productiva se van a tener que incurrir en mayores costos.
- Si el modelo de gestión es limitar costos se va a tener un determinado resultado y si el modelo de gestión es maximizar valor, el resultado va a ser otro.

7. ¿Cree Ud. que la externalización de servicios puede mejorar la eficacia en la minería?

- Se externaliza mientras salga más barato y sea más eficiente.
- Hay que entender la externalización no como una forma de que los trabajadores ganen menos por ser contratistas. Se supone que si se externaliza un servicio, ese trabajador va a estar preocupado de ser rentable en su negocio y si él hace bien su negocio, en definitiva, a la empresa minera le va a significar un menor costo.

- El tema de la externalización se ha llevado muy mal corroborando el tema de que la gestión no es una cosa que se haga bien en la minería chilena. No puede ser que exista un sólo parámetro de decisión para la utilización de externos en la minería: el costo. Cuando se tiene solamente eso y no se examina además las capacidades de los contratistas, se tiene un análisis cojo.
- Hay una serie de procesos en los cuales uno no tiene por qué ser experto. Si el 70% del valor de un yacimiento se tiene en el desarrollo minero, no se tiene por qué ser bueno administrando camiones o manejando una planta concentradora. Lo que las empresas tratan de hacer es que en cada etapa de la cadena de valor deciden si es una competencia propia o si pueden considerar al mercado para que les haga la tarea en condiciones más eficientes para conseguir mayores ganancias. De esta manera ganan los dueños del yacimiento (ya que alguien les está haciendo el trabajo) y gana la empresa contratista ya que está generando valor a su negocio.
- La externalización no es un mecanismo de abaratar costos, sino que es un mecanismo de tener permanentemente la tecnología de punta, la excelencia en distintas áreas en donde la empresa no se desarrolla, debido a la constante competencia en que deben estar inmiscuidas las empresas externas prestadoras de servicios.

8. ¿Cree Ud. que existe una cultura organizacional de la minería? ¿Es similar en todas las compañías mineras? ¿Cuál cree que sería su impacto en el desempeño?

- A principio de los ochenta hubo una gran crisis y se produce una modernización enorme en la minería mundial, especialmente en Estados Unidos, en donde se cierran las grandes minas ya que casi todas perdían dinero. Ese proceso no ocurre en Chile ya que en Codelco había tan buenas leyes que la crisis no afectó. Pero a principios de los noventa quedó en evidencia que Codelco había perdido mucha competitividad en comparación con las empresas extranjeras que se habían situado en el país, forzando así la reacción de Codelco. Debido a esto, entre 1994 y 1999 la empresa estatal de cobre reduce la dotación en 10.000 personas y se logran bajar los costos en alrededor de 20 centavos.
- Hay algunos rasgos que son comunes o que han sido comunes tradicionalmente en la estructura organizacional de la minería, pero hoy en día no hay una homologación o una estructura organizacional común. Cada empresa debería darse su estructura organizacional que mejor le acomode para su operación, para su organización y finalmente para sus dueños. Hay empresas que funcionan muy bien en forma plana y otras que funcionan muy bien en forma piramidal.
- Hay una cultura, lamentablemente, llena de paradigmas y todos los paradigmas se han traspasado uno a otro. Chile es un país pequeño en donde el mercado es muy reducido y por lo tanto los ejecutivos son los mismos que andan dando vuelta de un lado para otro. Está todo traspasado.
- Es una cultura al revés, es una contra cultura. Claro que existe y tiene rasgos muy marcados, pero no es una cultura que esté jugando a favor de una mejor

gestión. Las compañías mineras todas se gestionan de una manera similar: se respeta lo tecnológico, se acentúa lo exclusivamente técnico, se descuida a la gente con sus capacidades y se descuida la relación con las comunidades.

- Hay una cultura y dentro de esa cultura se pueden encontrar sub culturas. La gran minería tiene una cultura diferente que la mediana y la pequeña. La pequeña es otro subgrupo y es un grupo importante de personas que trabaja en esa área. Ahí no rigen los costos, no rigen las seguridades, tienen otros estándares con los cuales se mide.
- En minería no funciona una organización del tipo matricial ya que las personas están acostumbradas a una estructura vertical donde funciona el sistema. Los analistas matriciales que lo han experimentado tanto en empresas públicas como privadas han fracasado. Es un problema cultural ya que en otras partes funciona en cualquier tipo de empresas.

9. ¿Cuáles son aquellas variables externas que un yacimiento no puede controlar y que afectan de todas maneras en la productividad? ¿Y las internas que el yacimiento estaría en condiciones de controlar?

- Dentro de las externas está todo lo relacionado con el marco legal. Todo lo que está ocurriendo con la legislación laboral en este país de manera tal que en la actualidad resulta más difícil trabajar. Además está todo el marco regulatorio ambientalista que tampoco controla. Está toda la percepción de la comunidad respecto de lo que cada industria hace y en este caso específico de la industria minera. El avance tecnológico es una variable que el yacimiento estaría en condiciones de controlar. La minería va a tener que experimentar un vuelco en materia del diseño de procesos que probablemente ya estén en la escala de planta piloto para no seguir consumiendo agua de la manera en que ahora consumen. Otra cosa que el yacimiento estaría en condiciones de controlar es la relación con la gente. Más información, mejor información, mejor aprovechamiento de las ideas de la gente, más trabajo con la gente y no distante de ella.
- Las variables externas son variables como el gas y el agua, que son exógenas para las empresas ya que no tienen cómo controlarlas salvo el consumir menos esos recursos. Dentro del manejo interno la parte tecnológica es un aspecto súper importante y las relaciones laborales de su gente como son sus trabajadores.
- Las variables internas tienen que ver con la calidad de los yacimientos y con las variables técnicas como la capacidad de la gestión para lograr productividad tanto en el capital como operacionalmente. Cuando se habla de productividad se piensa en los trabajadores, pero la minería es un negocio muy intensivo en capital por lo que la productividad del capital es muy importante.
- En la industria del cobre la variable más importante que no se puede controlar es el precio del cobre. Siendo un commodity no lo puede controlar ni debe controlarlo (ni nunca ha podido). Las otras variables externas importantes son los precios de insumos. Principalmente el precio de la energía es una variable que no está controlando y a futuro puede ser bastante complicada. Dentro de las variables internas que está en condiciones de controlar es la producción.

Los costos tienen que controlarlo ya que en cualquier industria si no puedes controlar los costos, colapsa tu sistema, entonces es una variable interna que puede controlar y tiene que hacerlo.

10. ¿A su parecer, cuál es el yacimiento de cobre mejor evaluado en Chile y cuál es el peor?

- El yacimiento que está mejor en Chile es Escondida. Es el que ha obtenido las mejores utilidades dentro del país como yacimiento. Chuquicamata está demasiado viejo, está demasiado profundo, tiene demasiados problemas. Radomiro Tomic es un buen yacimiento y está muy bien evaluado, pero es mucho más chico que Escondida. Dentro de la Gran Minería el que hoy en día está más complicado es El Salvador que ya va en su etapa de cierre.
- Dentro de los buenos está Pelambres en materia global: producción, costos, manejo, gestión, seguridad. Fíjate en la cantidad de *outsourcing* que tienen ellos, la cantidad de subcontratistas. Pero los contratistas viven en un hotel de las mismas características en que viven los trabajadores propios, comen las mismas comidas que comen los locales y entonces ahí hablamos de la eficiencia.
- El mejor sería Pelambres o Escondida. El peor podría ser Chuquicamata o podría ser algún otro de Codelco⁶⁴. Pero pienso que está Chuquicamata por debajo del resto, un poquito por arriba debe estar Teniente y bastante más arriba debe estar Andina. Andina da la idea de ser, mirado desde afuera, una compañía mejor gestionada. Las compañías privadas – si uno examina las cifras de costos – están todas mejor que cualquiera de las de Codelco.
- La Escondida es el mejor evaluado por la comunidad. Ha hecho una campaña súper buena de meterse dentro de las comunidades de Antofagasta. El más rentable es Los Pelambres porque es un yacimiento de baja ley, en el cual invirtieron poca plata, al que no le incluyeron mucha tecnología y se han enriquecido de una manera fenomenal. El peor es Salvador ya que debería haber cerrado hace años por sus márgenes negativos.

⁶⁴ Sin incluir a El Salvador ya que es marginal y es sólo por temas políticos que está aun funcionando.

8.1.10 Anexo J: Matriz de Correlaciones

Correlations (Concentrado.sta)																			
Marked correlations are significant at $p < .05000$																			
N=123 (Casewise deletion of missing data)																			
Variable	ProdCu	ProdMo	LeyCu	LeyMo	PrecCu	Recup	Trabaj	Antigu	Product	CashFlow	Invers	CashCost	CostConc	CostFina	PrecPow	PrecFuel	TC	Rajo	Subte
ProdCu	1.00	0.36	0.35	0.25	0.03	-0.09	0.68	-0.01	0.43	0.65	0.44	-0.48	-0.53	-0.53	-0.03	0.04	0.06	0.22	-0.45
ProdMo	0.36	1.00	-0.29	0.83	0.06	-0.02	0.45	0.42	0.30	0.45	0.01	-0.66	-0.15	-0.48	-0.20	0.07	0.08	0.13	-0.23
LeyCu	0.35	-0.29	1.00	-0.41	-0.15	0.14	-0.07	-0.38	-0.10	0.07	0.30	0.02	-0.40	-0.21	0.38	-0.23	-0.26	-0.23	-0.11
LeyMo	0.25	0.83	-0.41	1.00	-0.06	-0.15	0.47	0.41	0.23	0.22	0.07	-0.52	-0.13	-0.26	-0.31	-0.07	-0.03	0.17	-0.05
PrecCu	0.03	0.06	-0.15	-0.06	1.00	0.02	0.04	-0.02	-0.02	0.49	-0.06	0.05	0.50	0.14	0.20	0.86	-0.08	-0.08	0.03
Recup	-0.09	-0.02	0.14	-0.15	0.02	1.00	-0.20	-0.46	0.18	-0.07	-0.07	-0.00	-0.12	-0.17	0.17	0.02	0.03	-0.26	-0.16
Trabaj	0.68	0.45	-0.07	0.47	0.04	-0.20	1.00	0.41	0.03	0.38	0.39	-0.40	-0.27	-0.30	-0.19	0.07	0.12	-0.11	-0.01
Antigu	-0.01	0.42	-0.38	0.41	-0.02	-0.46	0.41	1.00	-0.27	0.01	-0.10	-0.05	0.20	0.16	-0.18	0.03	0.02	-0.01	0.29
Product	0.43	0.30	-0.10	0.23	-0.02	0.18	0.03	-0.27	1.00	0.36	0.14	-0.51	-0.52	-0.54	-0.33	0.02	0.11	0.50	-0.66
CashFlow	0.65	0.45	0.07	0.22	0.49	-0.07	0.38	0.01	0.36	1.00	-0.01	-0.57	-0.15	-0.50	0.05	0.45	0.04	0.15	-0.31
Invers	0.44	0.01	0.30	0.07	-0.06	-0.07	0.39	-0.10	0.14	-0.01	1.00	-0.22	-0.34	-0.27	-0.05	-0.05	0.07	0.07	-0.20
CashCost	-0.48	-0.66	0.02	-0.52	0.05	-0.00	-0.40	-0.05	-0.51	-0.57	-0.22	1.00	0.54	0.86	0.36	-0.02	-0.26	-0.20	0.36
CostConc	-0.53	-0.15	-0.40	-0.13	0.50	-0.12	-0.27	0.20	-0.52	-0.15	-0.34	0.54	1.00	0.72	0.30	0.43	-0.13	-0.17	0.43
CostFina	-0.53	-0.48	-0.21	-0.26	0.14	-0.17	-0.30	0.16	-0.54	-0.50	-0.27	0.86	0.72	1.00	0.25	0.11	-0.27	-0.11	0.47
PrecPow	-0.03	-0.20	0.38	-0.31	0.20	0.17	-0.19	-0.18	-0.33	0.05	-0.05	0.36	0.30	0.25	1.00	0.02	-0.47	-0.11	-0.03
PrecFuel	0.04	0.07	-0.23	-0.07	0.86	0.02	0.07	0.03	0.02	0.45	-0.05	-0.02	0.43	0.11	0.02	1.00	0.28	-0.03	0.03
TC	0.06	0.08	-0.26	-0.03	-0.08	0.03	0.12	0.02	0.11	0.04	0.07	-0.26	-0.13	-0.27	-0.47	0.28	1.00	0.04	-0.06
Rajo	0.22	0.13	-0.23	0.17	-0.08	-0.26	-0.11	-0.01	0.50	0.15	0.07	-0.20	-0.17	-0.11	-0.11	-0.03	0.04	1.00	-0.57
Subte	-0.45	-0.23	-0.11	-0.05	0.03	-0.16	-0.01	0.29	-0.66	-0.31	-0.20	0.36	0.43	0.47	-0.03	0.03	-0.06	-0.57	1.00

Correlations (SxEw.sta)																				
Marked correlations are significant at $p < .05000$																				
N=65 (Casewise deletion of missing data)																				
Variable	ProdCu	GradeCu	DumpLeach	MinTotal	PrecCu	Recup	Trabaj	Antigu	Product	CashCost	CostFinal	PrecFuel	PrecPow	PrecAcid	TC	CashFlow	Inver	Rajo	Subte	CostCato
ProdCu	1.00	-0.36	0.79	0.93	0.04	0.12	0.95	-0.21	0.53	-0.37	-0.13	0.09	-0.38	-0.18	0.14	0.73	0.29	0.1	-0.1	-0.26
GradeCu	-0.36	1.00	-0.59	-0.39	-0.23	-0.19	-0.30	0.07	-0.25	0.00	-0.05	-0.28	0.28	0.23	0.00	-0.32	-0.24	-0.2	0.2	0.06
DumpLeach	0.79	-0.59	1.00	0.81	0.25	0.00	0.79	-0.15	0.26	-0.11	0.05	0.30	-0.25	-0.13	-0.01	0.64	0.50	0.1	-0.1	-0.04
MinTotal	0.93	-0.39	0.81	1.00	0.13	0.10	0.94	-0.16	0.31	-0.29	-0.12	0.21	-0.44	-0.22	0.07	0.75	0.34	0.2	-0.2	-0.20
PrecCu	0.04	-0.23	0.25	0.13	1.00	-0.14	0.14	0.10	-0.18	0.77	0.64	0.92	0.21	0.57	-0.62	0.55	0.09	-0.2	0.2	0.54
Recup	0.12	-0.19	0.00	0.10	-0.14	1.00	0.03	0.22	0.16	-0.25	-0.18	-0.17	-0.16	-0.31	0.19	0.02	-0.23	0.3	-0.3	-0.33
Trabaj	0.95	-0.30	0.79	0.94	0.14	0.03	1.00	-0.16	0.26	-0.23	-0.02	0.19	-0.34	-0.09	0.08	0.78	0.28	0.1	-0.1	-0.15
Antigu	-0.21	0.07	-0.15	-0.16	0.10	0.22	-0.16	1.00	-0.22	0.34	0.01	0.01	0.27	-0.10	-0.04	-0.12	-0.07	0.1	-0.1	0.34
Product	0.53	-0.25	0.26	0.31	-0.18	0.16	0.26	-0.22	1.00	-0.38	-0.21	-0.16	-0.23	-0.14	0.17	0.23	0.12	0.2	-0.2	-0.27
CashCost	-0.37	0.00	-0.11	-0.29	0.77	-0.25	-0.23	0.34	-0.38	1.00	0.77	0.71	0.43	0.55	-0.61	0.11	-0.03	-0.3	0.3	0.80
CostFinal	-0.13	-0.05	0.05	-0.12	0.64	-0.18	-0.02	0.01	-0.21	0.77	1.00	0.52	0.38	0.54	-0.57	0.27	-0.02	-0.2	0.2	0.59
PrecFuel	0.09	-0.28	0.30	0.21	0.92	-0.17	0.19	0.01	-0.16	0.71	0.52	1.00	0.06	0.52	-0.53	0.52	0.13	-0.2	0.2	0.50
PrecPow	-0.38	0.28	-0.25	-0.44	0.21	-0.16	-0.34	0.27	-0.23	0.43	0.38	0.06	1.00	0.39	-0.29	-0.21	-0.09	-0.1	0.1	0.34
PrecAcid	-0.18	0.23	-0.13	-0.22	0.57	-0.31	-0.09	-0.10	-0.14	0.55	0.54	0.52	0.39	1.00	-0.43	0.22	-0.07	-0.1	0.1	0.35
TC	0.14	0.00	-0.01	0.07	-0.62	0.19	0.08	-0.04	0.17	-0.61	-0.57	-0.53	-0.29	-0.43	1.00	-0.18	-0.13	0.3	-0.3	-0.35
CashFlow	0.73	-0.32	0.64	0.75	0.55	0.02	0.78	-0.12	0.23	0.11	0.27	0.52	-0.21	0.22	-0.18	1.00	0.05	0.1	-0.1	0.13
Inver	0.29	-0.24	0.50	0.34	0.09	-0.23	0.28	-0.07	0.12	-0.03	-0.02	0.13	-0.09	-0.07	-0.13	0.05	1.00	0.1	-0.1	0.02
Rajo	0.14	-0.16	0.10	0.16	-0.18	0.28	0.14	0.10	0.16	-0.31	-0.20	-0.22	-0.07	-0.13	0.27	0.07	0.08	1.0	-1.0	-0.27
Subte	-0.14	0.16	-0.10	-0.16	0.18	-0.28	-0.14	-0.10	-0.16	0.31	0.20	0.22	0.07	0.13	-0.27	-0.07	-0.08	-1.0	1.0	0.27
CostCato	-0.26	0.06	-0.04	-0.20	0.54	-0.33	-0.15	0.34	-0.27	0.80	0.59	0.50	0.34	0.35	-0.35	0.13	0.02	-0.3	0.3	1.00

8.1.11 Anexo K: Forma de variables para las regresiones

Caso Concentrado

Variable Dependiente: Productividad

1- Producción de Cobre

Multiple Regression Results

Dependent: **Product** Multiple R = .48638233 F = 44.62185

R²= .23656777 df = 1,144

No. of cases: 146 adjusted R²= .23126616 p = .000000

Standard error of estimate: 2.828480163

Intercept: 3.499665052 Std.Error: .3203763 t(144) = 10.924 p = 0.0000

ProdCu beta=.486

Multiple Regression Results

Dependent: Product Multiple R = .65545442 F = 108.4635
R²= .42962050 df = 1,144
No. of cases: 146 adjusted R²= .42565953 p = 0.000000
Standard error of estimate: 2.444836639
Intercept: -.928695110 Std.Error: .6006123 t(144) = -1.546 p = .1242

LnProdCu beta= .655

Por lo tanto se escoge el logaritmo de la Producción de Cobre.

2- Producción de Molibdeno

Multiple Regression Results

Dependent: Product Multiple R = .34450563 F = 19.12271
R²= .11868413 df = 1,142
No. of cases: 144 adjusted R²= .11247768 p = .000024
Standard error of estimate: 3.009320456
Intercept: 4.450129308 Std.Error: .2836448 t(142) = 15.689 p = 0.0000

ProdMo beta= .345

Multiple Regression Results

Dependent: Product Multiple R = .39062167 F = 25.92860
R²= .15258529 df = 1,144
No. of cases: 146 adjusted R²= .14670046 p = .000001
Standard error of estimate: 2.979997452
Intercept: 4.169151083 Std.Error: .2915388 t(144) = 14.300 p = 0.0000

LnProdMo beta= .391

Por lo tanto se escoge el logaritmo de la Producción de Molibdeno

3- Ley de Cobre

Multiple Regression Results

Dependent: Product Multiple R = .18167088 F = 4.914831
R²= .03300431 df = 1,144
No. of cases: 146 adjusted R²= .02628906 p = .028195
Standard error of estimate: 3.183319004
Intercept: 3.525349874 Std.Error: .6990355 t(144) = 5.0432 p = .0000

LeyCu beta= .182

Multiple Regression Results

Dependent: Product Multiple R = .04627625 F = .3090366
R²= .00214149 df = 1,144
No. of cases: 146 adjusted R²= -.00478808 p = .579135
Standard error of estimate: 3.233719719
Intercept: 5.042551776 Std.Error: .3053702 t(144) = 16.513 p = 0.0000

LnLeyCu beta= -.05

Por lo tanto se escoge la Ley de Cobre en su forma normal.

4- Precio del Cobre

Multiple Regression Results

Dependent: **Product** Multiple R = .16003094 F = 3.784753
R²= .02560990 df = 1,144
No. of cases: 146 adjusted R²= .01884330 p = .053669
Standard error of estimate: 3.195466904
Intercept: 3.756152733 Std.Error: .6733224 t(144) = 5.5785 p = .0000

PrecCu beta=.160

Multiple Regression Results

Dependent: **Product** Multiple R = .31575169 F = 15.94653
R²= .09969913 df = 1,144
No. of cases: 146 adjusted R²= .09344704 p = .000103
Standard error of estimate: 3.071579267
Intercept: .660720348 Std.Error: 1.106418 t(144) = .59717 p = .5513

LnPrecCu beta=.316

Por lo tanto se elige el logaritmo del Precio del Cobre.

5- Recuperación

Multiple Regression Results

Dependent: **Product** Multiple R = .41130955 F = 29.32181
R²= .16917555 df = 1,144
No. of cases: 146 adjusted R²= .16340593 p = .000000
Standard error of estimate: 2.950682817
Intercept: -.105598831 Std.Error: .9669724 t(144) = -.1092 p = .9132

Recup beta=.411

Multiple Regression Results

Dependent: **Product** Multiple R = .40050090 F = 27.51044
R²= .16040097 df = 1,144
No. of cases: 146 adjusted R²= .15457042 p = .000001
Standard error of estimate: 2.966223396
Intercept: -.058114867 Std.Error: .9878749 t(144) = -.0588 p = .9532

LnRecup beta=.401

Por lo tanto se escoge la forma normal de la Recuperación.

6- Trabajadores

Multiple Regression Results

Dependent: **Product** Multiple R = .15419437 F = 3.507115
R²= .02377590 df = 1,144
No. of cases: 146 adjusted R²= .01699657 p = .063133
Standard error of estimate: 3.198472746
Intercept: 4.398707409 Std.Error: .4001960 t(144) = 10.991 p = 0.0000

Trabaj beta=.154

Multiple Regression Results

Dependent: **Product** Multiple R = .44492511 F = 35.54180
R²= .19795835 df = 1,144

No. of cases: 146 adjusted R²= .19238862 p = .000000
Standard error of estimate: 2.899121071
Intercept: -.074910505 Std.Error: .8780931 t(144) = -.0853 p = .9321

LnTrabaj beta= .445

Por lo tanto se escoge el logaritmo de los Trabajadores.

7- Antigüedad

Multiple Regression Results

Dependent: Product Multiple R = .25206624 F = 9.159520
R²= .06353739 df = 1,135
No. of cases: 137 adjusted R²= .05660063 p = .002964
Standard error of estimate: 2.971609966
Intercept: 6.169382545 Std.Error: .3866785 t(135) = 15.955 p = 0.0000

Antigu beta= -.25

Multiple Regression Results

Dependent: Product Multiple R = .06127455 F = .5426957
R²= .00375457 df = 1,144
No. of cases: 146 adjusted R²= -.00316380 p = .462516
Standard error of estimate: 3.231104943
Intercept: 5.357245516 Std.Error: .6009324 t(144) = 8.9149 p = .0000

LnAntigu beta= -.06

Por lo tanto se escoge la forma normal de la Antigüedad.

8- Cash Flow

Multiple Regression Results

Dependent: Product Multiple R = .39750093 F = 27.02280
R²= .15800699 df = 1,144
No. of cases: 146 adjusted R²= .15215982 p = .000001
Standard error of estimate: 2.970449243
Intercept: 4.401834665 Std.Error: .2683234 t(144) = 16.405 p = 0.0000

CashFlow beta= .398

Multiple Regression Results

Dependent: Product Multiple R = .56286289 F = 66.77734
R²= .31681463 df = 1,144
No. of cases: 146 adjusted R²= .31207029 p = .000000
Standard error of estimate: 2.675698477
Intercept: 2.546509181 Std.Error: .3692203 t(144) = 6.8970 p = .0000

LnCashFlow beta= .563

Por lo tanto se escoge la forma logarítmica del Cash Flow.

9- Inversión

Multiple Regression Results

Dependent: Product Multiple R = .14354817 F = 3.029705

R²= .02060608 df = 1,144
No. of cases: 146 adjusted R²= .01380473 p = .083889
Standard error of estimate: 3.203661301
Intercept: 4.672485212 Std.Error: .3126240 t(144) = 14.946 p = 0.0000

Invers beta=.144

Multiple Regression Results

Dependent: Product Multiple R = .37935824 F = 24.20714
R²= .14391267 df = 1,144
No. of cases: 146 adjusted R²= .13796762 p = .000002
Standard error of estimate: 2.995207580
Intercept: 2.774962494 Std.Error: .5087451 t(144) = 5.4545 p = .0000

LnInvers beta=-.379

Por lo tanto se escoge la forma logarítmica de la Inversión.

10- Precio Energía

Multiple Regression Results

Dependent: Product Multiple R = .11059802 F = 1.783209
R²= .01223192 df = 1,144
No. of cases: 146 adjusted R²= .00537242 p = .183863
Standard error of estimate: 3.217328353
Intercept: 3.895314980 Std.Error: .8411497 t(144) = 4.6309 p = .0000

PrecPow beta=.111

Multiple Regression Results

Dependent: Product Multiple R = .16245649 F = 3.903485
R²= .02639211 df = 1,144
No. of cases: 146 adjusted R²= .01963094 p = .050097
Standard error of estimate: 3.194184037
Intercept: 3.213227481 Std.Error: .9231791 t(144) = 3.4806 p = .0007

LnPrecPow beta=.162

Por lo tanto se escoge el logaritmo del Precio Energía.

11- Precio Fuel

Multiple Regression Results

Dependent: Product Multiple R = .21788178 F = 7.176733
R²= .04747247 df = 1,144
No. of cases: 146 adjusted R²= .04085770 p = .008245
Standard error of estimate: 3.159414889
Intercept: 3.492751073 Std.Error: .6071797 t(144) = 5.7524 p = .0000

PrecFuel beta=.218

Multiple Regression Results

Dependent: Product Multiple R = .37127510 F = 23.02337
R²= .13784520 df = 1,144
No. of cases: 146 adjusted R²= .13185802 p = .000004
Standard error of estimate: 3.005803024
Intercept: .669391194 Std.Error: .9283170 t(144) = .72108 p = .4720

LnPrecFuel beta=-.371

Por lo tanto se escoge el logaritmo del Precio Fuel.

12- Tipo de Cambio

Multiple Regression Results

Dependent: **Product** Multiple R = .26708041 F = 9.985434
R²= .07133194 df = 1,130
No. of cases: 132 adjusted R²= .06418834 p = .001963
Standard error of estimate: 3.145589692
Intercept: 1.490938553 Std.Error: 1.127301 t(130) = 1.3226 p = .1883

TC beta=-.267

Multiple Regression Results

Dependent: **Product** Multiple R = .12497663 F = 2.284846
R²= .01561916 df = 1,144
No. of cases: 146 adjusted R²= .00878318 p = .132835
Standard error of estimate: 3.211807214
Intercept: 3.892853196 Std.Error: .7548612 t(144) = 5.1570 p = .0000

LnTC beta=.125

Por lo tanto se escoge la forma normal del Tipo de Cambio.

Variable Dependiente: Costo a Concentrado

1- Producción de Cobre

Multiple Regression Results

Dependent: **CostConc** Multiple R = .22404243 F = 7.768612
R²= .05019501 df = 1,147
No. of cases: 149 adjusted R²= .04373375 p = .006019
Standard error of estimate:19.164807021
Intercept: 43.672767487 Std.Error: 2.130153 t(147) = 20.502 p = 0.0000

ProdCu beta=-.22

Multiple Regression Results

Dependent: **CostConc** Multiple R = .16289832 F = 4.007104
R²= .02653586 df = 1,147
No. of cases: 149 adjusted R²= .01991366 p = .047149
Standard error of estimate:19.402031476
Intercept: 31.477506089 Std.Error: 4.385879 t(147) = 7.1770 p = .0000

LnProdCu beta=.163

Por lo tanto se escoge la forma normal de la Producción de Cobre.

2- Producción de Molibdeno

Multiple Regression Results

Dependent: **CostConc** Multiple R = .04631272 F = .3116744
R²= .00214487 df = 1,145

No. of cases: 147 adjusted R²= -.00473689 p = .577516
Standard error of estimate:19.215867261
Intercept: 40.661318620 Std.Error: 1.787536 t(145) = 22.747 p = 0.0000

ProdMo beta=-.05

Multiple Regression Results

Dependent: CostConc Multiple R = .04990028 F = .3669493
R²= .00249004 df = 1,147
No. of cases: 149 adjusted R²= -.00429574 p = .545606
Standard error of estimate:19.640197361
Intercept: 40.265986333 Std.Error: 1.894433 t(147) = 21.255 p = 0.0000

LnProdMo beta=-.05

Por lo tanto se escoge la forma logarítmica de la Producción de Molibdeno.

3- Ley de Cobre

Multiple Regression Results

Dependent: CostConc Multiple R = .15891336 F = 3.808434
R²= .02525346 df = 1,147
No. of cases: 149 adjusted R²= .01862253 p = .052896
Standard error of estimate:19.414807056
Intercept: 32.529985646 Std.Error: 3.984861 t(147) = 8.1634 p = .0000

LeyCu beta=.159

Multiple Regression Results

Dependent: CostConc Multiple R = .26851835 F = 11.42260
R²= .07210210 df = 1,147
No. of cases: 149 adjusted R²= .06578987 p = .000929
Standard error of estimate:18.942501127
Intercept: 42.504521351 Std.Error: 1.765341 t(147) = 24.077 p = 0.0000

LnLeyCu beta=-.27

Por lo tanto se escoge la forma logarítmica de la Ley de Cobre.

4- Precio del Cobre

Multiple Regression Results

Dependent: CostConc Multiple R = .62671747 F = 95.08481
R²= .39277478 df = 1,147
No. of cases: 149 adjusted R²= .38864400 p = .000000
Standard error of estimate:15.323646566
Intercept: 10.773467709 Std.Error: 3.217409 t(147) = 3.3485 p = .0010

PrecCu beta=.627

Multiple Regression Results

Dependent: CostConc Multiple R = .56920193 F = 70.45267
R²= .32399084 df = 1,147
No. of cases: 149 adjusted R²= .31939213 p = .000000
Standard error of estimate:16.168268708
Intercept: -7.929159173 Std.Error: 5.822381 t(147) = -1.362 p = .1753

LnPrecCu beta=.569

Por lo tanto se escoge la forma normal del Precio del Cobre.

5- Recuperación

Multiple Regression Results

Dependent: CostConc Multiple R = .57670988 F = 73.25583
R²= .33259429 df = 1,147
No. of cases: 149 adjusted R²= .32805411 p = .000000
Standard error of estimate:16.065053892
Intercept: 2.126479223 Std.Error: 4.578547 t(147) = .46444 p = .6430

Recup beta=-.577

Multiple Regression Results

Dependent: CostConc Multiple R = .59654657 F = 81.21403
R²= .35586781 df = 1,147
No. of cases: 149 adjusted R²= .35148596 p = .000000
Standard error of estimate:15.782461115
Intercept: .318234335 Std.Error: 4.553010 t(147) = .06990 p = .9444

LnRecup beta=.597

Por lo tanto se elige la forma logarítmica de la recuperación.

6- Trabajadores

Multiple Regression Results

Dependent: CostConc Multiple R = .02640179 F = .1025385
R²= .00069705 df = 1,147
No. of cases: 149 adjusted R²= -.00610092 p = .749259
Standard error of estimate:19.657840665
Intercept: 39.088754870 Std.Error: 2.403807 t(147) = 16.261 p = 0.0000

Trabaj beta=.026

Multiple Regression Results

Dependent: CostConc Multiple R = .46781631 F = 41.18459
R²= .21885210 df = 1,147
No. of cases: 149 adjusted R²= .21353817 p = .000000
Standard error of estimate:17.380163670
Intercept: 11.173814852 Std.Error: 4.661617 t(147) = 2.3970 p = .0178

LnTrabaj beta=.468

Por lo tanto se escoge la forma logarítmica de los trabajadores.

7- Antigüedad

Multiple Regression Results

Dependent: CostConc Multiple R = .18222269 F = 4.636650
R²= .03320511 df = 1,135
No. of cases: 137 adjusted R²= .02604366 p = .033073
Standard error of estimate:16.126939623
Intercept: 39.725813267 Std.Error: 2.098506 t(135) = 18.931 p = 0.0000

Antigu beta=.182

Multiple Regression Results

Dependent: CostConc Multiple R = .52294098 F = 55.33087
R²= .27346726 df = 1,147
No. of cases: 149 adjusted R²= .26852486 p = .000000
Standard error of estimate:16.761574839
Intercept: 20.094289796 Std.Error: 2.967223 t(147) = 6.7721 p = .0000

LnAntigu beta=.523

Por lo tanto se escoge la forma logarítmica de la antigüedad.

8- Cash Flow

Multiple Regression Results

Dependent: CostConc Multiple R = .02584251 F = .0982374
R²= .00066784 df = 1,147
No. of cases: 149 adjusted R²= -.00613034 p = .754399
Standard error of estimate:19.658128056
Intercept: 39.451191596 Std.Error: 1.743074 t(147) = 22.633 p = 0.0000

CashFlow beta=.026

Multiple Regression Results

Dependent: CostConc Multiple R = .11818786 F = 2.082438
R²= .01396837 df = 1,147
No. of cases: 149 adjusted R²= .00726067 p = .151130
Standard error of estimate:19.526870686
Intercept: 36.664664032 Std.Error: 2.620704 t(147) = 13.990 p = 0.0000

LnCashFlow beta=.118

Por lo tanto se elige la forma logarítmica del Cash Flow.

9- Inversión

Multiple Regression Results

Dependent: CostConc Multiple R = .30002499 F = 14.54112
R²= .09001499 df = 1,147
No. of cases: 149 adjusted R²= .08382462 p = .000201
Standard error of estimate:18.758769406
Intercept: 43.201446618 Std.Error: 1.795576 t(147) = 24.060 p = 0.0000

Invers beta=-.30

Multiple Regression Results

Dependent: CostConc Multiple R = .29106413 F = 13.60630
R²= .08471833 df = 1,147
No. of cases: 149 adjusted R²= .07849192 p = .000317
Standard error of estimate:18.813283956
Intercept: 49.718450065 Std.Error: 3.132224 t(147) = 15.873 p = 0.0000

LnInvers beta=-.29

Por lo tanto se elige la forma normal de la inversión.

10- Precio Energía

Multiple Regression Results

Dependent: **CostConc** Multiple R = .57969697 F = 72.88334
R²= .33604858 df = 1,144
No. of cases: 146 adjusted R²= .33143780 p = .000000
Standard error of estimate:15.488536675
Intercept: 7.682680262 Std.Error: 4.049378 t(144) = 1.8972 p = .0598

PrecPow beta=.580

Multiple Regression Results

Dependent: **CostConc** Multiple R = .64488406 F = 104.6587
R²= .41587545 df = 1,147
No. of cases: 149 adjusted R²= .41190182 p = .000000
Standard error of estimate:15.029341584
Intercept: 1.972426711 Std.Error: 3.884254 t(147) = .50780 p = .6124

LnPrecPow beta=.645

Por lo tanto se escoge la forma logarítmica del precio de energía.

11- Precio Fuel

Multiple Regression Results

Dependent: **CostConc** Multiple R = .65549798 F = 108.4888
R²= .42967760 df = 1,144
No. of cases: 146 adjusted R²= .42571702 p = 0.000000
Standard error of estimate:14.354975387
Intercept: 14.541454690 Std.Error: 2.758754 t(144) = 5.2710 p = .0000

PrecFuel beta=.655

Multiple Regression Results

Dependent: **CostConc** Multiple R = .69907615 F = 140.5066
R²= .48870747 df = 1,147
No. of cases: 149 adjusted R²= .48522929 p = 0.000000
Standard error of estimate:14.061185951
Intercept: -3.627293741 Std.Error: 3.829235 t(147) = -.9473 p = .3451

LnPrecFuel beta=.699

Por lo tanto se elige la forma logarítmica del precio fuel.

12- Tipo de Cambio

Multiple Regression Results

Dependent: **CostConc** Multiple R = .22814344 F = 7.302674
R²= .05204943 df = 1,133
No. of cases: 135 adjusted R²= .04492198 p = .007783
Standard error of estimate:18.307406528
Intercept: 20.588501482 Std.Error: 6.483043 t(133) = 3.1757 p = .0019

TC beta=.228

Multiple Regression Results

Dependent: **CostConc** Multiple R = .12904328 F = 2.489321
R²= .01665217 df = 1,147
No. of cases: 149 adjusted R²= .00996273 p = .116771
Standard error of estimate:19.500278281
Intercept: 46.436716731 Std.Error: 4.582498 t(147) = 10.133 p = .0000

LnTC beta=-.13

Por lo tanto se escoge la forma normal de tipo de cambio.

Caso SxEw

Variable Dependiente: Productividad

1- Producción de Cobre

Multiple Regression Results

Dependent: **Produc** Multiple R = .59812138 F = 109.1767
R²= .35774919 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .35447240 p = 0.000000
Standard error of estimate:64.237969832
Intercept: 56.412360994 Std.Error: 6.232176 t(196) = 9.0518 p = .0000

ProdCu beta=.598

Multiple Regression Results

Dependent: **Produc** Multiple R = .65540468 F = 147.5916
R²= .42955529 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .42664486 p = 0.000000
Standard error of estimate:60.540534849
Intercept: -10.51348299 Std.Error: 10.11807 t(196) = -1.039 p = .3000

LnProdCu beta=.655

Por lo tanto se escoge la forma logarítmica de la producción de cobre.

2- Grado de Cobre

Multiple Regression Results

Dependent: **Produc** Multiple R = .22801163 F = 10.74872
R²= .05198930 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .04715251 p = .001235
Standard error of estimate:78.045181518
Intercept: 64.094216134 Std.Error: 12.47839 t(196) = 5.1364 p = .0000

GradCu beta=.228

Multiple Regression Results

Dependent: **Produc** Multiple R = .05150232 F = .5212705
R²= .00265249 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= -.00243602 p = .471161
Standard error of estimate:80.050256881
Intercept: 101.58832881 Std.Error: 5.808572 t(196) = 17.489 p = 0.0000

LnGradCu beta=-.05

Por lo tanto se escoge la forma normal del grade de cobre.

3- Precio de Cobre

Multiple Regression Results

Dependent: **Produc** Multiple R = .17087704 F = 5.895128
R²= .02919896 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .02424590 p = .016086
Standard error of estimate:78.977719965
Intercept: 74.406049165 Std.Error: 12.21276 t(196) = 6.0925 p = .0000

PrecCu beta=.171

Multiple Regression Results

Dependent: **Produc** Multiple R = .38859624 F = 34.86175
R²= .15100704 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .14667544 p = .000000
Standard error of estimate:73.856975837
Intercept: 12.957541888 Std.Error: 15.76690 t(196) = .82182 p = .4122

LnPrecCu beta=.389

Por lo tanto se elige la forma logarítmica del precio del cobre.

4- Recuperación

Multiple Regression Results

Dependent: **Produc** Multiple R = .46616823 F = 54.41933
R²= .21731282 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .21331952 p = .000000
Standard error of estimate:70.914261592
Intercept: 1.864480071 Std.Error: 14.31965 t(196) = .13020 p = .8965

Recup beta=.466

Multiple Regression Results

Dependent: **Produc** Multiple R = .45300211 F = 50.60630
R²= .20521091 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .20115586 p = .000000
Standard error of estimate:71.460397067
Intercept: -3.308759845 Std.Error: 15.48308 t(196) = -.2137 p = .8310

LnRecup beta=.453

Por lo tanto se escoge la forma normal de la recuperación.

5- Trabajadores

Multiple Regression Results

Dependent: **Produc** Multiple R = .25297270 F = 13.40063
R²= .06399519 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .05921965 p = .000323
Standard error of estimate:77.549413358
Intercept: 78.154803020 Std.Error: 8.273035 t(196) = 9.4469 p = .0000

Trabaj beta=.253

Multiple Regression Results

Dependent: **Produc** Multiple R = .45044189 F = 49.89071
R²= .20289789 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .19883105 p = .000000
Standard error of estimate:71.564304407
Intercept: 4.376599018 Std.Error: 14.56011 t(196) = .30059 p = .7640

LnTrabaj beta= .450

Por lo tanto se escoge la forma logarítmica de los trabajadores.

6- Antigüedad

Multiple Regression Results

Dependent: **Produc** Multiple R = .07221756 F = 1.027573
R²= .00521538 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .00013994 p = .311979
Standard error of estimate:79.947338023
Intercept: 104.38523303 Std.Error: 6.723176 t(196) = 15.526 p = 0.0000

Antigu beta=-.07

Multiple Regression Results

Dependent: **Produc** Multiple R = .02877673 F = .1624421
R²= .00082810 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= -.00426972 p = .687357
Standard error of estimate:80.123439032
Intercept: 97.250637937 Std.Error: 10.36543 t(196) = 9.3822 p = .0000

LnAntigu beta=.029

Por lo tanto se elige la forma normal de la antigüedad.

7- Precio Fuel

Multiple Regression Results

Dependent: **Produc** Multiple R = .19373613 F = 7.643491
R²= .03753369 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .03262315 p = .006242
Standard error of estimate:78.637961058
Intercept: 74.856743811 Std.Error: 10.90372 t(196) = 6.8652 p = .0000

PrecFuel beta=.194

Multiple Regression Results

Dependent: **Produc** Multiple R = .35073009 F = 27.49212
R²= .12301160 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .11853717 p = .000000
Standard error of estimate:75.064811936
Intercept: 38.991412997 Std.Error: 12.92885 t(196) = 3.0158 p = .0029

LnPrecFuel beta=.351

Por lo tanto se escoge la forma logarítmica del precio fuel.

8- Precio Energía

Multiple Regression Results

Dependent: **Produc** Multiple R = .35900035 F = 28.99803
R²= .12888125 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .12443677 p = .000000
Standard error of estimate:74.813187009
Intercept: 30.082581101 Std.Error: 14.15772 t(196) = 2.1248 p = .0349

PrecPow beta=.359

Multiple Regression Results

Dependent: **Produc** Multiple R = .40226293 F = 37.83872
R²= .16181546 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .15753901 p = .000000
Standard error of estimate:73.385337868
Intercept: 14.593232158 Std.Error: 14.94439 t(196) = .97650 p = .3300

LnPrecPow beta=.402

Por lo tanto se escoge la forma logarítmica del precio de la energía.

9- Precio Acido

Multiple Regression Results

Dependent: **Produc** Multiple R = .33536302 F = 24.83720
R²= .11246835 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .10794013 p = .000001
Standard error of estimate:75.514682319
Intercept: 46.622066392 Std.Error: 12.11300 t(196) = 3.8489 p = .0002

PrecAcid beta=.335

Multiple Regression Results

Dependent: **Produc** Multiple R = .43822277 F = 46.58603
R²= .19203919 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .18791694 p = .000000
Standard error of estimate:72.050105838
Intercept: 3.208783492 Std.Error: 15.17937 t(196) = .21139 p = .8328

LnPrecAcid beta=.438

Por lo tanto se escoge la forma logarítmica del precio de ácido.

10- Tipo de Cambio

Multiple Regression Results

Dependent: **Produc** Multiple R = .13971500 F = 3.902146
R²= .01952028 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .01451783 p = .049628
Standard error of estimate:79.370439085
Intercept: 70.413334816 Std.Error: 16.35642 t(196) = 4.3049 p = .0000

TC beta=.140

Multiple Regression Results

Dependent: **Produc** Multiple R = .07533529 F = 1.118729
R²= .00567541 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .00060232 p = .291494
Standard error of estimate:79.928850358
Intercept: 81.829398055 Std.Error: 18.76101 t(196) = 4.3617 p = .0000

LnTC beta=.075

Por lo tanto se escoge la forma normal del tipo de cambio.

11- Cash Flow

Multiple Regression Results

Dependent: **Produc** Multiple R = .35334634 F = 27.96254
R²= .12485363 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .12038860 p = .000000
Standard error of estimate:74.985936985
Intercept: 90.902269166 Std.Error: 5.644519 t(196) = 16.105 p = 0.0000

CashFlow beta=.353

Multiple Regression Results

Dependent: **Produc** Multiple R = .51048844 F = 69.07924
R²= .26059844 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .25682599 p = .000000
Standard error of estimate:68.925457244
Intercept: 52.240025162 Std.Error: 7.618865 t(196) = 6.8567 p = .0000

LnCashFlow beta=.510

Por lo tanto se escoge la forma logarítmica del Cash Flow.

12- Inversión

Multiple Regression Results

Dependent: **Produc** Multiple R = .06632498 F = .8660142
R²= .00439900 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= -.00068059 p = .353206
Standard error of estimate:79.980135795
Intercept: 98.614620488 Std.Error: 6.126235 t(196) = 16.097 p = 0.0000

Inver beta=.066

Multiple Regression Results

Dependent: **Produc** Multiple R = .22735866 F = 10.68390
R²= .05169196 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .04685365 p = .001276
Standard error of estimate:78.057419920
Intercept: 77.249337190 Std.Error: 9.078992 t(196) = 8.5086 p = .0000

LnInver beta=.227

Por lo tanto se escoge la forma logarítmica de la inversión.

Variable Dependiente: Costo a Cátodo

1- Producción de Cobre

Multiple Regression Results

Dependent: **CostCato** Multiple R = .01100845 F = .0237553
R²= .00012119 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= -.00498024 p = .877668
Standard error of estimate: .539771728
Intercept: 1.047480819 Std.Error: .0523670 t(196) = 20.003 p = 0.0000

ProdCu beta=.011

Multiple Regression Results

Dependent: **CostCato** Multiple R = .37749209 F = 32.57150
R²= .14250028 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .13812528 p = .000000
Standard error of estimate: .499865824
Intercept: .621441441 Std.Error: .0835420 t(196) = 7.4387 p = .0000

LnProdCu beta=.377

Por lo tanto se escoge la forma logarítmica de la producción de cobre.

2- Grado de Cobre

Multiple Regression Results

Dependent: **CostCato** Multiple R = .45335288 F = 50.70499
R²= .20552883 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .20147541 p = .000000
Standard error of estimate: .481144493
Intercept: .562272637 Std.Error: .0769286 t(196) = 7.3090 p = .0000

GradCu beta=.453

Multiple Regression Results

Dependent: **CostCato** Multiple R = .01057653 F = .0219276
R²= .00011186 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= -.00498961 p = .882432
Standard error of estimate: .539774244
Intercept: 1.051804141 Std.Error: .0391669 t(196) = 26.854 p = 0.0000

LnGradCu beta=.011

Por lo tanto se escoge la forma normal del grado de cobre.

3- Precio de Cobre

Multiple Regression Results

Dependent: **CostCato** Multiple R = .71066425 F = 199.9945
R²= .50504367 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .50251839 p = 0.000000
Standard error of estimate: .379769331
Intercept: .315378836 Std.Error: .0587258 t(196) = 5.3704 p = .0000

PrecCu beta=.711

Multiple Regression Results

Dependent: **CostCato** Multiple R = .73469722 F = 229.8833
R²= .53978001 df = 1,196

No. of cases: 198 adjusted R²= .53743195 p = 0.000000
Standard error of estimate: .366200716
Intercept: -.064716456 Std.Error: .0781761 t(196) = -.8278 p = .4088

LnPrecCu beta=-.735

Por lo tanto se escoge la forma logarítmica del precio del cobre.

4- Recuperación

Multiple Regression Results

Dependent: CostCato Multiple R = .51484962 F = 70.69212
R²= .26507013 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .26132049 p = .000000
Standard error of estimate: .462763821
Intercept: .317564215 Std.Error: .0934455 t(196) = 3.3984 p = .0008

Recup beta=.515

Multiple Regression Results

Dependent: CostCato Multiple R = .64116438 F = 136.8193
R²= .41109177 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .40808713 p = 0.000000
Standard error of estimate: .414247849
Intercept: .061208856 Std.Error: .0897537 t(196) = .68196 p = .4961

LnRecup beta=.641

Por lo tanto se escoge la forma logarítmica de la recuperación.

5- Trabajadores

Multiple Regression Results

Dependent: CostCato Multiple R = .23033288 F = 10.98101
R²= .05305323 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .04822187 p = .001096
Standard error of estimate: .525290120
Intercept: .914480819 Std.Error: .0560384 t(196) = 16.319 p = 0.0000

Trabaj beta=.230

Multiple Regression Results

Dependent: CostCato Multiple R = .63411127 F = 131.8124
R²= .40209710 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .39904658 p = 0.000000
Standard error of estimate: .417399361
Intercept: .139403553 Std.Error: .0849219 t(196) = 1.6415 p = .1023

LnTrabaj beta=.634

Por lo tanto se escoge la forma logarítmica de los trabajadores.

6- Antigüedad

Multiple Regression Results

Dependent: CostCato Multiple R = .11966232 F = 2.847309

R²= .01431907 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .00929009 p = .093118
Standard error of estimate: .535925753
Intercept: 1.012316329 Std.Error: .0450687 t(196) = 22.462 p = 0.0000

Antigu beta=.120

Multiple Regression Results

Dependent: CostCato Multiple R = .40714225 F = 38.94574
R²= .16576481 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .16150851 p = .000000
Standard error of estimate: .493038352
Intercept: .720364129 Std.Error: .0637835 t(196) = 11.294 p = 0.0000

LnAntigu beta=.407

Por lo tanto se escoge la forma logarítmica de la antigüedad.

7- Precio Fuel

Multiple Regression Results

Dependent: CostCato Multiple R = .70270333 F = 191.1926
R²= .49379197 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .49120928 p = 0.000000
Standard error of estimate: .384061669
Intercept: .420704991 Std.Error: .0532529 t(196) = 7.9001 p = .0000

PrecFuel beta=.703

Multiple Regression Results

Dependent: CostCato Multiple R = .69385319 F = 181.9641
R²= .48143224 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .47878649 p = 0.000000
Standard error of estimate: .388722076
Intercept: .230298482 Std.Error: .0669519 t(196) = 3.4398 p = .0007

LnPrecFuel beta=.694

Por lo tanto se escoge la forma normal del precio del fuel.

8- Precio Energía

Multiple Regression Results

Dependent: CostCato Multiple R = .60478923 F = 113.0362
R²= .36577001 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .36253414 p = 0.000000
Standard error of estimate: .429892469
Intercept: .251346571 Std.Error: .0813533 t(196) = 3.0896 p = .0023

PrecPow beta=.605

Multiple Regression Results

Dependent: CostCato Multiple R = .64427386 F = 139.0936
R²= .41508881 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .41210457 p = 0.000000
Standard error of estimate: .412839662
Intercept: .123786124 Std.Error: .0840718 t(196) = 1.4724 p = .1425

LnPrecPow beta=.644

Por lo tanto se escoge la forma logarítmica del precio de la energía.

9- Precio Acido

Multiple Regression Results

Dependent: CostCato Multiple R = .58483316 F = 101.8858
R²= .34202983 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .33867284 p = 0.000000
Standard error of estimate: .437864316
Intercept: .417399696 Std.Error: .0702360 t(196) = 5.9428 p = .0000

PrecAcid beta=.585

Multiple Regression Results

Dependent: CostCato Multiple R = .68886828 F = 177.0062
R²= .47453951 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .47185859 p = 0.000000
Standard error of estimate: .391296969
Intercept: .020478656 Std.Error: .0824377 t(196) = .24841 p = .8041

LnPrecAcid beta=.689

Por lo tanto se escoge la forma logarítmica del precio del ácido.

10- Tipo de Cambio

Multiple Regression Results

Dependent: CostCato Multiple R = .14019799 F = 3.929714
R²= .01965548 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .01465372 p = .048837
Standard error of estimate: .534473053
Intercept: 1.257922519 Std.Error: .1101426 t(196) = 11.421 p = 0.0000

TC beta=-.14

Multiple Regression Results

Dependent: CostCato Multiple R = .24111291 F = 12.09786
R²= .05813543 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .05333000 p = .000622
Standard error of estimate: .523878625
Intercept: 1.460598716 Std.Error: .1229655 t(196) = 11.878 p = 0.0000

LnTC beta=-.24

Por lo tanto se escoge la forma logarítmica del tipo de cambio.

11- Cash Flow

Multiple Regression Results

Dependent: CostCato Multiple R = .20861739 F = 8.918293
R²= .04352122 df = 1,196
No. of cases: 198 adjusted R²= .03864122 p = .003183
Standard error of estimate: .527927300
Intercept: 1.013854355 Std.Error: .0397394 t(196) = 25.513 p = 0.0000

CashFlow beta=.209

Multiple Regression Results

Dependent: **CostCato** Multiple R = .19207784 F = 7.508211
 R²= .03689389 df = 1,196
 No. of cases: 198 adjusted R²= .03198009 p = .006709
 Standard error of estimate: .529753114
 Intercept: .930077649 Std.Error: .0585577 t(196) = 15.883 p = 0.0000

LnCashFlow beta=-.192

Por lo tanto se escoge la forma normal del Cash Flow.

12- Inversión

Multiple Regression Results

Dependent: **CostCato** Multiple R = .20869406 F = 8.925149
 R²= .04355321 df = 1,196
 No. of cases: 198 adjusted R²= .03867338 p = .003172
 Standard error of estimate: .527918470
 Intercept: 1.098044122 Std.Error: .0404370 t(196) = 27.154 p = 0.0000

Inver beta=-.21

Multiple Regression Results

Dependent: **CostCato** Multiple R = .04201880 F = .3466656
 R²= .00176558 df = 1,196
 No. of cases: 198 adjusted R²= -.00332745 p = .556685
 Standard error of estimate: .539327693
 Intercept: 1.082213577 Std.Error: .0627301 t(196) = 17.252 p = 0.0000

LnInver beta=-.04

Por lo tanto se elige la forma normal de la inversión.

8.1.12 Anexo L: Regresiones⁶⁵

Proceso Concentrado

Variable Dependiente: Productividad

Correlations (Concentrado Productividad Regresion Escondida.sta)												
Marked correlations are significant at p < .05000												
N=10 (Casewise deletion of missing data)												
Variable	LnProdCu	LeyCu	LnPrecCu	Recup	LnTrabaj	Antigu	Product	LnCashFlow	LnInver	LnPrecPow	LnPrecFuel	TC
LnProdCu	1.00	0.04	.85	0.28	0.27	0.23	.71	.90	-0.47	0.60	0.59	-0.36
LeyCu	0.04	1.00	-0.10	.80	-0.94	-0.94	0.41	0.23	-0.16	0.54	-0.57	-0.90
LnPrecCu	.85	-0.10	1.00	-0.01	0.33	0.38	.69	0.63	-0.09	.67	.85	-0.19
Recup	0.28	.80	-0.01	1.00	-0.62	-0.71	0.26	0.51	-0.55	0.37	-0.42	-0.86
LnTrabaj	0.27	-0.94	0.33	-0.62	1.00	.95	-0.26	0.07	-0.09	-0.39	.70	.74
Antigu	0.23	-0.94	0.38	-0.71	.95	1.00	-0.18	-0.06	0.13	-0.32	.76	.79
Product	.71	0.41	.69	0.26	-0.26	-0.18	1.00	.64	-0.02	.91	0.30	-0.52
LnCashFlow	.90	0.23	0.63	0.51	0.07	-0.06	.64	1.00	-0.62	0.56	0.31	-0.53
LnInver	-0.47	-0.16	-0.09	-0.55	-0.09	0.13	-0.02	-0.62	1.00	-0.05	0.07	0.38
LnPrecPow	0.60	0.54	.67	0.37	-0.39	-0.32	.91	0.56	-0.05	1.00	0.24	-0.60
LnPrecFuel	0.59	-0.57	.85	-0.42	.70	.76	0.30	0.31	0.07	0.24	1.00	0.29
TC	-0.36	-0.90	-0.19	-0.86	.74	.79	-0.52	-0.53	0.38	-0.60	0.29	1.00

⁶⁵ Resultados obtenidos por el programa Statistica.

Multiple Regression Results (Step 4)

Dependent: **Product** Multiple R = .99484770 F = 144.4420
 R²= .98972195 df = 4,6
 No. of cases: 11 adjusted R²= .98286991 p = .000004
 Standard error of estimate: .110045884
 Intercept: 28.585330369 Std.Error: 4.073884 t(6) = 7.0167 p = .0004

LnProdCu beta=1.50 LeyCu beta=-2.4 LnTrabaj beta=-3.0
 LnPrecPow beta=.318

Regression Summary for Dependent Variable: Product (Concentrado Productividad Regresion Escondida.sta)						
R= .99484770 R ² = .98972195 Adjusted R ² = .98286991						
F(4,6)=144.44 p<.00000 Std.Error of estimate: .11005						
N=11	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(6)	p-level
Intercept			28.58533	4.073884	7.01673	0.000418
LnProdCu	1.49567	0.157392	6.32899	0.666010	9.50285	0.000077
LeyCu	-2.42283	0.279717	-4.11346	0.474900	-8.66173	0.000131
LnTrabaj	-2.95054	0.330792	-7.28431	0.816660	-8.91964	0.000111
LnPrecPow	0.31761	0.086376	1.67316	0.455026	3.67706	0.010367

Variable Dependiente: Costo a Concentrado

Correlations (Concentrado Costo Regresion Escondida.sta)												
Marked correlations are significant at p < .05000												
N=10 (Casewise deletion of missing data)												
Variable	ProdCu	LnLeyCu	PrecCu	LnRecup	LnTrabaj	LnAntigu	LnCashFlow	Invers	CostConc	LnPrecPow	LnPrecFuel	TC
ProdCu	1.00	-0.06	0.88	0.22	0.32	0.21	0.85	-0.64	0.25	0.59	0.66	-0.30
LnLeyCu	-0.06	1.00	-0.21	0.79	-0.94	-0.96	0.20	-0.20	-0.92	0.48	-0.60	-0.91
PrecCu	0.88	-0.21	1.00	-0.04	0.39	0.34	0.59	-0.30	0.47	0.60	0.88	-0.14
LnRecup	0.22	0.79	-0.04	1.00	-0.61	-0.72	0.52	-0.66	-0.73	0.37	-0.42	-0.85
LnTrabaj	0.32	-0.94	0.39	-0.61	1.00	0.96	0.07	-0.07	0.88	-0.39	0.70	0.74
LnAntigu	0.21	-0.96	0.34	-0.72	0.96	1.00	-0.13	0.15	0.91	-0.43	0.69	0.83
LnCashFlow	0.85	0.20	0.59	0.52	0.07	-0.13	1.00	-0.86	-0.09	0.56	0.31	-0.53
Invers	-0.64	-0.20	-0.30	-0.66	-0.07	0.15	-0.86	1.00	0.23	-0.29	-0.06	0.47
CostConc	0.25	-0.92	0.47	-0.73	0.88	0.91	-0.09	0.23	1.00	-0.20	0.77	0.77
LnPrecPow	0.59	0.48	0.60	0.37	-0.39	-0.43	0.56	-0.29	-0.20	1.00	0.24	-0.60
LnPrecFuel	0.66	-0.60	0.88	-0.42	0.70	0.69	0.31	-0.06	0.77	0.24	1.00	0.29
TC	-0.30	-0.91	-0.14	-0.85	0.74	0.83	-0.53	0.47	0.77	-0.60	0.29	1.00

Multiple Regression Results (Step 3)

Dependent: **CostConc** Multiple R = .99801930 F = 201.3489
 R²= .99604252 df = 5,4
 No. of cases: 10 adjusted R²= .99109567 p = .000068
 Standard error of estimate: .382185674
 Intercept: -531.1818073 Std.Error: 77.73042 t(4) = -6.834 p = .0024

ProdCu beta=.693 LnLeyCu beta=-2.2 LnRecup beta=.844
 LnAntigu beta=-.90 Invers beta=.912

Regression Summary for Dependent Variable: CostConc (Concentrado Costo Regresion Escondida.sta)						
R= .99801930 R ² = .99604252 Adjusted R ² = .99109567						
F(5,4)=201.35 p<.00007 Std.Error of estimate: .38219						
N=10	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(4)	p-level
Intercept			-531.182	77.73042	-6.8336	0.002399
ProdCu	0.69346	0.060120	0.018	0.00155	11.5346	0.000323
LnLeyCu	-2.22557	0.198152	-36.200	3.22302	-11.2316	0.000358
LnRecup	0.84402	0.115365	131.978	18.03954	7.3161	0.001857
LnAntigu	-0.89953	0.157623	-11.946	2.09329	-5.7068	0.004661
Invers	0.91213	0.090195	0.021	0.00212	10.1129	0.000538

Proceso SxEw

Variable Dependiente: Productividad

Correlations (SxEw Productividad Regresion Escondida.sta)													
Marked correlations are significant at p < .05000													
N=11 (Casewise deletion of missing data)													
Variable	LnProdCu	GradeCu	LnPrecCu	Recup	LnTrabaj	Antigu	Produc	LnPrecFuel	LnPrecPow	LnPrecAcid	TC	LnCashFlow	LnInver
LnProdCu	1.00	0.89	0.89	0.97	0.89	0.77	0.90	0.90	0.86	0.88	0.31	0.64	0.02
GradeCu	0.89	1.00	0.87	0.93	0.90	0.54	0.90	0.86	0.87	0.88	0.53	0.58	-0.01
LnPrecCu	0.89	0.87	1.00	0.94	0.99	0.78	0.68	1.00	0.99	1.00	0.11	0.42	0.28
Recup	0.97	0.93	0.94	1.00	0.95	0.70	0.87	0.94	0.93	0.95	0.29	0.65	0.04
LnTrabaj	0.89	0.90	0.99	0.95	1.00	0.72	0.72	0.98	0.99	1.00	0.15	0.49	0.22
Antigu	0.77	0.54	0.78	0.70	0.72	1.00	0.47	0.82	0.72	0.74	-0.06	0.24	0.43
Produc	0.90	0.90	0.68	0.87	0.72	0.47	1.00	0.69	0.67	0.70	0.63	0.73	-0.26
LnPrecFuel	0.90	0.86	1.00	0.94	0.98	0.82	0.69	1.00	0.98	0.99	0.10	0.43	0.29
LnPrecPow	0.86	0.87	0.99	0.93	0.99	0.72	0.67	0.98	1.00	1.00	0.13	0.43	0.26
LnPrecAcid	0.88	0.88	1.00	0.95	1.00	0.74	0.70	0.99	1.00	1.00	0.14	0.45	0.24
TC	0.31	0.53	0.11	0.29	0.15	-0.06	0.63	0.10	0.13	0.14	1.00	0.18	-0.29
LnCashFlow	0.64	0.58	0.42	0.65	0.49	0.24	0.73	0.43	0.43	0.45	0.18	1.00	-0.53
LnInver	0.02	-0.01	0.28	0.04	0.22	0.43	-0.26	0.29	0.26	0.24	-0.29	-0.53	1.00

Multiple Regression Results (Step 4)

Dependent: **Produc** Multiple R = .99643325 F = 418.3018
R²= .99287921 df = 2,6
No. of cases: 9 adjusted R²= .99050562 p = .000000
Standard error of estimate: 10.657437561
Intercept: 1551.9297942 Std.Error: 91.59846 t(6) = 16.943 p = .0000

LnProdCu beta=.890 LnTrabaj beta=-.64

Regression Summary for Dependent Variable: Produc (SxEw Productividad Regresion Escondida.sta)						
R= .99643325 R ² = .99287921 Adjusted R ² = .99050562						
F(2,6)=418.30 p<.00000 Std.Error of estimate: 10.657						
N=9	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(6)	p-level
Intercept			1551.930	91.59846	16.9427	0.000003
LnProdCu	0.890394	0.035026	89.894	3.53624	25.4207	0.000000
LnTrabaj	-0.636221	0.035026	-276.443	15.21923	-18.1641	0.000002

Variable Dependiente: Costo a Cátodo

Correlations (SxEw Costo Regresion Escondida.sta)													
Marked correlations are significant at $p < .05000$													
N=11 (Casewise deletion of missing data)													
Variable	LnProdCu	GradeCu	LnPrecCu	LnRecup	LnTrabaj	LnAntigu	PrecFuel	LnPrecPow	LnPrecAcid	LnTC	CashFlow	Inver	CostCato
LnProdCu	1.00	0.89	0.89	0.92	0.89	0.84	0.75	0.86	0.88	-0.05	0.74	-0.05	0.64
GradeCu	0.89	1.00	0.87	0.93	0.90	0.65	0.55	0.87	0.88	0.22	0.62	-0.12	0.47
LnPrecCu	0.89	0.87	1.00	0.98	0.99	0.83	0.85	0.99	1.00	-0.18	0.47	0.16	0.83
LnRecup	0.92	0.93	0.98	1.00	0.99	0.76	0.75	0.98	0.99	-0.07	0.57	-0.01	0.73
LnTrabaj	0.89	0.90	0.99	0.99	1.00	0.79	0.79	0.99	1.00	-0.15	0.50	0.07	0.80
LnAntigu	0.84	0.65	0.83	0.76	0.79	1.00	0.93	0.78	0.81	-0.35	0.43	0.33	0.82
PrecFuel	0.75	0.55	0.85	0.75	0.79	0.93	1.00	0.80	0.81	-0.46	0.33	0.43	0.92
LnPrecPow	0.86	0.87	0.99	0.98	0.99	0.78	0.80	1.00	1.00	-0.15	0.45	0.12	0.80
LnPrecAcid	0.88	0.88	1.00	0.99	1.00	0.81	0.81	1.00	1.00	-0.16	0.48	0.11	0.81
LnTC	-0.05	0.22	-0.18	-0.07	-0.15	-0.35	-0.46	-0.15	-0.16	1.00	0.01	-0.11	-0.67
CashFlow	0.74	0.62	0.47	0.57	0.50	0.43	0.33	0.45	0.48	0.01	1.00	-0.63	0.25
Inver	-0.05	-0.12	0.16	-0.01	0.07	0.33	0.43	0.12	0.11	-0.11	-0.63	1.00	0.30
CostCato	0.64	0.47	0.83	0.73	0.80	0.82	0.92	0.80	0.81	-0.67	0.25	0.30	1.00

Multiple Regression Results (Step 6)

Dependent: **CostCato** Multiple R = .96674736 F = 57.16250
 $R^2 = .93460045$ df = 2,8
 No. of cases: 11 adjusted $R^2 = .91825057$ p = .000018
 Standard error of estimate: .11022359
 Intercept: -.009483168 Std.Error: .0778292 t(8) = -.1218 p = .9060

GradeCu beta=-1.2 LnTrabaj beta=1.90

Regression Summary for Dependent Variable: CostCato (SxEw Costo Regresion Escondida.sta)						
R= .96674736 $R^2 = .93460045$ Adjusted $R^2 = .91825057$						
F(2,8)=57.163 $p < .00002$ Std.Error of estimate: .11022						
N=11	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(8)	p-level
Intercept			-0.009483	0.077829	-0.12185	0.906026
GradeCu	-1.23445	0.202919	-0.848601	0.139493	-6.08348	0.000295
LnTrabaj	1.90016	0.202919	0.294932	0.031496	9.36412	0.000014

8.1.13 Anexo M: Resultados observados y esperados⁶⁶

Proceso Concentrado

Variable Desempeño: Productividad

Variables Observadas

Productividad 06		Productividad 05		Productividad 04		Productividad 03	
Pelambres	12.24	Pelambres	12.70	Pelambres	12.68	Pelambres	11.53
LosBronces	8.65	LosBronces	9.38	LosBronces	9.20	LosBronces	9.13
Collahuasi	7.75	Collahuasi	8.12	Collahuasi	6.68	Collahuasi	5.19
Escondida	7.54	Escondida	7.92	Escondida	7.50	Escondida	7.37
Chuquicamata	7.02	Chuquicamata	7.30	Chuquicamata	7.21	Chuquicamata	6.61
Candelaria	4.23	Candelaria	4.95	Candelaria	5.96	Candelaria	7.55
Soldado	4.60	Soldado	4.13	Soldado	4.10	Soldado	3.95
Teniente	3.51	Teniente	3.90	Teniente	3.71	Teniente	2.98
Andina	3.68	Andina	3.55	Andina	3.66	Andina	2.71
MantosBlancos	3.25	MantosBlancos	3.27	MantosBlancos	3.33	MantosBlancos	3.05
PuntaCobre	2.93	PuntaCobre	3.19	PuntaCobre	2.74	PuntaCobre	2.87
Salvador	2.42	Salvador	2.40	Salvador	2.79	Salvador	3.49
EIBronce	2.09	EIBronce	1.89	EIBronce	2.02	EIBronce	2.05
OjosSalado	1.43	OjosSalado	1.25	OjosSalado	1.97	OjosSalado	

⁶⁶ Tablas de elaboración propia.

Productividad 02		Productividad 01		Productividad 00	
Pelambres	12.86	Pelambres	15.45	Pelambres	16.99
LosBronces	8.16	LosBronces	7.99	LosBronces	7.96
Collahuasi	5.03	Collahuasi	5.03	Collahuasi	5.60
Escondida	5.84	Escondida	6.55	Escondida	6.29
Chuquicamata	7.56	Chuquicamata	7.02	Chuquicamata	6.72
Candelaria	8.53	Candelaria	9.83	Candelaria	12.51
Soldado	3.71	Soldado	3.66	Soldado	3.74
Teniente	2.98	Teniente	3.03	Teniente	2.96
Andina	4.46	Andina	4.81	Andina	4.73
MantosBlancos	3.03	MantosBlancos	3.04	MantosBlancos	2.81
PuntaCobre	2.38	PuntaCobre	2.68	PuntaCobre	1.89
Salvador	3.40	Salvador	3.42	Salvador	3.41
ElBronce	0.00	ElBronce	0.00	ElBronce	0.00
OjosSalado		OjosSalado		OjosSalado	

Variables Esperadas

Product Esp 06		Product Esp 05		Product Esp 04		Product Esp 03	
Pelambres	10.27	Pelambres	10.50	Pelambres	10.64	Pelambres	10.04
LosBronces	9.19	LosBronces	9.77	LosBronces	9.33	LosBronces	9.09
Collahuasi	7.74	Collahuasi	8.07	Collahuasi	6.89	Collahuasi	5.78
Escondida	7.60	Escondida	8.01	Escondida	7.36	Escondida	7.28
Chuquicamata	6.65	Chuquicamata	7.10	Chuquicamata	7.04	Chuquicamata	6.08
Candelaria	3.26	Candelaria	3.86	Candelaria	5.81	Candelaria	7.67
Soldado	5.16	Soldado	4.78	Soldado	4.12	Soldado	4.18
Teniente	1.50	Teniente	2.44	Teniente	2.21	Teniente	0.76
Andina	2.08	Andina	2.29	Andina	2.49	Andina	0.69
MantosBlancos	4.88	MantosBlancos	4.89	MantosBlancos	4.70	MantosBlancos	3.55
PuntaCobre	3.18	PuntaCobre	3.92	PuntaCobre	2.76	PuntaCobre	3.22
Salvador	-1.75	Salvador	-1.75	Salvador	-1.03	Salvador	0.62
ElBronce	2.44	ElBronce	1.79	ElBronce	1.96	ElBronce	0.63
OjosSalado	-1.97	OjosSalado	-2.53	OjosSalado	-1.84	OjosSalado	

Product Esp 02		Product Esp 01		Product Esp 00	
Pelambres	10.27	Pelambres	11.94	Pelambres	12.44
LosBronces	8.42	LosBronces	8.42	LosBronces	8.53
Collahuasi	5.57	Collahuasi	5.68	Collahuasi	6.70
Escondida	5.85	Escondida	6.52	Escondida	6.42
Chuquicamata	7.15	Chuquicamata	6.91	Chuquicamata	6.63
Candelaria	8.35	Candelaria	9.92	Candelaria	11.86
Soldado	3.73	Soldado	3.73	Soldado	4.06
Teniente	0.52	Teniente	0.75	Teniente	0.54
Andina	4.25	Andina	4.83	Andina	4.87
MantosBlancos	4.17	MantosBlancos	4.39	MantosBlancos	3.76
PuntaCobre	2.23	PuntaCobre	3.25	PuntaCobre	1.18
Salvador	0.57	Salvador	0.75	Salvador	0.78
ElBronce		ElBronce		ElBronce	
OjosSalado		OjosSalado		OjosSalado	

Variable Desempeño: Costo a Concentrado

Variables Observadas

Cost to Conc 06		Cost to Conc 05		Cost to Conc 04		Cost to Conc 03	
Escondida	34.18	Escondida	31.52	Escondida	31.60	Escondida	29.21
Collahuasi	41.00	Collahuasi	37.67	Collahuasi	29.83	Collahuasi	24.68
LosBronces	41.25	LosBronces	39.27	LosBronces	33.70	LosBronces	30.21
Pelambres	47.33	Pelambres	42.03	Pelambres	32.23	Pelambres	28.76
Chuquicamata	47.12	Chuquicamata	45.00	Chuquicamata	39.06	Chuquicamata	38.92
Andina	63.67	Andina	48.58	Andina	33.81	Andina	31.78
OjosSalado	63.76	OjosSalado	52.80	OjosSalado	66.85	OjosSalado	
PuntaCobre	64.99	PuntaCobre	60.09	PuntaCobre	52.96	PuntaCobre	25.29
Teniente	63.04	Teniente	63.66	Teniente	45.09	Teniente	34.80
Soldado	64.81	Soldado	66.47	Soldado	58.49	Soldado	45.80
ElBronce	66.53	ElBronce	70.75	ElBronce	58.71	ElBronce	50.03
Candelaria	66.47	Candelaria	73.12	Candelaria	46.20	Candelaria	29.87
MantosBlancos	71.36	MantosBlancos	75.98	MantosBlancos	63.14	MantosBlancos	59.04
Salvador	100.21	Salvador	111.63	Salvador	81.98	Salvador	58.21

	Cost to Conc 02		Cost to Conc 01		Cost to Conc 00
Escondida	30.11	Escondida	25.76	Escondida	25.77
Collahuasi	21.69	Collahuasi	21.07	Collahuasi	25.34
LosBronces	29.30	LosBronces	27.39	LosBronces	27.37
Pelambres	25.85	Pelambres	21.77	Pelambres	22.33
Chuquicamata	31.44	Chuquicamata	32.34	Chuquicamata	37.28
Andina	30.30	Andina	29.12	Andina	30.57
OjosSalado		OjosSalado		OjosSalado	
PuntaCobre	30.38	PuntaCobre	37.58	PuntaCobre	41.07
Teniente	28.33	Teniente	26.41	Teniente	29.16
Soldado	40.62	Soldado	41.81	Soldado	43.67
ElBronce	0.00	ElBronce	0.00	ElBronce	0.00
Candelaria	32.10	Candelaria	30.97	Candelaria	34.47
MantosBlancos	46.15	MantosBlancos	46.33	MantosBlancos	46.66
Salvador	51.14	Salvador	56.14	Salvador	59.91

Variables Esperadas

	CostConc Esp 06		CostConc Esp 05		CostConc Esp 04		CostConc Esp 03
Escondida	25.20	Escondida	31.41	Escondida	31.79	Escondida	29.22
Collahuasi	32.81	Collahuasi	33.42	Collahuasi	28.18	Collahuasi	37.96
LosBronces	17.57	LosBronces	17.86	LosBronces	18.40	LosBronces	14.49
Pelambres	60.41	Pelambres	56.39	Pelambres	54.05	Pelambres	56.27
Chuquicamata	20.27	Chuquicamata	14.62	Chuquicamata	15.34	Chuquicamata	16.61
Andina	17.81	Andina	17.97	Andina	18.57	Andina	19.78
OjosSalado	30.62	OjosSalado	19.30	OjosSalado	14.06	OjosSalado	
PuntaCobre	28.59	PuntaCobre	26.89	PuntaCobre	28.28	PuntaCobre	18.16
Teniente	17.68	Teniente	21.41	Teniente	16.81	Teniente	16.72
Soldado	-10.75	Soldado	-5.20	Soldado	-11.49	Soldado	-5.22
ElBronce	40.98	ElBronce	47.47	ElBronce	52.06	ElBronce	49.45
Candelaria	48.83	Candelaria	51.45	Candelaria	49.62	Candelaria	48.40
MantosBlancos	14.54	MantosBlancos	14.72	MantosBlancos	24.25	MantosBlancos	12.71
Salvador	17.97	Salvador	27.09	Salvador	19.39	Salvador	23.75

	CostConc Esp 02		CostConc Esp 01		CostConc Esp 00
Escondida	29.65	Escondida	25.64	Escondida	26.03
Collahuasi	35.54	Collahuasi	37.56	Collahuasi	35.94
LosBronces	12.31	LosBronces	9.93	LosBronces	9.89
Pelambres	61.44	Pelambres	63.22	Pelambres	73.08
Chuquicamata	19.87	Chuquicamata	22.16	Chuquicamata	19.39
Andina	20.40	Andina	16.22	Andina	18.20
OjosSalado		OjosSalado		OjosSalado	
PuntaCobre	18.16	PuntaCobre	16.77	PuntaCobre	13.02
Teniente	10.95	Teniente	12.75	Teniente	9.27
Soldado	-6.20	Soldado	-6.88	Soldado	-6.97
ElBronce		ElBronce		ElBronce	
Candelaria	54.93	Candelaria	53.59	Candelaria	56.26
MantosBlancos	13.82	MantosBlancos	19.81	MantosBlancos	18.81
Salvador	22.18	Salvador	24.09	Salvador	28.37

Proceso SxEw

Variable Desempeño: Productividad

Variables Observadas

	Product 06		Product 05		Product 04		Product 03
Escondida	121.89	Escondida	250.29	Escondida	274.56	Escondida	357.65
EIAbra	153.26	EIAbra	135.06	EIAbra	155.51	EIAbra	163.95
RadomiroTomic	129.45	RadomiroTomic	127.10	RadomiroTomic	151.31	RadomiroTomic	165.12
MantoVerde	117.04	MantoVerde	125.04	MantoVerde	121.80	MantoVerde	123.29
LomasBayas	102.50	LomasBayas	110.87	LomasBayas	113.07	LomasBayas	117.95
Collahuasi	104.97	Collahuasi	109.32	Collahuasi	206.64	Collahuasi	303.69
Zaldivar	109.70	Zaldivar	103.20	Zaldivar	127.52	Zaldivar	140.44
QuebradaBlanca	85.42	QuebradaBlanca	88.29	QuebradaBlanca	83.91	QuebradaBlanca	88.59
MantosBlancos	67.00	MantosBlancos	87.62	MantosBlancos	113.79	MantosBlancos	95.04
Soldado	75.17	Soldado	78.88	Soldado	97.93	Soldado	97.31
Andacollo	70.20	Andacollo	74.13	Andacollo	66.14	Andacollo	73.31
Salvador	68.01	Salvador	74.04	Salvador	59.18	Salvador	57.63
Tesoro	67.90	Tesoro	74.02	Tesoro	81.94	Tesoro	137.91
CerroColorado	78.99	CerroColorado	62.33	CerroColorado	80.99	CerroColorado	86.40
PuntaCobre	56.76	PuntaCobre	56.76	PuntaCobre	56.54	PuntaCobre	61.34
Michilla	51.94	Michilla	55.68	Michilla	65.83	Michilla	65.30
Cascada	51.73	Cascada	39.26	Cascada	53.24	Cascada	0.00
IvanZar	37.92	IvanZar	36.30	IvanZar	35.67	IvanZar	30.39

Product 02		Product 01		Product 00	
Escondida	331.86	Escondida	361.22	Escondida	353.23
EIAbra	165.98	EIAbra	164.41	EIAbra	152.99
RadomiroTomic	145.22	RadomiroTomic	142.69	RadomiroTomic	140.31
MantoVerde	115.66	MantoVerde	109.92	MantoVerde	107.83
LomasBayas	122.09	LomasBayas	115.89	LomasBayas	106.68
Collahuasi	290.59	Collahuasi	292.64	Collahuasi	306.78
Zaldivar	140.32	Zaldivar	127.50	Zaldivar	135.32
QuebradaBlanca	84.60	QuebradaBlanca	93.65	QuebradaBlanca	93.55
MantosBlancos	95.86	MantosBlancos	116.42	MantosBlancos	101.92
Soldado	72.67	Soldado	63.15	Soldado	96.28
Andacollo	71.82	Andacollo	76.48	Andacollo	81.30
Salvador	34.76	Salvador	53.89	Salvador	59.00
Tesoro	131.98	Tesoro	106.65	Tesoro	0.00
CerroColorado	104.71	CerroColorado	117.68	CerroColorado	105.54
PuntaCobre	55.01	PuntaCobre	52.99	PuntaCobre	52.72
Michilla	70.80	Michilla	49.31	Michilla	60.99
Cascada	0.00	Cascada	0.00	Cascada	0.00
IvanZar	30.83	IvanZar	51.09	IvanZar	59.78

Variables Esperadas

Product Esp 06		Product Esp 05		Product Esp 04		Product Esp 03	
Escondida	123.23	Escondida	254.27	Escondida	269.50	Escondida	348.11
EIAbra	-11.16	EIAbra	-37.71	EIAbra	-5.27	EIAbra	1.81
RadomiroTomic	-74.17	RadomiroTomic	-75.82	RadomiroTomic	-29.04	RadomiroTomic	-14.57
MantoVerde	213.13	MantoVerde	219.08	MantoVerde	216.71	MantoVerde	217.81
LomasBayas	175.72	LomasBayas	182.78	LomasBayas	191.52	LomasBayas	208.18
Collahuasi	173.64	Collahuasi	185.86	Collahuasi	369.62	Collahuasi	460.21
Zaldivar	24.32	Zaldivar	25.41	Zaldivar	56.04	Zaldivar	79.57
QuebradaBlanca	63.70	QuebradaBlanca	75.06	QuebradaBlanca	70.69	QuebradaBlanca	76.43
MantosBlancos	110.30	MantosBlancos	170.22	MantosBlancos	204.80	MantosBlancos	177.53
Soldado	508.13	Soldado	512.47	Soldado	531.91	Soldado	531.34
Andacollo	240.86	Andacollo	256.56	Andacollo	245.70	Andacollo	273.04
Salvador	208.97	Salvador	216.60	Salvador	209.66	Salvador	193.56
Tesoro	-22.77	Tesoro	-11.52	Tesoro	17.12	Tesoro	171.68
CerroColorado	-28.07	CerroColorado	-43.00	CerroColorado	-21.34	CerroColorado	-23.62
PuntaCobre	342.03	PuntaCobre	342.03	PuntaCobre	341.68	PuntaCobre	373.91
Michilla	50.15	Michilla	49.96	Michilla	82.17	Michilla	70.24
Cascada	238.33	Cascada	220.33	Cascada	129.86	Cascada	
IvanZar	243.11	IvanZar	239.18	IvanZar	211.69	IvanZar	195.92

Product Esp 02		Product Esp 01		Product Esp 00	
Escondida	339.04	Escondida	346.66	Escondida	354.21
EIAbra	6.60	EIAbra	10.59	EIAbra	8.97
RadomiroTomic	-44.25	RadomiroTomic	-24.45	RadomiroTomic	28.25
MantoVerde	212.07	MantoVerde	207.49	MantoVerde	207.74
LomasBayas	221.06	LomasBayas	216.37	LomasBayas	210.95
Collahuasi	456.25	Collahuasi	461.60	Collahuasi	486.03
Zaldivar	82.53	Zaldivar	66.31	Zaldivar	72.71
QuebradaBlanca	78.88	QuebradaBlanca	105.08	QuebradaBlanca	120.28
MantosBlancos	181.92	MantosBlancos	199.39	MantosBlancos	162.48
Soldado	505.10	Soldado	492.47	Soldado	530.38
Andacollo	258.10	Andacollo	283.75	Andacollo	292.80
Salvador	139.67	Salvador	179.10	Salvador	193.16
Tesoro	176.66	Tesoro	125.27	Tesoro	
CerroColorado	34.33	CerroColorado	58.67	CerroColorado	50.61
PuntaCobre	353.77	PuntaCobre	350.39	PuntaCobre	349.94
Michilla	95.77	Michilla	3.75	Michilla	51.49
Cascada		Cascada		Cascada	
IvanZar	185.90	IvanZar	251.04	IvanZar	309.50

Variable Desempeño: Costo a Cátodo

Variables Observadas

Cost Cathod 06		Cost Cathod 05		Cost Cathod 04		Cost Cathod 03	
Escondida	1.41	Escondida	0.91	Escondida	0.65	Escondida	0.54
Andacollo	0.00	Andacollo	1.24	Andacollo	1.18	Andacollo	1.10
Collahuasi	1.44	Collahuasi	1.31	Collahuasi	1.08	Collahuasi	0.68
Zaldivar	1.27	Zaldivar	1.34	Zaldivar	1.03	Zaldivar	1.01
Tesoro	1.46	Tesoro	1.38	Tesoro	1.09	Tesoro	0.87
EIAbra	1.33	EIAbra	1.40	EIAbra	1.10	EIAbra	0.94
RadomiroTomic	1.36	RadomiroTomic	1.43	RadomiroTomic	0.91	RadomiroTomic	0.67
LomasBayas	1.55	LomasBayas	1.44	LomasBayas	1.16	LomasBayas	1.03
MantoVerde	1.62	MantoVerde	1.46	MantoVerde	1.40	MantoVerde	1.18
QuebradaBlanca	1.50	QuebradaBlanca	1.50	QuebradaBlanca	1.23	QuebradaBlanca	1.03
MantosBlancos	1.78	MantosBlancos	1.50	MantosBlancos	1.28	MantosBlancos	1.50
Cascada	1.76	Cascada	1.52	Cascada	1.21	Cascada	0.00
PuntaCobre	1.54	PuntaCobre	1.53	PuntaCobre	1.15	PuntaCobre	1.07
Soldado	0.00	Soldado	1.67	Soldado	0.73	Soldado	0.66
CerroColorado	1.64	CerroColorado	1.98	CerroColorado	1.33	CerroColorado	1.01
Salvador	2.16	Salvador	2.39	Salvador	1.98	Salvador	1.92
Michilla	2.51	Michilla	2.52	Michilla	1.82	Michilla	1.48
IvanZar	2.55	IvanZar	2.58	IvanZar	2.10	IvanZar	1.62

Cost Cathod 02		Cost Cathod 01		Cost Cathod 00	
Escondida	0.55	Escondida	0.55	Escondida	0.55
Andacollo	1.07	Andacollo	1.11	Andacollo	0.98
Collahuasi	0.66	Collahuasi	0.68	Collahuasi	0.66
Zaldivar	0.90	Zaldivar	0.85	Zaldivar	0.78
Tesoro	0.83	Tesoro	0.80	Tesoro	0.00
EIAbra	0.98	EIAbra	1.05	EIAbra	1.05
RadomiroTomic	0.67	RadomiroTomic	0.63	RadomiroTomic	0.70
LomasBayas	0.92	LomasBayas	0.95	LomasBayas	1.08
MantoVerde	0.97	MantoVerde	1.10	MantoVerde	1.10
QuebradaBlanca	0.99	QuebradaBlanca	1.04	QuebradaBlanca	1.10
MantosBlancos	1.30	MantosBlancos	1.13	MantosBlancos	1.12
Cascada	0.00	Cascada	0.00	Cascada	0.00
PuntaCobre	1.06	PuntaCobre	1.05	PuntaCobre	1.19
Soldado	0.78	Soldado	0.90	Soldado	0.82
CerroColorado	0.83	CerroColorado	0.81	CerroColorado	0.89
Salvador	2.36	Salvador	1.28	Salvador	1.24
Michilla	1.29	Michilla	1.36	Michilla	1.23
IvanZar	1.64	IvanZar	1.29	IvanZar	1.51

Variables Esperadas

Cost Catod Esp 06		Cost Catod Esp 05		Cost Catod Esp 04		Cost Catod Esp 03	
Escondida	1.29	Escondida	0.89	Escondida	0.65	Escondida	0.52
Andacollo	1.17	Andacollo	1.01	Andacollo	1.01	Andacollo	0.98
Collahuasi	0.72	Collahuasi	0.69	Collahuasi	0.39	Collahuasi	0.46
Zaldivar	1.34	Zaldivar	1.33	Zaldivar	1.23	Zaldivar	1.12
Tesoro	1.15	Tesoro	1.06	Tesoro	0.93	Tesoro	0.67
EIAbra	1.69	EIAbra	1.69	EIAbra	1.64	EIAbra	1.64
RadomiroTomic	1.80	RadomiroTomic	1.76	RadomiroTomic	1.69	RadomiroTomic	1.69
LomasBayas	1.43	LomasBayas	1.43	LomasBayas	1.45	LomasBayas	1.37
MantoVerde	1.16	MantoVerde	1.17	MantoVerde	1.18	MantoVerde	1.12
QuebradaBlanca	0.94	QuebradaBlanca	0.88	QuebradaBlanca	0.94	QuebradaBlanca	0.93
MantosBlancos	1.10	MantosBlancos	1.09	MantosBlancos	1.14	MantosBlancos	1.21
Cascada	0.53	Cascada	0.17	Cascada	0.17	Cascada	
PuntaCobre	0.22	PuntaCobre	0.22	PuntaCobre	0.22	PuntaCobre	0.18
Soldado	0.19	Soldado	0.23	Soldado	0.11	Soldado	-0.15
CerroColorado	1.42	CerroColorado	1.38	CerroColorado	1.37	CerroColorado	1.31
Salvador	1.16	Salvador	1.21	Salvador	1.08	Salvador	1.21
Michilla	1.07	Michilla	1.04	Michilla	1.00	Michilla	0.90
IvanZar	0.36	IvanZar	0.36	IvanZar	0.40	IvanZar	0.41

Cost Catod Esp 02		Cost Catod Esp 01		Cost Catod Esp 00	
Escondida	0.54	Escondida	0.50	Escondida	0.48
Andacollo	1.02	Andacollo	0.96	Andacollo	0.84
Collahuasi	0.37	Collahuasi	0.26	Collahuasi	0.34
Zaldivar	1.13	Zaldivar	0.92	Zaldivar	1.01
Tesoro	0.63	Tesoro	0.66	Tesoro	
ElAbra	1.65	ElAbra	1.52	ElAbra	1.58
RadomiroTomic	1.73	RadomiroTomic	1.66	RadomiroTomic	1.59
LomasBayas	1.34	LomasBayas	1.13	LomasBayas	1.40
MantoVerde	1.12	MantoVerde	1.10	MantoVerde	1.05
QuebradaBlanca	0.69	QuebradaBlanca	0.71	QuebradaBlanca	0.67
MantosBlancos	1.06	MantosBlancos	0.88	MantosBlancos	0.88
Cascada		Cascada		Cascada	
PuntaCobre	0.22	PuntaCobre	0.18	PuntaCobre	0.13
Soldado	0.23	Soldado	0.36	Soldado	0.20
CerroColorado	1.23	CerroColorado	1.13	CerroColorado	1.04
Salvador	1.34	Salvador	1.16	Salvador	1.07
Michilla	0.75	Michilla	0.76	Michilla	0.56
IvanZar	0.46	IvanZar	0.11	IvanZar	-0.30

8.1.14 Anexo N: Análisis de Resultados⁶⁷

8.1.14.1 Proceso Concentrado

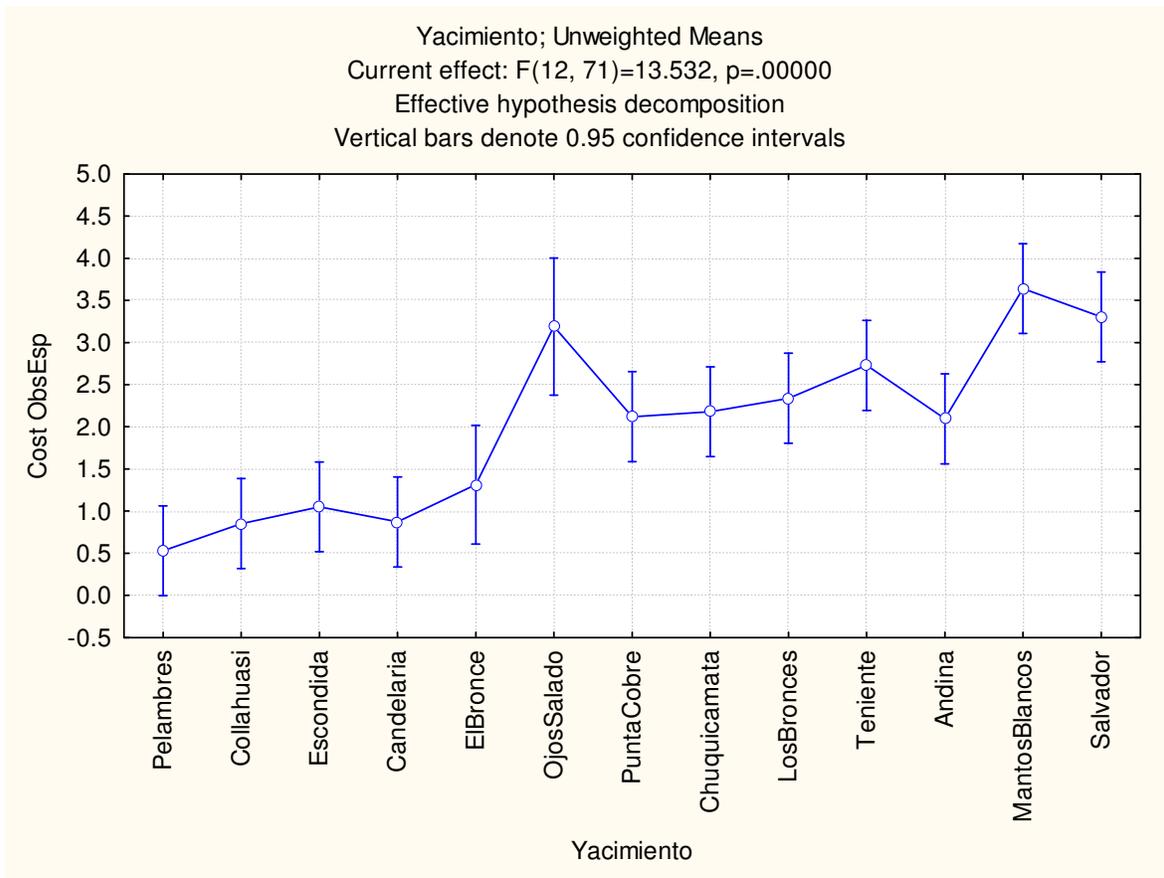
Variable Desempeño: Costo a Concentrado

Comparación Yacimientos

Univariate Tests of Significance for Cost ObsEsp (Análisis Concentrado Costo.sta)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	318.9316	1	318.9316	636.9196	0.000000
Yacimiento	81.3117	12	6.7760	13.5319	0.000000
Error	35.5526	71	0.5007		

Tukey HSD test; variable Cost ObsEsp (Análisis Concentrado Costo.sta)														
Approximate Probabilities for Post Hoc Tests														
Error: Between MS = .50074, df = 71.000														
Cell No.	Yacimiento	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}
		.52955	.85165	1.0520	.87222	1.3134	3.1905	2.1200	2.1795	2.3385	2.7294	2.0950	3.6400	3.3032
1	Pelambres		0.999696	0.973806	0.999433	0.858819	0.000165	0.004784	0.002854	0.000727	0.000133	0.005918	0.000124	0.000124
2	Collahuasi	0.999696		0.999998	1.000000	0.997766	0.000711	0.061244	0.039882	0.011446	0.000420	0.072812	0.000124	0.000125
3	Escondida	0.973806	0.999998		0.999999	0.999994	0.002692	0.215015	0.153089	0.053893	0.002227	0.245742	0.000125	0.000129
4	Candelaria	0.999433	1.000000	0.999999		0.998557	0.000809	0.070649	0.046374	0.013553	0.000488	0.083681	0.000124	0.000125
5	ElBronce	0.858819	0.997766	0.999994	0.998557		0.044259	0.833795	0.758576	0.516913	0.092588	0.861091	0.000219	0.001872
6	OjosSalado	0.000165	0.000711	0.002692	0.000809	0.044259		0.599958	0.683460	0.869023	0.999146	0.564229	0.999336	1.000000
7	PuntaCobre	0.004784	0.061244	0.215015	0.070649	0.833795	0.599958		1.000000	0.999995	0.920614	1.000000	0.008689	0.108408
8	Chuquicamata	0.002854	0.039882	0.153089	0.046374	0.758576	0.683460	1.000000		1.000000	0.961416	1.000000	0.014206	0.156549
9	LosBronces	0.000727	0.011446	0.053893	0.013553	0.516913	0.869023	0.999995	1.000000		0.997915	0.999984	0.048360	0.359168
10	Teniente	0.000133	0.000420	0.002227	0.000488	0.092588	0.999146	0.920614	0.961416	0.997915		0.897165	0.451115	0.947357
11	Andina	0.005918	0.072812	0.245742	0.083681	0.861091	0.564229	1.000000	1.000000	0.999984	0.897165		0.007041	0.092179
12	MantosBlancos	0.000124	0.000124	0.000125	0.000124	0.000219	0.999336	0.008689	0.014206	0.048360	0.451115	0.007041		0.999524
13	Salvador	0.000124	0.000125	0.000129	0.000125	0.001872	1.000000	0.108408	0.156549	0.359168	0.947357	0.092179	0.999524	

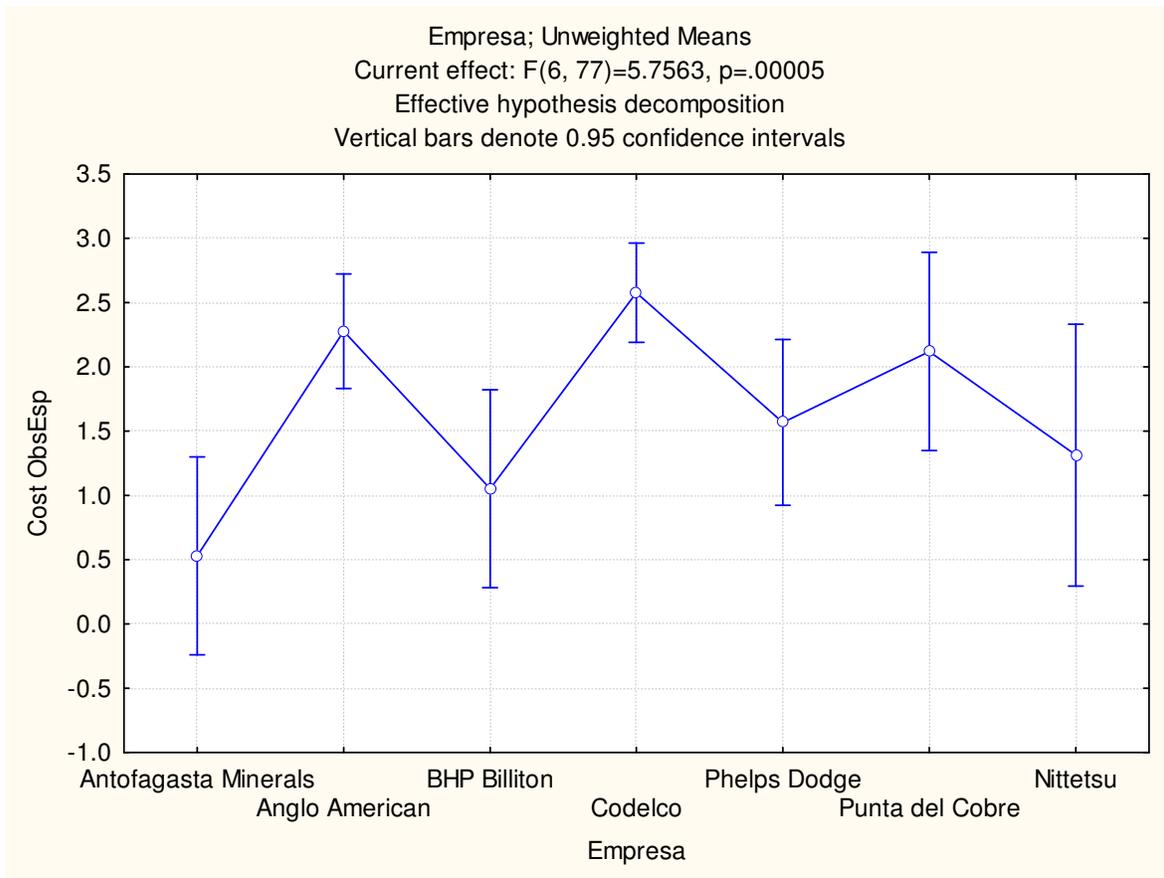
⁶⁷ Resultados obtenidos del programa Statistica.



Comparación Empresas

Univariate Tests of Significance for Cost ObsEsp (Análisis Concentrado Costo.sta) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	151.7400	1	151.7400	144.8242	0.000000
Empresa	36.1873	6	6.0312	5.7563	0.000055
Error	80.6770	77	1.0478		

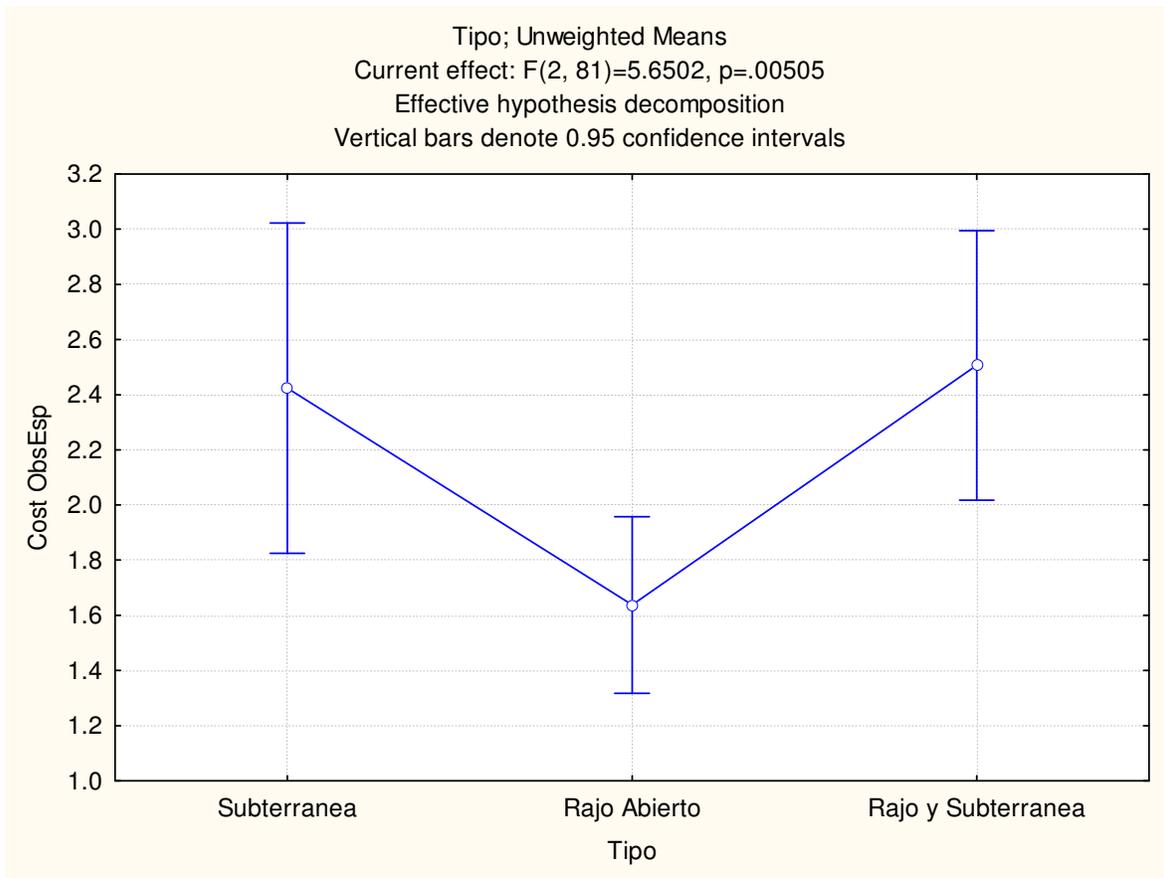
Tukey HSD test; variable Cost ObsEsp (Análisis Concentrado Costo.sta) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 1.0478, df = 77.000								
Cell No.	Empresa	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}
1	Antofagasta Minerals	.52955	0.003667	0.961960	0.000313	0.387908	0.068278	0.883645
2	Anglo American	0.003667		0.101956	0.948975	0.550369	0.999856	0.601689
3	BHP Billiton	0.961960	0.101956		0.012286	0.947386	0.453397	0.999658
4	Codelco	0.000313	0.948975	0.012286		0.118539	0.938797	0.253171
5	Phelps Dodge	0.387908	0.550369	0.947386	0.118539		0.927842	0.999592
6	Punta del Cobre	0.068278	0.999856	0.453397	0.938797	0.927842		0.868942
7	Nittetsu	0.883645	0.601689	0.999658	0.253171	0.999592	0.868942	



Comparación Tipo

Univariate Tests of Significance for Cost ObsEsp (Análisis Concentrado Costo.sta) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	309.2719	1	309.2719	244.2656	0.000000
Tipo	14.3078	2	7.1539	5.6502	0.005045
Error	102.5565	81	1.2661		

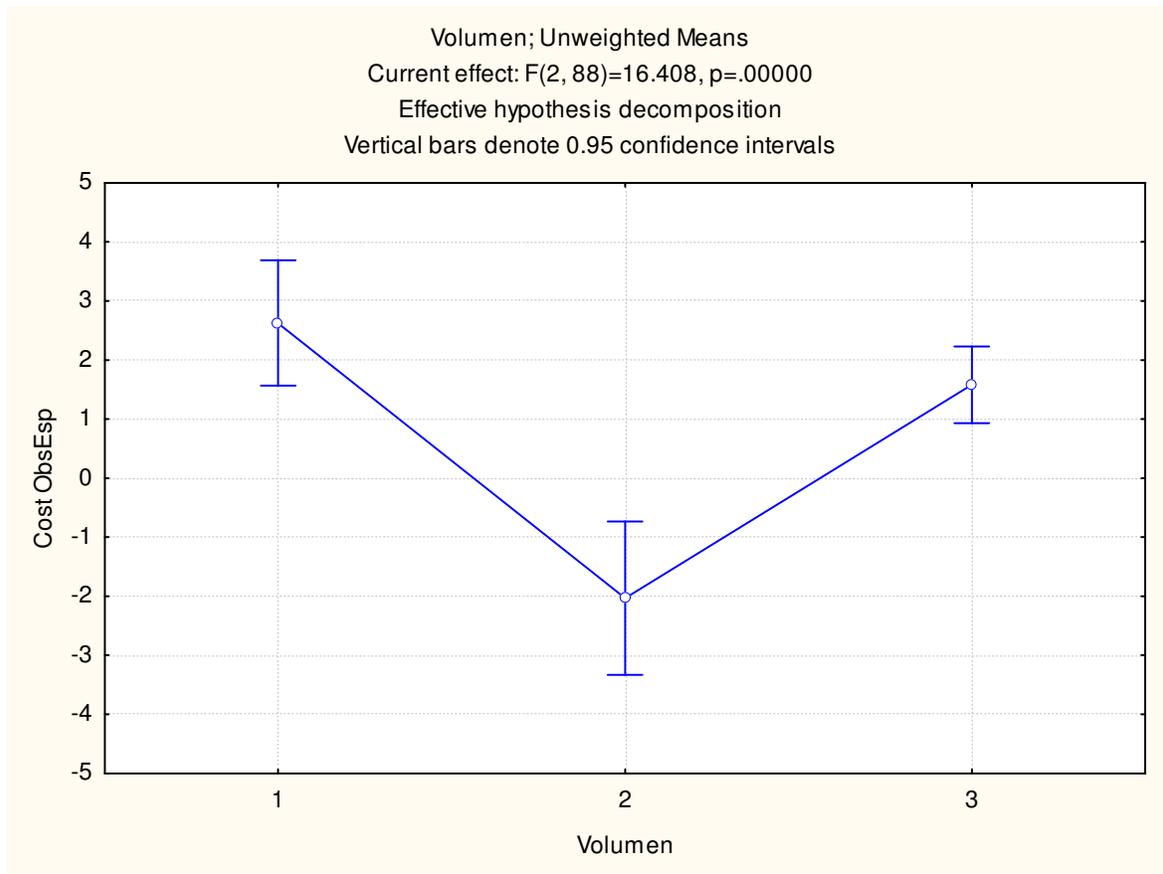
Tukey HSD test; variable Cost ObsEsp (Análisis Concentrado Costo.sta) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 1.2661, df = 81.000				
Cell No.	Tipo	{1}	{2}	{3}
1	Subterranea	2.4236	1.6376	2.5061
2	Rajo Abierto	0.060854		0.011253
3	Rajo y Subterranea	0.975507	0.011253	



Comparación Volumen

Univariate Tests of Significance for Cost ObsEsp (Análisis Concentrado Costo.sta) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	34.5508	1	34.55077	5.76496	0.018454
Volumen	196.6716	2	98.33579	16.40778	0.000001
Error	527.4052	88	5.99324		

Tukey HSD test; variable Cost ObsEsp (Análisis Concentrado Costo.sta) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 5.9932, df = 88.000				
Cell No.	Volumen	{1}	{2}	{3}
		2.6259	-2.032	1.5810
1	1		0.000107	0.223267
2	2	0.000107		0.000116
3	3	0.223267	0.000116	



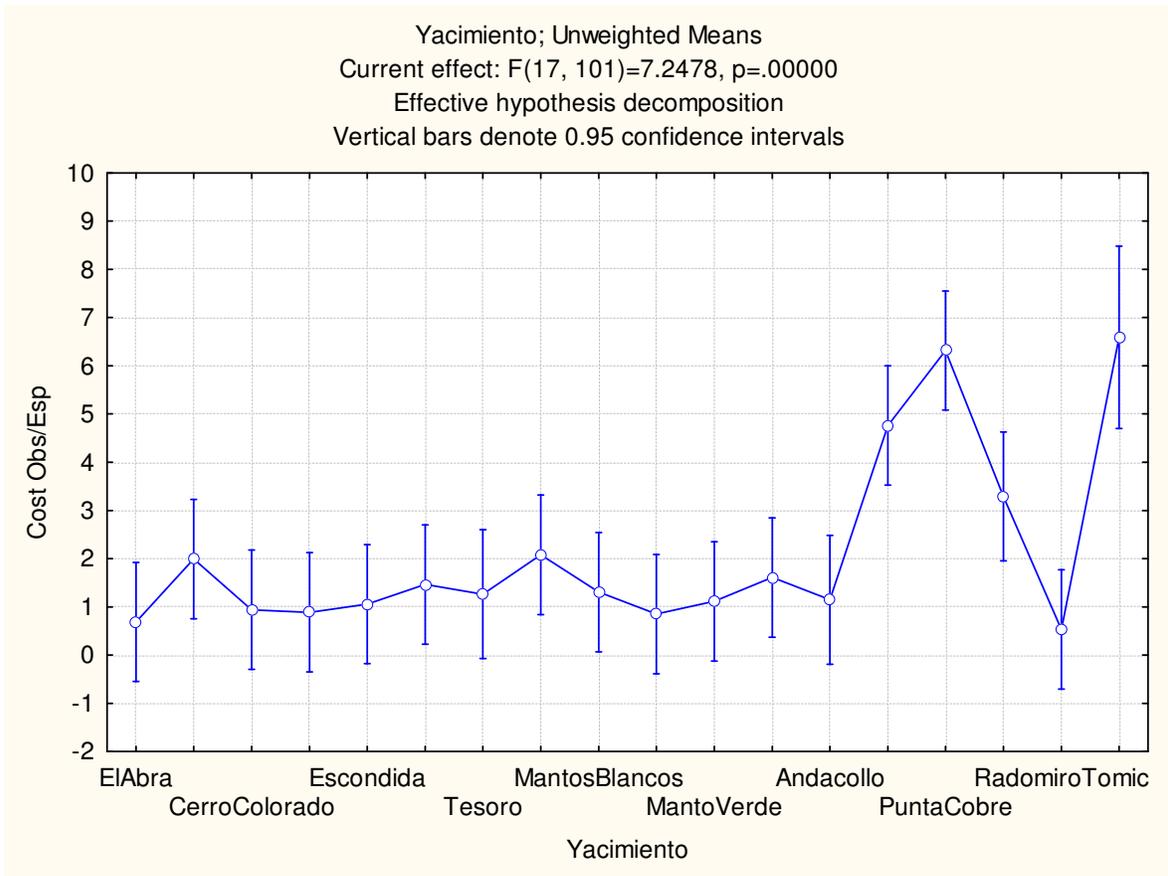
8.1.14.2 Proceso SxEw

Variable Desempeño: Costo a Cátodo

Comparación Yacimientos

Univariate Tests of Significance for Cost Obs/Esp (Análisis SxEw Costo.sta)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	506.4433	1	506.4433	185.9028	0.000000
Yacimiento	335.6616	17	19.7448	7.2478	0.000000
Error	275.1479	101	2.7242		

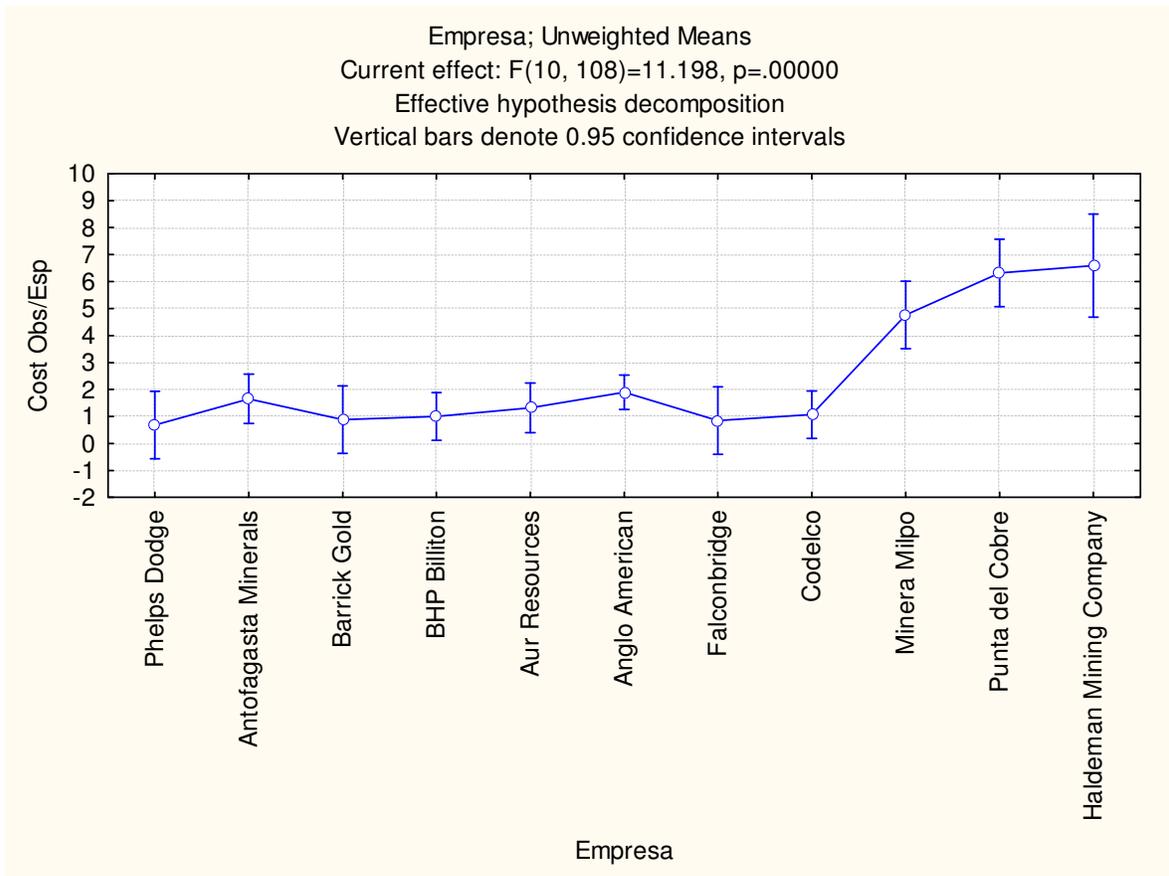
Tukey HSD test; variable Cost Obs/Esp (Análisis SxEw Costo.sta)																				
Approximate Probabilities for Post Hoc Tests																				
Error: Between MS = 2.7242, df = 101.00																				
Cell No.	Yacimiento	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	
1	EiAbra	.68721	0.990510	1.000000	1.000000	1.000000	0.999987	1.000000	0.981311	1.000000	1.000000	1.000000	0.999861	1.000000	0.001591	0.000167	0.310525	1.000000	0.000312	
2	Michilla	0.990510	0.990510	0.999247	0.998577	0.999835	1.000000	0.999997	1.000000	0.999998	0.997902	0.999930	1.000000	0.999978	0.159492	0.000626	0.994105	0.970498	0.012040	
3	CerroColorado	1.000000	0.999247	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.997930	1.000000	1.000000	1.000000	0.999999	1.000000	0.004369	0.000168	0.494722	1.000000	0.000535	
4	Zaldiva	1.000000	0.998577	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.996391	1.000000	1.000000	1.000000	0.999995	1.000000	0.003521	0.000168	0.452496	1.000000	0.000470	
5	Escondida	1.000000	0.999835	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.999459	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.006931	0.000170	0.587719	1.000000	0.000723	
6	QuebradaBlanca	0.999987	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.031341	0.000199	0.869186	0.999831	0.002443	
7	Tesoro	1.000000	0.999997	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.999985	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.024984	0.000198	0.795351	0.999997	0.001938	
8	Collahuasi	0.981311	1.000000	0.997930	0.996391	0.999459	1.000000	0.999985	0.999988	0.999998	0.994936	0.999743	1.000000	0.999909	0.201214	0.000857	0.997392	0.949797	0.015577	
9	MantosBlancos	1.000000	0.999998	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.999988	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.017693	0.000180	0.774227	0.999988	0.001486	
10	LomasBayas	1.000000	0.997902	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.999496	1.000000	1.000000	1.000000	0.999991	1.000000	0.003045	0.000167	0.424713	1.000000	0.000433	
11	MantoVerde	1.000000	0.999930	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.999743	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.00851	0.000171	0.633399	1.000000	0.000848	
12	Salvado	0.999861	1.000000	0.999999	0.999995	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.999991	1.000000	1.000000	1.000000	0.050942	0.000235	0.929689	0.999938	0.003805	
13	Andacollo	1.000000	0.999978	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.999909	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.016859	0.000184	0.719894	1.000000	0.001382	
14	IvanZa	0.001591	0.159492	0.004369	0.003521	0.006931	0.031341	0.024984	0.201214	0.017693	0.003045	0.00851	0.050942	0.016859	0.000184	0.948436	0.948436	0.977780	0.000872	0.978204
15	PuntaCobre	0.000167	0.000626	0.000168	0.000168	0.000170	0.000199	0.000198	0.000857	0.000180	0.000167	0.000171	0.000235	0.000184	0.948436	0.948436	0.977780	0.108413	0.000167	1.000000
16	Soldado	0.310525	0.994105	0.494722	0.452496	0.587719	0.869186	0.795351	0.997392	0.774227	0.424713	0.633399	0.929689	0.719894	0.977780	0.108413	0.108413	0.218802	0.218802	0.312770
17	RadomiroTomic	1.000000	0.970498	1.000000	1.000000	1.000000	0.999831	0.999997	0.949797	0.999988	1.000000	1.000000	0.999938	1.000000	0.000872	0.000167	0.218802	0.218802	0.000241	
18	Cascada	0.000312	0.012040	0.000535	0.000470	0.000723	0.002443	0.001938	0.015577	0.001486	0.000433	0.000848	0.003805	0.001382	0.978204	0.978204	1.000000	0.312770	0.000241	



Comparación Empresas

Univariate Tests of Significance for Cost Obs/Esp (Análisis SxEw Costo.sta)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	528.9076	1	528.9076	190.4809	0.000000
Empresa	310.9263	10	31.0926	11.1977	0.000000
Error	299.8832	108	2.7767		

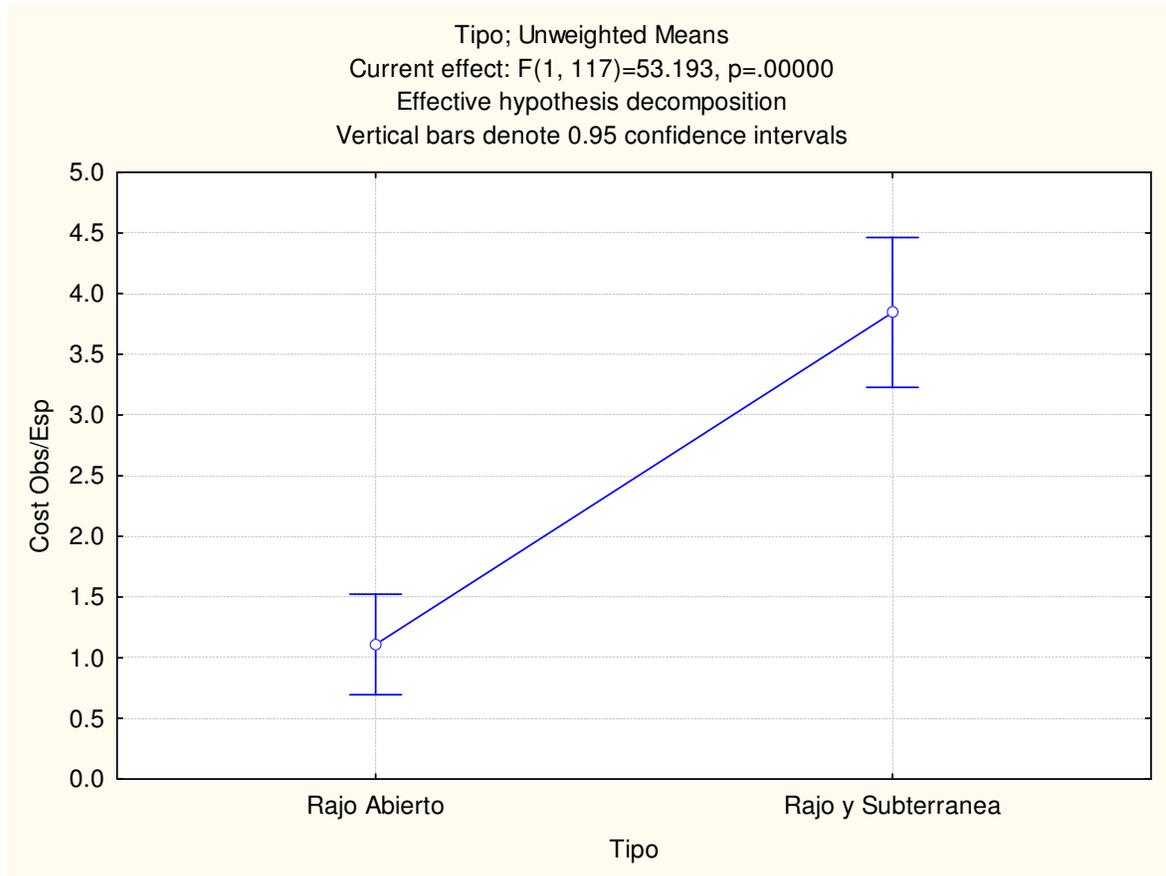
Tukey HSD test; variable Cost Obs/Esp (Análisis SxEw Costo.sta)												
Approximate Probabilities for Post Hoc Tests												
Error: Between MS = 2.7767, df = 108.00												
Cell No.	Empresa	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}
1	Phelps Dodge	.68721	1.6545	.88594	.99839	1.3194	1.8968	.84944	1.0692	4.7629	6.3173	6.5887
2	Antofagasta Minerals	0.976544	0.976544	1.000000	0.999999	0.999241	0.826481	1.000000	0.999992	0.000760	0.000169	0.000224
3	Barrick Gold	1.000000	0.995977	0.995977	1.000000	0.999988	0.999998	0.994162	0.997855	0.005775	0.000170	0.000657
4	BHP Billiton	0.999999	0.994523	1.000000	0.999991	0.999991	0.862726	1.000000	1.000000	0.001590	0.000169	0.000287
5	Aur Resources	0.999241	0.999988	0.999976	0.999991	0.999991	0.862726	1.000000	1.000000	0.000335	0.000169	0.000198
6	Anglo American	0.826481	0.999998	0.938002	0.862726	0.994344	0.922731	0.922731	0.914140	0.004455	0.000169	0.000649
7	Falconbridge	1.000000	0.994162	1.000000	1.000000	0.999949	0.922731	0.922731	1.000000	0.001382	0.000169	0.000272
8	Codeico	0.999992	0.997855	1.000000	1.000000	0.999999	0.914140	1.000000	1.000000	0.000415	0.000169	0.000208
9	Minera Milpo	0.000760	0.005775	0.001590	0.000335	0.001317	0.004455	0.001382	0.000415	0.808577	0.884079	0.884079
10	Punta del Cobre	0.000169	0.000170	0.000169	0.000169	0.000169	0.000169	0.000169	0.000169	0.808577	1.000000	1.000000
11	Haldeman Mining Company	0.000224	0.000657	0.000287	0.000198	0.000299	0.000649	0.000272	0.000208	0.884079	1.000000	1.000000



Comparación Tipo

Univariate Tests of Significance for Cost Obs/Esp (Análisis SxEw Costo.sta)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	625.3495	1	625.3495	174.2444	0.000000
Tipo	190.9056	1	190.9056	53.1930	0.000000
Error	419.9039	117	3.5889		

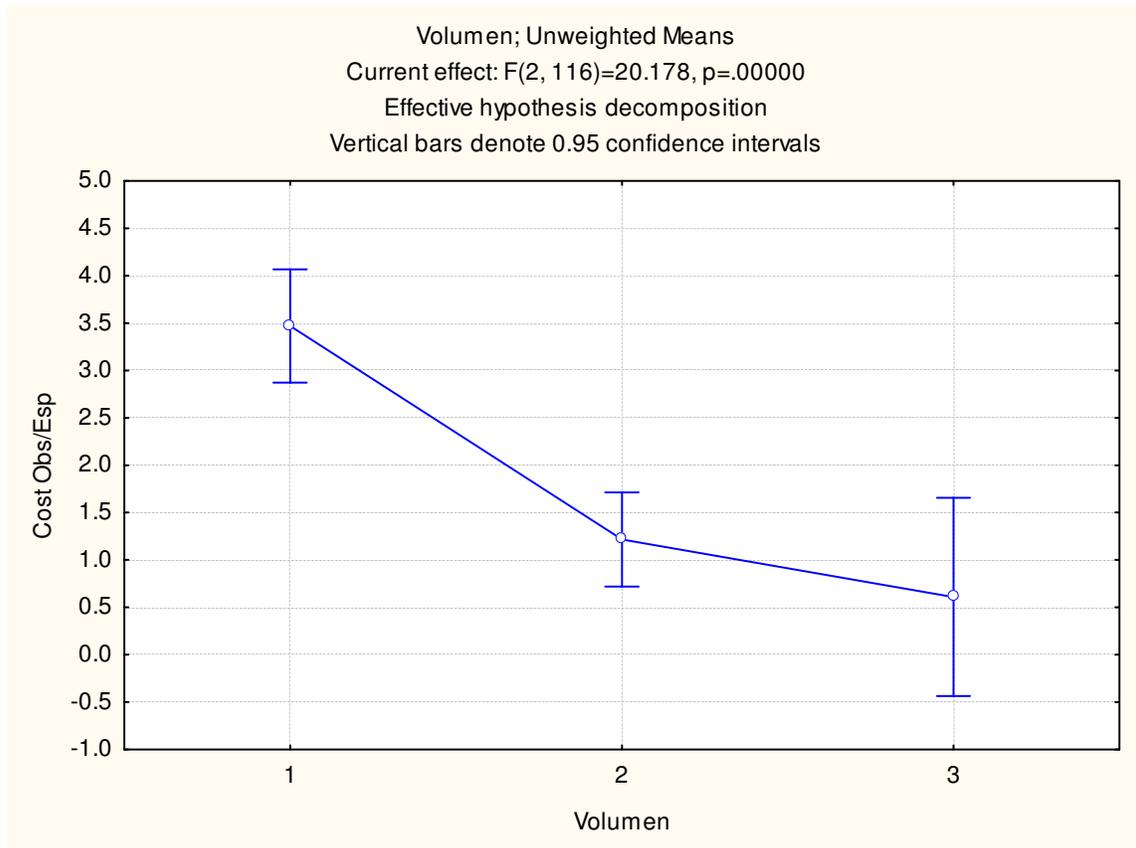
Tukey HSD test; variable Cost Obs/Esp (Análisis SxEw Costo.sta)			
Approximate Probabilities for Post Hoc Tests			
Error: Between MS = 3.5889, df = 117.00			
	Tipo	{1}	{2}
Cell No.		1.1081	3.8445
1	Rajo Abierto		0.000103
2	Rajo y Subterranea	0.000103	



Comparación Volumen

Univariate Tests of Significance for Cost Obs/Esp (Análisis SxEw Costo.sta)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Effect					
Intercept	252.8992	1	252.8992	64.73725	0.000000
Volumen	157.6498	2	78.8249	20.17763	0.000000
Error	453.1597	116	3.9065		

Tukey HSD test; variable Cost Obs/Esp (Analisis SxEw Costo.sta)				
Approximate Probabilities for Post Hoc Tests				
Error: Between MS = 3.9065, df = 116.00				
Cell No.	Volumen	{1}	{2}	{3}
		3.4684	1.2169	.60855
1	1		0.000113	0.000131
2	2	0.000113		0.553260
3	3	0.000131	0.553260	



8.1.15 Anexo O: Tablas para formar cuartiles

Tabla 14: Datos para crear cuartiles de Costo Concentrado

	CostConc Prom (c/lb)	Produccion Prom (kT)	Prod Acumulada (kT)
1	Escondida	28.75	885.1521505
2	Collahuasi	29.74	378.0795854
3	LosBronces	31.47	177.6832036
4	Pelambres	32.64	338.8793285
5	Soldado	35.15	61.80340845
6	Andina	38.26	239.1029596
7	ElBronce	38.74	22.4977184
8	PuntaCobre	41.50	30.46489024
9	Teniente	44.62	388.2704493
10	MantosBlancos	44.74	40.67659321
11	Candelaria	51.67	202.9818721
12	OjosSalado	58.38	16.88862684
13	Chuquicamata	61.14	528.2278189
14	Salvador	74.17	59.8158547

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Datos para crear cuartiles de Costo a Cátodo

	CostCato Prom (M\$/kT)	Produccion Prom (kT)	Prod Acumulada (kT)
1	Cascada	0.64	8.862
2	Escondida	0.74	134.400
3	Soldado	0.79	6.857
4	RadomiroTomic	0.91	257.947
5	Tesoro	0.92	84.521
6	Collahuasi	0.93	59.917
7	Andacollo	0.96	21.652
8	Zaldivar	1.03	137.793
9	ElAbra	1.12	191.738
10	LomasBayas	1.16	61.353
11	QuebradaBlanca	1.20	65.492
12	CerroColorado	1.21	119.819
13	PuntaCobre	1.23	8.031
14	MantoVerde	1.26	52.182
15	MantosBlancos	1.37	38.168
16	Michilla	1.74	49.280
17	IvanZar	1.89792	10.401
18	Salvador	1.90344	21.285

Fuente: Elaboración propia