



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

**COMPETITIVIDAD MUNDIAL EN EL MERCADO DEL COBRE**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN MINERÍA**

**CARLOS FRANCISCO VERGARA VACCANI**

**PROFESOR GUÍA:**  
**CHRISTIAN MOSCOSO WALLACE**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:**  
**FERNANDO ACOSTA BARRIGA**  
**EDUARDO CONTRERAS VILLABLANCA**  
**JORGE BANDE BRUCK**

**SANTIAGO DE CHILE**

**SEPTIEMBRE 2012**

## Resumen

El presente trabajo de Tesis de Magíster en Minería, tiene como objetivo estudiar los distintos factores que interactúan en términos de competitividad y atractividad en el mercado mundial del cobre y analizar los desafíos y estrategias de las cinco principales empresas productoras en la actualidad: Codelco, Freeport McMoran, BHP Billiton, Xstrata Copper y Rio Tinto. El periodo considerado en el análisis corresponde al quinquenio 2007-2011 y desde el punto de vista de la competitividad se escogieron las cuatro o cinco faenas de mayor producción para cada compañía.

La metodología consistió en un análisis multivariable tanto de atractividad (oportunidades y amenazas de ingresar al mercado) como de competitividad (fortalezas y debilidades de los competidores) basado en el análisis de Lambin, Majluf y trabajos anteriores realizados en el Postgrado en Economía de Minerales del Departamento de Ingeniería de Minas de la Universidad de Chile. Los factores de atractividad considerados son: mercado (demanda, precio, volatilidad, rentabilidad), competencia (concentración de la oferta, barreras de entrada, sustitutos), economía (riesgo país, impuestos), sociales, ambientales y de tecnología. Los factores de competitividad considerados son: mercado (participación de mercado), producción (tamaño operaciones, productividad), I&D (exploración), gestión (estructura compañía, acceso a capital). Una vez evaluada cada compañía, en el análisis de las estrategias se construye la matriz Atractividad-Competitividad, en la que se ubican las 21 faenas consideradas y se discuten las estrategias corporativas para capturar las “rentas económicas”. Finalmente, el análisis de las cinco fuerzas de Porter complementará los resultados incluyendo a las demás productoras de cobre importantes.

Los resultados obtenidos a nivel de faenas muestran que las operaciones explotadas a gran escala (en general minas a cielo abierto) son las mejor ubicadas en la matriz. Sin embargo, hay casos en que minas con gran producción y reservas no son muy atractivas ni competitivas; los factores políticos y sociales de los países en donde operan son tan relevantes como los anteriores. También existen operaciones que sin un elevado nivel productivo ni de reservas, están muy bien posicionadas debido a su bajo costo, alta productividad y exitosos desarrollos tecnológicos. A nivel de compañías, podemos señalar que Codelco, con su nula diversificación de commodities, es la más expuesta a la volatilidad del precio del cobre. Además su principal estrategia de captura de *rentas* es la exploración (distrital), dejando de lado las fusiones y adquisiciones; su posicionamiento en el mercado se sustenta en su participación y en el nivel de reservas. Por su parte, Freeport al igual que Codelco no es diversificada, posee una gran cantidad de *joint ventures* en operaciones poco relevantes (baja producción, leyes y reservas) y es muy dependiente de su principal activo; Grasberg. BHP y Rio Tinto sustentan su producción en gran parte por Escondida, sin embargo, son altamente diversificadas tanto en unidades de negocio como geográficamente; sus estrategias de captura de rentas constan de inversiones en exploración (Spence descubierto en la década y los proyectos no desarrollados más importantes del mundo: Oyu Tolgoi y Resolution Copper) y *joint ventures* en sus operaciones, como también fusiones y adquisiciones. Xstrata al igual que Codelco y Freeport, tiene entre sus estrategias desarrollar un producto elaborado (fundición y refinería) y capturar las rentas básicamente vía adquisiciones.

Puede concluirse que la estrategia de captura de *rentas* será exitosa mientras existan más fuentes para obtenerlas. Por ello BHP y Rio Tinto tienen mayores posibilidades, ya que incluyen fusiones, adquisiciones, *joint ventures* y exploración tanto distrital como a nivel mundial. La ejecución en el mediano plazo de importantes proyectos de otras compañías sin duda hará perder posición a las cinco grandes, las que deben diseñar nuevas estrategias para mantenerse líderes.

## Abstract

This Master's Degree Thesis on Mining aims to study the different factors that interact in terms of competitiveness and attractiveness in the world's copper market and involves analysing the challenges and strategies of the current five major copper producing companies, namely, Codelco, Freeport McMoran, BHP Billiton, Xstrata Copper and Rio Tinto. The analysis period corresponds to the 2007-2011 five-year period. In terms of competitiveness, the four or five largest throughput sites were chosen for each Company.

The methodology consisted both on an attractiveness (opportunities and threats to enter the market) and competitiveness (competitors' strengths and weaknesses) multivariate analysis. This methodology was based on the analysis of Lambin, Majluf and former works carried out in the Mineral Economics Post-Graduate Program of Universidad de Chile's Mining Engineering Department. The attractiveness factors considered are the following: market (demand, price, volatility, profitability), competition (supply concentration, entry barriers, substitution), economy (country risk, taxes), and social, environmental and technology factors. The competitiveness factors considered are the following: market (market share), production (operations' size, productivity), R&D (exploration), management (company structure, access to capital). Once the Company is assessed, the Attractiveness-Competitiveness matrix is built and the 21 sites considered are positioned in that matrix and the corporate strategies to capture the "economic revenues" are discussed. Ultimately, Porter's five forces analysis will complement the results, including the rest of the major copper producers.

The site-level outcomes show that large-scale operations (in general, open pit mines) are the best-located operations in the matrix. However, there are cases where mines with large production and high amount of reserves are not very attractive or competitive; the political and social factors in the countries where they operate are as relevant as the former ones. Additionally, there are operations that without a high level of production or reserves are well positioned due to their low costs, high productivity and successful technology developments. At Company level, we can note that Codelco, with its nil commodity diversification, is the company with the highest exposure to the copper price volatility. In addition, its main returns-capture strategy is district exploration, leaving aside mergers and buy-outs; its position in the market is based on its market share and reserves level. On the other hand, Freeport, as Codelco, is equally non-diversified; it has a large amount of joint ventures in not very relevant operations (low production, grades and reserves) and it is highly dependent on its main asset: Grasberg. BHP and Rio Tinto mostly base their production on Escondida. However, they are highly diversified, both in business units and geographically; their revenues-capture includes explorations investments (Spence, which was discovered in this decade and the most world's important undeveloped projects: Oyu Tolgoi and Resolution Copper) and joint ventures in their operations, together with mergers and buy-outs. As Codelco and Freeport, among its strategies Xstrata develops manufactured products (smelter and refinery) and basically captures revenues through buy-outs.

It can be concluded that the revenues-capture strategy will be successful while there are more sources for revenues. Hence, BHP and Rio Tinto have more possibilities, as they include mergers, buy-outs, joint ventures and both district and global explorations. The medium-term execution of major projects from other Companies undoubtedly will make the five major Companies to loose their leading position, therefore they will have to design new strategies to continue their leadership.

# Índice de Contenidos

|          |                                                                           |           |
|----------|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Introducción y Objetivos .....</b>                                     | <b>1</b>  |
| 1.1      | Antecedentes Generales.....                                               | 1         |
| 1.2      | Historia .....                                                            | 1         |
| 1.3      | Usos del cobre .....                                                      | 3         |
| 1.4      | Principales Sustitutos.....                                               | 3         |
| 1.5      | Objetivos y Alcance.....                                                  | 4         |
| 1.5.1    | Objetivo General .....                                                    | 4         |
| 1.5.2    | Objetivos Específicos .....                                               | 4         |
| 1.5.3    | Alcance .....                                                             | 4         |
| <b>2</b> | <b>Fundamentos Teóricos .....</b>                                         | <b>5</b>  |
| 2.1      | Noción de Atractividad.....                                               | 5         |
| 2.2      | Noción de Competitividad: Ventaja Comparativa y Ventaja Competitiva ..... | 5         |
| 2.2.1    | Ventaja Competitiva basada en el Poder de Mercado .....                   | 6         |
| 2.2.1.1  | Competencia Perfecta .....                                                | 7         |
| 2.2.1.2  | Oligopolio .....                                                          | 7         |
| 2.2.1.3  | Monopolio .....                                                           | 8         |
| 2.2.1.4  | Firmas Dominantes.....                                                    | 8         |
| 2.2.2    | Ventaja Competitiva basada en la Efectividad Operacional .....            | 8         |
| 2.2.2.1  | Dominio por Costos.....                                                   | 8         |
| 2.3      | Noción de Rivalidad Ampliada: Método de Porter .....                      | 10        |
| 2.3.1    | Estrategias Genéricas.....                                                | 12        |
| 2.3.2    | Estrategias de Crecimiento .....                                          | 13        |
| 2.4      | Herramientas de Análisis Estratégico.....                                 | 14        |
| 2.4.1    | Matriz de Atractividad – Competitividad.....                              | 15        |
| 2.4.2    | Factores de Atractividad y Competitividad .....                           | 16        |
| 2.5      | Modelo Delta de Hax.....                                                  | 18        |
| 2.6      | Fundamentos microeconómicos del negocio minero .....                      | 19        |
| 2.6.1    | Noción de Renta en Minería.....                                           | 20        |
| 2.6.2    | Recursos no renovables: Modelo de Hotelling.....                          | 21        |
| 2.6.2.1  | Agotamiento y Descubrimiento.....                                         | 21        |
| 2.6.2.2  | Agotamiento Puro.....                                                     | 21        |
| 2.6.2.3  | Escasez desde la perspectiva económica .....                              | 24        |
| 2.6.2.4  | Exploración.....                                                          | 24        |
| 2.6.3    | Economía de los recursos no renovables: Algunos modelos.....              | 25        |
| 2.6.3.1  | Modelo Simple .....                                                       | 25        |
| 2.6.3.2  | Regla de Hotelling.....                                                   | 26        |
| 2.6.3.3  | Midiendo la escasez económicamente.....                                   | 27        |
| 2.6.4    | Clasificación de las Industrias .....                                     | 28        |
| 2.6.4.1  | Alternativas para asegurar las Rentas Económicas .....                    | 29        |
| <b>3</b> | <b>Trabajos Anteriores de Competitividad en el Mercado del Cobre.....</b> | <b>30</b> |
| 3.1      | Análisis de Atractividad periodo 2000 - 2004.....                         | 30        |
| 3.2      | Análisis de Competitividad periodo 2000 - 2004.....                       | 34        |
| 3.3      | Conclusiones Bibliografía .....                                           | 40        |

|          |                                               |            |
|----------|-----------------------------------------------|------------|
| <b>4</b> | <b>Análisis de Atractividad</b> .....         | <b>41</b>  |
| 4.1      | Factores de Mercado.....                      | 41         |
| 4.2      | Factores de Competencia.....                  | 53         |
| 4.3      | Factores de Economía.....                     | 58         |
| 4.4      | Factores Sociales y Ambientales .....         | 63         |
| 4.5      | Factores de Tecnología.....                   | 65         |
| <b>5</b> | <b>Análisis de Competitividad</b> .....       | <b>68</b>  |
| 5.1      | Factores de Mercado.....                      | 68         |
| 5.2      | Factores de Producción.....                   | 77         |
| 5.3      | Factores de Investigación y Desarrollo .....  | 88         |
| 5.4      | Factores de Gestión .....                     | 92         |
| <b>6</b> | <b>Análisis de Estrategias</b> .....          | <b>103</b> |
| 6.1      | Análisis de la Cartera.....                   | 103        |
| 6.2      | Estrategias Corporativas .....                | 106        |
| <b>7</b> | <b>Análisis Cinco Fuerzas de Porter</b> ..... | <b>113</b> |
| 7.1      | Rivalidad entre competidores .....            | 113        |
| 7.2      | Amenazas de entrada.....                      | 115        |
| 7.3      | Amenazas de sustitutos.....                   | 115        |
| 7.4      | Poder de negociación de los proveedores.....  | 116        |
| 7.5      | Poder de negociación de los clientes .....    | 117        |
| <b>8</b> | <b>Conclusiones</b> .....                     | <b>118</b> |
| <b>9</b> | <b>Referencias</b> .....                      | <b>120</b> |

## Índice de Tablas

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1: Propiedades del cobre.....                                           | 1  |
| Tabla 2: Ponderación de factores de Atractividad.....                         | 17 |
| Tabla 3: Ponderación de factores de Competitividad.....                       | 17 |
| Tabla 4: Tramos definidos y su puntuación.....                                | 18 |
| Tabla 5: Fusiones y adquisiciones 1995 – 2004 valor nominal.....              | 32 |
| Tabla 6: Producción y participación mundial de las principales compañías..... | 34 |
| Tabla 7: Producción por operación año 2004.....                               | 35 |
| Tabla 8: Evolución de leyes de cobre por operación.....                       | 38 |
| Tabla 9: Factores de Atractividad y su ponderación.....                       | 41 |
| Tabla 10: Proyecciones de crecimiento del PIB.....                            | 41 |
| Tabla 11: Proyección demanda cobre refinado 2012 – 2016.....                  | 42 |
| Tabla 12: Consumo de cobre refinado por país periodo 2007-2011(.....          | 44 |
| Tabla 13: Producción de cobre refinado por país periodo 2007- 2011.....       | 44 |
| Tabla 14: Estimación del precio del cobre en el quinquenio 2012 – 2016.....   | 47 |
| Tabla 15: Precio nominal del cobre y volatilidad.....                         | 48 |
| Tabla 16: Rentabilidad sobre el capital compañías mineras.....                | 52 |
| Tabla 17: Evaluación factores de mercado Codelco.....                         | 52 |
| Tabla 18: Evaluación factores de mercado Freeport - McMoran.....              | 53 |
| Tabla 19: Evaluación factores de mercado BHP Billiton.....                    | 53 |
| Tabla 20: Evaluación factores de mercado Rio Tinto.....                       | 53 |
| Tabla 21: Evaluación factores de mercado Xstrata Cooper.....                  | 53 |
| Tabla 22: Fusiones y adquisiciones mineras en el periodo 2000 – 2010.....     | 54 |
| Tabla 23: Mercados del cobre por sector de consumo.....                       | 55 |
| Tabla 24: Sustitutos del cobre: ventajas y desventajas.....                   | 56 |
| Tabla 25: Evaluación factores de competencia Codelco.....                     | 57 |
| Tabla 26: Evaluación factores de competencia Freeport - McMoran.....          | 57 |
| Tabla 27: Evaluación factores de competencia BHP Billiton.....                | 58 |
| Tabla 28: Evaluación factores de competencia Rio Tinto.....                   | 58 |
| Tabla 29: Evaluación factores de competencia Xstrata Copper.....              | 58 |
| Tabla 30: Clasificación riesgo país.....                                      | 59 |
| Tabla 31: Evaluación factores de economía Codelco.....                        | 62 |
| Tabla 32: Evaluación factores de economía Freeport - McMoran.....             | 62 |
| Tabla 33: Evaluación factores de economía BHP Billiton.....                   | 62 |
| Tabla 34: Evaluación factores de economía Rio Tinto.....                      | 62 |
| Tabla 35: Evaluación factores de economía Xstrata Copper.....                 | 63 |
| Tabla 36: Evaluación factores sociales y ambientales Codelco.....             | 65 |
| Tabla 37: Evaluación factores sociales y ambientales Freeport - McMoran.....  | 65 |
| Tabla 38: Evaluación factores sociales y ambientales BHP Billiton.....        | 65 |
| Tabla 39: Evaluación factores sociales y ambientales Rio Tinto.....           | 65 |
| Tabla 40: Evaluación factores sociales y ambientales Xstrata Copper.....      | 65 |
| Tabla 41: Evaluación factores de tecnología Codelco.....                      | 67 |
| Tabla 42: Evaluación factores de tecnología Freeport McMoran.....             | 67 |
| Tabla 43: Evaluación factores de tecnología BHP Billiton.....                 | 67 |
| Tabla 44: Evaluación factores de tecnología Rio Tinto.....                    | 67 |
| Tabla 45: Evaluación factores de tecnología Xstrata Copper.....               | 67 |

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 46: Ponderación factores de competitividad.....                              | 68  |
| Tabla 47: Producción cobre fino por compañía en el quinquenio 2007-2011.....       | 68  |
| Tabla 48: Producción por operación año 2011 .....                                  | 75  |
| Tabla 49: Evaluación factores de mercado Codelco .....                             | 76  |
| Tabla 50: Evaluación factores de mercado Freeport-McMoran.....                     | 76  |
| Tabla 51: Evaluación factores de mercado BHP Billiton.....                         | 76  |
| Tabla 52: Evaluación factores de mercado Rio Tinto .....                           | 77  |
| Tabla 53: Evaluación factores de mercado Xstrata Copper .....                      | 77  |
| Tabla 54: <i>Cash cost</i> directo por operación años 2009 y 2011 .....            | 79  |
| Tabla 55: Producción molibdeno 2011.....                                           | 80  |
| Tabla 56: Ley de cobre por yacimiento quinquenio 2007-2011.....                    | 84  |
| Tabla 57: Reservas probadas y probables año 2011 .....                             | 85  |
| Tabla 58: Reservas de cobre en Mt por compañía.....                                | 86  |
| Tabla 59: Evaluación factores de producción Codelco .....                          | 87  |
| Tabla 60: Evaluación factores de producción Freeport McMoran .....                 | 87  |
| Tabla 61: Evaluación factores de producción BHP Billiton.....                      | 88  |
| Tabla 62: Evaluación factores de producción Rio Tinto .....                        | 88  |
| Tabla 63: Evaluación factores de producción Xstrata Copper .....                   | 88  |
| Tabla 64: Estrategias de desarrollo para aumentar la base minera.....              | 88  |
| Tabla 65: Evaluación factores de investigación y desarrollo Codelco.....           | 92  |
| Tabla 66: Evaluación factores de investigación y desarrollo Freeport-McMoran ..... | 92  |
| Tabla 67: Evaluación factores de investigación y desarrollo BHP Billiton .....     | 92  |
| Tabla 68: Evaluación factores de investigación y desarrollo Rio Tinto.....         | 92  |
| Tabla 69: Evaluación factores de investigación y desarrollo Xstrata Copper.....    | 92  |
| Tabla 70: Diversificación por producto de las compañías en estudio .....           | 98  |
| Tabla 71: ROA (%) año 2011.....                                                    | 98  |
| Tabla 72: Diversificación por producto de las compañías en estudio .....           | 99  |
| Tabla 73: Diversificación por producto de las compañías en estudio .....           | 99  |
| Tabla 74: EBITDA en BUS\$ compañías periodo 2009 - 2011 .....                      | 100 |
| Tabla 75: Ratio de endeudamiento periodo 2009 - 2011.....                          | 100 |
| Tabla 76: Evaluación factores de gestión Codelco.....                              | 101 |
| Tabla 77: Evaluación factores de gestión Freeport - McMoran .....                  | 101 |
| Tabla 78: Evaluación factores de gestión BHP Billiton .....                        | 102 |
| Tabla 79: Evaluación factores de gestión Rio Tinto.....                            | 102 |
| Tabla 80: Evaluación factores de gestión Xstrata Copper.....                       | 102 |
| Tabla 81: Evaluación de factores de atractividad.....                              | 103 |
| Tabla 82: Evaluación de factores de competitividad.....                            | 104 |
| Tabla 83: Ventajas competitivas .....                                              | 112 |
| Tabla 84: Producción y participación en el mercado .....                           | 114 |

## Índice de Figuras

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: Precios históricos del cobre y principales quiebres tecnológicos .....         | 2  |
| Figura 2: Noción de Ventaja Competitiva.....                                             | 6  |
| Figura 3: Ejemplo Curva de Experiencia .....                                             | 9  |
| Figura 4: Esquema de las cinco fuerzas de Porter .....                                   | 12 |
| Figura 5: Estrategias Genéricas .....                                                    | 12 |
| Figura 6: Tipologías de Estrategias .....                                                | 14 |
| Figura 7: Matriz de Atractivo – Competitividad .....                                     | 15 |
| Figura 8: Modelo Delta Hax.....                                                          | 18 |
| Figura 9: Concepto de Renta .....                                                        | 21 |
| Figura 10: Curvas de extracción caso Competitivo y Monopolio .....                       | 23 |
| Figura 11: Actividad de Exploración y Reservas Probadas .....                            | 25 |
| Figura 12: Precio del cobre real periodo 1950-2011 .....                                 | 28 |
| Figura 13: Índice de Precios de Metales no-ferrosos .....                                | 30 |
| Figura 14: Retorno de la Inversión por sector industrial.....                            | 31 |
| Figura 15: Cash cost empresas productoras de cobre año 2004.....                         | 36 |
| Figura 16: Productividad propia Codelco año 2004.....                                    | 36 |
| Figura 17: Productividad propia para distintas operaciones.....                          | 37 |
| Figura 18: Consumo mundial de cobre refinado e Intensidad de uso del cobre.....          | 43 |
| Figura 19: China como gran productor y consumidor de minerales y metales .....           | 43 |
| Figura 20: Stocks vs precio del cobre en bolsas periodo 2002–2011.....                   | 45 |
| Figura 21: Precio del cobre versus consumo periodo 2006-2011 .....                       | 46 |
| Figura 22: Precios y costos de producción del cobre .....                                | 48 |
| Figura 23: Participación en consumo de cobre refinado año 2011 .....                     | 49 |
| Figura 24: Proyección del consumo de cobre refinado por país 2012 – 2016.....            | 49 |
| Figura 25: Demanda mundial de cobre periodo 1900-2030.....                               | 50 |
| Figura 26: Evolución del precio de las acciones compañías mineras.....                   | 51 |
| Figura 27: Grado de concentración de productores en la industria del cobre año 2010..... | 54 |
| Figura 28: Inversión total en la minería del cobre en América Latina 1993-2021.....      | 60 |
| Figura 29: Reservas mundiales de cobre .....                                             | 61 |
| Figura 30: Destino del gasto en exploración por país año 2010.....                       | 61 |
| Figura 31: Proyectos en desarrollo Codelco.....                                          | 71 |
| Figura 32: Proyección de producción Codelco.....                                         | 71 |
| Figura 33: Secuencia de producción y vida útil Freeport.....                             | 72 |
| Figura 34: Presencia de nuevos proyectos en distritos riesgosos .....                    | 78 |
| Figura 35: Tendencia decreciente de leyes de cobre y su efecto en el Cash Cost.....      | 78 |
| Figura 36: Curva de oferta cobre mina 2011 .....                                         | 80 |
| Figura 37: Productividad propia de Codelco año 2011 .....                                | 81 |
| Figura 38: Dotación propia faenas año 2011 .....                                         | 82 |
| Figura 39: Productividad faenas año 2011 .....                                           | 82 |
| Figura 40: Productividad compañías año 2011 .....                                        | 83 |
| Figura 41: Evolución reservas de cobre por compañía .....                                | 86 |
| Figura 42: Evolución reservas de cobre por yacimiento .....                              | 86 |
| Figura 43: Cadena de valor en la minería.....                                            | 89 |
| Figura 44: Estructura de negocios Codelco.....                                           | 93 |
| Figura 45: Estructura de negocios Freeport McMoran.....                                  | 95 |



|                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 46: Estructura de negocios BHP Billiton .....                 | 96  |
| Figura 47: Estructura de negocios Xstrata.....                       | 97  |
| Figura 48: Estructura de negocios Rio Tinto.....                     | 97  |
| Figura 49: Matriz atraktividad – competitividad a escala global..... | 105 |
| Figura 50: Matriz atraktividad – competitividad a escala local.....  | 105 |
| Figura 51: Estrategia de Codelco.....                                | 107 |
| Figura 52: Estrategia de Freeport .....                              | 108 |
| Figura 53: Estrategia de BHP Billiton.....                           | 109 |
| Figura 54: Estrategia de Xstrata Copper.....                         | 110 |
| Figura 55: Estrategia de Rio Tinto .....                             | 111 |
| Figura 56: Dimensiones en la estructura del mercado.....             | 113 |
| Figura 57: Esquema proveedores de Codelco .....                      | 116 |
| Figura 58: Proyección precios combustibles .....                     | 117 |

# 1 Introducción y Objetivos

## 1.1 Antecedentes Generales

El cobre es un elemento químico, se trata de un metal de transición de color rojizo y brillo metálico que junto al oro y la plata son los tres mejores conductores de la electricidad. A continuación una tabla con las principales características del cobre:

Tabla 1: Propiedades del cobre (Elaboración propia)

| Propiedad                     | Valor                |
|-------------------------------|----------------------|
| N° Atómico                    | 29                   |
| Masa Atómica [g/mol]          | 63,5                 |
| Densidad [g/cm <sup>3</sup> ] | 8,9                  |
| T° de Fusión [°C]             | 1.084                |
| Conductividad Térmica [W/mK]  | 400                  |
| Conductividad Eléctrica [S/m] | 59,6×10 <sup>6</sup> |

Gracias a su alta conductividad eléctrica, ductilidad y maleabilidad, se ha convertido en el material más utilizado para fabricar cables eléctricos y otros componentes eléctricos y electrónicos. Es el tercer metal más utilizado en el mundo, por detrás del hierro y el aluminio.

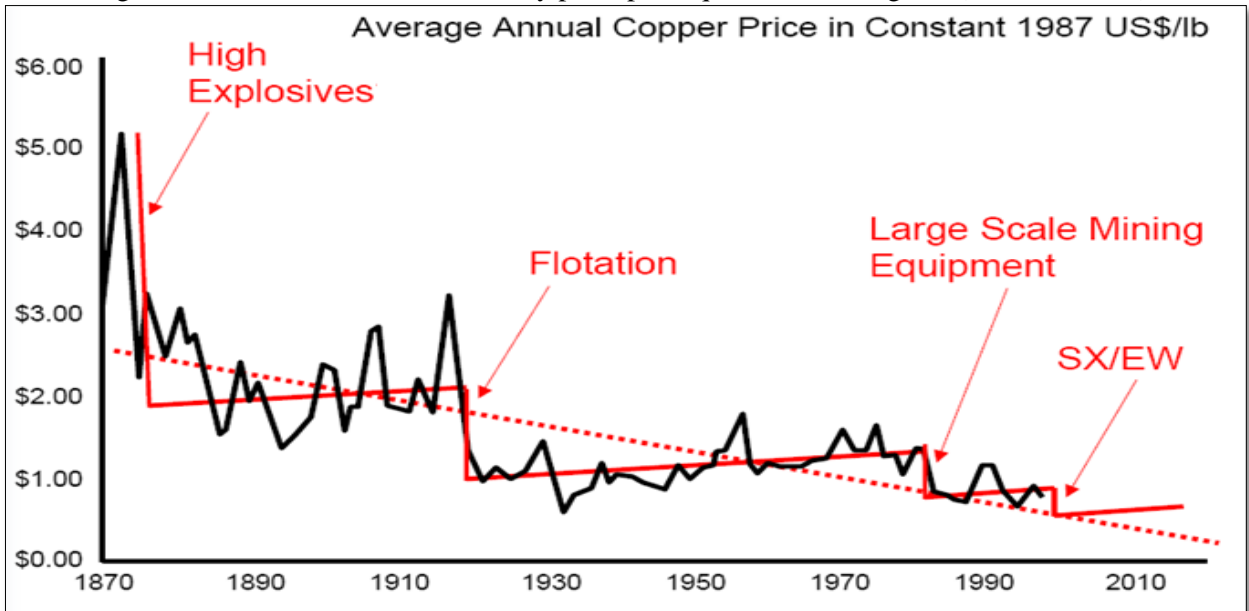
## 1.2 Historia

Existe desde la prehistoria y en Chile desde antes de la conquista. Se trataba de pequeñas minas que explotaban mineral de alta ley. El desarrollo del proceso de flotación a principios del siglo XX permitió poner en explotación grandes yacimientos de baja ley, principalmente en Estados Unidos y Chile. En pocos años Estados Unidos se convirtió en el primer productor mundial de cobre.

Es posible observar como la innovación tecnológica a través de los años ha permitido la continuidad de la explotación de recursos con leyes de cobre cada vez más bajas (en promedio entre 0,7 y 1,0% Cu actualmente), lo que ha provocado una significativa disminución de los precios en términos reales hasta el año 2000.

Lo anterior puede observarse en la siguiente figura [1]:

Figura 1: Precios históricos del cobre y principales quiebres tecnológicos (Araneda, 2009)



En 1916 las minas estadounidenses produjeron por vez primera más de un millón de toneladas de cobre, representando en torno a las tres cuartas partes de la producción mundial. La producción minera bajó fuertemente a partir de la crisis de 1929, no sólo por la reducción del consumo sino también porque se disparó el reciclaje de metal. La demanda se recuperó a finales de los años 30, volviendo a superar las minas estadounidenses el millón de toneladas en 1940. Sin embargo, esta cifra ya representaba "solo" la mitad de la producción mundial y no llegaba a cubrir la demanda interna, por lo que en 1941 el país se convirtió por primera vez en importador neto de cobre. Desde los años 1950 hasta la actualidad la producción de Estados Unidos ha oscilado entre uno y dos millones de toneladas métricas anuales, lo cual representa una fracción cada vez menor del total mundial (27% en 1970, 17% en 1980 y 7% en 2011).

En 1810, año de su primera junta nacional, Chile producía unas 19.000 toneladas de cobre al año. A lo largo del siglo la cifra fue creciendo hasta convertir al país en el primer productor y exportador mundial. Sin embargo, a finales del siglo XIX comenzó un período de decadencia, debido por un lado al agotamiento de los yacimientos de alta ley y por otro al hecho que la explotación del salitre acaparaba las inversiones mineras. En 1897 la producción había caído a 21.000 toneladas, casi lo mismo que en 1810. La situación cambió a comienzos del siglo XX, cuando grandes grupos mineros estadounidenses, dotados de avances tecnológicos que permitían la recuperación de cobre en yacimientos de baja ley iniciaron la explotación de los yacimientos chilenos.

La producción chilena de cobre se ha multiplicado por cuatro en las dos últimas décadas, debido en gran parte a la apertura de minas de capital privado. El estado chileno recibió pocos beneficios de la minería de cobre durante toda la primera mitad del siglo XX. La situación empezó a cambiar en 1951 con la firma del Convenio de Washington, que le permitió disponer de 20% de la producción. En 1966 el Congreso Nacional de Chile impuso la creación de Sociedades Mineras Mixtas con las empresas extranjeras en las cuales el Estado tendría 51% de la propiedad de los yacimientos. El proceso de "Chilenización del cobre" culminó en julio de 1971, cuando el Congreso aprobó por unanimidad la nacionalización de la Gran Minería del Cobre.

### **1.3 Usos del cobre [2]**

- **Construcción**

Una gran parte de las redes de transporte de agua están hechas de cobre o latón, debido a su resistencia a la corrosión y sus propiedades anti-bacterianas, habiendo quedado las tuberías de plomo en desuso por sus efectos nocivos para la salud humana. Frente a las tuberías de plástico, las de cobre tienen la ventaja de que no arden en caso de incendio y por tanto no liberan humos y gases potencialmente tóxicos. El sector de la construcción demanda cerca del 35% de la producción mundial de cobre.

- **Electricidad y telecomunicaciones**

El cobre es el metal no precioso con mejor conductividad eléctrica. Esto, unido a su ductilidad y resistencia mecánica, lo han convertido en el material más empleado para fabricar cables eléctricos, tanto de uso industrial como residencial. Asimismo, se emplean conductores de cobre en numerosos equipos eléctricos como generadores, motores y transformadores. Por otro lado, todos los equipos informáticos y de telecomunicaciones contienen cobre en mayor o menor medida, por ejemplo, en sus circuitos integrados, transformadores y cableado interno. Este sector demanda alrededor del 32% de la producción mundial de cobre.

- **Transporte**

El cobre se emplea en varios componentes de autos y camiones, principalmente los radiadores (gracias a su alta conductividad térmica y resistencia a la corrosión) y frenos, además naturalmente en los cables y motores eléctricos. Un auto pequeño contiene en torno a 20 kg de cobre, subiendo esta cifra a 45 kg para los de mayor tamaño. También los trenes requieren grandes cantidades de cobre en su construcción: 1-2 toneladas en los trenes tradicionales y hasta 4 toneladas en los de alta velocidad. Este sector demanda alrededor del 11% de la producción mundial de cobre.

- **Bienes de consumo**

Como ya se ha dicho, se usa en la mayoría de los circuitos eléctricos, que están presentes en bienes de uso cotidiano tales como la televisión, microondas, lavadora, etc. Este sector demanda alrededor del 10% de la producción mundial de cobre.

- **Equipamiento industrial**

Gran parte de los equipos utilizados en los procesos de manufactura. Este sector demanda alrededor del 12% de la producción mundial de cobre.

### **1.4 Principales Sustitutos**

El cobre tiene múltiples sustitutos dependiendo de la aplicación que se le quiera dar, por ejemplo, el aluminio es sustituto en cables eléctricos y radiadores, sin embargo, no es tan buen conductor del calor y la electricidad como el cobre. El PVC, PEX y A1-PEX son sustitutos en cañerías de

agua potable, son de menor costo y más resistente a la corrosión interna, sin embargo, no resisten temperaturas extremas ni altas presiones y son tóxicos para la salud [3].

La fibra óptica puede sustituirlo en televisión por cable y redes telefónicas con una alta capacidad, pero sólo transporta señales de datos y es de muy alto costo. El acero inoxidable puede sustituirlo en bienes de consumo variables con alta especialización, sin embargo, los procesos son complejos y de alto costo.

## **1.5 Objetivos y Alcance**

### **1.5.1 Objetivo General**

- Determinar y analizar los principales factores que inciden en la Atractividad y Competitividad de la industria mundial del cobre de manera de encontrar las fortalezas, debilidades y desafíos de las principales compañías productoras de este metal

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- Identificar y evaluar los factores que inciden tanto en la Atractividad como en la Competitividad del negocio del cobre a nivel mundial
- Construir la matriz Atractividad-Competitividad para las faenas consideradas
- Realizar un análisis de Estrategias de las compañías estudiadas
- Realizar el análisis de Porter para la industria del cobre, desde la perspectiva de Codelco

### **1.5.3 Alcance**

- Los análisis se centrarán en la industria del cobre desde el 2007 al 2011, las empresas a estudiar son Codelco Chile, Freeport-McMoran, BHP Billiton, Rio Tinto y Xstrata Copper

## 2 Fundamentos Teóricos

La competitividad en términos generales puede ser vista de dos maneras distintas: Competitividad entre países y Competitividad entre industrias. Una **industria** se define como un grupo de compañías oferentes de productos o servicios que son sustitutos cercanos de productos o servicios que satisfacen las mismas necesidades básicas del consumidor. El desafío consiste en analizar las fuerzas competitivas de un ambiente industrial a fin de identificar las **oportunidades y amenazas** que enfrenta una organización [4].

### 2.1 Noción de Atractividad

Un análisis del atractivo tiene por objetivo determinar la medida del nivel de la demanda y de prever el ciclo de vida de cada segmento identificado [4]. Los aspectos que pueden influir en esta dimensión pueden ser de distinta naturaleza y dependen de cada mercado en particular. Las decisiones de cobertura del mercado de referencia están estrechamente ligadas a la evolución de la demanda global en el interior de cada negocio y, de una forma general, a los atractivos que los caracterizan. El atractivo son todas aquellas tendencias importantes que adoptan la forma de oportunidades y amenazas a los que se enfrentan los agentes económicos y que son provocadas por factores que están fuera del control de la empresa.

### 2.2 Noción de Competitividad: Ventaja Comparativa y Ventaja Competitiva

La ventaja comparativa es aquella que goza un país o una empresa frente a otra cuando posee alguna característica o insumo que la distingue de otra, por lo general es una ventaja “natural”. La ventaja competitiva, por otra parte, es impulsada por las diferencias en la capacidad de transformar estas ventajas comparativas en bienes y servicios para obtener la máxima utilidad [5]. Se define como ventaja competitiva a una característica que otorga superioridad sobre los competidores inmediatos y que tiene condiciones de apropiabilidad, es decir, es difícilmente imitable [4]. Por ejemplo, para nuestro análisis la “Calidad” de los yacimientos son ventajas comparativas, pero producir a bajo costo es una ventaja competitiva.

Estas características o atributos pueden ser de naturaleza variada y referirse al mismo producto o a los servicios necesarios o añadidos que acompañan al servicio base, a las modalidades de producción, distribución o de venta propios del producto o de la empresa. La superioridad relativa de un competidor puede resultar de una multiplicidad de factores, de manera general, se pueden reagrupar estos factores en dos grandes categorías, según el origen de la ventaja competitiva que proporcionen [4]:

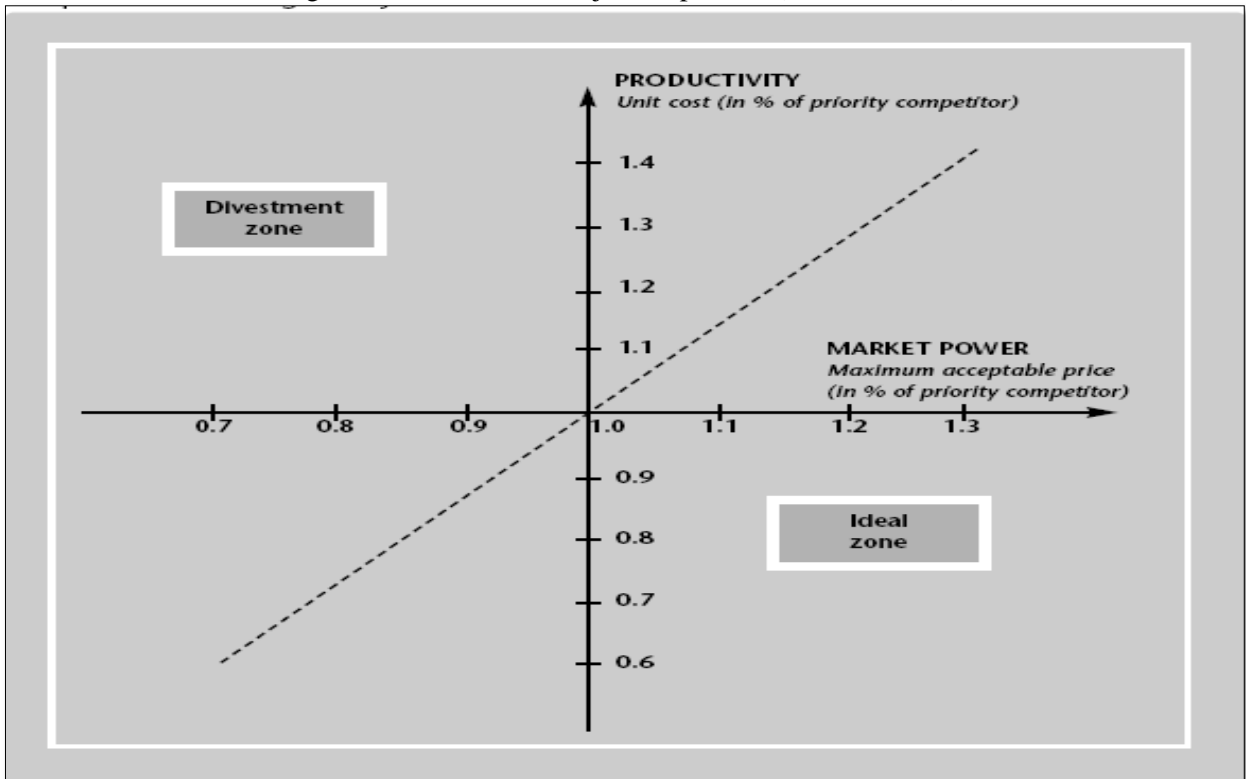
1. **Externas:** Cuando se posee una cualidad que es considerada como única por los posibles clientes. Esta entrega un Poder de Mercado a la empresa, ya que, se puede situar en un cierto mercado con un precio superior al de sus competidores. Una estrategia basada en ventajas externas corresponde a una estrategia de diferenciación.
2. **Internas:** Es el resultado de una mejor eficiencia operacional y es un valor dado por el productor. De esta forma se puede resistir mejor los ciclos de precios. Las estrategias basadas en ventajas internas corresponden a estrategias de dominación a través de costos.

El siguiente gráfico refleja estas dos dimensiones de la ventaja competitiva, que se puede expresar bajo la forma de dos preguntas [4]:

**Poder de Mercado:** ¿Cómo se comparará nuestro precio de venta máximo aceptable por el mercado, en relación al de nuestro competidor prioritario?

**Eficiencia Operacional:** ¿Cómo se comparará nuestro costo unitario en relación al de nuestro competidor prioritario?

Figura 2: Noción de Ventaja Competitiva (Lambin, 1995)



En el eje de las abscisas del gráfico se encuentra el precio de venta máximo aceptable y en el eje de ordenadas el costo unitario. Estos datos están expresados en porcentajes en relación al competidor prioritario.

Lo óptimo es poder situarse en la zona “ideal” donde se cuenta con ventaja en costos (costos más bajos que el principal competidor) y en relación al precio (el producto tiene atributos que hacen posible pedir por él un mayor precio), es decir, se cuenta con los dos tipos de ventajas competitivas. Por el contrario la zona de “descuelgue” puede ser considerada desastrosa. El cuadrante superior derecho corresponde a una estrategia de diferenciación mientras que en cuadrante inferior izquierdo corresponde a una estrategia de costos. En las siguientes líneas se analizarán ambas ventajas competitivas.

### 2.2.1 Ventaja Competitiva basada en el Poder de Mercado

Esta ventaja se basa en las distintas Estructuras de Mercado existentes [4]:

### 2.2.1.1 Competencia Perfecta

Se caracteriza por la presencia en el mercado de un gran número de vendedores frente a un gran número de compradores, no siendo ninguno de ellos lo suficientemente fuerte como para influir en el nivel de precios. Las características claves son:

- Número elevado de productores y compradores
- Productos indiferenciados perfectamente sustituibles
- No hay barreras de entrada ni de salida
- Firms tomadoras de precios, es decir, solo manejan la cantidad a producir

Este tipo de situación se encuentra en los mercados industriales para productos banalizados y en los mercados de productos básicos (*commodities*), tales como las materias primas alimenticias (*soft commodities*) y los mercados de minerales y metales. Se trata de mercados organizados (*terminal markets*) como por ejemplo, la London Metal Exchange (LME) o las diferentes bolsas de materias primas.

En el corto plazo es esencial monitorear la capacidad productiva de los competidores y a nuevos entrantes para anticipar cambios de precio. En el largo plazo la empresa tiene un interés evidente en salir del anonimato de la competencia pura, diferenciando sus productos para reducir su grado de sustitución o creando un costo de transferencia para el comprador, a través por ejemplo, del control de calidad acompañado de una política de marca. Otra forma es integrar actividades de alto valor agregado que incorporen el *commodity* aguas abajo en la cadena industrial, a fin de ganar protección contra grandes fluctuaciones en la demanda. La idea es evitar que los compradores piensen en el bien solamente a partir de sus *core functions* al menor precio posible. Para ello se pueden buscar sistemáticamente oportunidades de diferenciación y efectuar una segmentación más fina para descubrir compradores con criterios de compra más exigentes.

En los mercados de *commodities* es común segmentar por producto e industria consumidora, y no en relación al comportamiento de compra de los clientes. Ningún mercado es homogéneo en términos de necesidades o expectativas de los clientes. Se trata de encontrar clientes con criterios de compra más específicos y demandantes, dispuestos a pagar un precio mayor que el señalado, por ejemplo, en la LME.

### 2.2.1.2 Oligopolio

El oligopolio es una situación donde la dependencia entre empresas rivales es muy fuerte, debido al reducido número de competidores o a la presencia de algunas empresas dominantes. En mercados concentrados de este tipo, las fuerzas existentes son conocidas por cada uno y las acciones emprendidas por un competidor son advertidas por los demás, quienes estarán inclinados a reaccionar. El resultado de una maniobra estratégica depende ampliamente de la actitud reactiva de las demás empresas competidoras. La dependencia entre competidores es tanto más fuerte cuanto más indiferenciados son los productos de las empresas existentes.

Se pueden reagrupar las actitudes efectivamente observadas en la práctica, en torno a cinco comportamientos tipo [4]:



- Un comportamiento independiente se observa cuando las acciones y/o reacciones de los competidores no son tomadas en cuenta ni implícitamente ni explícitamente en las decisiones de la empresa
- Un comportamiento de acomodo corresponde a una actitud confiada o complaciente que busca el acuerdo o la colusión, tácita o explícita, antes a la confrontación sistemática
- Un comportamiento adaptativo se basa en una consideración explícita de las acciones de la competencia; consiste en adaptar sus propias decisiones a las decisiones observadas en la competencia
- Un comportamiento anticipativo es un comportamiento más sofisticado que consiste en anticiparse a los competidores en las reacciones a las decisiones de la empresa, atribuyéndoles un comportamiento del tipo precedente; se supone que la empresa conoce la función de reacción de sus competidores y la incorpora en la elaboración de su estrategia
- Un comportamiento agresivo consiste en anticipar por parte de los competidores las reacciones a las decisiones de la empresa, pero atribuyéndoles esta vez un comportamiento que los llevará a adoptar la estrategia más desfavorable para el adversario

La actitud a adoptar frente a los competidores, debe fundarse en un conocimiento refinado y profundo de ellos.

### **2.2.1.3 Monopolio**

Cuando el mercado está dominado por un único productor, que enfrenta la demanda de muchos compradores. Su oferta no tiene competidores por un período de tiempo. Observable en sectores tecnológicos y al inicio del ciclo de vida, la firma tiene gran poder de mercado, a costa de sus compradores y proveedores.

La duración del monopolio depende de la existencia de barreras a la entrada y del poder de su innovación. Las amenazas vienen de la competencia ampliada y de las regulaciones, ya que, no conducen al bienestar de la sociedad.

### **2.2.1.4 Firmas Dominantes [2]**

Reducido número de grandes firmas que actúan como monopolista. Están limitadas por:

- Demanda u oferta de mercado
- Sus propios costos marginales
- Acciones de las firmas pequeñas

Las firmas pequeñas actúan como competencia perfecta (tomadoras de precio).

## **2.2.2 Ventaja Competitiva basada en la Efectividad Operacional**

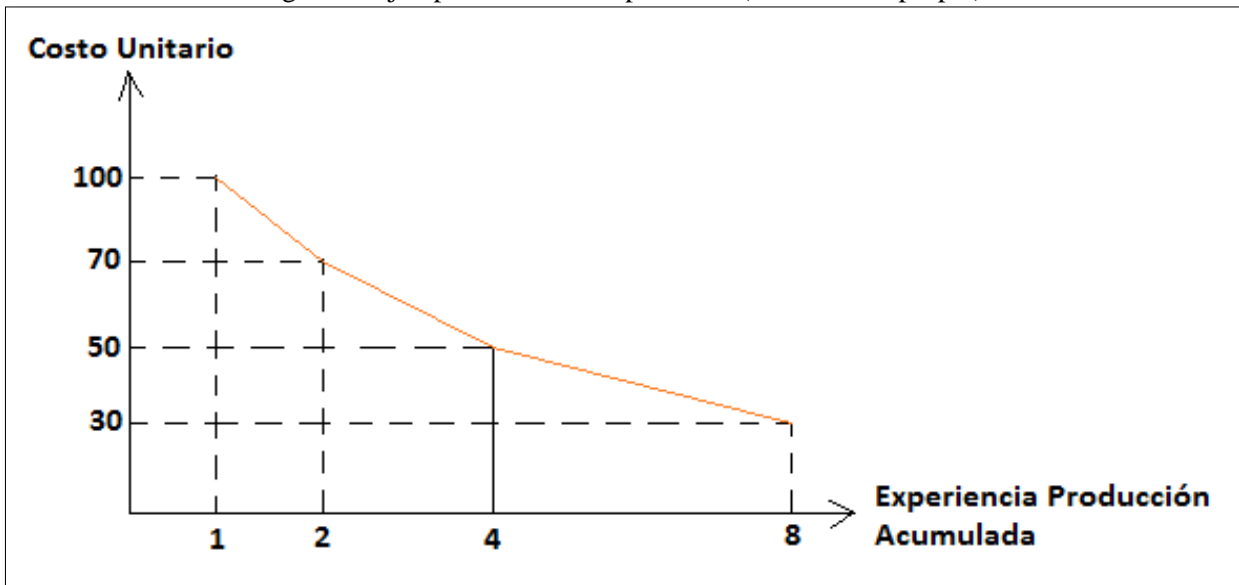
### **2.2.2.1 Dominio por Costos [4]**

Otra forma de conseguir ventajas competitivas es mediante dominio por costos frente a la competencia, ello puede lograrse a través de mejor productividad en el uso de los recursos y control de costos. En muchas industrias, donde el valor agregado al producto representa un alto porcentaje del costo total, se ha observado una oportunidad en que las firmas reduzcan sus costos

a medida que ganan experiencia en producir el bien. La existencia de efectos de experiencia fue hecha por Wright (1936) y se ha verificado su existencia en más de 2.000 productos. A partir de estas observaciones empíricas se ha deducido una Ley de Experiencia, que señala:

*El costo unitario del valor agregado de un producto homogéneo, medido en unidades monetarias constantes disminuye en un porcentaje fijo y previsible cada vez que la producción acumulada se duplica.*

Figura 3: Ejemplo Curva de Experiencia (Elaboración propia)



La curva pretende explicar, en algunos casos, como funciona el mejoramiento de la productividad. Algunas causas del efecto experiencia son [4]:

- Eficiencia del trabajo manual
- La especialización del trabajo y métodos
- Nuevos procedimientos de fabricación
- Mejora del equipo de producción
- Modificaciones de los recursos utilizados
- Nueva concepción del producto

La ley de experiencia permite comprender como se crea una ventaja competitiva basada en una disparidad de los costos unitarios entre empresas rivales que operan en el mismo mercado y utilizan los mismos medios de producción. Las implicancias estratégicas son [4]:

- La empresa que acumule la mayor producción tendrá los menores costos
- La empresa que desea desarrollarse tiene interés en descender lo más rápido posible a lo largo de la curva de experiencia
- Bajo esta perspectiva, el objetivo es crecer más rápido que los competidores, lo que implica crecimiento en la cuota de mercado
- El medio más eficaz de incrementar su cuota de mercado es adoptar un precio de penetración

## **2.3 Noción de Rivalidad Ampliada: Método de Porter**

A partir de los conceptos publicados en el libro "Estrategia Competitiva" en 1980 y "Ventaja Competitiva" en 1985, Michel Porter y su enfoque de la estrategia se consolidaron como la primera fuente de consulta del análisis de estrategia en las empresas. En el primer libro se expone el enfoque de "las cinco fuerzas", que se ha situado como el principal instrumento de análisis estratégico de una industria desde que Porter lo propuso en 1980 [6].

El análisis de las cinco fuerzas permite determinar el atractivo de una industria para una empresa, las cinco fuerzas de Porter son:

### **1. La rivalidad entre Competidores**

La rivalidad interna entre competidores existentes en el mercado ocurre porque uno o más competidores sienten la presión de mejorar su posición en el mercado. Algunos factores relevantes para las compañías [2]:

- Número y distribución de tamaño de las firmas
- Grado de diferenciación del producto
- Barreras de salida (altos costos fijos de salida, restricciones gubernamentales)

### **2. La amenaza de nuevos Participantes**

Los competidores potenciales susceptibles de entrar en un mercado, constituyen una amenaza que la empresa debe reducir y contra la cual debe protegerse creando barreras de entrada. La importancia de esta amenaza depende de la "altura" de las barreras de entrada y el vigor de las reacciones que espera encontrar el competidor potencial. Las barreras de entrada posibles son las siguientes [4]:

- Economías de escala, que obligan al nuevo competidor a arrancar en gran escala
- La fuerza de una imagen de marca que genera fidelidad
- Carencia de acceso a canales de distribución
- Carencia de acceso a depósitos de gran calidad y bajo costo de producción
- Pobre localización
- Restricciones gubernamentales

### **3. La amenaza de Sustitución**

Los productos sustitutos son aquellos que desempeñan la misma función, para el mismo grupo de consumidores, pero que se basa en una tecnología diferente. Los sustitutos limitan los potenciales retornos de una industria poniendo un "techo" en los precios de venta del producto, esto puede cuantificarse con la elasticidad precio de la demanda [4].

### **4. El poder de Negociación de los Proveedores**

El poder de los proveedores frente a los clientes reside en el hecho de que tienen la posibilidad de aumentar los precios de sus entregas, de reducir la calidad de los productos o de limitar las cantidades vendidas a un cliente. Proveedores poderosos pueden así hacer fuerza sobre la

rentabilidad de una actividad si los clientes no tienen la posibilidad de repercutir en sus propios precios las subidas de costos aplicadas. Las condiciones que aseguran un poder elevado de negociación a un proveedor son similares a las que prevalecen en el poder de los clientes [4]:

- El grupo de proveedores está más concentrado que el grupo de clientes al cual vende
- El proveedor no está enfrentado a unos productos susceptibles de sustituir a los productos que él proporciona
- La empresa no es un cliente importante para el proveedor
- El producto es un medio de producción importante para el cliente
- El grupo de proveedores tiene diferenciados sus productos o ha creado unos costos de transferencia que convierten al cliente en cautivo
- El grupo de proveedores constituye una amenaza real de integración hacia el consumidor

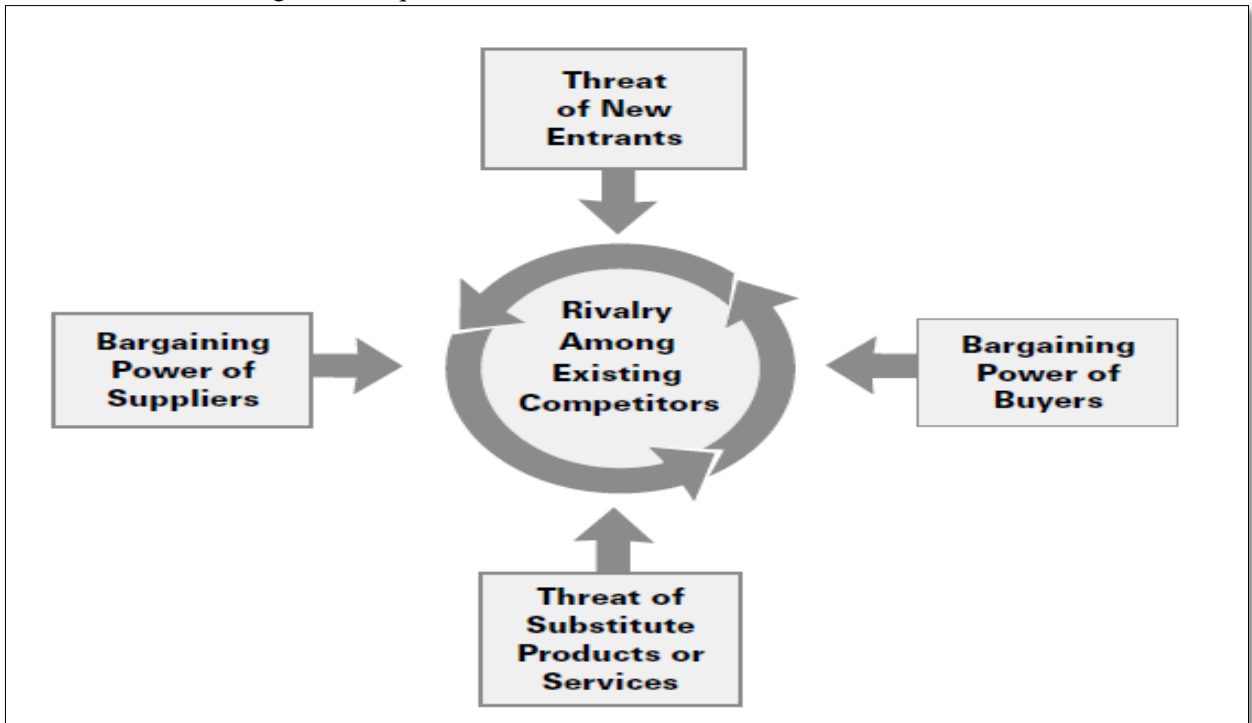
## **5. El poder de Negociación de los Clientes**

Los clientes detentan un poder de negociación frente a los proveedores. Pueden influir en la rentabilidad potencial de una actividad obligando a la empresa a realizar rebajas, exigiendo servicios más amplios, condiciones de pago más favorables o también enfrentando a un competidor contra otro. La importancia de este poder de negociación depende de un cierto número de condiciones [4]:

- El grupo de clientes, está concentrado o compra cantidades importantes en relación a la cifra de ventas del proveedor
- Los productos comprados por el cliente representan una parte importante de su propio costo, lo que conducirá a negociar duramente
- Los productos comprados están poco diferenciados y los clientes están seguros de poder encontrar otros proveedores
- Los costos de transferencia, es decir, el costo de cambio de proveedor son reducidos para el cliente
- Los clientes representan una amenaza real de integración hacia el origen y son competidores potenciales peligrosos
- El cliente dispone de información completa sobre la demanda, los precios reales de mercado y también sobre los costos del proveedor

Las tres primeras fuerzas constituyen una amenaza directa; las dos últimas, una amenaza indirecta debido a su poder de negociación. Estas fuerzas pueden verse gráficamente en la siguiente figura [7]:

Figura 4: Esquema de las cinco fuerzas de Porter (Porter, 1980)



### 2.3.1 Estrategias Genéricas:

En el segundo capítulo, el concepto introducido por Michel Porter, de gran importancia para el análisis de la competitividad es el de las "estrategias competitivas genéricas". Porter dice que el esquema de las cinco fuerzas más aquel de las estrategias competitivas genéricas constituyen dos elementos fundamentales del análisis estratégico.

El primer concepto orienta a la firma respecto a los mercados y segmentos de mercado en que debe competir. El segundo, respecto a cómo debe competir en esos mercados y cómo una empresa puede crear y sostener una ventaja competitiva, es decir, como puede implementar las estrategias competitivas genéricas. Las estrategias genéricas de Porter, se pueden visualizar en el siguiente cuadro extraído de su libro ventaja competitiva [7]:

Figura 5: Estrategias Genéricas (Porter, 1985)

|                      |  |                   |                         |                               |
|----------------------|--|-------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Panorama Competitivo |  | Objetivo Amplio   | Efectividad Operacional | Poder de Mercado              |
|                      |  | Objetivo Enfocado | 1. Liderazgo de Costos  | 2. Diferenciación             |
|                      |  |                   | 3A. Enfoque de Costos   | 3B. Enfoque de Diferenciación |

De esta forma, se señala que las empresas pueden competir básicamente a través de dos maneras:

**Liderazgo en costos:** La empresa se propone ser el productor de menor costo en su sector industrial.

**Diferenciación:** La empresa busca mediante una estrategia de diferenciación, el ser única en su sector a través de dimensiones valoradas por sus compradores.

Porter también habla de la existencia de una tercera estrategia llamada “estrategia de enfoque” o “alta segmentación”, correspondiente a cuando una empresa escoge un nicho de mercado en el cual competir enfocándose en un grupo de compradores en particular, segmento geográfico, etc. Se señala a su vez que las estrategias son excluyentes y que las empresas deben adoptar una de estas para no correr el riesgo de quedar “atrapados en la mitad”.

### **2.3.2 Estrategias de Crecimiento:**

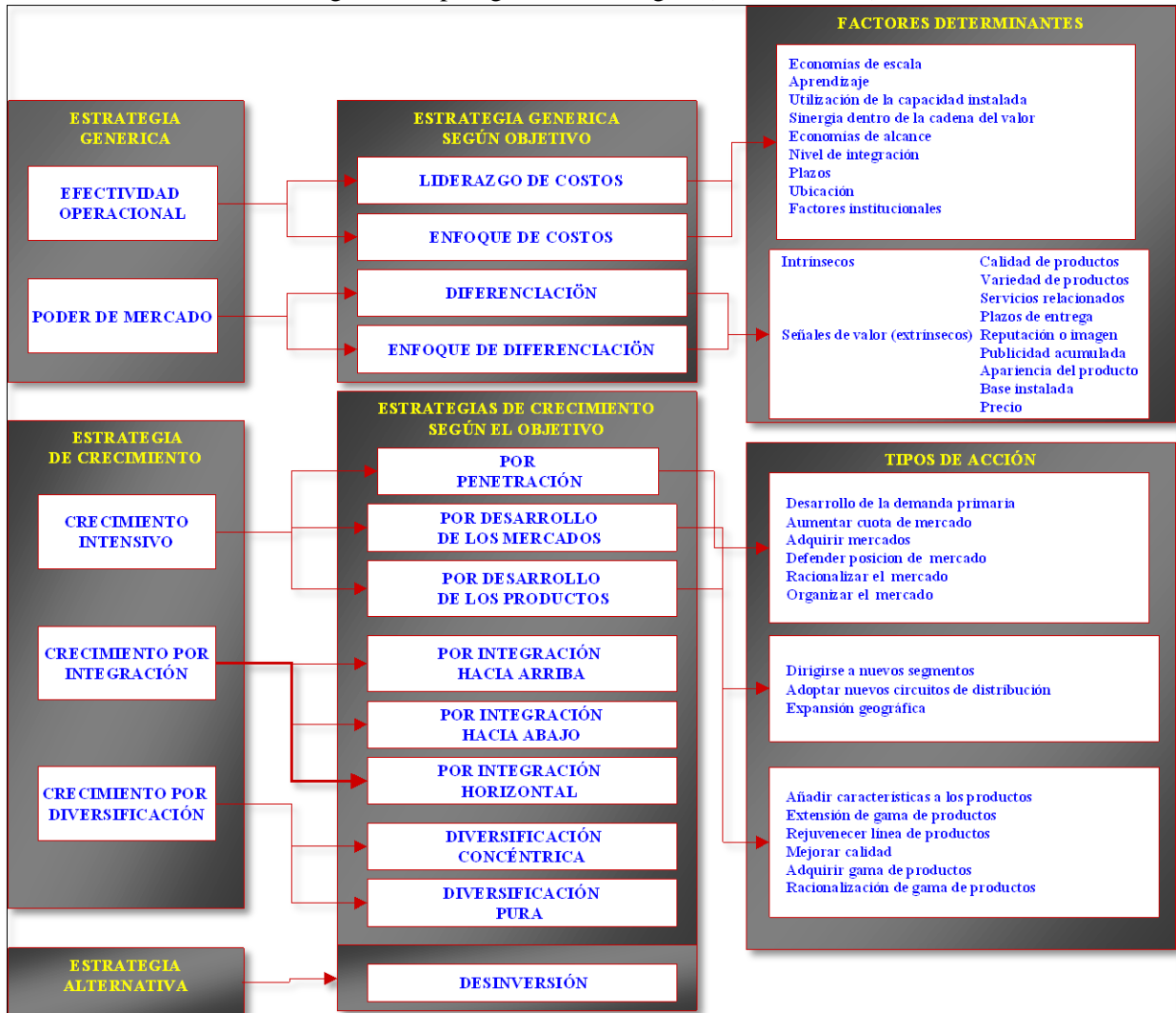
Las estrategias de las empresas, generalmente toman una orientación al crecimiento en distintos dominios, como por ejemplo, cuota de mercado y el tamaño de la organización. Estas son las llamadas Estrategias de Crecimiento. Se puede distinguir tres tipos de estrategias de crecimiento [8]:

**Crecimiento Intensivo:** Crecimiento en el mercado donde la empresa opera. Por ejemplo, puede ser una estrategia para aumentar la demanda a través de una motivación hacia el cliente para usar sus servicios y productos lo cual se puede traducir en un aumento del tamaño del mercado en el que opera.

**Crecimiento por integración:** Crecimiento en la industria. Esto puede ser a través de integración horizontal mediante fusiones que permitan controlar a potenciales competidores, aprovechar economías de escala, disminuir incertidumbre referida a apariciones de nuevos productos, mayor capacidad financiera, etc.

**Crecimiento por diversificación:** Crecimiento en actividades no habituales de la compañía. En este caso, las empresas buscan nuevos mercados ya sea mediante una diversificación concéntrica o pura (dependiendo del grado de relación que tenga la nueva actividad en relación a aquella que es tradicional en la empresa).

Figura 6: Tipologías de Estrategias (Lambin, 1995)



El desarrollo de las estrategias de crecimiento se ha constituido en una forma usual de las empresas de obtener nuevas fuentes de ventajas competitivas. Esta afirmación, se evidencia cada vez más al observar las actuales tendencias estratégicas de las empresas. Así, por ejemplo, la estrategia de integración horizontal se ha instalado con gran fuerza, a través de las grandes fusiones y adquisiciones en la industria minera [8].

En un estudio de competitividad mundial, resulta básico y fundamental, que el analista incorpore estos conceptos de estrategia. En la medida en que estos conocimientos se adquieren e integran se pueden interpretar aquellas decisiones adoptadas por los distintos actores de la industria.

## 2.4 Herramientas de Análisis Estratégico

La estrategia de una empresa está conformada por un conjunto de acciones voluntarias que se implementan en el largo plazo. Una estrategia es el resultado natural que surge al realizar un análisis externo e interno de la empresa. Existe un conjunto de herramientas que permiten visualizar el posicionamiento estratégico de una empresa para cada uno de sus productos-mercados o negocios. Entre estos métodos, se destacan el método del *Boston Consulting Group*

(BCG), llamado "Matriz Crecimiento-Cuota de Mercado" y el método atribuido a *General Electric* y *McKinsey*, llamado "Matriz Multicriterios de Atractivo-Competitividad". En ambos casos se plantea que el posicionamiento estratégico de un producto-mercado depende de dos dimensiones: el atractivo del mercado y la competitividad. Cada una de las posibles combinaciones de estas dos dimensiones tiene implicancias estratégicas completamente diferentes, las que van desde la inversión y creación de nuevas posiciones hasta la completa desinversión y abandono de un producto-mercado [6].

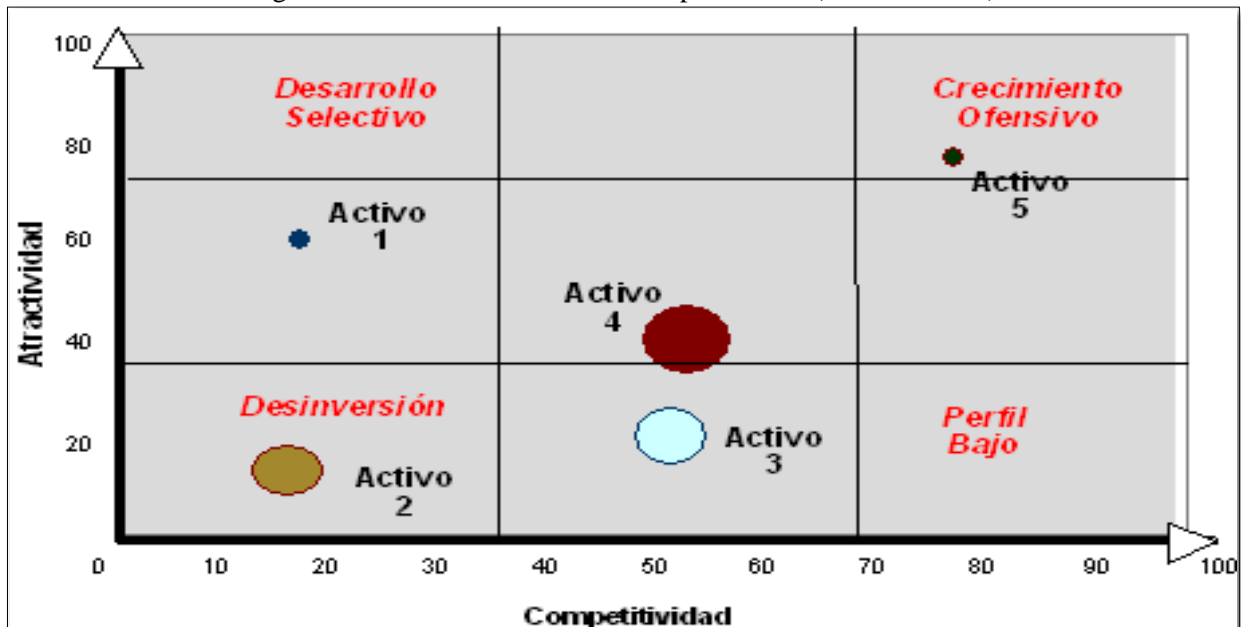
El método de las matrices consiste en ubicar a cada activo que forma parte de la cartera de actividades en un mapa bidimensional, en el cual una dimensión corresponde a la competitividad y la otra al atractivo del mercado de referencia. Así, es posible visualizar gráficamente el posicionamiento de los activos o unidades de negocio de una empresa [6].

### 2.4.1 Matriz de Atractividad – Competitividad

La Matriz Crecimiento-Cuota de Mercado Relativa se apoya sobre dos indicadores, la cuota de mercado relativa y la tasa de crecimiento del mercado de referencia. Sin embargo, es evidente que el atractivo de un mercado puede depender de otros muchos factores como su accesibilidad, su tamaño, la existencia de una gran red de distribución organizada, la ausencia de competidores poderosos, una legislación favorable, etc. Igualmente la ventaja competitiva detentada por una empresa puede derivarse de una imagen de marca, de una organización comercial, de un adelanto tecnológico, etc., incluso si la cuota de mercado es débil en relación al competidor más importante. Es por ello que se escogió el método multicriterio de atractividad-competitividad.

En la siguiente figura se observa la manera en que es representado el posicionamiento estratégico de cada actividad de la empresa, en función de las dos dimensiones ya mencionadas [8]:

Figura 7: Matriz de Atractivo – Competitividad (Lambin, 1995)



Los cuatro posicionamientos más claros son aquellos que se sitúan en las cuatro esquinas de la matriz [8]:



- En la esquina superior derecha, los atractivos de los productos-mercados y la capacidad competitiva de la empresa son elevados; la orientación estratégica a seguir es la de un crecimiento ofensivo
- En la esquina inferior izquierda, los atractivos y las posiciones son débiles; la orientación estratégica es la de mantenimiento sin inversión o la desinversión
- La esquina superior izquierda es intermedia; la ventaja competitiva es débil, pero el atractivo del mercado de referencia es alto. La estrategia a seguir es la de desarrollo selectivo
- En la esquina inferior derecha, se tiene la situación inversa. La ventaja competitiva es fuerte, pero el atractivo del mercado es bajo. Una estrategia llamada perfil bajo consiste en defender la posición sin incurrir en gastos elevados

En la figura anterior, cada actividad o unidad de negocio (faenas mineras en nuestro caso) de la empresa es representada por un círculo cuya superficie depende de la importancia que esta actividad tenga en las ventas totales (producción de cobre fino en nuestro caso). La aplicación directa de este método para el estudio de competitividad en minería está dada por el marco de análisis que otorga. En efecto, cada uno de los distintos negocios que puede tener una empresa diversificada a través de sus distintos yacimientos puede ser representado en esta matriz.

La representación matricial permite una reflexión estratégica. La definición de los indicadores de cada una de las dos dimensiones descritas y el grado de objetividad diferencia a unos métodos de otros. El método de la matriz atraktividad-competitividad hace una evaluación ponderada de cada una de las variables que puedan afectar a la atraktividad del mercado de referencia y la competitividad de la actividad y lo importante es que los indicadores a escoger reflejen en forma adecuada las dimensiones de atraktividad y competitividad [6].

El método matricial de análisis de cartera es una contundente herramienta de análisis estratégico y algunas de las virtudes del método es que permite enfocar la atención en aspectos como [6]:

- Permite una visualización estratégica clara
- Permite razonar en términos de atractivo del mercado y la competitividad de la empresa
- Establece prioridades en la asignación de los recursos
- Permite hacer un análisis evolutivo de la situación competitiva y del atractivo

La matriz atraktividad-competitividad es la que será utilizada en este estudio. Esto corresponde a una evaluación subjetiva de distintos factores que afectan a la competitividad y atraktividad por lo que es fundamental definir bien estos factores.

Los criterios de atraktividad son conformados por factores de oportunidades y amenazas externos a la empresa tal como el entorno competitivo, evolución del entorno y contexto internacional. Dependiendo de la actividad analizada, estos factores tendrán mayor o menor importancia. La competitividad en cambio está determinada por factores de fortalezas y debilidades, analizados con respecto a los competidores más peligrosos. Una vez definidos los factores, se construyen las matrices de atraktividad y competitividad.

#### **2.4.2 Factores de Atraktividad y Competitividad**

Para poder construir las matrices de atractivo-competitividad, es necesario definir cuáles son los factores de atractividad y competitividad en el negocio minero. Una forma de resolver este problema es captar cuales son los factores percibidos por diversos agentes involucrados en el sector de la minería del cobre, y cuál es la importancia relativa que tiene cada uno de estos. Lo anterior indica que se trata de un método subjetivo, ya que, depende del criterio de los especialistas y lo que ellos consideran relevante o irrelevante.

De las opiniones rescatadas de trabajos anteriores se puede desprender lo siguiente [6], [9], [10]:

### **Competitividad:**

- En el campo de competitividad se da gran importancia a los factores que generan ventajas competitivas internas, como la calidad de los yacimientos, el acceso a reservas y el tamaño de las operaciones (economías de escala). También se destaca la importancia de las opciones de financiamiento y deuda.
- Las ventajas competitivas externas cobran poca importancia (se percibe escasa creación de valor por sobre los otros competidores).

### **Atractividad:**

- La importancia está dada por el mercado (principalmente por la tasa de crecimiento de la demanda) y por factores socio económicos como la estabilidad política y restricciones ambientales. La tasa de crecimiento de la demanda ha cobrado gran importancia en los últimos años por el acelerado crecimiento de China.

Una vez obtenidos los resultados de la encuesta, se identifica cuales son los factores más relevantes percibidos tanto para atractividad como para competitividad (tablas 2 y 3), asignando un peso a estos (porcentaje).

Las ponderaciones a utilizar serán las siguientes:

Tabla 2: Ponderación de factores de Atractividad (Elaboración propia)

| Factores de Atractividad |         |             |          |            |                   |
|--------------------------|---------|-------------|----------|------------|-------------------|
|                          | Mercado | Competencia | Economía | Tecnología | Aspectos Sociales |
| Peso                     | 40%     | 10%         | 25%      | 10%        | 15%               |

Tabla 3: Ponderación de factores de Competitividad (Elaboración propia)

| Factores de Competitividad |         |            |     |         |
|----------------------------|---------|------------|-----|---------|
|                            | Mercado | Producción | I&D | Gestión |
| Peso                       | 20%     | 50%        | 10% | 20%     |

Cada uno de estos factores a su vez cuenta con variados sub factores a los cuales se les asigna una puntuación o nota entre 1 y 5 dependiendo del posicionamiento de la empresa percibido por los expertos en cada uno de estos (favorable o desfavorable).

Los tramos definidos son los siguientes:

Tabla 4: Tramos definidos y su puntuación (Elaboración propia)

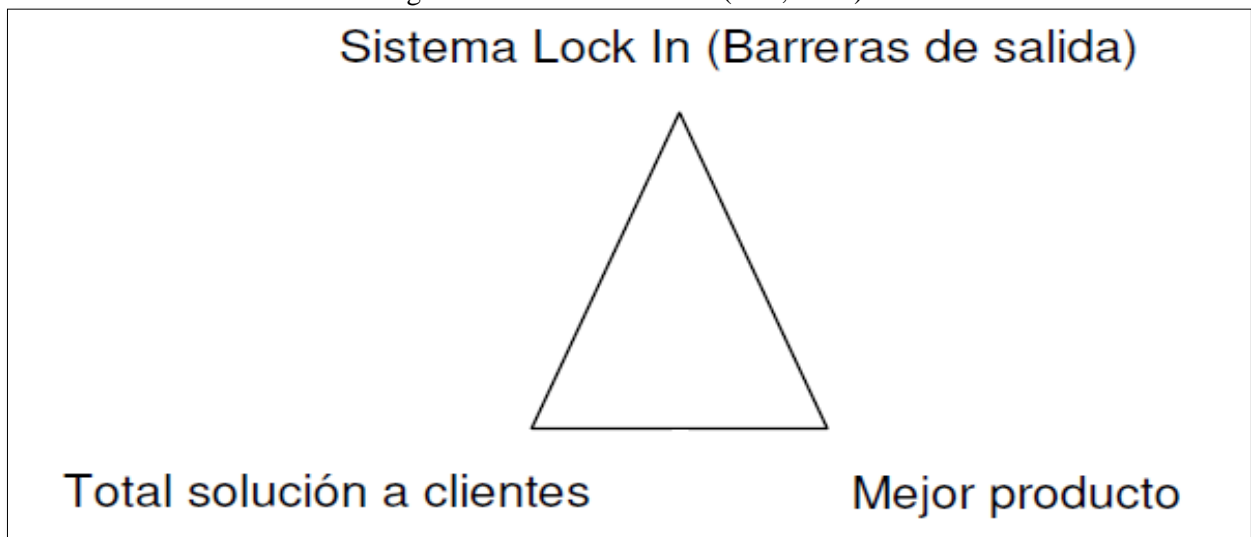
| Puntuación                | Tramo (puntaje) |
|---------------------------|-----------------|
| Nota 1 (muy desfavorable) | 0 a 20          |
| Nota 2                    | 20 a 40         |
| Nota 3                    | 40 a 60         |
| Nota 4                    | 60 a 80         |
| Nota 5 (muy favorable)    | 80 a 100        |

Una nota 5 que implica un puntaje cercano a 100 y por tanto otorga una connotación favorable con respecto al posicionamiento de la empresa en términos de competitividad y/o atractividad.

## 2.5 Modelo Delta de Hax

El modelo delta [11] es un marco estratégico (año 2003) que sitúa al cliente al centro de la gestión. Hax señala que “debemos servir a nuestros clientes en forma distintiva si queremos obtener un buen desempeño”. El nombre de este juego es atraer, satisfacer y retener al cliente. Las estrategias clásicas están orientadas al producto y muchas empresas tienden a customizar al cliente ofreciéndole productos estandarizados, con canales masivos de distribución, haciendo pocos esfuerzos por satisfacer las necesidades individuales de ellos.

Figura 8: Modelo Delta Hax (Hax, 2003)



En el lado derecho del triángulo está el posicionamiento con “el mejor producto”. La manera de atraer, satisfacer y retener al cliente es a través de las características del producto en sí. Las fuerzas estratégicas impulsoras son [11]:

- El desarrollo de una cadena eficiente de producción y distribución, la que asegure bajos costos de infraestructura

- Capacidad interna para desarrollar nuevos productos
- El asegurar canales de distribución que transporten en forma masiva los productos a los mercados objetivos

El criterio relevante en esta estrategia son los competidores que se intentan igualar o superar. Frecuentemente los productos son estandarizados y los clientes pasan a ser uno más (sin rostro) y es usual que las empresas fragmenten su negocio y ofrezcan productos que no tienen ninguna conexión en sí. En vez de vender productos estandarizados y despersonalizados del cliente, se proveen soluciones de portafolio de productos y servicios que representan un valor único para un cliente determinado. En vez de entrar en guerra con nuestros competidores, se busca la cooperación que establece la vinculación deseada con los clientes. En este caso no es la cadena de distribución la relevante sino la cadena que incluye a nuestra empresa, los clientes y nuestros proveedores claves. No es nuestra capacidad para desarrollar productos lo relevante para innovar, si lo es el desarrollo conjunto con nuestros clientes, ellos son centrales en nuestro éxito.

La transformación hacia la “solución de cliente total” requiere de una manera diferente de capturar al cliente. Hay tres opciones que se pueden perseguir simultáneamente. Primero, redefinir el proceso de compromiso del cliente esto significa que hay que segmentar cuidadosamente a los clientes, ordenándolos en tramos adecuados, que reflejen distintas prioridades y dando un tratamiento diferenciado para cada tramo. Segundo, se debería pensar cómo usar habilidades para ejecutar algunas actividades para clientes que previamente se han usado para sí mismos, porque se pueden ejecutar más eficientemente. Tercero, considerar la expansión tanto como sea posible la apertura de productos y servicios que se está ofreciendo al cliente, en forma horizontal [11].

En la parte superior del triángulo, está la opción estratégica más demandante, la cual Hax llama “*System Lock-In*”. En este caso se está denominando a toda la red como nuestro foco. Los que son exitosos en alcanzar esta posición dominan de facto el mercado, lo que no sólo les asegura barreras de salida a los clientes, sino también barreras de entrada a los competidores [11].

## **2.6 Fundamentos microeconómicos del negocio minero**

Para efecto de realizar los análisis anteriores, es importante entender que sucede en los mercados de recursos naturales. Debemos entender las nociones básicas de la economía de recursos naturales, en ella ocurren las siguientes situaciones [1]:

- Conflicto por los derechos de propiedad
- Existen los recursos de propiedad común
- Externalidades crean diferencias entre el costo privado y social
- Existen restricciones a la oferta de recursos
- Se mantienen las rentas económicas
- Preocupación por los resultados distribucionales
- Preocupación por intereses de las generaciones futuras

Moscoso [12] señala que el factor diferenciador de las industrias basadas en recursos naturales, es que el recurso, en nuestro caso el depósito mineral, no puede ser reproducido por otro agente (es un hecho provisto por la naturaleza) y que aquella compañía que tenga acceso a los depósitos más atractivos, tiene el potencial de ser consistentemente más rentable que sus competidores. Lo

anterior confiere a dicha empresa un elemento de valor que no está relacionado con la inversión en trabajo y capital, y que perdura en el tiempo, a esto se denomina Renta Económica.

### **2.6.1 Noción de Renta en Minería**

La renta es un concepto económico clave, que todas las escuelas de pensamiento económico tratan, con un apreciable grado de coincidencia. La renta es una sobre-ganancia, derivada de limitaciones en la disponibilidad de un factor requerido para producir un bien o servicio, por ejemplo, la tierra agrícola, los minerales en general, la superficie urbana, el agua agrícola e industrial, las aguas aptas para la extracción o crianza de peces, etc.

Si el rendimiento del factor escaso es variable, se generarán además diferencias entre las rentas de los factores de mejor calidad respecto de las que pueden percibir los de calidad media o inferior. Los minerales de mejor ley y ubicación tienen más renta que los de ley inferior. Esta es la denominada renta diferencial o renta Ricardiana, por el economista clásico David Ricardo, quien desarrolló este estudio en el siglo XIX.

Si un factor se agota con el paso del tiempo, como los minerales, dicha perspectiva de agotamiento genera asimismo una renta. Aunque en el corto plazo el recurso no sea escaso, en algún momento va a llegar a serlo. Una explotación óptima de dicho recurso por parte de su propietario debe tender a igualar las rentas a obtener en cada uno de los años de vida útil del recurso, descontadas cada una a su valor presente. De ello se desprende que en el presente el uso óptimo del recurso siempre será menor al que se tendría si no existiese esta restricción. Por lo tanto, el precio del bien que lo utiliza también será superior al de la competencia dada la menor producción relativa y se generará por ello una sobre-ganancia y por lo tanto una renta del recurso también en el corto plazo. Esta es la denominada renta inter-temporal o renta de Hotelling, por el autor que formalizó dicho análisis en la década de los treinta.

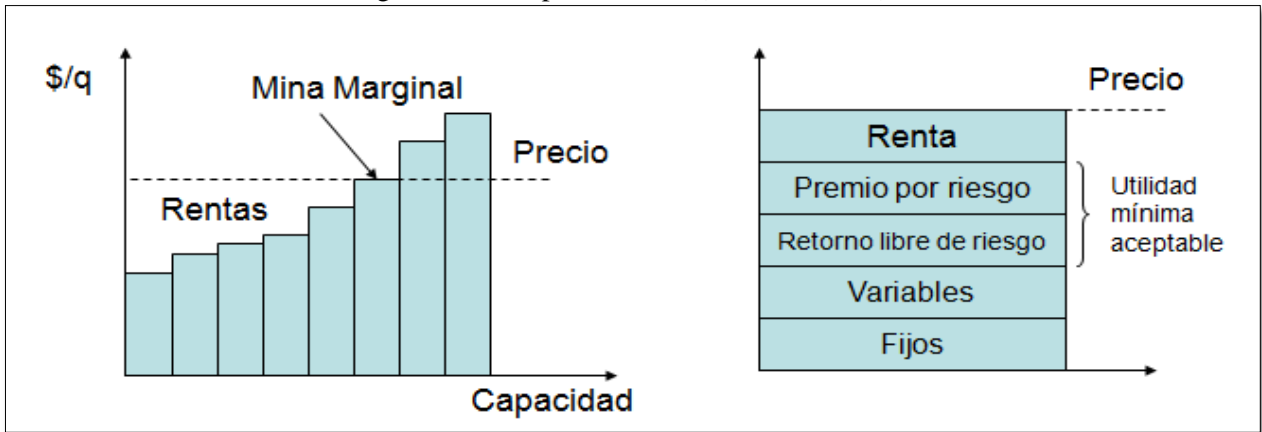
Algunas definiciones de Renta Económica [12]:

- Valor en exceso, originado en la alta calidad del depósito
- Parte del beneficio que es difícil de replicar
- Exceso de ingresos en relación a lo requerido para poner en producción el depósito o mantener la mina operando
- Exceso de ingreso en relación al costo de oportunidad de los factores productivos

Además, se tiene que los depósitos marginales no generan rentas económicas.

Gráficamente se tiene [1]:

Figura 9: Concepto de Renta (Araneda, 2009)



## 2.6.2 Recursos no renovables: Modelo de Hotelling [13]

### 2.6.2.1 Agotamiento y Descubrimiento

En contraste a los recursos renovables, los recursos no renovables no muestran procesos regenerativos. Los primeros modelos se remontan a los trabajos realizados por Hotelling (1931), típicamente supone un modelo de “agotamiento puro” en el que si  $\mathbf{R}(t)$  representa las reservas remanentes y  $q(t)$  la producción en el tiempo  $t$ , entonces:

$$\dot{R}(t) = -q(t)$$

Con la búsqueda y descubrimiento de nuevos yacimientos, Pyndyck (1978) hace la distinción entre recursos agotables y no renovables notando que, mientras el último no exhibe crecimiento ni regeneración, nuevas reservas pueden ser adquiridas a través de la exploración y descubrimiento de nuevos recursos. Denotando  $\mathbf{X}(t)$  como los descubrimientos de recursos acumulados,  $w(t)$  como los esfuerzos de exploración, se modela la dinámica de los recursos no renovables con exploración por el sistema:

$$\begin{aligned}\dot{R}(t) &= \dot{X}(t) - q(t) \\ \dot{X}(t) &= f(w(t), X(t))\end{aligned}$$

Donde  $f(w(t), X(t))$  es una función de nuevos descubrimientos relativos a los esfuerzos de exploración y de descubrimientos acumulados anteriores. Se asume  $f_w > 0$  y  $f_x < 0$ . Así como la exploración y nuevos descubrimientos avanzan en el tiempo, se hace más y más difícil hacer nuevos descubrimientos.

Para revisar algunos de los clásicos resultados obtenidos por Hotelling, se retornará en primera instancia al caso de “agotamiento puro” caracterizado en la primera ecuación. Este modelo también permite un análisis de las trayectorias de precio y producción para industrias competitivas y monopólicas.

### 2.6.2.2 Agotamiento Puro

Hotelling (1931) comenzó su estudio asumiendo que el precio por unidad de metal o mineral, es una función de la forma:

$$p(t) = p(0)e^{\delta t}$$

Por lo que no hay diferencia para el dueño del yacimiento, vender hoy a un precio  $p(0)$  o vender a  $p(0)e^{\delta t}$  en el periodo  $t$ .

Bajo las reglas de competencia perfecta, Hotelling asume que la extracción en el instante  $t$  será determinada de acuerdo a la función de demanda:

$$q(t) = D(p(t))$$

Suponiendo por el momento que no hay costos de extracción, luego las reservas iniciales  $R$  se agotarán, es decir:

$$\int_0^T q(t) dt = R$$

En  $t=T$ ,  $q(T)=0$  y también tenemos:

$$q(T) = D(p(0)e^{\delta T})$$

Por ejemplo suponiendo que la función  $D$  es lineal:

$$q(t) = D(p(t)) = a - bp(t)$$

Reemplazando y teniendo en cuenta que  $q(T) = 0$ :

$$q(T) = a - bp(0)e^{\delta T} = 0$$

Por lo tanto:  $q(t) = a(1 - e^{\delta(t-T)})$

El agotamiento de las reservas iniciales implica:  $\int_0^T a(1 - e^{\delta(t-T)}) dt = R$

Lo que lleva finalmente a:

$$aT - \frac{a(1 - e^{-\delta T})}{\delta} = R$$

El cual puede resolverse numéricamente para  $T$ .

Si ahora consideramos la tasa de extracción para un Monopolista, se busca maximizar la función:

$$\pi = \int_0^{T_m} P(q(t))q(t)e^{-\delta t} dt$$

Suponiendo la misma función de demanda que en el caso de competencia perfecta, se tiene:

$$q(t) = \frac{a}{2}(1 - e^{\delta(t-T_m)})$$

El agotamiento de las reservas iniciales implica:  $\int_0^{T_m} \frac{aT_m}{2} - \frac{a(1-e^{-\delta T_m})}{2} dt = R$

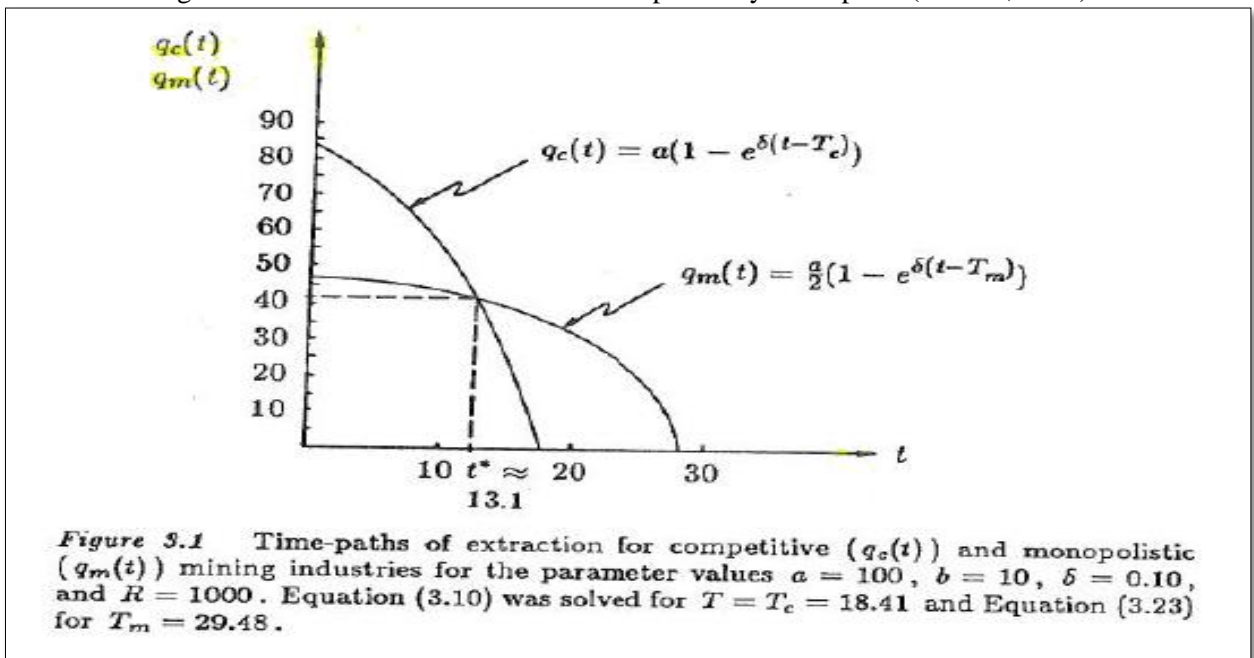
Si comparamos los perfiles de explotación de recursos entre la industria competitiva y monopolística, se tiene:

$$T_c - \frac{(1 - e^{-\delta T_c})}{\delta} = \frac{R}{a}$$

$$T_m - \frac{(1 - e^{-\delta T_m})}{\delta} = \frac{2R}{a}$$

Se desprende inmediatamente que  $T_c < T_m$  y por lo tanto  $q_c(0) > q_m(0)$ , gráficamente puede observarse:

Figura 10: Curvas de extracción caso Competitivo y Monopolio (Conrad, 1987)



En otras palabras, la industria competitiva inicialmente explota el recurso a una tasa superior y también agota el recurso más rápidamente que en el caso monopolista. Esto no es algo de extrañar – el monopolista restringe su producción para así mantener niveles de precios más altos (caso OPEC). Según esto, los monopolistas pueden ser vistos como “conservacionistas”, ya que, restringen la producción inicialmente y su horizonte productivo es mayor. Pero en ningún caso están motivados por las futuras generaciones, simplemente incrementan el valor presente del yacimiento. El modelo indica que en el caso competitivo se llega al óptimo social y en el caso monopolístico la curva de producción en el tiempo es ineficiente en el sentido que las actuales generaciones podrían ser mayormente recompensadas con una mayor extracción en el presente y una reducción en el futuro.



¿Cuán razonable es el supuesto que el precio  $p(t)$  crece a la tasa de interés? Teóricamente esto requeriría que cada propietario estimara con precisión el periodo de agotamiento y el precio de cierre. También todos los propietarios debiesen usar la misma tasa de descuento, por lo que estos supuestos pueden no ser muy reales en la industria minera, la cual, se caracteriza por volatilidad en los precios y otras fuentes de incertidumbre. Además, los procesos de exploración, descubrimiento y cambios tecnológicos sugieren la posibilidad de una trayectoria de precios alternativa.

### **2.6.2.3 Escasez desde la perspectiva económica**

Para los economistas la escasez no es un fenómeno físico sino un concepto de valor. Esta diferencia ha puesto a los economistas en ventaja sobre los geólogos cuando se intenta evaluar si un recurso es más o menos escaso. Para recursos no renovables la renta está dada por la diferencia entre el precio y el costo marginal:

$$\mu(t) = p(t) - MC(t)$$

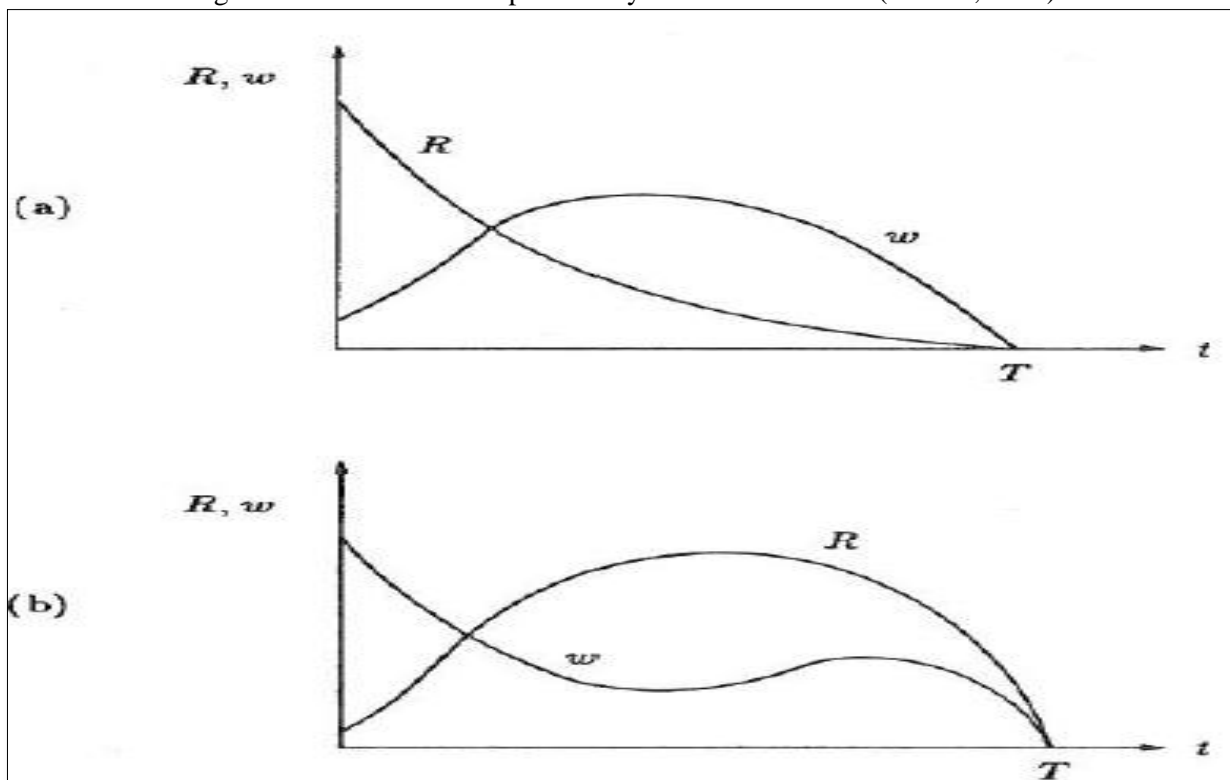
Si la diferencia es positiva y grande, el recurso es escaso y viceversa. Si un recurso escaso puede ser sustituido por uno abundante, desde la perspectiva económica puede no ser visto más como un recurso escaso. Este escenario parece ser lo que ocurre con el cobre, donde el aluminio se ha convertido en un muy buen sustituto en transmisiones eléctricas y cañerías.

### **2.6.2.4 Exploración**

Mediante exploración y nuevos descubrimientos es posible aumentar las reservas, incluso a una tasa que excede la de agotamiento. Se entiende que existen incentivos económicos para aumentar las reservas, por cuanto los costos de producción decrecen en minas con grandes reservas (economías de escala).

En el caso de un yacimiento pequeño con bajo nivel de reservas (Figura 11.b), los esfuerzos de exploración ( $w$ ) son mayores con el consecuente aumento de reservas (si la exploración es exitosa) y por tanto el precio cae. La situación se revierte cuando el nivel de reservas iniciales es alto (Figura 11.a):

Figura 11: Actividad de Exploración y Reservas Probadas (Conrad, 1987)



### 2.6.3 Economía de los recursos no renovables: Algunos modelos [14]

Los recursos no renovables no muestran un crecimiento significativo o regeneración en una escala de tiempo económicamente aceptable (millones de años en generarse nuevos yacimientos). Ejemplos de estos recursos son carbón, petróleo, gas natural y minerales como cobre, aluminio, hierro, plata y oro.

Si las reservas iniciales son conocidas, la pregunta que surge es ¿Cómo deberían ser extraídos estos recursos en el tiempo? ¿Es el completo agotamiento del recurso el óptimo económico? ¿Es siempre óptimo abandonar una mina antes de su completo agotamiento? ¿Si la exploración permite una potencial adquisición de mayores reservas, cual es la trayectoria óptima de extracción y exploración?

Desde una perspectiva económica, la escasez debería reflejar el valor neto marginal de los costos marginales asociados a la extracción. Cuando un *commodity* es escaso desde la perspectiva económica, goza de una “renta” positiva, esto es la diferencia entre el precio de mercado y los costos marginales de producción. El comportamiento *Rent Seeking* por las firmas productoras del *commodity* y consumidores deseosos de evitar altos precios se mueven en las fuerzas del mercado, las cuales, pueden compensar el declinamiento de la abundancia del recurso. Los economistas ven a la escasez como una condición muy dinámica, en la que el comportamiento adaptativo permite a la sociedad “escapar” de la escasez de algún recurso solo para caer en otro.

#### 2.6.3.1 Modelo Simple

Supongamos un recurso no renovable con un stock inicial conocido de reservas denotado por  $R_0$  y  $q_t$  representa la extracción en el periodo  $t$ . Sin exploración ni nuevos descubrimientos, la dinámica de las reservas remanentes está dada por la simple diferencia:

$$R_{t+1} = R_t - q_t$$

Para simplificar los cálculos, suponemos que la sociedad solo valora la extracción,  $q_t$ , de acuerdo a la función de utilidad  $U(q_t)$ , donde  $U'() > 0$  y  $U''() < 0$  lo que garantiza la estricta concavidad. La utilidad se descuenta por el factor  $p = 1/(1 + \delta)$  y el objetivo de la sociedad es determinar la extracción en cada periodo que maximiza la utilidad descontada sujeta a la dinámica de las reservas remanentes ¿Cuál es el horizonte relevante? Para este simple problema supondremos que el horizonte económico relevante es  $t = 0, 1, 2, \dots, T$ , donde  $T$  es finito y dado. También se asume que las reservas remanentes en el periodo  $T+1$  no tienen valor ( $\lambda_{T+1} = 0$ ).

Con  $U_t = U(q_t)$ ,  $T$  dado y  $\lambda_{T+1} = 0$ , no existen incentivos para conservar el recurso más allá de  $t = T$ , y el agotamiento ( $R_{T+1} = 0$ ) es óptimo. Esto permite modelar la ecuación para las reservas remanentes como una restricción:

$$R_0 - \sum_{t=0}^T q_t = 0$$

Con esto, la maximización de la utilidad descontada sujeta a la restricción de agotamiento de los recursos se expresa con el lagrangiano:

$$L = \sum_{t=0}^T \rho^t U(q_t) + \mu \left[ R_0 - \sum_{t=0}^T q_t \right]$$

Las condiciones de primer orden para maximización requieren:

$$\frac{\partial L}{\partial q_t} = \rho^t U'(q_t) - \mu = 0 \qquad \frac{\partial L}{\partial \mu} = R_0 - \sum_{t=0}^T q_t = 0$$

Esto implica para todo  $t = 0, 1, \dots, T$ :

$$U'(q_0) = \rho U'(q_1) = \rho^2 U'(q_2) = \dots = \rho^T U'(q_T) = \mu$$

La anterior ecuación implica que la utilidad descontada se maximiza planificando la extracción, de modo que la utilidad marginal descontada sea la misma en cada periodo. Considerando dos periodos consecutivos,  $t$  y  $t + 1$ . La ecuación anterior implica que  $p_t U(q_t) = p_{t+1} U(q_{t+1})$ , o  $U'(q_{t+1}) = (1 + \delta)U'(q_t)$ . Esto significa que la utilidad marginal de extracción debe crecer a la tasa de descuento, o más generalmente:

$$U'(q_t) = (1 + \delta)^t U'(q_0)$$

### 2.6.3.2 Regla de Hotelling

Suponiendo que existe mercado para  $q_t$  y que en cada periodo  $U'(q_t) = p_t$ , donde  $p_t$  es el precio unitario para  $q_t$ . Luego podemos sustituir en la última ecuación para obtener:

$$p_t = (1 + \delta)^t U'(q_0)$$

Esta relación señala que el precio crece a la tasa de interés. Hotelling presume que en una industria competitiva, que comprende la maximización del valor presente de la mina con perfecta previsión, se podría planificar la extracción de manera que el precio creciese a la tasa de descuento. Si no lo hacen, no podrían maximizar el valor presente, ya que, una reasignación de la extracción desde un periodo con bajo precio a un periodo con mayores precios incrementaría el valor presente. Otra forma de mostrar la regla de Hotelling es notando que con la última ecuación se puede llegar a la expresión:

$$\frac{p_{t+1} - p_t}{p_t} = \delta$$

Esta versión indica que el aumento de capital por unidad de  $q_t$  in-situ debe igualar la tasa de descuento de manera de permanecer indiferente entre extraer la unidad en el periodo  $t$  versus extraerla en el periodo  $t + 1$ . Esta es la forma más simple de la regla de Hotelling y asume implícitamente que no hay costos marginales de extracción o que bien son constantes.

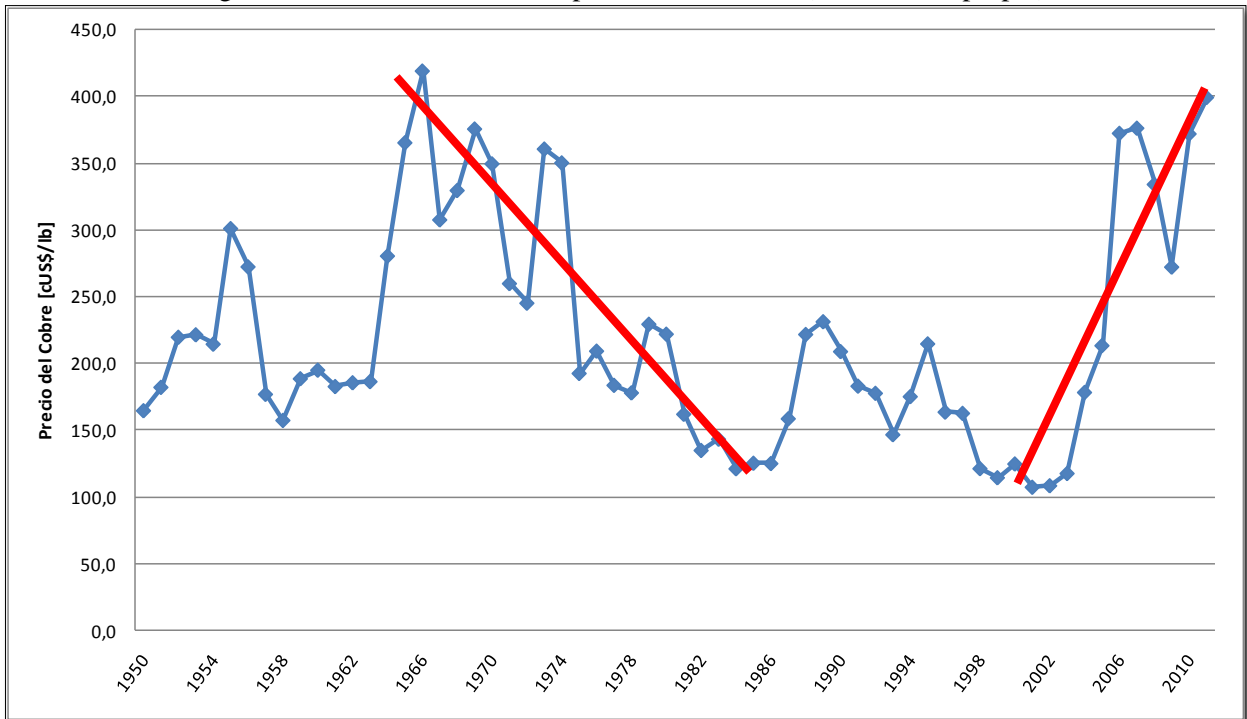
### 2.6.3.3 Midiendo la escasez económicamente

En términos económicos, la escasez del recurso es un tema relativo y podría verse influenciada por parámetros netamente de mercado, lo que sería contraproducente desde el punto de vista geológico (basada en abundancia) en el que la escasez de los recursos es absoluta e independiente de las condiciones económicas.

Se debe notar que si los costos marginales de extracción se incrementan mientras las reservas remanentes disminuyen, pero los precios de mercado no se incrementan tan rápidamente entonces el recurso es “menos escaso” desde la perspectiva económica. El hecho que las reservas remanentes estén declinando indicaría escasez geológica, sin embargo, a menos que el precio de mercado se incremente más rápido que los costos marginales, el recurso no será económicamente escaso. Esto es precisamente lo que pasó con el cobre entre la década de los 70’ y los 90’. El cobre fue alguna vez usado intensivamente en cañerías y transmisiones eléctricas pero ha sido reemplazado por el plástico en las cañerías, por el aluminio para distribuir la electricidad y fibra óptica. Aún cuando las reservas remanentes conocidas de cobre han declinado, el precio real en dicho periodo tendió a la baja, entonces desde la perspectiva económica, el cobre fue “menos escaso”. Sin embargo, el crecimiento explosivo de la demanda en los últimos años (desde el año 2000 el precio ha tenido una tendencia al alza en términos reales) y las dificultades que presenta el crecimiento de la oferta actualmente, contradice la perspectiva técnica que el cobre es “menos escaso”.

La siguiente figura muestra el precio del cobre en términos reales (como base el año 2011) en el periodo 1950 – 2011 [15]:

Figura 12: Precio del cobre real periodo 1950-2011 (Elaboración propia)



Si el desarrollo tecnológico hace disminuir los costos de exploración o extracción, pero el precio permanece alto, el recurso se volverá más escaso. Esto es lo que ha sucedido con el petróleo desde mediados del siglo XX, a pesar que las nuevas aplicaciones ingenieriles y geológicas han llevado a descubrir más yacimientos de petróleo y han reducido los costos de extracción y refinación, la demanda por combustible y otros destilados se han incrementado a una tasa mayor y es por esto que desde el punto de vista económico, aún cuando ha crecido el nivel de reservas conocidas (hasta cierto punto), el recurso es “más escaso”.

El desarrollo de *commodities* sustitutos, en el caso del cobre, o la sustitución de capital y trabajo, en el caso de la energía, pueden ayudar a reducir la escasez económica. Como la OPEC ha demostrado es posible crear una escasez económica de corto plazo pero, la oferta y la demanda, reaccionarán a los altos precios substituyendo en la medida de lo posible por otros recursos de menores precios o adaptando su comportamiento económico para reducir la demanda. Estas fuerzas han sido efectivas en aminorar la escasez de los recursos a través de la historia.

Finalmente, a pesar de que la escasez económica es un hecho de la vida que está siempre presente, es una condición dinámica, por lo menos para los recursos y *commodities* que se transan a través de mercados organizados.

#### 2.6.4 Clasificación de las Industrias [16]

*Resource Strategies* encontró una forma muy útil de clasificar los distintos sectores en la industria minera y energética en las siguientes categorías:

- *Resource-driven*:  
Factor crítico es el *acceso* a un recurso natural.

- *Process-driven*:  
Factor crítico es la **eficiencia** con la que un *commoditie* es convertido en otro.
- *Market-driven*:  
Factor crítico es la habilidad de **diferenciar** un producto o servicio de sus competidores.

La mayoría de las teorías de administración han sido desarrolladas para reflejar las características de las industrias impulsadas por el mercado (*market-driven*). La principal característica de las industrias impulsadas por los recursos, es que **los recursos naturales no pueden ser reproducidos** y que **algunos de los recursos son naturalmente más atractivos que otros**.

Dado que el precio de los *commodities* es un precio común a nivel mundial, las empresas que tienen acceso a recursos más atractivos deberían ser más rentables que otras: se genera la renta económica. El principal desafío de la industria de recursos naturales es la **adquisición y posterior defensa de la renta económica**. No se debe tener una visión unidimensional, tomando sólo el parámetro de costos como una ventaja diferenciadora. Compañías con la reputación de mantener los costos bajos no son las que lideran la industria en el largo plazo.

#### 2.6.4.1 Alternativas para asegurar las Rentas Económicas

- Exploración básica (*grassroots*): Recursos de mejor calidad
- Adquisición de proyectos a compañías junior: Desarrollo de proyectos complejos y ambientalmente sensibles (compartir rentas con las *junior*)
- Desarrollo de nuevas técnicas de extracción y procesamiento: Transforman recursos sub-económicos en reservas
- Adquisición de activos de recursos naturales en el momento adecuado del ciclo de los recursos naturales: Oportunidades al actuar contra-ciclo
- La habilidad de anticipar correctamente los cambios en el riesgo político: Darse cuenta de mejoras en las condiciones políticas de un país permite adquirir activos a menor precio

Para cada una de las fórmulas se requieren habilidades distintas. Es poco probable que una sola empresa tenga internamente todas las habilidades en un momento dado.

Una vez adquiridas las rentas económicas, estas deben ser defendidas:

- Dueños de los terrenos: Gobiernos o particulares. Los royalty son la forma común de compartir las rentas, estas pueden ser modificadas durante la vida del proyecto
- Empresas *junior*: Podrían capturar todas las rentas, especialmente en el caso de descubrimientos pequeños, con riesgos tecnológicos, políticos y abiertos a competencia entre empresas *major*
- Comunidades locales: Especialmente sensible en áreas ricas en recursos naturales. Operaciones de recursos naturales tienen un alto impacto en las comunidades
- Ambientalistas: Algunos extremistas se oponen al desarrollo de la industria de recursos naturales, pero otros aprovechan las rentas económicas para mejoras ambientales
- Trabajadores: Es difícil convencer a los trabajadores de la necesidad de la disciplina en operaciones de bajo costo

### 3 Trabajos Anteriores de Competitividad en el Mercado del Cobre

#### 3.1 Análisis de Atractividad periodo 2000 - 2004

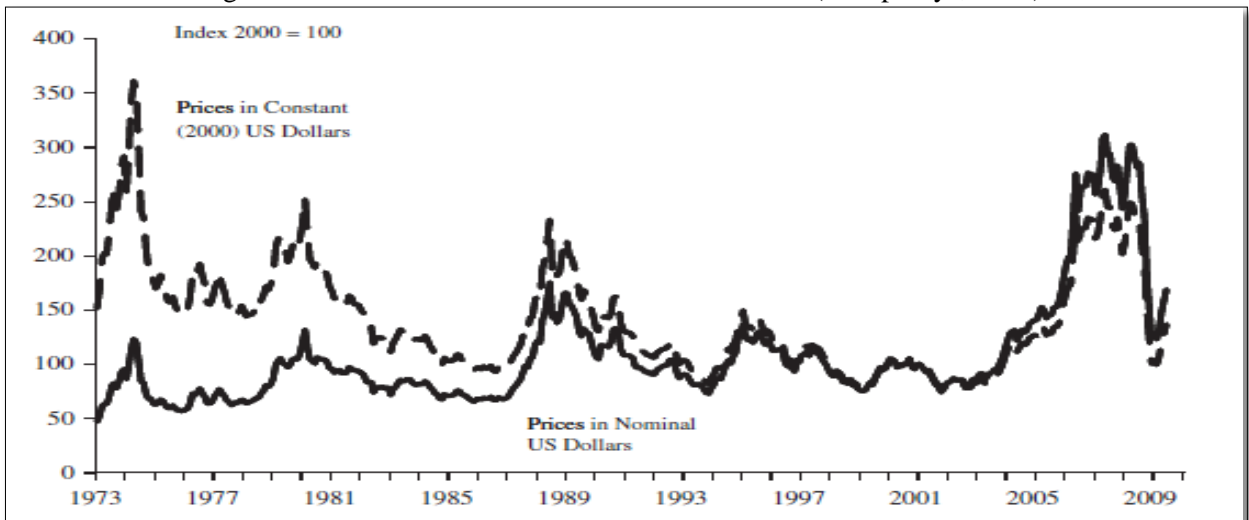
Uribe [6] y Rodríguez [9] analizaron los productos-mercados que están definidos por los yacimientos y sus respectivos productos (cobre refinado, cátodos y cobre en concentrado). El alcance de sus estudios abarcó a Codelco, BHP Billiton, Phelps Dodge (actualmente 100% perteneciente a Freeport-McMoran) y Rio Tinto en el periodo 2000-2004.

#### Factores de Mercado

Rodríguez [9] indica que en el período 2000 – 2004 se observó un aumento del consumo debido principalmente a los índices de crecimiento de China, quienes habían aumentado su consumo de cobre a tasas anuales de 10% en los últimos años esperando llegar a un consumo de 3,4 Mt anuales. Para este mismo período la tasa de crecimiento de la demanda fue de un 2% y se esperaba que hacia el 2010 llegase a un 3% en promedio, alcanzando las 19 Mt de cobre refinado lo que implicaba del orden de 5 Mt adicionales respecto al año 2004.

Humphreys [17] fue aún más lejos señalando que el boom del precio de los metales entre el 2003 y el 2008 fue el más grande desde la segunda guerra mundial y que se debió fundamentalmente al aumento de la demanda de economías emergentes, en particular, China.

Figura 13: Índice de Precios de Metales no-ferrosos (Humphreys, 2010)

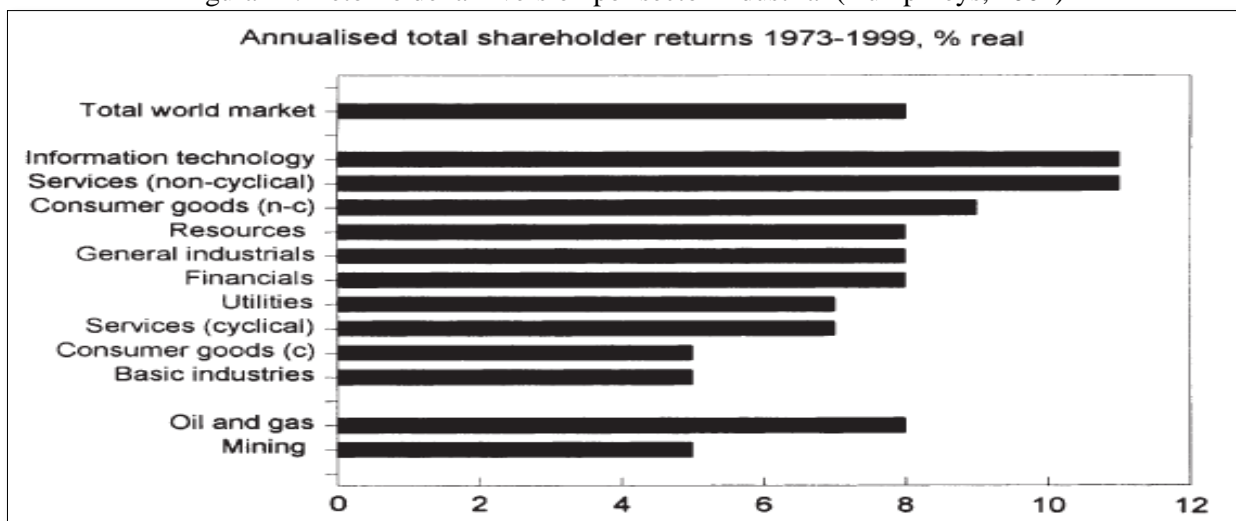


Los países asiáticos (principalmente China) supieron retomar la senda del crecimiento con un aumento en el consumo de cobre lo que permitió contrarrestar la sobreoferta y disminuir los inventarios con una consiguiente alza del precio. Al 2004 el crecimiento de China era del orden de 9% y se esperaba que llegase al 7% hacia el año 2010. Respecto de la oferta, según Rodríguez [4] en la década de los 90' se produjo la apertura de grandes proyectos lo que trajo una importante acumulación de inventarios y una baja en los precios hacia fines de la década por lo que algunas faenas debieron cerrar sus operaciones. Estos cierres, donde se destaca el de Cominco (BHP) en 1999 provocaron una leve alza en el precio. En el caso de Phelps Dodge hubo

recortes de producción en Morenci y Chino (USA) y cerró temporalmente Ojos del Salado (Chile) [6].

Otro punto de gran relevancia en el análisis de atractividad, es la rentabilidad del capital en las empresas mineras. Humphreys [18] muestra un estudio con datos entre 1973 hasta 1999 en el que se muestra que el sector minero tiene un modesto 5% de retorno real sobre el capital a diferencia del sector energético (gas y petróleo) con un 8% de retorno. El nivel de retorno sobre el capital de la minería está al nivel de las denominadas “industrias básicas” como la construcción, forestal e industria química. La siguiente figura muestra lo anterior:

Figura 14: Retorno de la Inversión por sector industrial (Humphreys, 2001)



De esta forma se desprende que aún cuando las empresas han mantenido estrategias de costos bajos para obtener buenos márgenes operacionales, esto no se refleja en el retorno del capital. Las razones serían: para poder obtener niveles aceptables de rentabilidad para los accionistas [19], es necesario generar niveles de rentabilidad superiores al costo de capital propio. Al tener una razón entre el retorno accionario y el costo de capital exigido (WACC) superior a 1, se puede correlacionar dicha razón con el retorno promedio de los accionistas.

Las principales razones por las cuales la estrategia de costos no ha mejorado la rentabilidad de los accionistas se debe principalmente a tres factores [19]:

- Mito sobre los costos hundidos: no se puede suponer que los activos ya no presentan un costo para la empresa puesto que el accionista puede querer beneficiarse de una venta de estos a precio de mercado.
- Disminución del precio real del cobre hasta el año 2000 (1970-2000) lo que se interpreta como una reducción de costo transmitida al consumidor en bajos precios. De esta forma se produce un círculo, ya que, los precios bajos obligan a reducir costos lo que hace bajar más los precios.
- Sobre inversión para poder lograr mejores prácticas operacionales, por lo que la rentabilidad sobre el capital invertido es lógicamente menor.

En el período 2000-2004 la rentabilidad de los accionistas mejoró principalmente por los altos precios de los commodities.



## Factores de Competencia

Respecto de la concentración, la mayor competencia que existe entre las empresas impulsó nuevas estrategias en éstas, siendo una de ellas las fusiones y adquisiciones mineras que han tomado un papel relevante en la industria. El caso más destacado en este tipo de negocio fue el ocurrido el año 2001 con la fusión entre BHP y Billiton tal como muestra la siguiente tabla [9]:

Tabla 5: Fusiones y adquisiciones 1995 – 2004 valor nominal (Elaboración propia)

| Año  | Empresa Compradora | Empresa Vendedora | Sector       | Valor BUS\$ |
|------|--------------------|-------------------|--------------|-------------|
| 1995 | Rio Tinto          | CRA               | Diversificar | 4,0         |
|      | Inco               | Voisey's Bay      | Níquel       | 3,7         |
|      | BHP                | Magma             | Cobre        | 2,4         |
| 1996 | Battle Mountain    | Helmo Gold        | Oro          | 2,1         |
| 1997 | CVRD               | CVRD              | Cobre        | 3,2         |
|      | Newmont            | Santa Fe          | Oro          | 2,5         |
| 1998 | Alcoa              | Alumax            | Aluminio     | 3,3         |
|      | Anglo American     | AngloGold         | Oro          | 3,1         |
| 1999 | Alcoa              | Reynolds          | Aluminio     | 4,5         |
|      | Phelps Dodge       | Cyprus Amax       | Cobre        | 1,9         |
|      | Grupo México       | Asarco            | Cobre        | 2,2         |
| 2000 | Alcan              | Algroup           | Aluminio     | 4,7         |
|      | Rio Tinto          | North             | Hierro       | 1,9         |
|      | Billiton           | Rio Algom         | Cobre        | 1,3         |
| 2001 | BHP                | Billiton          | Diversificar | 28,1        |
|      | Barrick            | Homestake         | Oro          | 2,3         |
| 2002 | Anglo American     | Disputada         | Cobre        | 1,3         |
| 2004 | Minmetals          | Noranda           | Cobre        | 5,0         |

Rodríguez [9] observó una alta concentración de la industria, donde 6 empresas poseían más del 50% de la producción mundial, produciendo a costos muy competitivos lo cual había inclinado el piso de los precios cada vez más hacia abajo, obligando al cierre de los productores menos competitivos.

Las barreras de entrada [6] se deben principalmente a las economías de escala, tecnologías avanzadas y grandes inversiones requeridas. Comunes son las alianzas entre empresas para grandes proyectos, y para acciones conjuntas como incentivar la demanda y dar sustentabilidad al mercado en el largo plazo. Bajo este panorama se podría generar un escenario para el mediano o largo plazo en donde existiría una concertación entre grandes productores y la entrada de nuevos participantes a la industria sea cada vez más difícil.

## Factores de Economía

La estabilidad política es un factor altamente valorado por los inversionistas y es inherente a cada país. Lo más importante es que existan normas que garanticen los derechos de los inversionistas,

bajo un estado de derecho que sea independiente de las autoridades y que vele por los derechos mineros. Esta es la única forma de garantizar que no habrá cambios en las reglas del juego inicialmente planteadas. Los inversionistas buscan lugares donde cuenten con pocas barreras de entrada [6] en lo que refiere a la administración de los recursos mineros, y que cuenten además con un entorno favorable en lo financiero, tributario y cambiario. Es por esto que América Latina es mirada con buenos ojos al entregar garantías en ese aspecto.

Los inversionistas deberían inhibirse de invertir en proyectos mineros en países sin un marco legal adecuado y sin un código de conducta adecuado. En la década de los 90' surgió una nueva etapa de liberalización generalizada de las economías de los países en desarrollo con apoyo gubernamental y de su apertura a las inversiones extranjeras que abarcó, entre otros, al sector minero. Se produjeron consecuentemente profundos cambios en las legislaciones mineras, en los regímenes tributarios y comerciales, con el propósito de incentivar la inversión privada y reducir la presencia del Estado en el desarrollo del sector minero.

Con la liberalización generalizada de las legislaciones, las opciones de inversión se multiplicaron para las empresas privadas que empezaron a definir y medir el grado de competitividad de las economías y el riesgo país de acuerdo a los incentivos a la inversión privada, el grado de apertura, y la estabilidad macroeconómica y política. Rodríguez [9] estimaba para los próximos años una mayor concentración de la producción de minerales y concentrados en los países en desarrollo, más específicamente en América Latina y en Indonesia, pero también se nota un creciente interés de las empresas privadas por el desarrollo de su actividad en Zambia y Zaire, que cuentan con grandes yacimientos de alta ley y que podrían volver a tener un importante peso en la producción mundial en la medida que mejoren las condiciones locales.

Para el año 2004 en Chile se tramitaba el proyecto del royalty o impuesto específico de la minería con una tasa de 3%, se creía que este afectaría la atracción de inversión así como la tasa de descuento de los proyectos realizados en Chile. Esto debido a un posible cambio en las reglas del juego por parte del estado chileno [9]. Según analistas en dicho periodo los argumentos no fueron lo suficientemente convincentes, ya que, es un impuesto sobre los ingresos y no sobre las utilidades por lo que se puede confundir con un impuesto a la renta. Kronenberg [20] encontró que el comportamiento oportunista de los gobiernos *Rent Seeking* influye de gran manera en la atractividad del negocio minero, este comportamiento se basa en aumentar los impuestos en tiempos de bonanza de manera de capturar las “rentas” sin respetar la invariabilidad tributaria.

### **Factores Sociales y Ambientales**

El tema ambiental [9] es algo que trasciende las fronteras de un determinado proyecto, involucrando a entidades gubernamentales, civiles y crediticias tanto privadas como internacionales quienes ejercen fuertes presiones.

Desde la década de los 90' las empresas han dado gran relevancia a los temas de impactos sociales y ambientales de sus operaciones, por lo que han adoptado políticas ambientales, sin fines de lucro que ha buscado caminos innovadores para abordar temas de responsabilidad social como educación, salud, cuidado medioambiental, cultura, desarrollo social, e inserción de las comunidades indígenas.

Hay que considerar también el impacto socioeconómico [6] que puede tener la actividad, en especial sobre sociedades tradicionales, al implicar la aparición súbita de una gran actividad económica que suele atraer migraciones importantes a un entorno que puede no estar preparado para recibirlos. Ello puede conducir a la desaparición de otras actividades productivas, pérdida de tierras, modificación de valores culturales, necesidad de emigrar, etc.

### Factores de Tecnología

Para obtener ventajas internas sobre los competidores, es necesario contar con una adecuada gestión de la innovación tecnológica. Esto se logra a través de la investigación y desarrollo, factores que han provocado grandes cambios en la industria minera del cobre desde principios de la década de los 80' y ha permitido incorporar nuevas reservas que antes no eran posibles de extraer, así como desarrollar grandes equipos para grandes faenas (economías de escala).

Factores como la volatilidad de la tecnología, patentes y grados de complejidad que permitan que la tecnología no sea fácilmente imitable entregan ventajas sobre los competidores. En ciertos casos la complejidad de los yacimientos puede requerir una investigación avanzada particular lo cual resta atractividad al negocio.

## 3.2 Análisis de Competitividad periodo 2000 - 2004

### Factores de Mercado

La participación de mercado [6] constituye uno de los criterios de competitividad más importantes, la participación de mercado con respecto al líder es una medida de competitividad. La noción de cuota de mercado con respecto al líder está basada en la hipótesis de que el productor que genera mayor producción tiene unas implicancias competitivas muy distintas al que produce menor cantidad.

La siguiente tabla muestra la producción de cobre fino de las principales empresas del mundo entre los años 2001 y 2004 [9]:

Tabla 6: Producción y participación mundial de las principales compañías (Elaboración propia)

|              | Producción de Cobre<br>kt |        |        |        | Participación de Mercado<br>% |      |      |      |
|--------------|---------------------------|--------|--------|--------|-------------------------------|------|------|------|
|              | 2001                      | 2002   | 2003   | 2004   | 2001                          | 2002 | 2003 | 2004 |
| Codelco      | 1.699                     | 1.630  | 1.674  | 1.840  | 12%                           | 12%  | 12%  | 13%  |
| Phelps Dodge | 1.151                     | 1.025  | 1.054  | 1.096  | 8%                            | 8%   | 8%   | 8%   |
| Rio Tinto    | 904                       | 887    | 867    | 753    | 7%                            | 7%   | 6%   | 5%   |
| BHP Billiton | 832                       | 795    | 851    | 940    | 6%                            | 6%   | 6%   | 7%   |
| Grupo México | 1.065                     | 903    | 828    | 868    | 8%                            | 7%   | 6%   | 6%   |
| Otros        | 8.087                     | 8.321  | 8.412  | 8.955  | 59%                           | 61%  | 61%  | 62%  |
| TOTAL        | 13.738                    | 13.561 | 13.687 | 14.452 | 100%                          | 100% | 100% | 100% |

Rodriguez [9] señala que las 4 empresas que fueron objeto de su análisis buscaron el liderazgo de costos como estrategia competitiva más importante (el caso de Rio Tinto puede ser en parte distinto al buscar constantemente yacimientos de alta calidad). En términos comparativos, Rio Tinto, Codelco y BHP Billiton muestran operaciones de mayor tamaño que Phelps Dodge lo que

restaba competitividad a ésta última frente a sus pares. Rodríguez [9] muestra una tabla con la producción por mina el año 2004, donde la faena líder es Escondida:

Tabla 7: Producción por operación año 2004 (Elaboración propia)

|                     | Participación % | Producción Cu Kt | % c/r al Líder % |
|---------------------|-----------------|------------------|------------------|
| <b>BHP Billiton</b> |                 |                  |                  |
| Escondida           | 44%             | 1.207            | 100%             |
| Tintaya             | 100%            | 93               | 8%               |
| Antamina            | 33,75%          | 274              | 23%              |
| Cerro Colorado      | 100%            | 125              | 10%              |
| Highland Valley     | 100%            | 84               | 7%               |
| <b>Codelco</b>      |                 |                  |                  |
| Codelco Norte       | 100%            | 982              | 81%              |
| Salvador            | 100%            | 75               | 6%               |
| Andina              | 100%            | 240              | 20%              |
| El Teniente         | 100%            | 435              | 36%              |
| El Abra             | 49%             | 0                | 0%               |
| <b>Rio Tinto</b>    |                 |                  |                  |
| Escondida           | 57,50%          | 1.207            | 100%             |
| Grasberg            | 100%            | 134              | 11%              |
| Northparkes         | 100%            | 30               | 2%               |
| Palabora            | 33,75%          | 54               | 5%               |
| Bingham Canyon      | 100%            | 263              | 22%              |
| <b>Phelps Dodge</b> |                 |                  |                  |
| Morenci             | 85%             | 420              | 35%              |
| Bagdad              | 100%            | 110              | 9%               |
| Sierrita            | 100%            | 77               | 6%               |
| Miami               | 100%            | 10               | 1%               |
| Chino               | 100%            | 91               | 8%               |
| Tyrone              | 100%            | 43               | 4%               |
| Candelaria          | 80%             | 220              | 18%              |
| Ojos del Salado     | 100%            | 10               | 1%               |
| Cerro Verde         | 100%            | 97               | 8%               |

### Factores de Producción

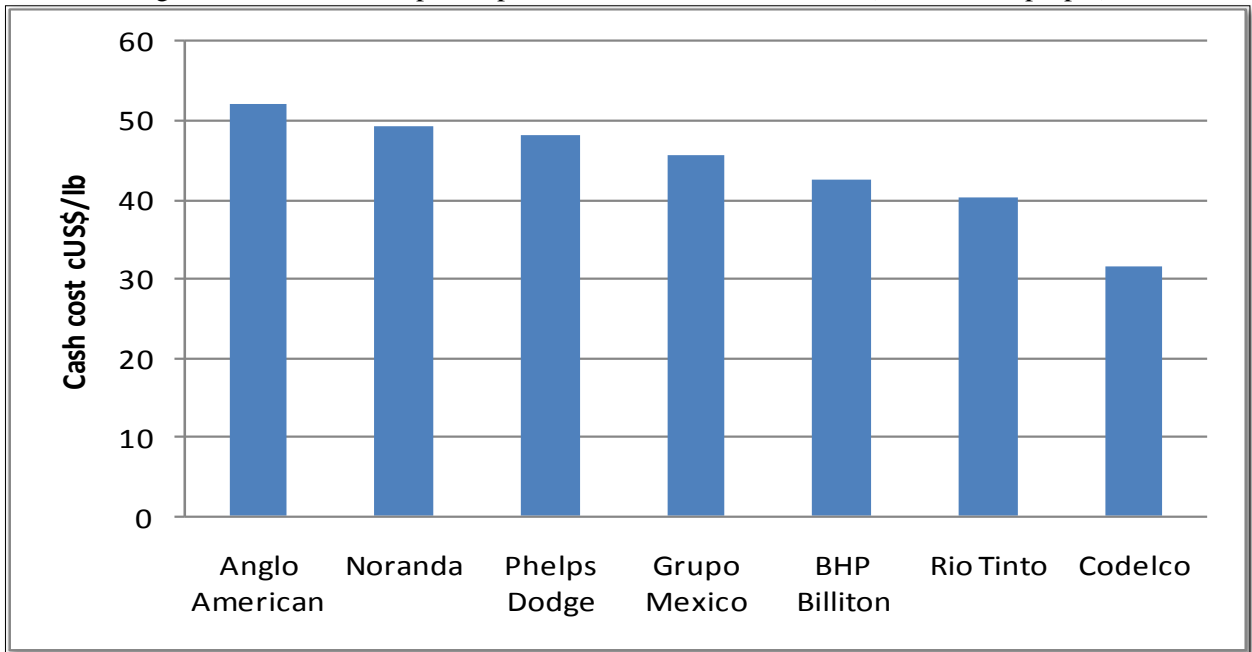
La comparación internacional de costos variables en la industria minera se basa en los costos directos de operación o *cash cost*.

En el caso de Codelco [9] aún cuando la corporación tuvo positivos avances en esta materia en dicho periodo, existían divisiones que operaban (siguen operando) con costos significativamente mayores a los de mercado como el caso de División Salvador que operaba al 2004 con un costo de 68 cUS\$/lb, debido fundamentalmente a las bajas leyes del yacimiento. Al año 2004 y 2005, los precios de los metales habían subido a niveles históricos entre los cuales destaca el principal

subproducto de Codelco, el molibdeno, el que debido a su alto precio (16,1 US\$/lb en 2004 y 33,3 US\$/lb en 2005) influyó en una fuerte baja de los costos, principalmente en Codelco Norte, que operaba al 2004 con un *cash cost* de 20,7 cUS\$/lb.

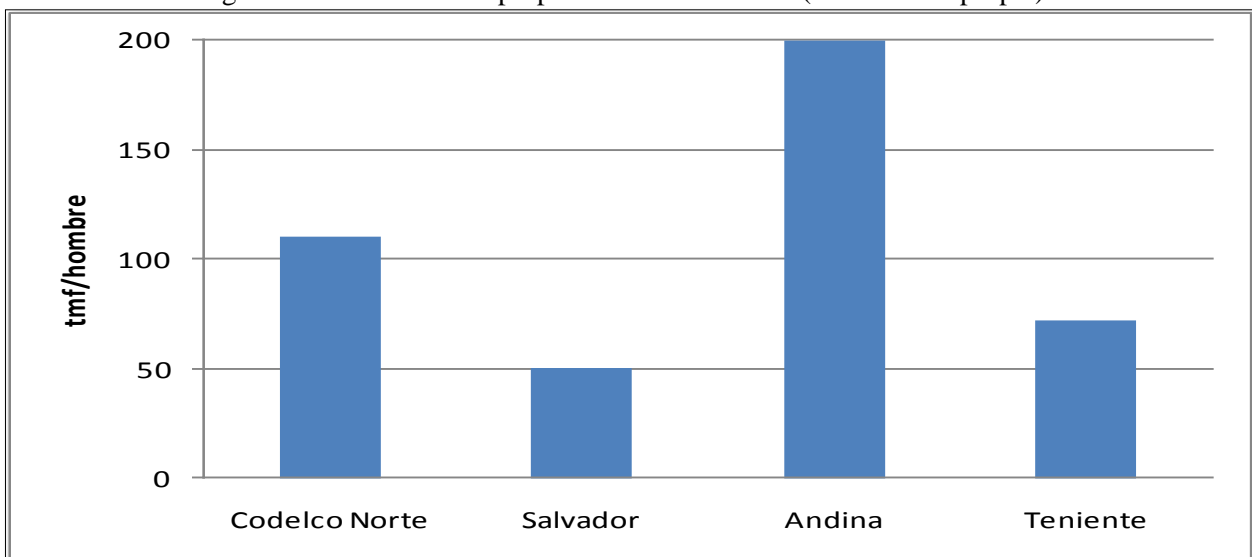
El principal afectado por los costos de producción fue Phelps Dodge, que contaba con la mayoría de sus yacimientos en Estados Unidos con costos más altos (yacimientos de mediana calidad). Rio Tinto y BHP Billiton, en cambio, operaban en yacimientos de calidad (alta ley y larga vida útil) lo que incidió en estar entre las compañías de más bajo *cash cost* [9]:

Figura 15: Cash cost empresas productoras de cobre año 2004 (Elaboración propia)



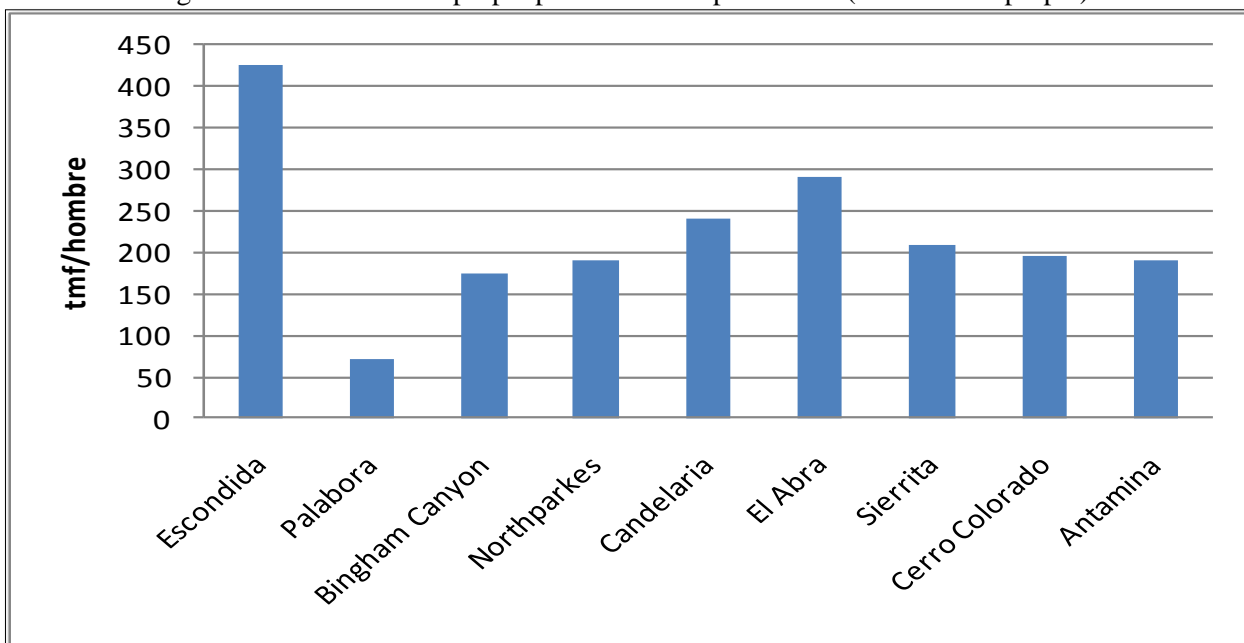
La productividad se mide como las toneladas métricas finas anuales dividida por la dotación propia en cada faena. A continuación la productividad propia de Codelco al año 2004 [9]:

Figura 16: Productividad propia Codelco año 2004 (Elaboración propia)



Tanto Rio Tinto como BHP Billiton contaban al año 2004 con operaciones de gran escala por lo que cuenta con productividades altas (las faenas principalmente están constituidas por rajos) mientras que Phelps Dodge tenía productividades menores [9].

Figura 17: Productividad propia para distintas operaciones (Elaboración propia)



Respecto a las características geológicas de los yacimientos, Escondida [9] por ejemplo, había empeorado sus leyes pero los proyectos de expansión han ayudado a suplir estas bajas manteniendo las producciones de cobre fino en el periodo estudiado.

A continuación se muestra una tabla con la evolución temporal de leyes de cobre en el periodo 2001-2004 [9]:

Tabla 8: Evolución de leyes de cobre por operación (Elaboración propia)

|                     | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|---------------------|------|------|------|------|
| <b>BHP Billiton</b> |      |      |      |      |
| Escondida           | 1,81 | 1,58 | 1,43 | 1,51 |
| Tintaya             | 1,58 | 1,64 | 1,38 | 1,46 |
| Antamina            | 1,32 | 1,20 | 1,19 | 1,34 |
| Alumbraera          | 0,72 | 0,70 | -    | -    |
| Cerro Colorado      | 1,10 | 1,01 | 0,99 | 0,90 |
| Highland Valley     | 0,43 | 0,41 | 0,39 | -    |
| Ok Tedi             | 0,89 | -    | -    | -    |
| <b>Codelco</b>      |      |      |      |      |
| Codelco Norte       | 0,99 | 0,87 | 0,87 | 1,11 |
| Salvador            | 0,61 | 0,59 | 0,62 | 0,66 |
| Andina              | 1,18 | 1,07 | 1,10 | 1,10 |
| El Teniente         | 1,19 | 1,13 | 1,09 | 1,09 |
| El Abra             | 0,40 | 0,37 | 0,39 | 0,35 |
| <b>Rio Tinto</b>    |      |      |      |      |
| Grasberg            | 1,00 | 1,14 | 1,09 | -    |
| Neves Corbo         | 4,80 | 5,10 | 5,30 | -    |
| Northparkes         | 1,16 | 0,86 | 0,67 | 0,79 |
| Palabora            | 0,66 | 0,63 | 0,59 | 0,74 |
| Bingham Canyon      | 0,73 | 0,69 | 0,67 | 0,63 |
| <b>Phelps Dodge</b> |      |      |      |      |
| Morenci             | 0,31 | 0,28 | 0,28 | 0,30 |
| Bagdad              | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,26 |
| Sierrita            | 0,25 | 0,32 | 0,29 | 0,25 |
| Miami               | -    | -    | -    | 0,41 |
| Chino               | 0,48 | 0,29 | 0,80 | 0,35 |
| Tyrone              | 0,29 | 0,35 | 0,34 | 0,17 |
| Candelaria          | 0,96 | 0,84 | 0,97 | 0,89 |
| Ojos del Salado     | -    | -    | -    | 1,57 |
| Cerro Verde         | 0,53 | 0,55 | 0,60 | 0,66 |

### Factores de Investigación y Desarrollo

Las estrategias de desarrollo para aumentar la base minera pueden ser de distinta naturaleza, destacando [6]:

- Exploración
- Adquisición de proyectos *junior*
- Desarrollo de nuevas tecnologías para incorporar reservas
- Adquisición de activos mineros en momentos de bajo precio
- Anticiparse a cambios políticos, llegando primero que la competencia

Codelco centraba sus esfuerzos en exploración de cobre y principalmente en sus propios recursos. Phelps Dodge sólo exploraba sus propios recursos para su delimitación aunque contaba con políticas orientadas a buscar oportunidades mediante adquisiciones. El caso de Rio Tinto y BHP Billiton es distinto por ser empresas diversificadas tanto en negocios como a nivel geográfico. De esta forma conviven con distintas condiciones políticas y sociales colaborando muchas veces en la elaboración de regulaciones con entidades de gobierno y otras compañías presentes en las zonas donde operan. Phelps Dodge privilegió la explotación de yacimientos mediante LX-SX-EW debido a las condiciones propias de sus yacimientos de baja ley. Cabe destacar que estas faenas demandan consumos energéticos importantes (que pueden traer problemas dados por el abastecimiento de energía) y requieren una gran inversión.

Hasta el 2004 [6] se había destacado la incorporación de equipos gigantes en las operaciones aumentando de esta forma la productividad en la mina, así como los procesos hidrometalúrgicos (lixiviación, extracción por solventes y electro obtención) de menor costo que los pirometalúrgicos (conminución, flotación, fundición, refinación).

### **Factores de Gestión**

La visión de Codelco hacia el año 2006 señalaba “Una empresa cien por ciento estatal, que será líder mundial en competitividad, desplegando todo el potencial de su gente y de sus negocios”. A esto se sumó un compromiso con los dueños (estado chileno) de duplicar el valor económico de la empresa en el período 2000-2006 siempre y cuando se cumplan los pronósticos de precios planteados.

**Codelco** precisó 7 impulsos estratégicos para poder alcanzar estas metas, siendo estos los siguientes [9]:

- Desplegar todo su potencial de negocios, tanto en Chile como en el exterior
- Desarrollar el potencial de los trabajadores y supervisores, la gestión participativa y profundizar la alianza estratégica
- Asegurar la calidad integral y el mejoramiento continuo de los procesos
- Incorporar la tecnología como requisito esencial de la competitividad
- Crear nuevos mercados y promover el consumo de cobre
- Reforzar su compromiso con la protección del medioambiente y el fortalecimiento de las relaciones con la comunidad
- Crear las condiciones institucionales que le permitan competir en igualdad de condiciones con las empresas privadas de la industria

**Rio Tinto** busca diversificar el riesgo asociado a los ciclos de precios, combinando minerales (por ejemplo cobre y oro) y así reducir la volatilidad del ingreso total. Cuenta con un liderazgo en gestión dado por su probada experiencia. La filosofía de la empresa se basaba en buscar ser la mejor empresa minera del mundo en cuanto a saber capturar las oportunidades que encuentra, manteniendo una responsabilidad con las comunidades y el medio ambiente. El punto más importante que se destaca en la compañía para obtener una gestión exitosa es como se comparten las prácticas consideradas mejores, entre los 6 grupos que conformaban la empresa (aluminio, energía, minerales industriales, metales base, fierro, diamantes) al 2004. De esta forma se puede distribuir mejor el recurso humano, las ideas y la tecnología.



**BHP Billiton** al igual que Rio Tinto, es una empresa diversificada que cuenta con yacimientos de calidad siendo en algunos casos operador de la faena. La estrategia de producción está basada en la demanda por el metal, buscando maximizar la creación de valor en el largo plazo. La empresa fue creada mediante la fusión de BHP y Billiton y cuenta con diversos negocios, los cuales están orientados a los clientes.

**Phelps Dodge** [9] constituía al 2004 la segunda empresa productora de cobre del mundo, además de ser principal productor de molibdeno y alambrón de cobre. La empresa incursionaba además en los negocios de alambre-cable y en productos de carbón negro a través de *Phelps Dodge Industries*. *Phelps Dodge Exploration Corporation* y el centro de tecnología de procesos aseguraban el descubrimiento y desarrollo constante de reservas minerales económicamente viables y la creación de tecnologías de procesos y de producción de bajo costo. Gestión orientada a la creación de valor, con esfuerzos sobre la gestión del recurso humano y comportamiento organizacional.

### **3.3 Conclusiones Bibliografía**

En síntesis, la revisión bibliográfica nos muestra como se configuraba el mercado del cobre 10 a 15 años atrás. Existen similitudes con la situación actual, como por ejemplo, alto nivel de precio del cobre y una industria no muy concentrada teniendo en cuenta a los principales productores, sin embargo, la entrada de dos nuevos productores Freeport McMoran y Xstrata Copper entre los cinco mayores, fusiones, adquisiciones, nuevas minas en operación (Spence, Gaby) y en el corto plazo la amenaza de compañías que no existían en dicho periodo, menores leyes en los yacimientos, mayores costos de producción, riesgo de abastecimiento de suministros fundamentales como la energía y el agua junto a los nuevos descubrimientos y proyectos a ejecutar harán que la configuración descrita en la bibliografía sea diametralmente opuesta a lo que se espera en un futuro próximo.

En las páginas siguientes se muestra un análisis completo de competitividad en los últimos 5 años, intentando abarcar todos los aspectos relevantes tomando como base los trabajos realizados anteriormente y añadiendo información actualizada, con un sustento teórico y numérico a todos los análisis.

## 4 Análisis de Atractividad

Tal como fue previamente señalado, el objetivo de este análisis es determinar las oportunidades económicas que existen para los distintos productos-mercados involucrados en el período comprendido entre el año 2007 y 2011. Esta información es relevante para potenciales inversionistas o compañías que a futuro deseen entrar en este mercado.

Para construir la matriz atractividad-competitividad recordaremos la tabla de ponderación que se dio a conocer en el capítulo 2:

Tabla 9: Factores de Atractividad y su ponderación (Elaboración propia)

| Factores de Atractividad |         |             |          |            |                   |
|--------------------------|---------|-------------|----------|------------|-------------------|
|                          | Mercado | Competencia | Economía | Tecnología | Aspectos Sociales |
| Peso                     | 40%     | 10%         | 25%      | 10%        | 15%               |

La mayor ponderación la obtiene el mercado, debido básicamente a que el nivel de demanda (que conlleva a nivel de precios y rentabilidad entre otros factores) es el mayor exponente a mi juicio de la atractividad en cierta industria. El riesgo país y la carga impositiva son relevantes para el inversionista y están contenidos en los factores de economía. En los tiempos actuales los aspectos sociales han llevado incluso a detener proyectos que son atractivos en todos los demás factores.

### 4.1 Factores de Mercado

La **demand**a por el metal rojo desde el siglo pasado, estuvo siempre ligada a la modernización de los países y su desarrollo industrial. En la actualidad cabe destacar como grandes consumidores en pleno crecimiento a China e India. Desde 1980 el consumo de cobre de China ha presentado un crecimiento sostenido en su economía con un promedio en los últimos 20 años del orden de 9% en relación al PIB.

La demanda depende de la actividad económica (crecimiento PIB) y no del precio del cobre, la siguiente figura muestra el crecimiento real hasta el 2010 y las proyecciones de crecimiento del PIB para las principales economías consumidoras de cobre [21]:

Tabla 10: Proyecciones de crecimiento del PIB (Codelco-GEDE, 2011)

| Consensus Forecast Marzo 2011, %                    | 2009 | 2010  | 2011  | 2012  | 2013 | 2014 | 2015 |
|-----------------------------------------------------|------|-------|-------|-------|------|------|------|
| <b>Economías Avanzadas (53,8%)</b>                  | -3,2 | 3,0   | 2,6   | 2,7   | 2,7  | 2,6  | 2,4  |
| Estados Unidos (20,4%)                              | -2,6 | 2,8 ▼ | 3,1 ▼ | 3,3   | 3,2  | 3,1  | 2,9  |
| Japón (5,6%)                                        | -5,3 | 3,9   | 1,4 ▼ | 2,1 ▲ | 1,8  | 1,3  | 1,4  |
| Área Euro (15,1%)                                   | -4,0 | 1,7   | 1,7 ▲ | 1,7   | 1,9  | 1,9  | 1,7  |
| Otras Economías Avanzadas (7,4%)                    | -1,2 | 5,7 ▲ | 3,8 ▲ | 4,1   | 3,6  | 3,6  | 3,5  |
| <b>Economías Emergentes y en Desarrollo (46,2%)</b> | 2,7  | 6,9   | 6,4   | 6,4   | 6,3  | 6,3  | 6,3  |
| China (12,6%)                                       | 9,1  | 10,3  | 9,4 ▲ | 9,0 ▲ | 8,6  | 8,4  | 8,3  |
| India (5,1%)                                        | 7,4  | 8,6 ▼ | 8,2 ▼ | 8,4   | 8,1  | 8,1  | 7,9  |
| Rusia (3,0%)                                        | -7,9 | 4,0   | 4,4   | 4,4 ▲ | 4,2  | 4,1  | 4,0  |
| Brasil (2,9%)                                       | -0,6 | 7,5   | 4,1 ▼ | 4,4 ▼ | 4,1  | 4,1  | 4,1  |
| <b>Total Mundial</b>                                | -0,5 | 4,8   | 4,4   | 4,6 ▲ | 4,5  | 4,5  | 4,4  |

Mientras las principales economías emergentes sigan creciendo a tasas del 8% y más (China e India), se generarán buenas expectativas en cuanto a demanda de minerales y metales en general. Se espera que en el quinquenio 2012-2016 la demanda mundial por cobre refinado crezca en promedio 4% anual y que para el año 2012 sobrepase las 20 Mt.

La siguiente tabla muestra las estimaciones por continente, mostrando a China en el contexto mundial [21]:

Tabla 11: Proyección demanda cobre refinado 2012 – 2016 (Elaboración propia)

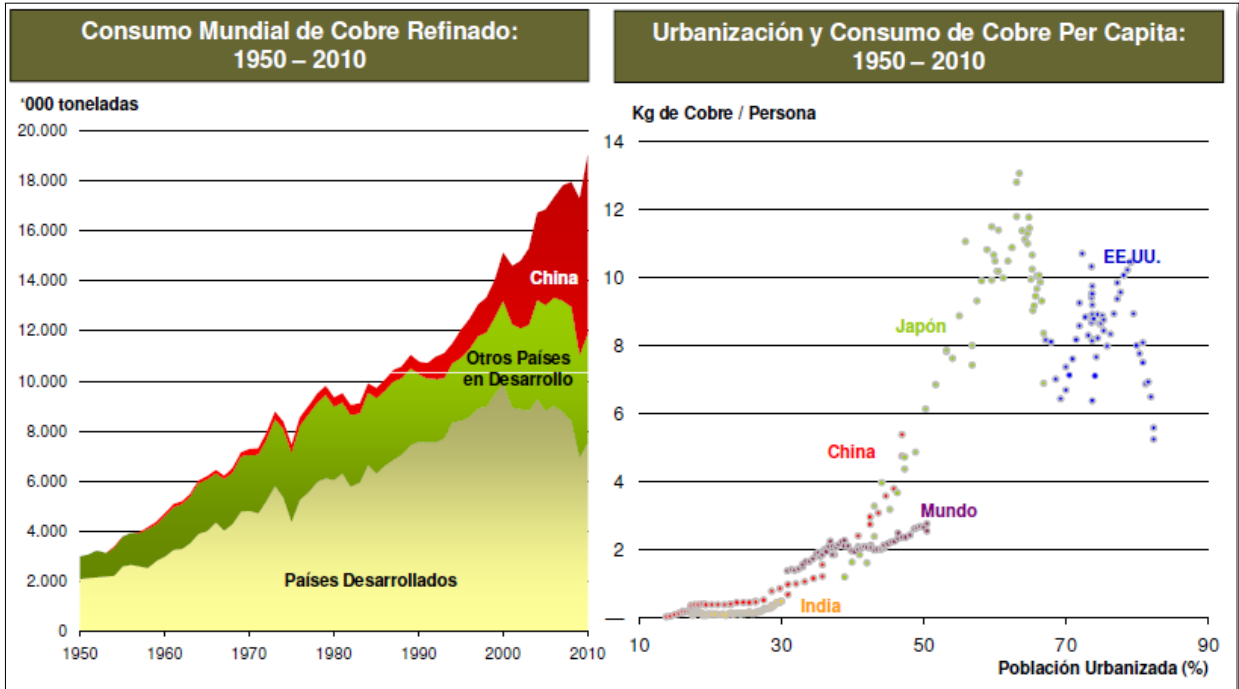
|                     | 2011          | 2012          | 2013          | 2014          | 2015          | 2016          |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Europa Occidental   | 3.066         | 3.004         | 3.023         | 3.076         | 3.112         | 3.125         |
| Variación (%)       | -1,7%         | -2,0%         | 0,6%          | 1,7%          | 1,2%          | 0,4%          |
| China               | 7.590         | 8.083         | 8.730         | 9.385         | 9.995         | 10.595        |
| Variación (%)       | 6,0%          | 6,5%          | 8,0%          | 7,5%          | 6,5%          | 6,0%          |
| Japón               | 1.007         | 1.027         | 1.052         | 1.073         | 1.084         | 1.079         |
| Variación (%)       | -5,0%         | 2,0%          | 2,5%          | 2,0%          | 1,0%          | -0,5%         |
| Otros Asia          | 3.376         | 3.443         | 3.548         | 3.656         | 3.770         | 3.888         |
| Variación (%)       | -3,2%         | 2,0%          | 3,0%          | 3,1%          | 3,1%          | 3,1%          |
| EE.UU. & Canadá     | 1.901         | 1.907         | 1.942         | 1.979         | 2.008         | 2.027         |
| Variación (%)       | -0,2%         | 0,3%          | 1,8%          | 1,9%          | 1,5%          | 0,9%          |
| América Latina      | 849           | 880           | 922           | 961           | 998           | 1.032         |
| Variación (%)       | -13,2%        | 3,6%          | 4,8%          | 4,2%          | 3,8%          | 3,4%          |
| Australia y Oceanía | 130           | 128           | 129           | 130           | 132           | 133           |
| Variación (%)       | 0,0%          | -2,0%         | 1,0%          | 1,0%          | 1,0%          | 1,0%          |
| Otros               | 1.530         | 1.533         | 1.582         | 1.649         | 1.713         | 1.775         |
| Variación (%)       | 17,7%         | 0,1%          | 3,2%          | 4,2%          | 3,9%          | 3,6%          |
| <b>TOTAL MUNDO</b>  | <b>19.450</b> | <b>20.004</b> | <b>20.929</b> | <b>21.911</b> | <b>22.812</b> | <b>23.652</b> |
| Variación (%)       | 1,6%          | 2,9%          | 4,6%          | 4,7%          | 4,1%          | 3,7%          |

China consume [22] hoy día 5,5 kg de cobre per cápita por año, hay grandes expectativas de crecimiento por cuanto existe un programa de electrificación y mejora de la red de distribución eléctrica en grandes zonas rurales que significa una gran demanda por cables de cobre, es la segunda fase de un programa que empezó el 2008 y que involucra 30 BUS\$ y un consumo de cobre superior al millón de toneladas. La segunda área que impulsará el consumo es la construcción [22], sector que tiene un crecimiento estable sin volatilidades cíclicas, eso explica que se mantendrá la demanda por cobre. Finalmente, el sector acuícola también será protagonista,

considerando que hay un programa en la costa de la zona norte de China, donde se están probando jaulas con distintas aleaciones de cobre donde se podría generar una demanda de un millón de jaulas.

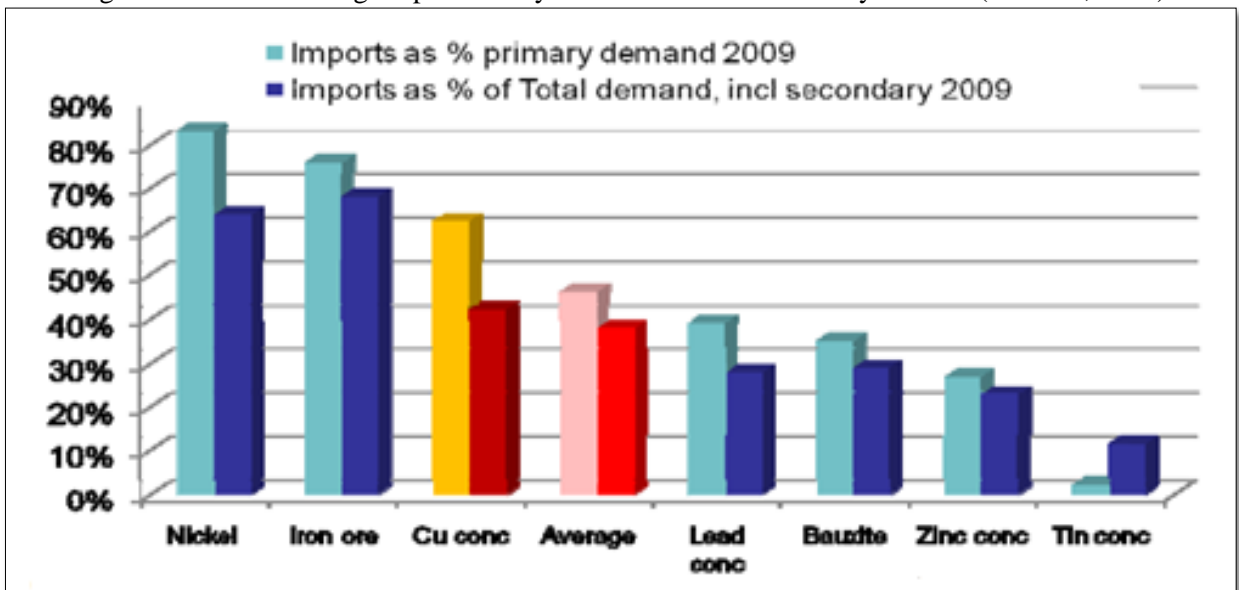
La siguiente figura muestra como ha crecido en términos relativos el consumo de China y el consumo per cápita de cobre en función del nivel de urbanización del país [21]:

Figura 18: Consumo mundial de cobre refinado e Intensidad de uso del cobre (Codelco-GEDE, 2011)



Pero China no es solo un gran consumidor de metales, sino también, es un importante productor de ellos, esto se refleja en la siguiente figura [23]:

Figura 19: China como gran productor y consumidor de minerales y metales (Johnson, 2010)



Los desafíos competitivos [24] de las grandes empresas mineras transnacionales de occidente y las empresas chinas tienen enfoques distintos (creación de valor para los inversionistas versus aseguramiento del recurso o “asegurar las rentas”). Obtienen activos de recursos naturales a través de compromisos de inversión en infraestructura o préstamos del gobierno chino en economías emergentes (Latinoamérica) o países con mayor incertidumbre del tipo riesgo país (África); oportunidades en las que las empresas mineras transnacionales de occidente encuentran difícil ingreso. Las empresas mineras chinas no tienen el mismo enfoque de desarrollo sustentable que las grandes empresas mineras transnacionales de occidente, en parte porque no tienen mucha experiencia en este tema y además tienen menor presión de *stakeholders* [24].

Los principales consumidores de cobre refinado pueden observarse en la siguiente tabla [25]:

Tabla 12: Consumo de cobre refinado por país periodo 2007-2011(Elaboración propia)

|                 | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| China           | 4.863  | 5.149  | 7.086  | 7.385  | 7.914  |
| Estados Unidos  | 2.123  | 2.007  | 1.636  | 1.751  | 1.755  |
| Alemania        | 1.391  | 1.406  | 1.133  | 1.312  | 1.251  |
| Japón           | 1.252  | 1.184  | 875    | 1.060  | 1.007  |
| Corea del Sur   | 858    | 815    | 933    | 856    | 747    |
| Rusia           | 687    | 717    | 409    | 466    | 675    |
| Italia          | 763    | 634    | 523    | 619    | 601    |
| Taiwán          | 603    | 582    | 493    | 532    | 457    |
| Resto del Mundo | 5.603  | 5.643  | 5.090  | 5.350  | 5.065  |
| Total Mundial   | 18.143 | 18.137 | 18.178 | 19.331 | 19.472 |

Los principales productores de cobre refinado a nivel mundial en la siguiente tabla [26]:

Tabla 13: Producción de cobre refinado por país periodo 2007- 2011(Elaboración propia)

|               | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| China         | 3.499  | 3.779  | 4.109  | 4.573  | 5.197  |
| Chile         | 2.936  | 3.057  | 3.276  | 3.244  | 3.092  |
| Japón         | 1.577  | 1.540  | 1.440  | 1.548  | 1.328  |
| EE.UU.        | 1.326  | 1.280  | 1.159  | 1.093  | 1.018  |
| Rusia         | 923    | 913    | 874    | 910    | 910    |
| Total Mundial | 18.029 | 18.479 | 18.658 | 19.210 | 19.774 |

Como podemos observar de las dos tablas anteriores, cuatro de los cinco principales productores de cobre refinado son también cuatro de los seis principales consumidores de él. Esta dependencia del cobre refinado justifica para aquellos países poseer fundiciones y refinерías en sus territorios y cerca de los mercados locales.

Evidentemente los principales consumidores de cobre refinado se encuentran en Asia, por lo que compañías como Rio Tinto, BHP Billiton y Freeport cuentan con ventajas competitivas en relación a la cercanía con China y Japón en algunas de sus faenas (Grasberg, Olympic Dam, etc.)

En cuanto a la **ciclicidad de precios**, en el largo plazo se observa un buen acoplamiento entre el aumento de la demanda y la expansión de la producción. Si el consumo muestra una tendencia alcista y los precios proyectados revelan márgenes favorables con respecto a los costos, la actividad exploratoria se incrementa y los inversionistas piensan en nuevos proyectos.

La siguiente figura muestra lo que sucede típicamente en el mercado del cobre, cuando sube el nivel de “stock” o inventarios el precio del cobre baja y viceversa [27]:

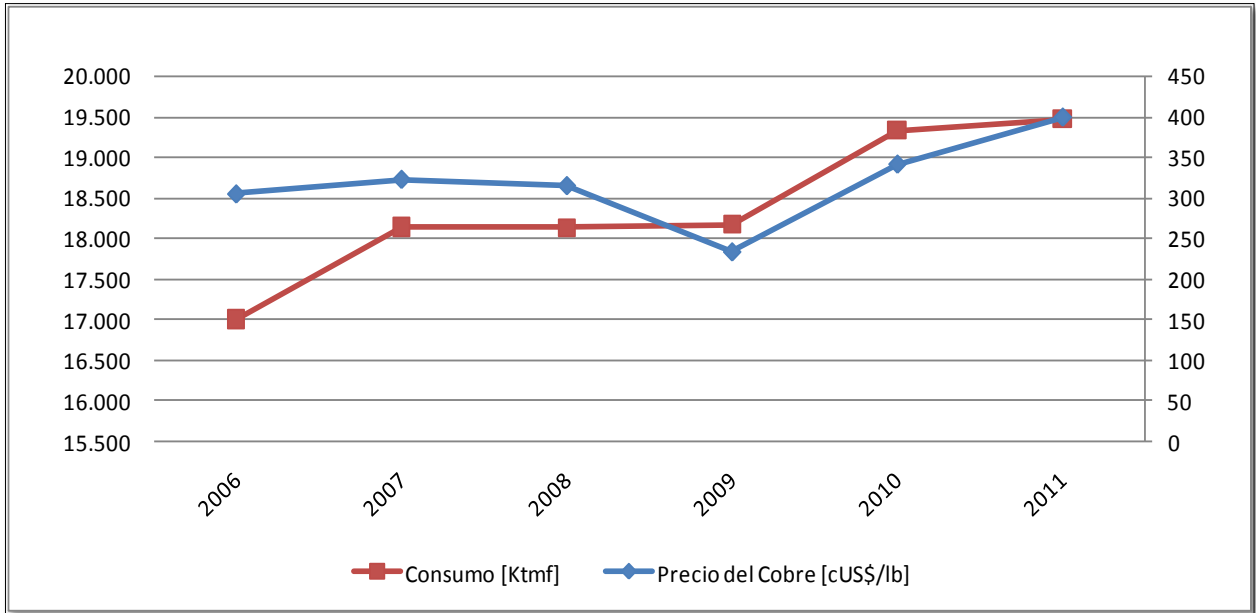
Figura 20: Stocks vs precio del cobre en bolsas periodo 2002–2011 (Reporte Freeport, 2011)



En el corto plazo, la oferta de cobre depende principalmente de la capacidad disponible instalada de las minas, plantas de procesamiento, fundiciones y refinерías, la que, es el resultado de inversiones de largo plazo que requieren de un tiempo de maduración, involucran grandes montos de capital y que buscan economías de escala. Esta situación se traduce en una inflexibilidad de adaptar la oferta en momentos de bajos y altos precios. La estrategia es manejar los inventarios en el cortísimo plazo y ajustar la tasa de producción en el corto plazo. En el largo plazo la oferta está restringida a los depósitos conocidos y a la tecnología existente.

Por el lado de la demanda, existe una baja dependencia del consumo de cobre con respecto al precio, se ha observado que incrementos en el precio no han significado una disminución de la demanda [15], [25]:

Figura 21: Precio del cobre versus consumo periodo 2006-2011 (Elaboración propia)



El principal factor que motiva el consumo de cobre es el crecimiento industrial de los países consumidores, por lo que **la demanda depende de la actividad económica y no del precio**. Se puede decir que un cambio de 1% en el crecimiento de la economía mundial se traduce en un aumento de consumo de 450 kt de cobre. El comportamiento cíclico del precio del cobre es el que resta atractividad al negocio, ya que, obliga a las empresas a tener activos mineros de alta calidad para poder resistir los períodos malos y/o aprovechar los períodos de precios altos.

El panorama esperado en el futuro son las mismas situaciones descritas: bajos niveles de precios que eliminan a los competidores más débiles, lo que ajusta la oferta y provoca una consiguiente alza de precios.

De acuerdo a las principales consultoras mundiales [21] el nivel de precio del cobre debiese encontrarse para el próximo quinquenio por encima de los 300 cUS\$/lb, esto considerando las expectativas de crecimiento del PIB de países emergentes, nuevos usos del cobre y la baja perspectiva de crecimiento de la oferta (baja de leyes, incremento costos de inversión, nuevos proyectos en zonas riesgosas, etc.).

La siguiente tabla muestra lo señalado [21]:

Tabla 14: Estimación del precio del cobre quinquenio 2012 – 2016 (Elaboración propia)

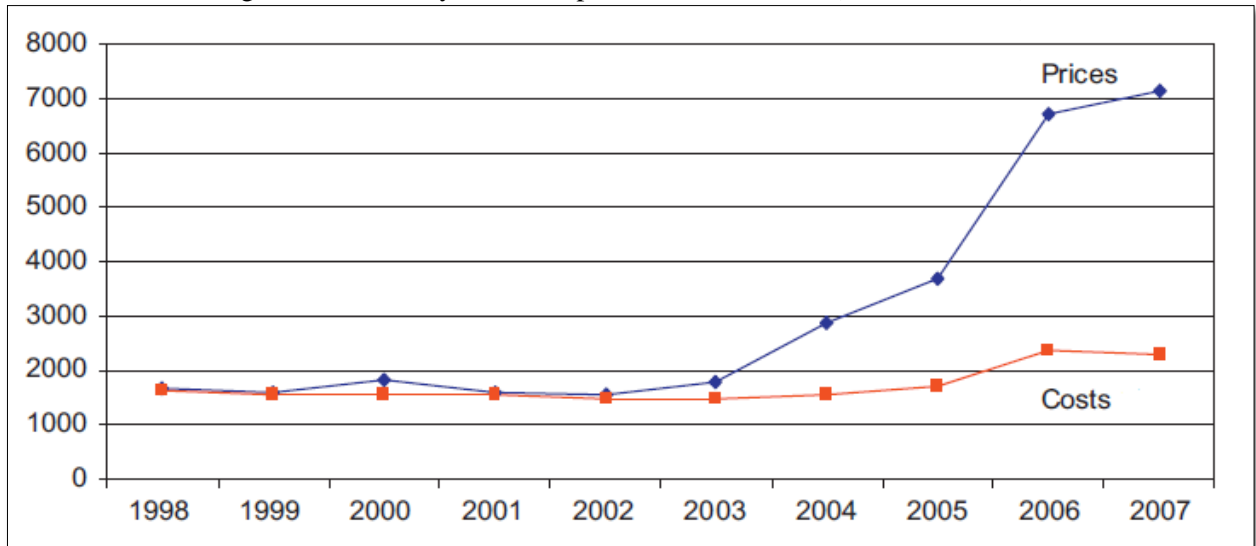
|                             | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|
| <b>Analistas</b>            |      |      |      |      |      |
| Intierra (Ex Bloomsbury)    | 387  | 377  |      |      |      |
| Brook Hunt                  | 409  | 376  | 341  | 305  | 326  |
| CRU                         | 394  | 417  | 365  | 341  | 291  |
| <b>Bancos</b>               |      |      |      |      |      |
| Barclays                    | 409  | 417  |      | 410  |      |
| Citigroup                   | 395  | 380  | 352  | 332  |      |
| Commonwealth Bank           | 392  | 391  | 371  | 354  | 331  |
| Credit Suisse               | 417  | 404  | 376  | 302  | 232  |
| Deutsche Bank               | 400  | 376  | 332  | 302  | 274  |
| IHS Global Insight          | 396  | 367  | 309  | 282  | 280  |
| Investec                    | 385  | 390  | 380  | 319  | 269  |
| Macquarie                   | 396  | 397  | 310  | 302  | 316  |
| Merrill Lynch               | 385  | 346  | 332  | 302  |      |
| Morgan Stanley              | 390  | 409  | 366  | 305  | 279  |
| RBS                         | 395  | 419  | 372  | 328  | 291  |
| UBS                         | 376  | 325  | 263  | 276  | 269  |
| Promedio Informes Analistas | 393  | 390  | 356  | 323  | 309  |
| Promedio Informes Bancos    | 395  | 385  | 342  | 318  | 282  |
| Promedio Analistas y Bancos | 394  | 386  | 344  | 319  | 287  |
| Encuesta Cochilco           | 394  | 377  |      |      |      |
| Modelo Econométrico         | 402  | 367  | 325  | 306  | 300  |
| Propuesta OO.CC. 2013       | 398  | 367  | 325  | 306  | 300  |

Radetzki [28], predice un futuro auspicioso para este mercado, considerando que el cobre es el tercer metal más importante usado por el hombre, generando ingresos del orden del PIB de Ucrania el año 2007, más aún, en los últimos 40 años su competidor más importante, el aluminio, ha mantenido su participación en los principales componentes en los cuales son sustitutos (radiadores de autos, transmisiones eléctricas, etc.) y el crecimiento de la oferta y la demanda (en promedio 3,3% anual) confirman con claridad lo señalado.

La siguiente figura muestra como ha aumentado la brecha entre precio y costo de producción del cobre entre los años 1998 y 2007 [28]:



Figura 22: Precios y costos de producción del cobre (Radetzki, 2009)



El precio es una variable sensible para las empresas, ya que, de éste dependen los ingresos y con esto responder a los costos y a las expectativas de rentabilidad. La **volatilidad** se define como la desviación de los retornos logarítmicos de la variable a estudiar, en nuestro caso el precio del cobre y junto a la sensibilidad son los componentes de riesgo principales en la evaluación de proyectos.

Se cuenta además con riesgos asociados a tasas de interés y tipo de cambio por lo que la sensibilidad en relación al precio es elevada. Para poder minimizar el riesgo (contando con una elevada sensibilidad) es necesario tener una volatilidad baja, que en el caso del cobre y la mayoría de los metales no es posible, por ende, da una connotación desfavorable a este factor.

La siguiente tabla muestra la volatilidad del precio del cobre los últimos 6 años:

Tabla 15: Precio nominal del cobre y volatilidad (Elaboración propia)

| Año                    | Cotización (cUS\$/lb) | $\ln P_{t+1}/P_t$ |
|------------------------|-----------------------|-------------------|
| 2005                   | 167,1                 |                   |
| 2006                   | 305,3                 | 60%               |
| 2007                   | 323,3                 | 6%                |
| 2008                   | 315,3                 | 3%                |
| 2009                   | 234,2                 | 30%               |
| 2010                   | 341,9                 | 38%               |
| 2011                   | 399,6                 | 16%               |
| Volatilidad 2005 -2011 |                       | 31%               |

Tilton [29] señala que las variaciones de precios de 30% o incluso más dentro de uno o dos años no son de extrañar en la industria minera y esto afecta especialmente a países que basan su economía en un solo mineral (como Codelco). En el caso de los *commodities* la volatilidad aumenta debido a las fluctuaciones de la demanda en los ciclos de negocios. Cuando la economía está en expansión, los sectores que más consumen minerales (construcción, transporte, bienes de

consumo) se expanden incluso más rápidamente que la economía y consecuentemente en tiempos de recesión, se contraen incluso de mayor manera que la economía global. Debido al alto impacto que tiene esta variable de riesgo en la rentabilidad de los proyectos mineros, es común que las compañías implementen una estrategia de cobertura de precios del cobre, la cual podría estructurarse en base a contratos de futuros y opciones.

Contar con una clientela demasiado concentrada, puede ser desfavorable en épocas de crisis afectando la atractividad. El desarrollo de los países asiáticos disminuyó la **concentración de la demanda** (principalmente en Europa, Japón y Estados Unidos hasta la década de los 90'), sin embargo, ahora se encuentra altamente concentrada en China, Japón y Corea (50% del consumo total mundial de cobre refinado).

Las siguientes figuras muestran la participación en el consumo de cobre refinado por país, para el año 2011 [25] y proyección hasta el 2016 [21]:

Figura 23: Participación en consumo de cobre refinado año 2011 (Elaboración propia)

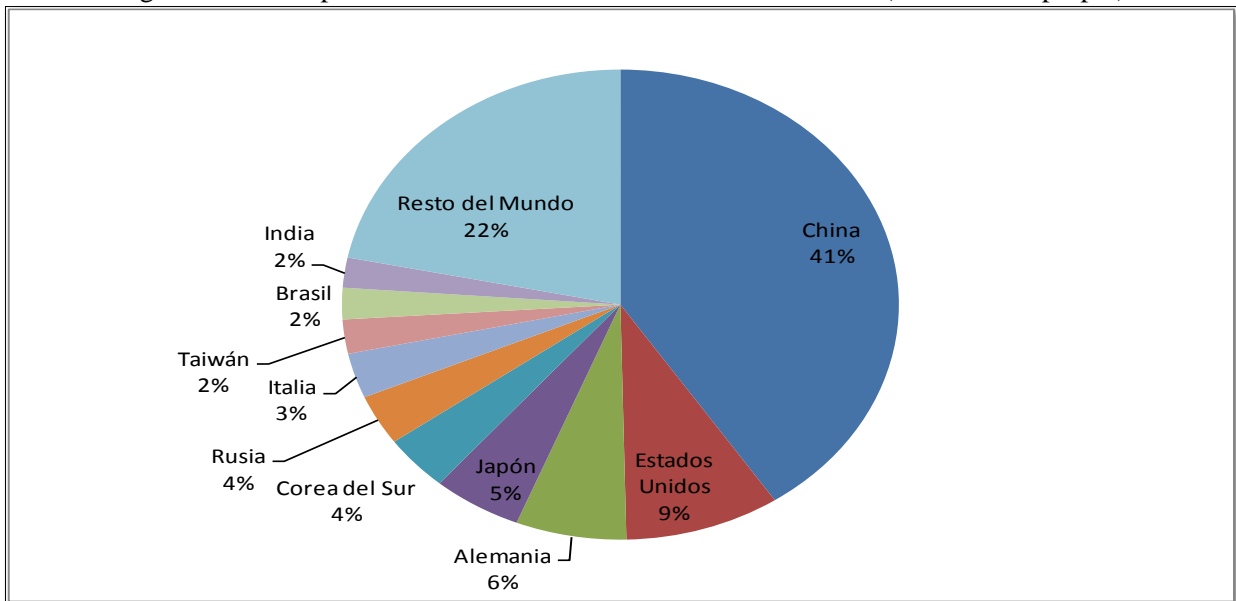
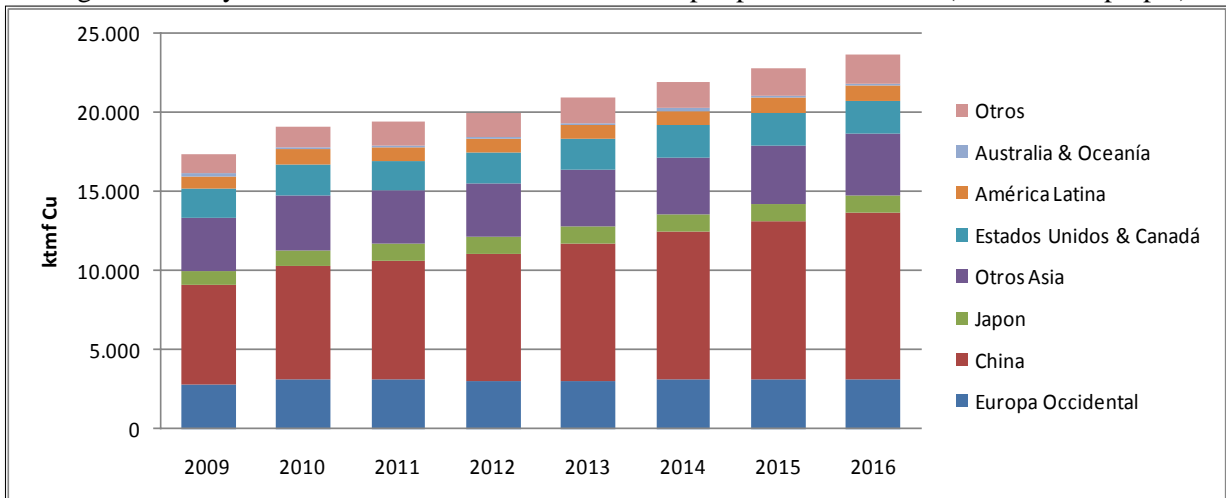


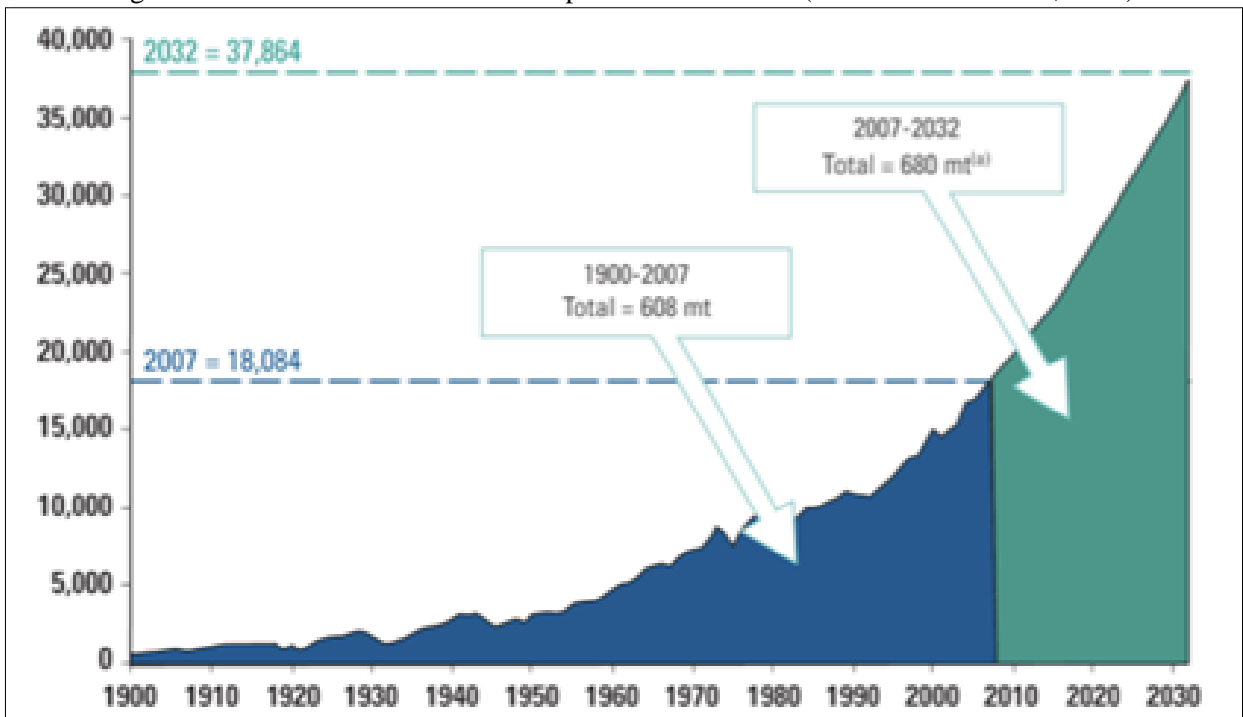
Figura 24: Proyección del consumo de cobre refinado por país 2012 – 2016 (Elaboración propia)



Se produjo una recuperación en el consumo de cobre refinado en China, post reducción del 2009, en efecto, el año 2010 el consumo de China creció en un 14% (el consumo mundial 10%) post crisis económica mundial y el 2011 creció un 6% (el mundial 2%). Se espera que China duplique la demanda el 2016, llegando a superar las 10 Mt de cobre refinado.

En promedio, se espera que el consumo de cobre crezca 4,0% anual en el periodo 2012-2016. Un dato interesante de este crecimiento exponencial en la demanda dice relación con que en los próximos 25 años se demandará más cobre refinado que el demandado en toda la historia [30]:

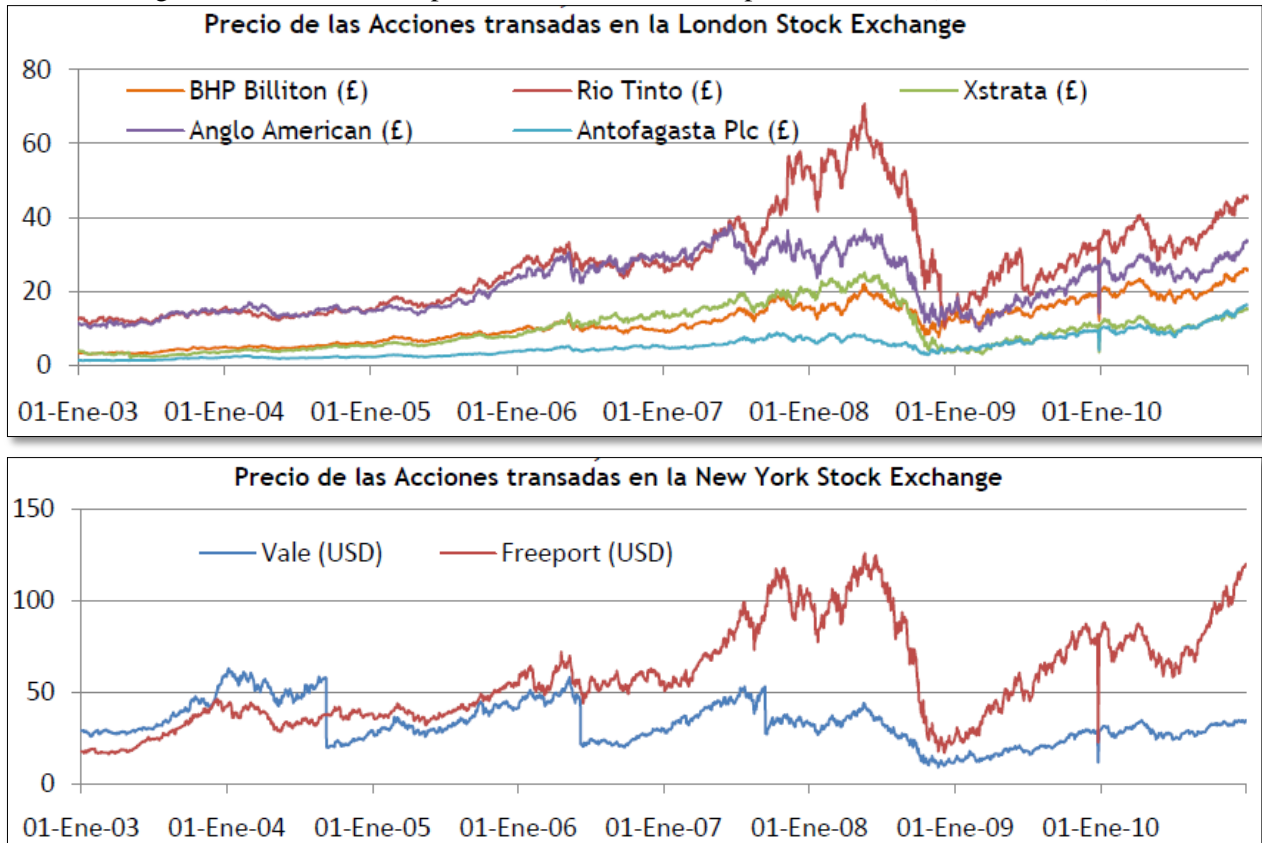
Figura 25: Demanda mundial de cobre periodo 1900–2030 (El cobre en el futuro, 2010)



El aspecto tal vez más importante para los dueños de las empresas, es decir, sus accionistas es la **rentabilidad** ofrecida. El objetivo es y debe ser incrementar el valor o agregar valor al dueño lo cual se obtiene cuando el retorno sobre la inversión es superior al costo de capital. La creación de valor económico en una empresa estará entonces asociado (punto de vista interno) al aumento del valor presente del flujo de caja para los dueños el que, a su vez, tenderá a expresarse en el mercado (punto de vista externo) a través de los dividendos recibidos y al mayor precio de las acciones.

La siguiente figura muestra la evolución del precio de las acciones entre el 2003 y el 2010 [31]:

Figura 26: Evolución del precio de las acciones compañías mineras (CESCO, 2011)



El importante aumento de la capitalización de mercado en el año 2009, se debe principalmente a la recuperación bursátil luego de la caída de las acciones a fines del 2008, de prácticamente todas las empresas que cotizan en bolsa [31]. Luego de esto, el valor de las acciones de las compañías mineras se han más que duplicado. La solidez de la demanda China convierte a las acciones de compañías mineras en un buen medio de exposición financiera al crecimiento del gigante asiático.

Este aumento del precio de las acciones no es consecuencia directa de la cultura de reducción de costos, ya que, en general estas reducciones de costos son producto de inversiones adicionales de capital y no consideran la seguridad de los trabajadores y la sustentabilidad del medio ambiente (el ahorro de costos ha conducido a grandes desastres medio ambientales). Este resultado, ha motivado importantes reflexiones y discusiones al interior de las compañías y se observan cambios importantes en la redefinición de las estrategias empresariales con respecto a la cultura del liderazgo en costo porque en general no genera valor.

La siguiente tabla muestra la rentabilidad sobre el capital de las principales compañías mineras mundiales que producen cobre en el periodo 2008-2010 [31]:

Tabla 16: Rentabilidad sobre el capital compañías mineras (Elaboración propia)

|                                    | 2008  | 2009 | 2010 |
|------------------------------------|-------|------|------|
| BHP Billiton                       | 0,32  | 0,21 | 0,31 |
| Rio Tinto                          | 0,16  | 0,11 | 0,22 |
| Vale                               | 0,30  | 0,09 | 0,24 |
| Xstrata                            | 0,16  | 0,02 | 0,12 |
| Anglo American                     | 0,29  | 0,10 | 0,21 |
| Freeport- McMoran                  | -1,96 | 0,28 | 0,34 |
| Codelco (utilidad neta comparable) | 1,02  | 0,71 | 1,02 |
| Grupo México                       | 0,24  | 0,17 | 0,28 |
| KGHM                               | 0,25  | 0,22 | 0,31 |
| Antofagasta plc                    | 0,27  | 0,10 | 0,14 |
| Promedio                           | 0,11  | 0,20 | 0,32 |

El ROE registró considerables disminuciones en el año 2009 (crisis económica mundial) en casi todas las compañías mineras, reflejando la caída de los ingresos y las presiones financieras derivadas de la necesidad de enfrentar en algunos casos mayores niveles de endeudamiento [31].

El ROE en el año 2010 se acercó a los valores pre-crisis del 2008 pero no los alcanzó. Destaca Codelco como la compañía con mayor rentabilidad sobre el capital, aunque debemos considerar que su situación institucional la ha obligado a financiarse por medio de emisión de deuda en lugar de capitalización de utilidades y debe señalarse que se consideró la utilidad neta comparable que tendría Codelco si tributara igual que las empresas privadas con una tasa del 17% [31].

Finalmente, la evaluación de los factores de mercado se muestra a continuación:

Tabla 17: Evaluación factores de mercado Codelco

| CODELCO                           | Chuquicamata |   |   |   |   | Radomiro Tomic |      |   |   |   | Gaby |   |      |   |   |   |   |   |
|-----------------------------------|--------------|---|---|---|---|----------------|------|---|---|---|------|---|------|---|---|---|---|---|
| Factor de Atractividad            | Peso         | 1 | 2 | 3 | 4 | 5              | Peso | 1 | 2 | 3 | 4    | 5 | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Mercado</b>                    | <b>40%</b>   |   |   |   |   |                |      |   |   |   |      |   |      |   |   |   |   |   |
| Tamaño del Mercado                |              |   |   |   |   | X              |      |   |   |   |      | X |      |   |   |   |   | X |
| Tasa de crecimiento de la demanda |              |   |   |   | X |                |      |   |   |   | X    |   |      |   |   |   | X |   |
| Diferenciación de productos       |              |   |   | X |   |                |      |   |   |   | X    |   |      |   |   |   | X |   |
| Volatilidad del precio            |              |   |   |   | X |                |      |   |   |   | X    |   |      |   |   | X |   |   |
| Frecuencia de ciclos              |              |   |   |   | X |                |      |   |   |   | X    |   |      |   |   | X |   |   |
| Concentración de la clientela     |              |   |   |   | X |                |      |   |   |   | X    |   |      |   |   | X |   |   |
| Rentabilidad                      |              |   |   | X |   |                |      |   |   |   | X    |   |      |   |   | X |   |   |

| CODELCO                           | Salvador   |   |   |   |   | Andina |      |   |   |   | El Teniente |   |      |   |   |   |   |   |
|-----------------------------------|------------|---|---|---|---|--------|------|---|---|---|-------------|---|------|---|---|---|---|---|
| Factor de Atractividad            | Peso       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5      | Peso | 1 | 2 | 3 | 4           | 5 | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Mercado</b>                    | <b>40%</b> |   |   |   |   |        |      |   |   |   |             |   |      |   |   |   |   |   |
| Tamaño del Mercado                |            |   |   |   |   | X      |      |   |   |   |             | X |      |   |   |   |   | X |
| Tasa de crecimiento de la demanda |            |   |   |   | X |        |      |   |   |   | X           |   |      |   |   |   | X |   |
| Diferenciación de productos       |            |   |   | X |   |        |      |   |   | X |             |   |      |   |   | X |   |   |
| Volatilidad del precio            |            |   | X |   |   |        |      |   |   | X |             |   |      |   |   | X |   |   |
| Frecuencia de ciclos              |            |   | X |   |   |        |      |   |   | X |             |   |      |   |   | X |   |   |
| Concentración de la clientela     |            |   | X |   |   |        |      |   |   | X |             |   |      |   |   | X |   |   |
| Rentabilidad                      |            |   |   | X |   |        |      |   |   | X |             |   |      |   |   | X |   |   |

Tabla 18: Evaluación factores de mercado Freeport - McMoran

| Freeport - McMoran                |            |   |   |   |   | Grasberg |      |   |   |   | Cerro Verde |   |      |   |   | Morenci |   |   |      |   | Candelaria |   |   |   |  |
|-----------------------------------|------------|---|---|---|---|----------|------|---|---|---|-------------|---|------|---|---|---------|---|---|------|---|------------|---|---|---|--|
| Factor de Atractividad            | Peso       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5        | Peso | 1 | 2 | 3 | 4           | 5 | Peso | 1 | 2 | 3       | 4 | 5 | Peso | 1 | 2          | 3 | 4 | 5 |  |
| <b>Mercado</b>                    | <b>40%</b> |   |   |   |   |          |      |   |   |   |             |   |      |   |   |         |   |   |      |   |            |   |   |   |  |
| Tamaño del Mercado                |            |   |   |   |   | X        |      |   |   |   |             | X |      |   |   |         |   |   |      |   |            |   |   | X |  |
| Tasa de crecimiento de la demanda |            |   |   |   | X |          |      |   |   | X |             |   |      |   |   | X       |   |   |      |   |            |   | X |   |  |
| Diferenciación de productos       |            |   |   | X |   |          |      |   | X |   |             |   |      |   | X |         |   |   |      |   |            | X |   |   |  |
| Volatilidad del precio            |            |   |   | X |   |          |      |   | X |   |             |   |      |   | X |         |   |   |      |   |            | X |   |   |  |
| Frecuencia de ciclos              |            |   |   | X |   |          |      |   | X |   |             |   |      |   | X |         |   |   |      |   |            | X |   |   |  |
| Concentración de la clientela     |            |   |   | X |   |          |      |   | X |   |             |   |      |   | X |         |   |   |      |   |            | X |   |   |  |
| Rentabilidad                      |            |   |   |   |   | X        |      |   |   | X |             |   |      |   |   | X       |   |   |      |   |            |   | X |   |  |

Tabla 19: Evaluación factores de mercado BHP Billiton

| BHP Billiton                      |            |   |   |   |   | Escondida |      |   |   |   | Olympic Dam |   |      |   |   | Spence |   |   |      |   | Cerro Colorado |   |   |   |  |
|-----------------------------------|------------|---|---|---|---|-----------|------|---|---|---|-------------|---|------|---|---|--------|---|---|------|---|----------------|---|---|---|--|
| Factor de Atractividad            | Peso       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5         | Peso | 1 | 2 | 3 | 4           | 5 | Peso | 1 | 2 | 3      | 4 | 5 | Peso | 1 | 2              | 3 | 4 | 5 |  |
| <b>Mercado</b>                    | <b>40%</b> |   |   |   |   |           |      |   |   |   |             |   |      |   |   |        |   |   |      |   |                |   |   |   |  |
| Tamaño del Mercado                |            |   |   |   |   | X         |      |   |   |   |             | X |      |   |   |        |   | X |      |   |                |   |   | X |  |
| Tasa de crecimiento de la demanda |            |   |   |   | X |           |      |   |   | X |             |   |      |   |   |        | X |   |      |   |                |   | X |   |  |
| Diferenciación de productos       |            |   |   | X |   |           |      |   | X |   |             |   |      |   |   | X      |   |   |      |   |                | X |   |   |  |
| Volatilidad del precio            |            |   |   | X |   |           |      |   | X |   |             |   |      |   | X |        |   |   |      |   |                | X |   |   |  |
| Frecuencia de ciclos              |            |   |   | X |   |           |      |   | X |   |             |   |      |   | X |        |   |   |      |   |                | X |   |   |  |
| Concentración de la clientela     |            |   |   | X |   |           |      |   | X |   |             |   |      |   | X |        |   |   |      |   |                | X |   |   |  |
| Rentabilidad                      |            |   |   |   |   | X         |      |   |   | X |             |   |      |   |   | X      |   |   |      |   |                |   | X |   |  |

Tabla 20: Evaluación factores de mercado Rio Tinto

| Rio Tinto                         |            |   |   |   |   | Bingham Canyon |      |   |   |   | Escondida |   |      |   |   | Northparkes |   |   |      |   | Palabora |   |   |   |  |
|-----------------------------------|------------|---|---|---|---|----------------|------|---|---|---|-----------|---|------|---|---|-------------|---|---|------|---|----------|---|---|---|--|
| Factor de Atractividad            | Peso       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5              | Peso | 1 | 2 | 3 | 4         | 5 | Peso | 1 | 2 | 3           | 4 | 5 | Peso | 1 | 2        | 3 | 4 | 5 |  |
| <b>Mercado</b>                    | <b>40%</b> |   |   |   |   |                |      |   |   |   |           |   |      |   |   |             |   |   |      |   |          |   |   |   |  |
| Tamaño del Mercado                |            |   |   |   |   | X              |      |   |   |   |           | X |      |   |   |             |   | X |      |   |          |   |   | X |  |
| Tasa de crecimiento de la demanda |            |   |   |   | X |                |      |   |   | X |           |   |      |   |   |             | X |   |      |   |          |   | X |   |  |
| Diferenciación de productos       |            |   |   | X |   |                |      |   | X |   |           |   |      |   |   | X           |   |   |      |   |          | X |   |   |  |
| Volatilidad del precio            |            |   |   | X |   |                |      |   | X |   |           |   |      |   | X |             |   |   |      |   |          | X |   |   |  |
| Frecuencia de ciclos              |            |   |   | X |   |                |      |   | X |   |           |   |      |   | X |             |   |   |      |   |          | X |   |   |  |
| Concentración de la clientela     |            |   |   | X |   |                |      |   | X |   |           |   |      |   | X |             |   |   |      |   |          | X |   |   |  |
| Rentabilidad                      |            |   |   |   | X |                |      |   |   | X |           |   |      |   |   | X           |   |   |      |   |          |   | X |   |  |

Tabla 21: Evaluación factores de mercado Xstrata Cooper

| Xstrata Copper                    |            |   |   |   |   | Collahuasi |      |   |   |   | Antamina |   |      |   |   | Lomas Bayas |   |   |      |   | Alumbraera |   |   |   |  |
|-----------------------------------|------------|---|---|---|---|------------|------|---|---|---|----------|---|------|---|---|-------------|---|---|------|---|------------|---|---|---|--|
| Factor de Atractividad            | Peso       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5          | Peso | 1 | 2 | 3 | 4        | 5 | Peso | 1 | 2 | 3           | 4 | 5 | Peso | 1 | 2          | 3 | 4 | 5 |  |
| <b>Mercado</b>                    | <b>40%</b> |   |   |   |   |            |      |   |   |   |          |   |      |   |   |             |   |   |      |   |            |   |   |   |  |
| Tamaño del Mercado                |            |   |   |   |   | X          |      |   |   |   |          | X |      |   |   |             |   | X |      |   |            |   |   | X |  |
| Tasa de crecimiento de la demanda |            |   |   |   | X |            |      |   |   | X |          |   |      |   |   |             | X |   |      |   |            |   | X |   |  |
| Diferenciación de productos       |            |   |   |   | X |            |      |   |   | X |          |   |      |   |   |             | X |   |      |   |            |   | X |   |  |
| Volatilidad del precio            |            |   |   |   | X |            |      |   |   | X |          |   |      |   |   |             | X |   |      |   |            |   | X |   |  |
| Frecuencia de ciclos              |            |   |   |   | X |            |      |   |   | X |          |   |      |   |   |             | X |   |      |   |            |   | X |   |  |
| Concentración de la clientela     |            |   |   |   | X |            |      |   |   | X |          |   |      |   |   |             | X |   |      |   |            |   | X |   |  |
| Rentabilidad                      |            |   |   |   | X |            |      |   |   | X |          |   |      |   |   |             | X |   |      |   |            |   | X |   |  |

## 4.2 Factores de Competencia

Al carácter cíclico del precio del cobre descrito anteriormente, se ha agregado una tendencia al alza en el largo plazo. Esto ha provocado una mayor competitividad entre las empresas mineras y, por lo tanto, ha impulsado el desarrollo de nuevas estrategias, como por ejemplo, las fusiones. Conocidas también por su acrónimo en inglés “M&A” se refieren a un aspecto de la estrategia corporativa de la gerencia general de una empresa que se ocupa de la combinación y adquisición de otras compañías así como otros activos.

En la última década, la industria minera mundial ha llevado a cabo un proceso de consolidación mediante la creación de grandes conglomerados mineros a través de fusiones y adquisiciones, apuntando a globalizar y diversificar sus operaciones, modificando completamente el escenario del mercado. Entre 1999 y 2007 se produjeron 25 fusiones y adquisiciones entre empresas mineras, constituyendo de esta forma las más importantes empresas que operan en el mundo.

Las empresas diversificadas lideran el proceso de fusión y adquisición, por lo que es válido imaginar un escenario en donde la conformación de la oferta se vaya asemejando en algunas de sus características a la que regía hasta la mitad de los años sesenta: una concentración de la producción en manos de pocas empresas que en un futuro no muy lejano podrían ejercer un control oligopólico del mercado e imprimirle una mayor estabilidad (o inestabilidad).

La siguiente tabla muestra las principales fusiones y adquisiciones entre el año 2000 y 2010 [32]:

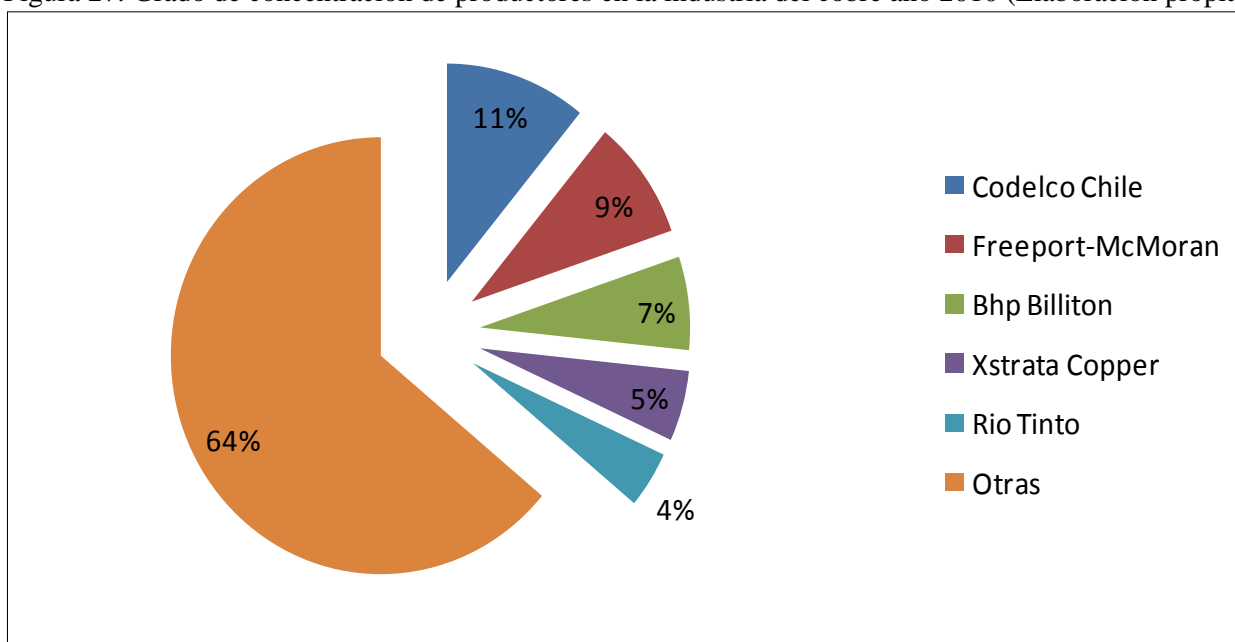
Tabla 22: Fusiones y adquisiciones mineras en el periodo 2000 – 2010 (Elaboración propia)

|                | Blanco (país)                | Comprador (país)                | Precio BUS\$ |
|----------------|------------------------------|---------------------------------|--------------|
| 08-11-2007 (1) | Rio Tinto (Angloaustraliana) | BHP Billiton (Angloaustraliana) | 147          |
| 11-07-2007     | Alcan (Canadá)               | Rio Tinto (Reino Unido)         | 37           |
| 20-11-2006     | Phelps Dodge (EE.UU)         | Freeport - McMoran (EE.UU)      | 26           |
| 11-08-2006     | Inco (Canadá)                | Vale (Brasil)                   | 18           |
| 17-05-2006     | Falconbridge (Canadá) (2)    | Xstrata (Suiza)                 | 17           |
| 18-04-2005     | Polyns Gold (Rusia)          | Existing Shaveholders (Rusia)   | 13           |
| 18-03-2001     | Billiton (Reino Unido)       | BHP (Australia)                 | 12           |
| 31-10-2005     | Placer Dome (Canadá)         | Barrick Gold (Canadá)           | 11           |
| 01-02-2001     | De Beers Mines (Sudáfrica)   | DB Investments (Luxemburgo)     | 9            |
| 31-08-2006     | Glamis Gold (EE.UU)          | Gold Corp (Canadá)              |              |

(1) Pendiente; (2) 80,21%

En cuanto a la concentración en la industria del cobre observamos para el 2010 que las cinco principales empresas productoras concentraban el 36% de la oferta mundial [31]:

Figura 27: Grado de concentración de productores en la industria del cobre año 2010 (Elaboración propia)



Existe cierto grado de concentración, pero es considerablemente menor al C5 del año 2000 que llegó al 50%, esto debido a la continua entrada y aumento de producción de pequeñas compañías en relación a las grandes. El nivel del año 2000 es parecido al de comienzos de la década de los 90' que alcanzó la exorbitante suma de 61% [6].

Desde luego que una de las principales **barreras de entrada** a las nuevas compañías es el poseer el recurso mineral, sin embargo, las escalas de producción, el capital invertido, las tecnologías utilizadas, y la internacionalización de la producción, constituyen cada vez más fuertes barreras a la entrada de nuevos productores.

Para entender los efectos de la **sustitución** del cobre, debemos entender los mercados de consumo final del metal. Existe una amplia variedad de productos de cobre los cuales son usados como materia prima en diversos sectores de la economía. El sector edificación y construcción comprende a los mercados de tendido eléctrico, instalaciones sanitarias, sistemas de aire acondicionado, cañerías para agua, gas y servicios sanitarios. El sector eléctrico-electrónico incluye a los mercados de telecomunicaciones, servicios de energía y servicios computacionales. El sector maquinaria y equipo industrial está orientado a los mercados de equipos de plantas, válvulas, cañerías industriales y sistemas de intercambio calórico. El sector transportes tiene como principal mercado el automotriz y en menor escala los mercados ferroviario y naviero. Por último, el sector consumo general comprende a los mercados de conexiones para bienes de consumo durable.

Lo anterior se resume en la siguiente tabla [6]:

Tabla 23: Mercados del cobre por sector de consumo (Elaboración propia)

| Sector                         | Mercados                                                                                                                 |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Edificación y Construcción     | Tendido eléctrico, instalaciones sanitarias, sistemas aire acondicionado, cañerías para agua, gas y servicios sanitarios |
| Eléctrico – Electrónico        | Telecomunicaciones, servicios de energía, servicios computacionales                                                      |
| Maquinaria y Equipo Industrial | Equipos de plantas, válvulas y cañerías industriales, sistemas de intercambio calórico                                   |
| Transporte                     | Automotriz, ferroviario, naviero                                                                                         |
| Consumo General                | Conexiones para bienes de consumo durable                                                                                |

La competitividad del cobre está determinada por el **grado de sustitución** que puedan tener otros metales y/o materiales competidores del cobre en los distintos sectores de usos finales. Existen al menos cuatro factores que inciden en su sustitución y por ende en su pérdida de competitividad como son: el menor costo relativo de otros metales y/o materiales con respecto del cobre; la dificultad que tiene el cobre en aplicaciones altamente tecnificadas; el menor peso relativo de otros metales en comparación con el cobre y el descubrimiento de nuevas tecnologías que podrían sustituir al cobre como materia prima. La sustitución no es un proceso perfecto y es de lenta maduración, por lo que factores como el rendimiento y costo-eficiencia adquieren una gran importancia relativa al momento de comparar las ventajas del cobre sobre sus sustitutos.



En consecuencia, son las ventajas del cobre en términos de sus propiedades y no factores como el precio, peso e innovación tecnológica, los que han mantenido la participación del cobre en los distintos sectores de usos finales.

Algunos sustitutos con sus ventajas y desventajas se aprecian en la siguiente tabla [6]:

Tabla 24: Sustitutos del cobre: ventajas y desventajas (Elaboración Propia)

| Sustitutos                               | Aplicaciones                                                                     | Ventajas                                                                          | Desventajas                                                                                            |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aluminio                                 | Cables de energía, radiadores, pertrechos militares, cospeles                    | Más liviano, más fáciles de instalar y mantener procesos limpios y simples        | No es buen conductor eléctrico y de calor, proclive a la corrosión                                     |
| Plásticos                                | Cañerías (redes de agua)                                                         | Menor costo, resiste corrosión interna, flexibles y fáciles de moldear e instalar | No resiste temperaturas extremas presiones y radiación ultravioleta, tóxicos para la salud (incendios) |
| Fibra Óptica                             | TV cable, redes telefónicas, troncales y accesos                                 | Alta capacidad                                                                    | No transporta poder solo señales de datos, tecnologías de alto costo                                   |
| Acero Galvanizado, Zinc, Níquel, Titanio | Cañerías, redes de agua y gas, pertrechos militares, cospeles, tuberías de freno | (Aleaciones de Cu)                                                                | (Aleaciones de Cu)                                                                                     |
| Acero Inoxidable                         | Bienes de consumo variable                                                       | Alta especialización                                                              | Procesos complejos y de alto costo                                                                     |

Se puede asumir que la sustitución del cobre es un factor débil y no tiene connotaciones negativas para la atractividad. Ejemplos de esto según procobre [33]:

- Los “autos inteligentes” contienen más cobre que los comunes, las aleaciones de cobre y bronce permiten construir radiadores más livianos, baratos, eficientes y ecológicos que los de aluminio.
- El cobre juega un rol importante en la miniaturización y aumento de poder de procesamiento de los computadores modernos.
- Se ha demostrado que la eficiencia de los motores con rotores de cobre supera a la de los motores producidos en la actualidad.
- El cobre podría tener un rol preponderante para hacer que las naciones del mundo sean más eficientes energéticamente. Es 100% reciclable y de gran eficiencia eléctrica.
- Turbinas submarinas con devanados de cobre podrían evitar la construcción de represas, no dañan la vida animal y además pueden evitar la construcción de muchas torres de alta tensión.
- Una de las propiedades más importantes del cobre es su condición de “antimicrobiano”, que es la habilidad de una sustancia para inactivar microbios, tales como las bacterias, hongos y virus.

Sin embargo, el año 2004 [34] dos científicos ganadores del premio nobel de física del 2010 (Andrei Geim y Konstantin Novoselov) lograron aislar y sintetizar el “grafeno” que es uno de los

compuestos del carbono, lo que estaría abriendo una nueva era en la historia de la ciencia, de la tecnología y de la economía mundial. El grafeno podría utilizarse en innumerables aplicaciones en virtud de las siguientes propiedades [34]:

- Conductividad térmica única, superior a la de cualquier otro metal
- Conductividad eléctrica tan potente como la del cobre
- Potente elasticidad y dureza
- Resistencia 200 veces superior a la del acero
- Ligero y extraordinariamente flexible

Por ahora se sabe que el grafeno podría utilizarse como componente de los circuitos integrados y se estima que la principal aplicación sería reemplazar al silicio en transistores y microprocesadores, en efecto, IBM ya anunció que había construido microprocesadores y transistores con grafeno [34].

Aún es incierto el alcance, magnitud y diseminación de la revolución tecnológica que originaría el grafeno. Los plazos asociados son de gran incógnita y es muy temprano para hablar de él como reemplazo para el cobre, además, será difícil que lo haga en el corto y mediano plazo, para evaluar si es realmente un posible sustituto habría que saber más sobre su producción y extracción desde el carbón y de que calidad debe ser la materia prima [34].

La evaluación de los factores de competencia muestra:

Tabla 25: Evaluación factores de competencia Codelco

| CODELCO                |            | Chuquicamata |   |   |   |   | Radomiro Tomic |   |   |   |   | Gaby |      |   |   |   |   |   |
|------------------------|------------|--------------|---|---|---|---|----------------|---|---|---|---|------|------|---|---|---|---|---|
| Factor de Atractividad | Peso       | 1            | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso           | 1 | 2 | 3 | 4 | 5    | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Competencia</b>     | <b>10%</b> |              |   |   |   |   |                |   |   |   |   |      |      |   |   |   |   |   |
| Grado de sustitución   |            |              |   | X |   |   |                |   | X |   |   |      |      |   | X |   |   |   |
| Grado de concentración |            |              | X |   |   |   |                | X |   |   |   |      |      | X |   |   |   |   |
| Barreras de entrada    |            |              |   |   | X |   |                |   |   | X |   |      |      |   |   | X |   |   |
| Barreras de salida     |            |              | X |   |   |   |                | X |   |   |   |      |      | X |   |   |   |   |
| Grado de integración   |            |              | X |   |   |   |                | X |   |   |   |      |      | X |   |   |   |   |

| CODELCO                |            | Salvador |   |   |   |   | Andina |   |   |   |   | El Teniente |      |   |   |   |   |   |
|------------------------|------------|----------|---|---|---|---|--------|---|---|---|---|-------------|------|---|---|---|---|---|
| Factor de Atractividad | Peso       | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5           | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Competencia</b>     | <b>10%</b> |          |   |   |   |   |        |   |   |   |   |             |      |   |   |   |   |   |
| Grado de sustitución   |            |          |   | X |   |   |        |   | X |   |   |             |      |   | X |   |   |   |
| Grado de concentración |            |          | X |   |   |   |        | X |   |   |   |             |      | X |   |   |   |   |
| Barreras de entrada    |            |          |   |   | X |   |        |   |   | X |   |             |      |   |   | X |   |   |
| Barreras de salida     |            |          | X |   |   |   |        | X |   |   |   |             |      | X |   |   |   |   |
| Grado de integración   |            |          | X |   |   |   |        | X |   |   |   |             |      | X |   |   |   |   |

Tabla 26: Evaluación factores de competencia Freeport - McMoran

| Freeport - McMoran     |            | Grasberg |   |   |   |   | Cerro Verde |   |   |   |   | Morenci |      |   |   |   | Candelaria |   |      |   |   |   |   |   |
|------------------------|------------|----------|---|---|---|---|-------------|---|---|---|---|---------|------|---|---|---|------------|---|------|---|---|---|---|---|
| Factor de Atractividad | Peso       | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5       | Peso | 1 | 2 | 3 | 4          | 5 | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Competencia</b>     | <b>10%</b> |          |   |   |   |   |             |   |   |   |   |         |      |   |   |   |            |   |      |   |   |   |   |   |
| Grado de sustitución   |            |          |   | X |   |   |             |   | X |   |   |         |      |   |   | X |            |   |      |   |   | X |   |   |
| Grado de concentración |            |          | X |   |   |   |             | X |   |   |   |         |      | X |   |   |            |   |      |   | X |   |   |   |
| Barreras de entrada    |            |          |   |   | X |   |             |   |   | X |   |         |      |   |   | X |            |   |      |   |   |   | X |   |
| Barreras de salida     |            |          | X |   |   |   |             | X |   |   |   |         |      | X |   |   |            |   |      |   | X |   |   |   |
| Grado de integración   |            |          | X |   |   |   |             | X |   |   |   |         |      | X |   |   |            |   |      |   | X |   |   |   |

Tabla 27: Evaluación factores de competencia BHP Billiton

| BHP Billiton           |            | Escondida |   |   |   |   | Olympic Dam |   |   |   |   | Spence |      |   |   |   | Cerro Colorado |   |      |   |   |   |   |   |
|------------------------|------------|-----------|---|---|---|---|-------------|---|---|---|---|--------|------|---|---|---|----------------|---|------|---|---|---|---|---|
| Factor de Atractividad | Peso       | 1         | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5      | Peso | 1 | 2 | 3 | 4              | 5 | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Competencia</b>     | <b>10%</b> |           |   |   |   |   |             |   |   |   |   |        |      |   |   |   |                |   |      |   |   |   |   |   |
| Grado de sustitución   |            |           |   | X |   |   |             |   |   | X |   |        |      |   |   | X |                |   |      |   |   | X |   |   |
| Grado de concentración |            |           | X |   |   |   |             |   | X |   |   |        |      |   | X |   |                |   |      |   | X |   |   |   |
| Barreras de entrada    |            |           |   |   | X |   |             |   |   |   | X |        |      |   |   | X |                |   |      |   |   | X |   |   |
| Barreras de salida     |            |           | X |   |   |   |             |   | X |   |   |        |      |   | X |   |                |   |      |   | X |   |   |   |
| Grado de integración   |            |           | X |   |   |   |             |   | X |   |   |        |      |   | X |   |                |   |      |   | X |   |   |   |

Tabla 28: Evaluación factores de competencia Rio Tinto

| Rio Tinto              |            | Bingham Canyon |   |   |   |   | Escondida |   |   |   |   | Northparkes |      |   |   |   | Palabora |   |      |   |   |   |   |   |
|------------------------|------------|----------------|---|---|---|---|-----------|---|---|---|---|-------------|------|---|---|---|----------|---|------|---|---|---|---|---|
| Factor de Atractividad | Peso       | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso      | 1 | 2 | 3 | 4 | 5           | Peso | 1 | 2 | 3 | 4        | 5 | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Competencia</b>     | <b>10%</b> |                |   |   |   |   |           |   |   |   |   |             |      |   |   |   |          |   |      |   |   |   |   |   |
| Grado de sustitución   |            |                |   | X |   |   |           |   |   | X |   |             |      |   |   | X |          |   |      |   |   | X |   |   |
| Grado de concentración |            |                | X |   |   |   |           |   | X |   |   |             |      |   | X |   |          |   |      |   | X |   |   |   |
| Barreras de entrada    |            |                |   |   | X |   |           |   |   |   | X |             |      |   |   |   | X        |   |      |   |   |   | X |   |
| Barreras de salida     |            |                | X |   |   |   |           |   | X |   |   |             |      |   | X |   |          |   |      |   | X |   |   |   |
| Grado de integración   |            |                | X |   |   |   |           |   | X |   |   |             |      |   | X |   |          |   |      |   | X |   |   |   |

Tabla 29: Evaluación factores de competencia Xstrata Copper

| Xstrata Copper         |            | Collahuasi |   |   |   |   | Antamina |   |   |   |   | Lomas Bayas |      |   |   |   | Alumbraera |   |      |   |   |   |   |   |
|------------------------|------------|------------|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|-------------|------|---|---|---|------------|---|------|---|---|---|---|---|
| Factor de Atractividad | Peso       | 1          | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5           | Peso | 1 | 2 | 3 | 4          | 5 | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Competencia</b>     | <b>10%</b> |            |   |   |   |   |          |   |   |   |   |             |      |   |   |   |            |   |      |   |   |   |   |   |
| Grado de sustitución   |            |            |   | X |   |   |          |   |   | X |   |             |      |   |   | X |            |   |      |   |   | X |   |   |
| Grado de concentración |            |            | X |   |   |   |          |   | X |   |   |             |      |   | X |   |            |   |      |   | X |   |   |   |
| Barreras de entrada    |            |            |   |   | X |   |          |   |   |   | X |             |      |   |   |   | X          |   |      |   |   |   | X |   |
| Barreras de salida     |            |            | X |   |   |   |          |   | X |   |   |             |      |   | X |   |            |   |      |   | X |   |   |   |
| Grado de integración   |            |            | X |   |   |   |          |   | X |   |   |             |      |   | X |   |            |   |      |   | X |   |   |   |

### 4.3 Factores de Economía

La **estabilidad política** y jurídica son factores muy apreciados por los inversionistas. La estabilidad política implica la existencia de pautas de convivencia que no pongan en riesgo el pacto implícito en las normas constitucionales y que supongan la existencia de mecanismos para garantizar los derechos de los inversionistas. Se trata en última instancia que las reglas de juego correspondan a un estado de derecho, ajeno a la arbitrariedad de las autoridades. Estas condiciones sirven de marco para garantizar la estabilidad jurídica de los derechos mineros otorgados. La predominancia de regímenes democráticos, sin duda, ha creado mejores condiciones de estabilidad política para las inversiones junto con la igualdad de tratamiento entre inversionistas nacionales y extranjeros a que se ha hecho referencia anteriormente.

Las reformas mineras han apuntado a garantizar la seguridad de los derechos mineros y a modernizar los regímenes de concesiones. Se ha tendido a fortalecer las instituciones por cuanto los resultados de las políticas mineras dependen, en gran medida, de las atribuciones y capacidad técnica y administrativa de los organismos encargados de ejecutarlas. Se han ido superando los grados de ineficiencia en los procedimientos para el otorgamiento de concesiones (pero no en Chile), con la vigencia de catastros mineros que reducen los riesgos de conflictos por superposición de derechos. Se ha instaurado además un mercado de concesiones sobre la base de la libre transferencia de los derechos mineros, lo que garantiza mayor movilidad a los inversionistas.

En suma, la superación de las barreras de entrada, específicamente en lo que se refiere a la mejor administración de los derechos mineros; la eliminación de las áreas de reserva para el estado; y la plena vigencia de los derechos del descubridor junto con la libre comercialización de los productos resultantes de la explotación de los recursos, han significado que los inversionistas

potenciales miren a América Latina como un campo propicio para sus operaciones. Una empresa difícilmente invertirá en un país donde haya restricciones para vender libremente (monopolio estatal). El tema cambiario es un aspecto relevante también, ya que, eventuales retrasos cambiarios pueden incrementar los costos de producción en el momento en que la divisa pierde poder adquisitivo interno.

El siguiente cuadro muestra la clasificación de los países donde están situadas las faenas en estudio realizada por la calificadora Standart & Poor's el año 2011. Se puede observar un buen posicionamiento de Chile [35]:

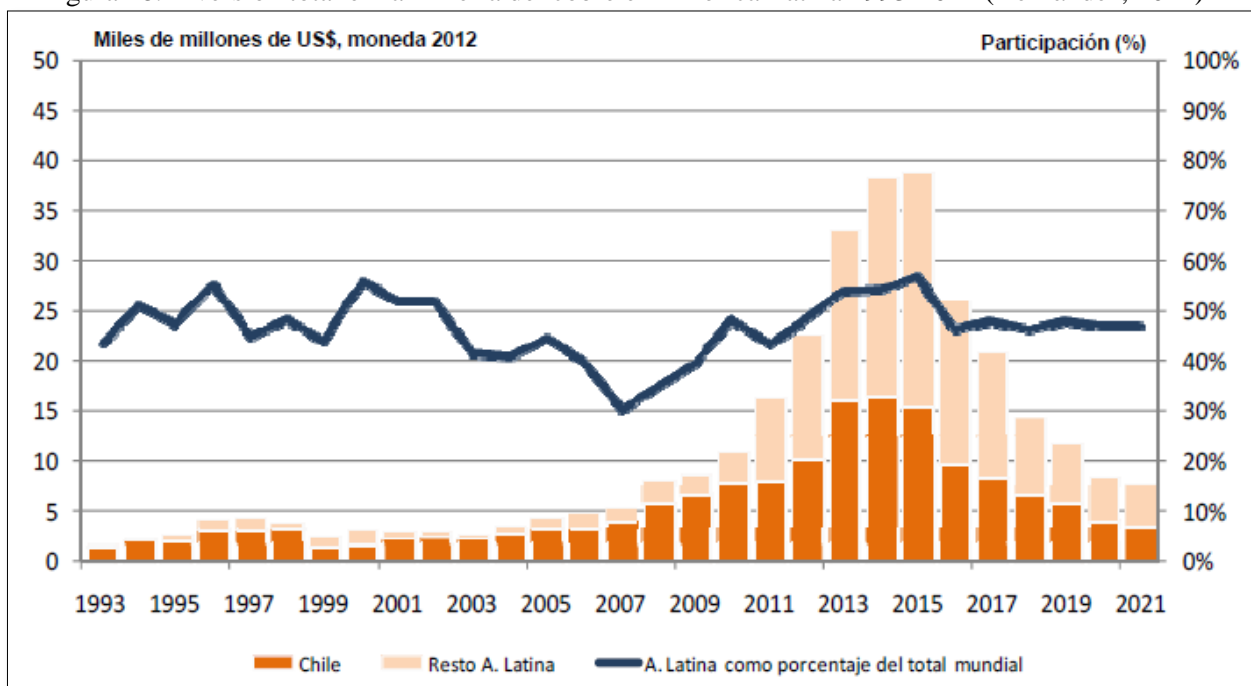
Tabla 30: Clasificación riesgo país (Elaboración propia)

| Operaciones 2011          | Ubicación | Rating | Riesgo                         |
|---------------------------|-----------|--------|--------------------------------|
| <b>Codelco</b>            |           |        |                                |
| Chuquicamata              | Chile     | A+     | Estable, bajo riesgo           |
| Radomiro Tomic            | Chile     | A+     | Estable, bajo riesgo           |
| Salvador                  | Chile     | A+     | Estable, bajo riesgo           |
| Andina                    | Chile     | A+     | Estable, bajo riesgo           |
| El Teniente               | Chile     | A+     | Estable, bajo riesgo           |
| <b>Freeport - McMoran</b> |           |        |                                |
| Grasberg                  | Indonesia | BB+    | Moderado a bajo                |
| Cerro Verde               | Perú      | BBB    | Moderado a bajo                |
| Morenci                   | USA       | AA+    | Muy bajo                       |
| Candelaria                | Chile     | A+     | Estable, bajo riesgo           |
| <b>BHP Billiton</b>       |           |        |                                |
| Escondida                 | Chile     | A+     | Estable, bajo riesgo           |
| Olympic Dam               | Australia | AAA    | Nulo                           |
| Spence                    | Chile     | A+     | Estable, bajo riesgo           |
| Cerro Colorado            | Chile     | A+     | Estable, bajo riesgo           |
| <b>Rio Tinto</b>          |           |        |                                |
| Bingham Canyon            | USA       | AA+    | Muy bajo                       |
| Escondida                 | Chile     | A+     | Estable, bajo riesgo           |
| Grasberg                  | Indonesia | BB+    | Moderado a bajo                |
| Palabora                  | Sudáfrica | BBB+   | Estable, pero con mayor riesgo |
| <b>Xstrata Copper</b>     |           |        |                                |
| Collahuasi                | Chile     | A+     | Estable, bajo riesgo           |
| Antamina                  | Perú      | BBB    | Moderado a bajo                |
| Lomas Bayas               | Chile     | A+     | Estable, bajo riesgo           |
| Alumbra                   | Argentina | B      | Alto                           |

En teoría los **impuestos** juegan un rol en las decisiones de inversión, pero esto es discutible. En los países latinoamericanos existen regímenes vigentes de tributación que son considerados competitivos a nivel internacional en países como Argentina, Brasil, Perú, Chile, Bolivia y México, siendo particularmente Chile muy atractivo para la inversión minera.

La siguiente figura muestra el nivel de inversiones en proyectos mineros de cobre en América Latina [36]:

Figura 28: Inversión total en la minería del cobre en América Latina 1993-2021 (Hernández, 2012)



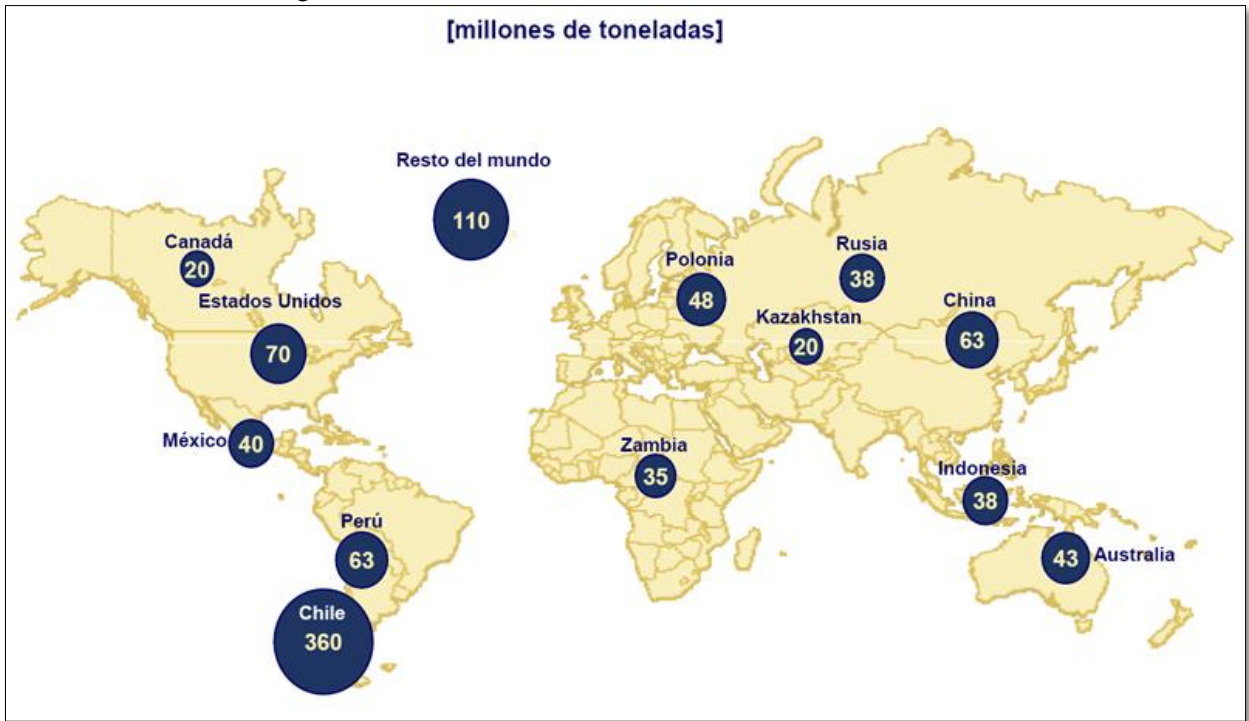
En el periodo en estudio se observa un aumento sostenido en las inversiones lo que permite cuestionarnos la real influencia de los impuestos en el nivel de inversión. La inversión depende en mayor medida de las condiciones de la economía mundial.

La ubicación de las operaciones mineras conlleva importantes implicancias en la competitividad que se puede alcanzar, debido a las ventajas comparativas que poseen algunos países, tanto en sus recursos minerales como en facilidades de transporte y acceso a recursos energéticos. En este contexto, Chile posee grandes cualidades al contar con una amplia franja geológica con buen potencial de yacimientos de buena ley en relación a los yacimientos del resto del mundo, a lo que se suma una **mano de obra** especializada y bajo costo de construcción de **infraestructura** (país con una baja distancia media a puertos). Sin embargo, África es la excepción más marcada debido a su limitada capacidad de infraestructura y mano de obra especializada [37]. Esto se traduce en una deficiente infraestructura de caminos, y un difícil acceso a puertos y fuentes de energía. Matshedisa [38] respecto a esto señala que la estabilidad política es el más importante desafío para incrementar los flujos de inversiones en el sur de África y el riesgo se incrementa a medida que se avanza en los proyectos mineros.

Por otro lado Australia se destaca por captar un importante porcentaje de la **exploración**, al contar con importantes recursos y un importante desarrollo minero en lo referido a infraestructura, mano de obra especializada y es el país mejor calificado por Standart & Poor's (AAA).

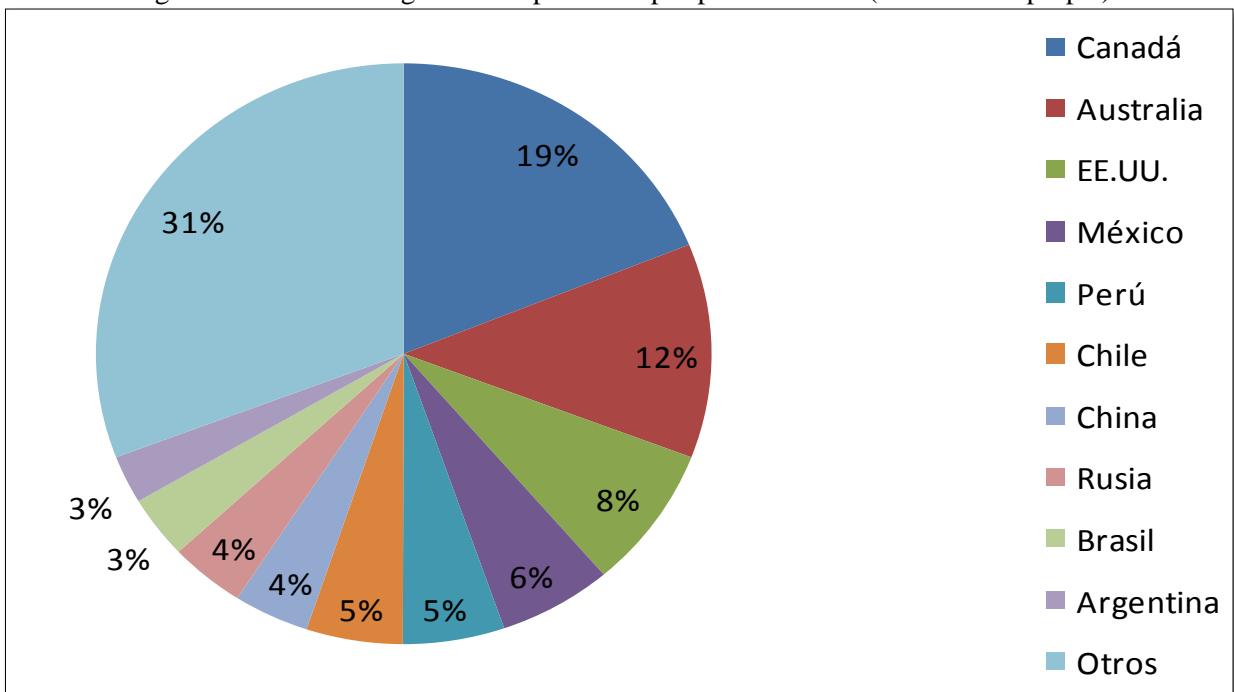
La siguiente figura muestra las reservas de cobre mina por país al año 2010 [39]:

Figura 29: Reservas mundiales de cobre (Hernández, 2010)



La inversión en exploración se ha centrado principalmente en países desarrollados como Canadá y Australia quienes cuentan con una importante variedad de recursos por explorar. Cabe destacar que estas regiones cuentan con distintas ventajas comparativas entre sí, lo cual, influye en el atractivo para la inversión minera. El gasto en exploración en minerales no ferrosos se distribuyó por países de la siguiente manera en el año 2010 [40]:

Figura 30: Destino del gasto en exploración por país año 2010 (Elaboración propia)



La evaluación de los factores de economía muestra:

Tabla 31: Evaluación factores de economía Codelco

| CODELCO                         |            | Chuquicamata |   |   |   |   | Radomiro Tomic |   |   |   |   | Gaby |      |   |   |   |   |   |
|---------------------------------|------------|--------------|---|---|---|---|----------------|---|---|---|---|------|------|---|---|---|---|---|
| Factor de Atractividad          | Peso       | 1            | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso           | 1 | 2 | 3 | 4 | 5    | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Economía</b>                 | <b>25%</b> |              |   |   |   |   |                |   |   |   |   |      |      |   |   |   |   |   |
| Riesgo país                     |            |              |   |   | X |   |                |   |   | X |   |      |      |   |   |   | X |   |
| Nivel salarial                  |            |              |   |   |   | X |                |   |   |   | X |      |      |   |   |   | X |   |
| Reservas                        |            |              |   |   |   | X |                |   |   |   | X |      |      |   | X |   |   |   |
| Suministro de insumos (energía) |            |              |   |   | X |   |                |   |   | X |   |      |      |   |   |   | X |   |
| Suministro de mano de obra      |            |              |   |   | X |   |                |   |   | X |   |      |      |   |   |   | X |   |
| Impuestos                       |            |              |   | X |   |   |                |   | X |   |   |      |      |   | X |   |   |   |
| Apoyo gubernamental             |            |              |   |   |   | X |                |   |   |   | X |      |      |   |   |   |   | X |

| CODELCO                         |            | Salvador |   |   |   |   | Andina |   |   |   |   | El Teniente |      |   |   |   |   |   |
|---------------------------------|------------|----------|---|---|---|---|--------|---|---|---|---|-------------|------|---|---|---|---|---|
| Factor de Atractividad          | Peso       | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5           | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Economía</b>                 | <b>25%</b> |          |   |   |   |   |        |   |   |   |   |             |      |   |   |   |   |   |
| Riesgo país                     |            |          |   |   | X |   |        |   |   | X |   |             |      |   |   |   | X |   |
| Nivel salarial                  |            |          |   |   | X |   |        |   |   | X |   |             |      |   |   |   |   | X |
| Reservas                        |            | X        |   |   |   |   |        |   |   |   | X |             |      |   |   |   |   | X |
| Suministro de insumos (energía) |            |          |   | X |   |   |        |   |   | X |   |             |      |   |   |   | X |   |
| Suministro de mano de obra      |            |          |   |   | X |   |        |   |   | X |   |             |      |   |   |   | X |   |
| Impuestos                       |            |          |   | X |   |   |        |   | X |   |   |             |      |   | X |   |   |   |
| Apoyo gubernamental             |            |          |   |   |   | X |        |   |   |   | X |             |      |   |   |   |   | X |

Tabla 32: Evaluación factores de economía Freeport - McMoran

| Freeport - McMoran              |            | Grasberg |   |   |   |   | Cerro Verde |   |   |   |   | Morenci |      |   |   |   | Candelaria |   |      |   |   |   |   |   |  |
|---------------------------------|------------|----------|---|---|---|---|-------------|---|---|---|---|---------|------|---|---|---|------------|---|------|---|---|---|---|---|--|
| Factor de Atractividad          | Peso       | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5       | Peso | 1 | 2 | 3 | 4          | 5 | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |  |
| <b>Economía</b>                 | <b>25%</b> |          |   |   |   |   |             |   |   |   |   |         |      |   |   |   |            |   |      |   |   |   |   |   |  |
| Riesgo país                     |            |          | X |   |   |   |             | X |   |   |   |         |      |   |   |   |            | X |      |   |   |   | X |   |  |
| Nivel salarial                  |            |          |   |   | X |   |             |   | X |   |   |         |      |   | X |   |            |   |      |   |   | X |   |   |  |
| Reservas                        |            |          |   |   |   | X |             |   |   | X |   |         |      |   |   |   | X          |   |      |   |   |   | X |   |  |
| Suministro de insumos (energía) |            |          |   | X |   |   |             |   |   | X |   |         |      |   | X |   |            |   |      |   |   |   | X |   |  |
| Suministro de mano de obra      |            |          |   | X |   |   |             |   |   | X |   |         |      |   |   |   | X          |   |      |   |   |   | X |   |  |
| Impuestos                       |            |          |   | X |   |   |             |   | X |   |   |         |      |   | X |   |            |   |      |   |   |   | X |   |  |
| Apoyo gubernamental             |            |          |   |   | X |   |             |   |   | X |   |         |      |   | X |   |            |   |      |   |   | X |   |   |  |

Tabla 33: Evaluación factores de economía BHP Billiton

| BHP Billiton                    |            | Escondida |   |   |   |   | Olympic Dam |   |   |   |   | Spence |      |   |   |   | Cerro Colorado |   |      |   |   |   |   |   |  |
|---------------------------------|------------|-----------|---|---|---|---|-------------|---|---|---|---|--------|------|---|---|---|----------------|---|------|---|---|---|---|---|--|
| Factor de Atractividad          | Peso       | 1         | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5      | Peso | 1 | 2 | 3 | 4              | 5 | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |  |
| <b>Economía</b>                 | <b>25%</b> |           |   |   |   |   |             |   |   |   |   |        |      |   |   |   |                |   |      |   |   |   |   |   |  |
| Riesgo país                     |            |           |   |   | X |   |             |   |   |   | X |        |      |   |   |   | X              |   |      |   |   |   | X |   |  |
| Nivel salarial                  |            |           |   |   |   | X |             |   |   |   | X |        |      |   |   |   |                | X |      |   |   |   |   | X |  |
| Reservas                        |            |           |   |   |   | X |             |   | X |   |   |        |      |   | X |   |                |   |      |   |   | X |   |   |  |
| Suministro de insumos (energía) |            |           |   | X |   |   |             |   |   | X |   |        |      |   |   | X |                |   |      |   |   |   | X |   |  |
| Suministro de mano de obra      |            |           |   | X |   |   |             |   |   | X |   |        |      |   |   | X |                |   |      |   |   |   | X |   |  |
| Impuestos                       |            |           |   |   |   | X |             |   |   |   | X |        |      |   |   |   | X              |   |      |   |   |   |   | X |  |
| Apoyo gubernamental             |            |           |   | X |   |   |             |   | X |   |   |        |      |   | X |   |                |   |      |   |   | X |   |   |  |

Tabla 34: Evaluación factores de economía Rio Tinto

| Rio Tinto                       |            | Bingham Canyon |   |   |   |   | Escondida |   |   |   |   | Northparkes |      |   |   |   | Palabora |   |      |   |   |   |   |   |  |
|---------------------------------|------------|----------------|---|---|---|---|-----------|---|---|---|---|-------------|------|---|---|---|----------|---|------|---|---|---|---|---|--|
| Factor de Atractividad          | Peso       | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso      | 1 | 2 | 3 | 4 | 5           | Peso | 1 | 2 | 3 | 4        | 5 | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |  |
| <b>Economía</b>                 | <b>25%</b> |                |   |   |   |   |           |   |   |   |   |             |      |   |   |   |          |   |      |   |   |   |   |   |  |
| Riesgo país                     |            |                |   |   |   | X |           |   |   |   | X |             |      |   |   |   |          | X |      | X |   |   |   |   |  |
| Nivel salarial                  |            |                |   |   | X |   |           |   |   |   | X |             |      |   |   |   |          | X |      |   |   | X |   |   |  |
| Reservas                        |            |                |   |   | X |   |           |   |   |   | X |             |      | X |   |   |          |   |      |   |   |   | X |   |  |
| Suministro de insumos (energía) |            |                |   | X |   |   |           |   |   | X |   |             |      |   |   | X |          |   |      |   |   | X |   |   |  |
| Suministro de mano de obra      |            |                |   | X |   |   |           |   |   | X |   |             |      |   |   | X |          |   |      |   |   | X |   |   |  |
| Impuestos                       |            |                |   |   |   | X |           |   |   |   | X |             |      |   |   |   | X        |   |      |   |   |   | X |   |  |
| Apoyo gubernamental             |            |                |   |   | X |   |           |   | X |   |   |             |      |   |   | X |          |   |      |   |   | X |   |   |  |

Tabla 35: Evaluación factores de economía Xstrata Copper

| Xstrata Copper                  |            | Collahuasi |   |   |   |   | Antamina |   |   |   |   | Lomas Bayas |      |   |   |   | Alumbraera |   |      |   |   |   |   |   |
|---------------------------------|------------|------------|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|-------------|------|---|---|---|------------|---|------|---|---|---|---|---|
| Factor de Atractividad          | Peso       | 1          | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5           | Peso | 1 | 2 | 3 | 4          | 5 | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Economía</b>                 | <b>25%</b> |            |   |   |   |   |          |   |   |   |   |             |      |   |   |   |            |   |      |   |   |   |   |   |
| Riesgo país                     |            |            |   |   | X |   |          |   | X |   |   |             |      |   |   |   |            |   |      |   | X |   |   |   |
| Nivel salarial                  |            |            |   |   |   | X |          |   |   | X |   |             |      |   |   |   |            |   |      |   |   | X |   |   |
| Reservas                        |            |            |   |   |   | X |          |   |   |   | X |             |      |   |   |   |            |   |      |   |   | X |   |   |
| Suministro de insumos (energía) |            |            |   |   | X |   |          |   |   |   | X |             |      |   |   |   |            |   |      |   |   | X |   |   |
| Suministro de mano de obra      |            |            |   |   | X |   |          |   |   |   | X |             |      |   |   |   |            |   |      |   |   | X |   |   |
| Impuestos                       |            |            |   |   |   | X |          |   |   |   |   | X           |      |   |   |   |            |   |      |   |   |   | X |   |
| Apoyo gubernamental             |            |            |   | X |   |   |          |   |   |   | X |             |      |   |   |   |            |   |      |   |   | X |   |   |

#### 4.4 Factores Sociales y Ambientales

El tema ambiental trasciende cada vez más las fronteras nacionales. Existen fuertes presiones de diversas organizaciones de la sociedad civil y también de instituciones gubernamentales, así como de las entidades crediticias, tanto privadas como internacionales. En general, la tendencia en los países en vías de desarrollo ha sido asumir normas ambientales muy similares a las que existen en los países desarrollados.

Los estudios de **impacto ambiental** son un requisito esencial para obtener el financiamiento de los proyectos. Los inversionistas deben por tanto adoptar como parte esencial de su estrategia corporativa un adecuado manejo del riesgo ambiental, que incluya además, una relación armónica con todo el entorno, tanto natural como social y cultural. En Chile, el sector minero fue pionero en el desarrollo de los Estudios de Impactos Ambientales (EIA), hoy todos los sectores se someten al SEIA. Algunas empresas mineras como parte de su política corporativa de apropiabilidad de accesos a recursos mineros, han colaborado muchas veces con las autoridades gubernamentales en la definición de las reglamentaciones ambientales, como lo revelan, por ejemplo, los casos de Chile y Perú.

En la actualidad, la totalidad de las compañías analizadas, comulga con los principios del “desarrollo sustentable” y respeto por el medio ambiente. El concepto desarrollo sustentable surgió con fuerza en los años 70’, producto del informe del Club de Roma y de las reuniones de Naciones Unidas sobre el medio ambiente: responsabilidad intergeneracional.

El tema ambiental es tan relevante, que casos como la ruptura del dique del tranque de relaves de la mina “Ok Tedi” en Papúa Nueva Guinea dejando caer miles de toneladas diarias al río “Fly” dejó a BHP Billiton incluida en la lista *Multinational Monitor* de las diez peores corporaciones en 1995 con la consecuente caída del precio de las acciones [41].

Las reglamentaciones ambientales en Canadá y Estados Unidos, que significan para las empresas costos adicionales, han empujado a muchos inversionistas mineros de esos países a buscar oportunidades de negocios en los países en desarrollo, en donde las legislaciones son menos restrictivas. Sin embargo, la creciente internacionalización de la institucionalidad ambiental hará cada vez más difícil para los países en desarrollo utilizar las reglamentaciones ambientales permisivas como un factor de atracción de las inversiones.

El cambio climático, provocado por la emisión de gases de efecto invernadero (en adelante GEI) y en especial del CO<sub>2</sub>, es el azote de nuestro tiempo y existen evidencias considerables de que la mayor parte del calentamiento global ha sido causado por las actividades humanas. Hoy día, casi todas las actividades que realizamos (movilidad, alimentación, etc.) y bienes que poseemos y



utilizamos (bienes de consumo, hogar, etc.) implican consumir energía, lo que significa contribuir a las emisiones a la atmósfera.

Bajo este prisma, la **huella de carbono** representa una medida para la contribución de las organizaciones a ser entidades socialmente responsables y un elemento más de concienciación para la asunción entre los ciudadanos de prácticas más sostenibles. Con esta iniciativa se pretende cuantificar la cantidad de emisiones de GEI, medidas en emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente, que son liberadas a la atmósfera debido a nuestras actividades cotidianas o a la comercialización de un producto. La medición de la huella de carbono de un producto crea verdaderos beneficios para las organizaciones. La huella de carbono identifica las fuentes de emisiones de GEI de un producto. Esto por lo tanto permite definir mejores objetivos, políticas de reducción de emisiones más efectivas e iniciativas de ahorros de costo mejor dirigidas, todo ello consecuencia de un mejor conocimiento de los puntos críticos para la reducción de emisiones, que pueden o no pueden ser de responsabilidad directa de la organización.

En el caso de la minería, este tema le compete dado que es una actividad intensiva en uso de transporte y energía. En el caso de las productoras de cobre, la huella de carbono se mide como las toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas por tonelada de cobre producido y es de vital importancia que las compañías empiecen a declararlo en sus informes de lo contrario puede inducir a pérdida de credibilidad ambiental ante la comunidad y a un aumento de restricciones ambientales por parte de la autoridad. En Chile [42], la minera Collahuasi fue la primera empresa que midió la huella de carbono en toda su cadena productiva (3 ton CO<sub>2</sub>/ton Cu el año 2009).

Hoy día no hay exigencias legales concretas para informar la huella de carbono y el primer obstáculo que una ley de ese tipo deberá sortear es definir un sistema armonizado de cálculo que sea practicable para todos los sectores productivos. Si bien esto ya se realiza para los alimentos, no se descarta que pueda pasar algo similar con el cobre, lo que eventualmente podría impulsar requerimientos por parte de Asia, principal abastecedor de manufactura y mayor comprador de cobre. En este sentido Codelco ya prepara un inventario del ciclo del cobre junto al Instituto Alemán del cobre que busca completar un seguimiento de productos elaborados de cobre y de esta forma estaría anticipándose para enfrentar un escenario en que los consumidores a nivel internacional exigirán contar con información detallada de su huella de carbono

En cada etapa del proceso, la actividad minera provoca, sin excepción, **impactos sociales** y ambientales directa e indirectamente. La industria minera afecta negativamente el medio ambiente, incluso más allá del entorno directo del lugar de operación. La minería conlleva grandes impactos para las sociedades humanas, incluyendo tenencia de la tierra, salud y seguridad derechos humanos y modos de vida. El impacto depende del tamaño de la operación y de la comunidad involucrada, del tipo de minería a desarrollar, de las condiciones sociales, ambientales, de mercado y comercialización, y por supuesto de las actitudes y compromisos de las compañías mineras. Cabe destacar la importancia de la cultura minera que exista en la zona o país donde se decida operar. Un país minero entiende mejor la presencia de una nueva faena, mientras que otros países consideran tradicionalmente a la minería como una actividad depredadora e intrínsecamente negativa para la comunidad.

Un número no menor de empresas mineras, tienen múltiples programas alrededor del mundo que va en beneficio de las comunidades aledañas, algunos de estos incluyen becas para educación, oportunidades laborales y donaciones monetarias a los gobiernos locales. Esta es una tendencia

que ha ido creciendo en el tiempo, es más, una compañía minera sin programas sociales sería muy mal vista por el entorno en general.

Bajo estas discusiones se evaluaron los aspectos de impactos sociales y ambientales para cada una de las operaciones obteniéndose los resultados presentados a continuación:

Tabla 36: Evaluación factores sociales y ambientales Codelco

| CODELCO Chuquicamata          |            |   |   |   |   | Radomiro Tomic |      |   |   |   |   | Gaby |      |   |   |   |   |   |
|-------------------------------|------------|---|---|---|---|----------------|------|---|---|---|---|------|------|---|---|---|---|---|
| Factor de Atractividad        | Peso       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5              | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5    | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Sociales y Ambientales</b> | <b>15%</b> |   |   |   |   |                |      |   |   |   |   |      |      |   |   |   |   |   |
| Exigencias ambientales        |            |   |   |   | X |                |      |   |   |   | X |      |      |   |   |   | X |   |
| Impacto ambiental             |            |   | X |   |   |                |      |   |   |   | X |      |      |   |   |   | X |   |
| Sindicalización               |            | X |   |   |   |                |      |   | X |   |   |      |      |   |   | X |   |   |

| CODELCO Salvador              |            |   |   |   |   | Andina |      |   |   |   |   | El Teniente |      |   |   |   |   |   |
|-------------------------------|------------|---|---|---|---|--------|------|---|---|---|---|-------------|------|---|---|---|---|---|
| Factor de Atractividad        | Peso       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5      | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5           | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Sociales y Ambientales</b> | <b>15%</b> |   |   |   |   |        |      |   |   |   |   |             |      |   |   |   |   |   |
| Exigencias ambientales        |            |   |   |   | X |        |      |   |   |   | X |             |      |   |   |   | X |   |
| Impacto ambiental             |            |   |   | X |   |        |      |   |   |   | X |             |      |   |   | X |   |   |
| Sindicalización               |            | X |   |   |   |        |      |   | X |   |   |             |      | X |   |   |   |   |

Tabla 37: Evaluación factores sociales y ambientales Freeport - McMoran

| Freeport - McMoran            |            |   |   |   |   | Grasberg |      |   |   |   |   | Cerro Verde |      |   |   |   |   | Morenci |      |   |   |   |   | Candelaria |  |  |  |  |  |
|-------------------------------|------------|---|---|---|---|----------|------|---|---|---|---|-------------|------|---|---|---|---|---------|------|---|---|---|---|------------|--|--|--|--|--|
| Factor de Atractividad        | Peso       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5        | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5           | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5       | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5          |  |  |  |  |  |
| <b>Sociales y Ambientales</b> | <b>15%</b> |   |   |   |   |          |      |   |   |   |   |             |      |   |   |   |   |         |      |   |   |   |   |            |  |  |  |  |  |
| Exigencias ambientales        |            |   |   |   | X |          |      |   |   | X |   |             |      |   |   |   |   | X       |      |   |   |   | X |            |  |  |  |  |  |
| Impacto ambiental             |            | X |   |   |   |          |      |   | X |   |   |             |      |   |   |   |   | X       |      |   |   | X |   |            |  |  |  |  |  |
| Sindicalización               |            |   |   | X |   |          |      |   | X |   |   |             |      |   |   | X |   |         |      |   |   | X |   |            |  |  |  |  |  |

Tabla 38: Evaluación factores sociales y ambientales BHP Billiton

| BHP Billiton                  |            |   |   |   |   | Escondida |      |   |   |   |   | Olympic Dam |      |   |   |   |   | Spence |      |   |   |   |   | Cerro Colorado |  |  |  |  |  |
|-------------------------------|------------|---|---|---|---|-----------|------|---|---|---|---|-------------|------|---|---|---|---|--------|------|---|---|---|---|----------------|--|--|--|--|--|
| Factor de Atractividad        | Peso       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5         | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5           | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5      | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5              |  |  |  |  |  |
| <b>Sociales y Ambientales</b> | <b>15%</b> |   |   |   |   |           |      |   |   |   |   |             |      |   |   |   |   |        |      |   |   |   |   |                |  |  |  |  |  |
| Exigencias ambientales        |            |   |   |   | X |           |      |   |   | X |   |             |      |   |   |   |   | X      |      |   |   |   | X |                |  |  |  |  |  |
| Impacto ambiental             |            |   |   | X |   |           |      |   | X |   |   |             |      |   |   | X |   |        |      |   |   | X |   |                |  |  |  |  |  |
| Sindicalización               |            |   |   | X |   |           |      |   | X |   |   |             |      |   |   | X |   |        |      |   |   | X |   |                |  |  |  |  |  |

Tabla 39: Evaluación factores sociales y ambientales Rio Tinto

| Rio Tinto                     |            |   |   |   |   | Bingham Canyon |      |   |   |   |   | Escondida |      |   |   |   |   | Northparkes |      |   |   |   |   | Palabora |  |  |  |  |  |
|-------------------------------|------------|---|---|---|---|----------------|------|---|---|---|---|-----------|------|---|---|---|---|-------------|------|---|---|---|---|----------|--|--|--|--|--|
| Factor de Atractividad        | Peso       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5              | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5         | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5           | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5        |  |  |  |  |  |
| <b>Sociales y Ambientales</b> | <b>15%</b> |   |   |   |   |                |      |   |   |   |   |           |      |   |   |   |   |             |      |   |   |   |   |          |  |  |  |  |  |
| Exigencias ambientales        |            |   |   |   | X |                |      |   |   |   | X |           |      |   |   |   |   | X           |      |   |   |   | X |          |  |  |  |  |  |
| Impacto ambiental             |            |   |   | X |   |                |      |   |   | X |   |           |      |   |   | X |   |             |      |   |   | X |   |          |  |  |  |  |  |
| Sindicalización               |            |   | X |   |   |                |      |   | X |   |   |           |      |   | X |   |   |             |      |   |   | X |   |          |  |  |  |  |  |

Tabla 40: Evaluación factores sociales y ambientales Xstrata Copper

| Xstrata Copper                |            |   |   |   |   | Collahuasi |      |   |   |   |   | Antamina |      |   |   |   |   | Lomas Bayas |      |   |   |   |   | Alumbraera |  |  |  |  |  |
|-------------------------------|------------|---|---|---|---|------------|------|---|---|---|---|----------|------|---|---|---|---|-------------|------|---|---|---|---|------------|--|--|--|--|--|
| Factor de Atractividad        | Peso       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5          | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5        | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5           | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5          |  |  |  |  |  |
| <b>Sociales y Ambientales</b> | <b>15%</b> |   |   |   |   |            |      |   |   |   |   |          |      |   |   |   |   |             |      |   |   |   |   |            |  |  |  |  |  |
| Exigencias ambientales        |            |   |   |   | X |            |      |   |   | X |   |          |      |   |   |   |   | X           |      |   |   |   | X |            |  |  |  |  |  |
| Impacto ambiental             |            |   |   | X |   |            |      |   |   | X |   |          |      |   |   |   |   | X           |      |   |   | X |   |            |  |  |  |  |  |
| Sindicalización               |            |   |   | X |   |            |      |   | X |   |   |          |      |   | X |   |   |             |      |   |   | X |   |            |  |  |  |  |  |

#### 4.5 Factores de Tecnología

La **investigación y desarrollo** de nuevas tecnologías es relevante en la industria minera en general, el sostenido aumento en los costos de producción lleva a las compañías a invertir en mejoras a los procesos de extracción y procesamiento. Los factores de complejidad son gatillados

por leyes bajas, profundización de yacimientos, aumento en distancias de acarreo o bien para alejar a los operadores de los riesgos intrínsecos de la operación (automatización de operaciones).

La innovación contribuye a lo largo de toda la cadena de valor:

- Exploración: tecnología para facilitar la identificación de prospectos
- Explotación: en operaciones unitarias, mejora la eficiencia y seguridad
- Procesamiento: mejora en confiabilidad y eficiencia en recuperación de metales
- Medio Ambiente: cambios en diseño y operación para minimizar impactos

El principal objetivo es mejorar la productividad y en este sentido la tendencia creciente del precio de los metales refleja la labor de la innovación tecnológica en la industria. La creciente importancia de las necesidades sociales y medio ambientales, ha sido atendida a través de desarrollo de procesos limpios y energéticamente más eficientes, además de operaciones mineras y de procesos de bajo impacto.

Los desafíos llaman a la innovación, algunas ideas que ya se están llevando a cabo y otras en estudio son las siguientes:

- Camiones autónomos
- Perforadoras autónomas
- Trenes autónomos
- GPS de mayor precisión
- Centros de operación remoto
- Minería submarina e inundada
- Reciclaje de relaves y botaderos
- Lixiviación in Situ

Los desarrollos tecnológicos que pueden afectar la oferta futura:

- Lixiviación de minerales de cobre refractarios:
  - Se estima que el 70% de las reservas mundiales de cobre son de calcopirita ( $\text{CuFeS}_2$ ). Una alternativa tecnológica sería tratar estos minerales a través de un proceso hidrometalúrgico. Con ventajas económicas y de menor inversión que la flotación y fusión. Esto permitiría procesar minerales de baja ley, activar la lixiviación de recursos marginales, entre otros.
- Tratamiento de minerales de cobre complejos
  - Existen reservas de cobre con altos niveles de impurezas que imposibilitan su procesamiento. Algunas tecnologías de tratamiento son flotación selectiva de minerales arsenicales: Permitiría separar especies minerales As-Cu del resto.
- Lixiviación de concentrados:
  - Las impurezas como el arsénico pasan a la solución, logrando su inertización mediante la precipitación con ión férrico. Una excelente oportunidad se presenta al considerar la actual y futura capacidad ociosa de las plantas SX-EW por agotamiento de recursos lixiviables.

- La mayoría de los actuales y futuros proyectos mineros se encuentran en climas extremos (desiertos), donde el recurso hídrico es escaso y con una fuerte demanda por parte de las comunidades.
  - Flotación de cobre con agua de mar.

El resultado de la evaluación de los factores de tecnología:

Tabla 41: Evaluación factores de tecnología Codelco

| CODELCO                            |  |            |   |   |   | Chuquicamata |   |                                    |  |            |   | Radomiro Tomic |   |   |   |                                    |  | Gaby       |   |   |   |   |   |
|------------------------------------|--|------------|---|---|---|--------------|---|------------------------------------|--|------------|---|----------------|---|---|---|------------------------------------|--|------------|---|---|---|---|---|
| Factor de Atractividad             |  | Peso       | 1 | 2 | 3 | 4            | 5 | Factor de Atractividad             |  | Peso       | 1 | 2              | 3 | 4 | 5 | Factor de Atractividad             |  | Peso       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Tecnología</b>                  |  | <b>10%</b> |   |   |   |              |   | <b>Tecnología</b>                  |  | <b>10%</b> |   |                |   |   |   | <b>Tecnología</b>                  |  | <b>10%</b> |   |   |   |   |   |
| Madurez y volatilidad              |  |            |   |   |   | X            |   | Madurez y volatilidad              |  |            |   |                |   | X |   | Madurez y volatilidad              |  |            |   |   |   | X |   |
| Patentes                           |  |            |   |   |   | X            |   | Patentes                           |  |            |   |                |   | X |   | Patentes                           |  |            |   |   |   | X |   |
| Requerimientos en I&D del producto |  |            |   |   | X |              |   | Requerimientos en I&D del producto |  |            |   |                |   | X |   | Requerimientos en I&D del producto |  |            |   |   |   | X |   |
| Requerimientos en I&D del proceso  |  |            |   | X |   |              |   | Requerimientos en I&D del proceso  |  |            |   |                |   | X |   | Requerimientos en I&D del proceso  |  |            |   |   |   | X |   |

| CODELCO                            |  |            |   |   |   | Salvador |   |                                    |  |            |   | Andina |   |   |   |                                    |  | El Teniente |   |   |   |   |   |
|------------------------------------|--|------------|---|---|---|----------|---|------------------------------------|--|------------|---|--------|---|---|---|------------------------------------|--|-------------|---|---|---|---|---|
| Factor de Atractividad             |  | Peso       | 1 | 2 | 3 | 4        | 5 | Factor de Atractividad             |  | Peso       | 1 | 2      | 3 | 4 | 5 | Factor de Atractividad             |  | Peso        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Tecnología</b>                  |  | <b>10%</b> |   |   |   |          |   | <b>Tecnología</b>                  |  | <b>10%</b> |   |        |   |   |   | <b>Tecnología</b>                  |  | <b>10%</b>  |   |   |   |   |   |
| Madurez y volatilidad              |  |            |   |   |   | X        |   | Madurez y volatilidad              |  |            |   |        |   | X |   | Madurez y volatilidad              |  |             |   |   |   | X |   |
| Patentes                           |  |            |   |   |   | X        |   | Patentes                           |  |            |   |        |   | X |   | Patentes                           |  |             |   |   |   | X |   |
| Requerimientos en I&D del producto |  |            |   |   | X |          |   | Requerimientos en I&D del producto |  |            |   |        | X |   |   | Requerimientos en I&D del producto |  |             |   |   | X |   |   |
| Requerimientos en I&D del proceso  |  |            |   | X |   |          |   | Requerimientos en I&D del proceso  |  |            |   |        | X |   |   | Requerimientos en I&D del proceso  |  |             |   |   | X |   |   |

Tabla 42: Evaluación factores de tecnología Freeport McMoran

| Freeport - McMoran                 |  |            |   |   |   | Grasberg |   |                                    |  |            |   | Cerro Verde |   |   |   |                                    |  | Morenci    |   |   |   |   |   | Candelaria |  |  |  |  |  |
|------------------------------------|--|------------|---|---|---|----------|---|------------------------------------|--|------------|---|-------------|---|---|---|------------------------------------|--|------------|---|---|---|---|---|------------|--|--|--|--|--|
| Factor de Atractividad             |  | Peso       | 1 | 2 | 3 | 4        | 5 | Factor de Atractividad             |  | Peso       | 1 | 2           | 3 | 4 | 5 | Factor de Atractividad             |  | Peso       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |            |  |  |  |  |  |
| <b>Tecnología</b>                  |  | <b>10%</b> |   |   |   |          |   | <b>Tecnología</b>                  |  | <b>10%</b> |   |             |   |   |   | <b>Tecnología</b>                  |  | <b>10%</b> |   |   |   |   |   |            |  |  |  |  |  |
| Madurez y volatilidad              |  |            |   |   |   | X        |   | Madurez y volatilidad              |  |            |   |             |   | X |   | Madurez y volatilidad              |  |            |   |   |   | X |   |            |  |  |  |  |  |
| Patentes                           |  |            |   |   |   | X        |   | Patentes                           |  |            |   |             |   | X |   | Patentes                           |  |            |   |   |   | X |   |            |  |  |  |  |  |
| Requerimientos en I&D del producto |  |            |   | X |   |          |   | Requerimientos en I&D del producto |  |            |   | X           |   |   |   | Requerimientos en I&D del producto |  |            |   | X |   |   |   |            |  |  |  |  |  |
| Requerimientos en I&D del proceso  |  |            |   | X |   |          |   | Requerimientos en I&D del proceso  |  |            |   | X           |   |   |   | Requerimientos en I&D del proceso  |  |            |   | X |   |   |   |            |  |  |  |  |  |

Tabla 43: Evaluación factores de tecnología BHP Billiton

| BHP Billiton                       |  |            |   |   |   | Escondida |   |                                    |  |            |   | Olympic Dam |   |   |   |                                    |  | Spence     |   |   |   |   |   | Cerro Colorado |  |  |  |  |  |
|------------------------------------|--|------------|---|---|---|-----------|---|------------------------------------|--|------------|---|-------------|---|---|---|------------------------------------|--|------------|---|---|---|---|---|----------------|--|--|--|--|--|
| Factor de Atractividad             |  | Peso       | 1 | 2 | 3 | 4         | 5 | Factor de Atractividad             |  | Peso       | 1 | 2           | 3 | 4 | 5 | Factor de Atractividad             |  | Peso       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |                |  |  |  |  |  |
| <b>Tecnología</b>                  |  | <b>10%</b> |   |   |   |           |   | <b>Tecnología</b>                  |  | <b>10%</b> |   |             |   |   |   | <b>Tecnología</b>                  |  | <b>10%</b> |   |   |   |   |   |                |  |  |  |  |  |
| Madurez y volatilidad              |  |            |   |   |   | X         |   | Madurez y volatilidad              |  |            |   |             |   | X |   | Madurez y volatilidad              |  |            |   |   |   | X |   |                |  |  |  |  |  |
| Patentes                           |  |            |   |   |   | X         |   | Patentes                           |  |            |   |             |   | X |   | Patentes                           |  |            |   |   |   | X |   |                |  |  |  |  |  |
| Requerimientos en I&D del producto |  |            |   | X |   |           |   | Requerimientos en I&D del producto |  |            |   | X           |   |   |   | Requerimientos en I&D del producto |  |            |   | X |   |   |   |                |  |  |  |  |  |
| Requerimientos en I&D del proceso  |  |            |   | X |   |           |   | Requerimientos en I&D del proceso  |  |            |   | X           |   |   |   | Requerimientos en I&D del proceso  |  |            |   | X |   |   |   |                |  |  |  |  |  |

Tabla 44: Evaluación factores de tecnología Rio Tinto

| Rio Tinto                          |  |            |   |   |   | Bingham Canyon |   |                                    |  |            |   | Escondida |   |   |   |                                    |  | Northparkes |   |   |   |   |   | Palabora |  |  |  |  |  |
|------------------------------------|--|------------|---|---|---|----------------|---|------------------------------------|--|------------|---|-----------|---|---|---|------------------------------------|--|-------------|---|---|---|---|---|----------|--|--|--|--|--|
| Factor de Atractividad             |  | Peso       | 1 | 2 | 3 | 4              | 5 | Factor de Atractividad             |  | Peso       | 1 | 2         | 3 | 4 | 5 | Factor de Atractividad             |  | Peso        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |          |  |  |  |  |  |
| <b>Tecnología</b>                  |  | <b>10%</b> |   |   |   |                |   | <b>Tecnología</b>                  |  | <b>10%</b> |   |           |   |   |   | <b>Tecnología</b>                  |  | <b>10%</b>  |   |   |   |   |   |          |  |  |  |  |  |
| Madurez y volatilidad              |  |            |   |   |   | X              |   | Madurez y volatilidad              |  |            |   |           |   | X |   | Madurez y volatilidad              |  |             |   |   |   | X |   |          |  |  |  |  |  |
| Patentes                           |  |            |   |   |   | X              |   | Patentes                           |  |            |   |           |   | X |   | Patentes                           |  |             |   |   |   | X |   |          |  |  |  |  |  |
| Requerimientos en I&D del producto |  |            |   | X |   |                |   | Requerimientos en I&D del producto |  |            |   | X         |   |   |   | Requerimientos en I&D del producto |  |             |   | X |   |   |   |          |  |  |  |  |  |
| Requerimientos en I&D del proceso  |  |            |   | X |   |                |   | Requerimientos en I&D del proceso  |  |            |   | X         |   |   |   | Requerimientos en I&D del proceso  |  |             |   | X |   |   |   |          |  |  |  |  |  |

Tabla 45: Evaluación factores de tecnología Xstrata Copper

| Xstrata Copper                     |  |            |   |   |   | Collahuasi |   |                                    |  |            |   | Antamina |   |   |   |                                    |  | Lomas Bayas |   |   |   |   |   | Alumbraera |  |  |  |  |  |
|------------------------------------|--|------------|---|---|---|------------|---|------------------------------------|--|------------|---|----------|---|---|---|------------------------------------|--|-------------|---|---|---|---|---|------------|--|--|--|--|--|
| Factor de Atractividad             |  | Peso       | 1 | 2 | 3 | 4          | 5 | Factor de Atractividad             |  | Peso       | 1 | 2        | 3 | 4 | 5 | Factor de Atractividad             |  | Peso        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |            |  |  |  |  |  |
| <b>Tecnología</b>                  |  | <b>10%</b> |   |   |   |            |   | <b>Tecnología</b>                  |  | <b>10%</b> |   |          |   |   |   | <b>Tecnología</b>                  |  | <b>10%</b>  |   |   |   |   |   |            |  |  |  |  |  |
| Madurez y volatilidad              |  |            |   |   |   | X          |   | Madurez y volatilidad              |  |            |   |          |   | X |   | Madurez y volatilidad              |  |             |   |   |   | X |   |            |  |  |  |  |  |
| Patentes                           |  |            |   |   |   | X          |   | Patentes                           |  |            |   |          |   | X |   | Patentes                           |  |             |   |   |   | X |   |            |  |  |  |  |  |
| Requerimientos en I&D del producto |  |            |   | X |   |            |   | Requerimientos en I&D del producto |  |            |   | X        |   |   |   | Requerimientos en I&D del producto |  |             |   | X |   |   |   |            |  |  |  |  |  |
| Requerimientos en I&D del proceso  |  |            |   | X |   |            |   | Requerimientos en I&D del proceso  |  |            |   | X        |   |   |   | Requerimientos en I&D del proceso  |  |             |   | X |   |   |   |            |  |  |  |  |  |

## 5 Análisis de Competitividad

El análisis de competitividad corresponde a los aspectos referidos a las fuerzas y debilidades a las que se ve enfrentada una empresa y por consiguiente se observa a los competidores más relevantes. El análisis se centró en el periodo entre los años 2007 y 2011 y se consideraron las cinco principales productoras: Codelco, Freeport McMoran, BHP Billiton, Xstrata y Rio Tinto.

Del capítulo 2 la matriz de ponderaciones para el análisis de competitividad es:

Tabla 46: Ponderación factores de competitividad (Elaboración propia)

| Factores de Competitividad |         |            |     |         |
|----------------------------|---------|------------|-----|---------|
|                            | Mercado | Producción | I&D | Gestión |
| Peso                       | 20%     | 50%        | 10% | 20%     |

La mayor ponderación pertenece a la producción y mercado; subfactores como participación de mercado, costos, tamaño de operaciones, productividad y disponibilidad de materias prima son a mi juicio los más relevantes para el análisis de competitividad como también la gestión interna de las compañías.

### 5.1 Factores de Mercado

Dentro de este grupo, sin duda, el factor más importante es la **participación de mercado**. La cuota de mercado relativa al líder da una idea de que tan competitiva es la faena en el mercado, por cuanto el líder cuenta con ventajas competitivas (principalmente en costos) respecto a las faenas con menor producción.

La siguiente tabla muestra la producción de cobre fino en kt de cada compañía estudiada [27], [43], [44], [45] y [46]:

Tabla 47: Producción cobre fino por compañía en el quinquenio 2007-2011 (Elaboración propia)

|                    | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Codelco (1)        | 1.665 | 1.548 | 1.782 | 1.760 | 1.796 |
| Freeport - McMoran | 1.492 | 1.517 | 1.519 | 1.427 | 1.352 |
| BHP Billiton       | 1.333 | 1.336 | 1.145 | 1.114 | 1.052 |
| Xstrata Copper     | 903   | 874   | 835   | 843   | 889   |
| Rio Tinto          | 744   | 699   | 805   | 678   | 520   |

(1) Incluye 49% participación de El Abra.

Codelco y Freeport McMoran han permanecido como líderes mundiales desde el 2007 en adelante superando las 1.5 Mt de cobre fino por año hasta el 2009. Se observa una baja en la producción de todas las compañías el año 2011 a excepción de Codelco. Notoria es la disminución cercana al 23% de producción de Rio Tinto respecto del 2010 (bajas de producción en Escondida -80 kt y Bingham Canyon -55 kt principalmente), más aún, fue desplazada del quinto lugar el reciente año por Grupo México con 625 ktmf el 2011. Freeport también disminuyó su producción debido principalmente a la caída en Grasberg (-170 kt)

A continuación se analizará compañía por compañía los principales acontecimientos ocurridos y su desempeño en el periodo (fusiones, proyectos concretados, costos directos de producción, etc.):

#### Codelco Chile [43]:

Codelco se ha mantenido como el primer productor de cobre (desde su fundación el año 1976) y el segundo de molibdeno a nivel mundial (después de Freeport McMoran). Sin embargo, las continuas fusiones de empresas mineras del ámbito privado la han hecho perder posición especialmente frente a su principal competidor Freeport.

Desde la década de los 90', se ha mantenido la estrategia de reducir costos de producción a pesar de la continua disminución de las leyes de sus yacimientos. El 2009 el *cash cost* directo (C1) fue 92,9 cUS\$/lb, el 2010 y 2011 el *cash cost* directo fue respectivamente 104,4 y 116,4 cUS\$/lb lo que la ubica entre el primer y segundo cuartil de costos de la industria.

En Codelco se impulsó, a principio de los años noventa, el diseño de una estrategia de desarrollo que se orientó hacia la consolidación y expansión productiva apoyada en proyectos de inversión de alta rentabilidad, alianzas y asociaciones con otras empresas de la industria para la exploración y el desarrollo de nuevos proyectos mineros. Se instalaron las bases para la colaboración con otros productores en la promoción e investigación de nuevos usos del cobre. Hasta hace 10 años la división Codelco Norte con sus minas Chuquicamata, Radomiro Tomic y Mina Sur fue la operación más productiva del país, sin embargo, a partir del 2003 fue superada por Escondida.

Dentro de los grandes hitos ocurridos en el periodo 2007-2011, se encuentran [36]:

- La puesta en marcha del proyecto *Gaby S.A.* con una inversión de 967 MUS\$ constituyéndose como una filial de Codelco el año 2007, alcanzando el año 2011 una producción cercana a las 118 kt de cobre fino, utilizando en el área mina camiones autónomos para el transporte del material.
- El proyecto *Sulfuros RT fase I* con una inversión de 370 MUS\$ consiste en un sistema que permite chancar y transportar 100 ktpd de mineral sulfurado desde la mina Radomiro Tomic hasta las concentradoras existentes en Chuquicamata, ubicadas a más de 8 km de distancia.
- *Andina Fase I*, con una inversión de 1.080 MUS\$ el propósito del proyecto fue materializar una ampliación de la capacidad de tratamiento mina-planta de la división, desde 72 ktpd a 94 ktpd de mineral con una ley media de 0,85%, mediante una transformación completa de la mina a rajo abierto y una nueva línea de chancado-molienda unitaria en la concentradora subterránea, todo esto, con el objeto de evitar la caída de la producción de cobre fino producto de la disminución paulatina de las leyes del yacimiento.
- La ejecución del proyecto *Pilar Norte* en la mina El Teniente con una inversión de 140 MUS\$, es el sector con la ley media más alta de la mina del orden de 1,3% y es operado por equipos telecomandados desde Rancagua que se encuentra a más de 50 km de distancia.

Los principales proyectos por materializa en el futuro son [36], [47]:

- **Mina Ministro Hales**, con una inversión cercana a los 2.430 MUS\$, desde el año 2011 pertenece a la nueva división de Codelco Ministro Hales, se trata de la explotación a rajo abierto del yacimiento del mismo nombre que contiene de manera particular mineralización de cobre y plata, la que es acompañada de altos contenidos de arsénico como impureza y se ubica a una profundidad media de 165 m lo que exige un prestripping de 240 Mt. En mayo 2011 se dio inicio al prestripping y el comienzo de producción el segundo semestre del 2013 llegando a las 160 kt cobre fino anual.
- **Minera Gaby S.A.** el proyecto de lixiviación secundaria de ripios se construirá durante el 2012 para que comience su operación el 2013 con un aporte adicional de 50 kt cobre fino anual.
- **Sulfuros RT Fase II**, con una inversión pre-producción de 4.482 MUS\$ proyecta explotar los sulfuros bajo el manto de óxidos en la mina Radomiro Tomic desde el año 2016. Se estima una producción de 345 kt cobre fino anual adicional.
- El proyecto **Mina Chuquicamata Subterránea** con una inversión estimada de ejecución de 3.830 MUS\$ dará continuidad operacional al actual rajo y proyecta una producción a régimen de 140 ktpd mediante Block Caving con variante de Macro Bloques lo que implicaría 343 kt cobre fino anual. Se espera la puesta en marcha para el segundo semestre del 2018.
- Se espera que la materialización del proyecto de expansión **Nueva Andina Fase II** con una inversión de ejecución del orden de 6.270 MUS\$, lleve a esta división a ser la primera en producción de Codelco. El propósito es aumentar la producción mediante una expansión del rajo y concentradora para procesar desde las 94 ktpd a 244 ktpd de mineral, lo que significaría una producción anual de 640 kt de cobre contenido en concentrado, esto potencialmente la situará como la segunda faena de cobre más productiva en el mundo. Su puesta en marcha se estima para el año 2019.
- El cuarto proyecto estructural de Codelco es el **Nuevo Nivel Mina** con una inversión de 3.200 MUS\$ en la división El Teniente, que nace de la necesidad de dar continuidad productiva a la división, por cuanto las reservas ubicadas sobre el nivel de transporte principal Teniente 8 se encuentran en paulatino agotamiento. Se proyecta una producción a régimen de 137 ktpd con opción de crecimiento a 180 ktpd, lo que haría llegar a una producción cercana a las 415 kt de cobre fino al año. Su puesta en marcha se estima para el segundo semestre del 2018.
- El proyecto **Rajo Sur** en División El Teniente actualmente en construcción permitirá procesar 15 ktpd de mineral desde fines del 2012 (cerca de 50 ktmf de cobre anual adicional).

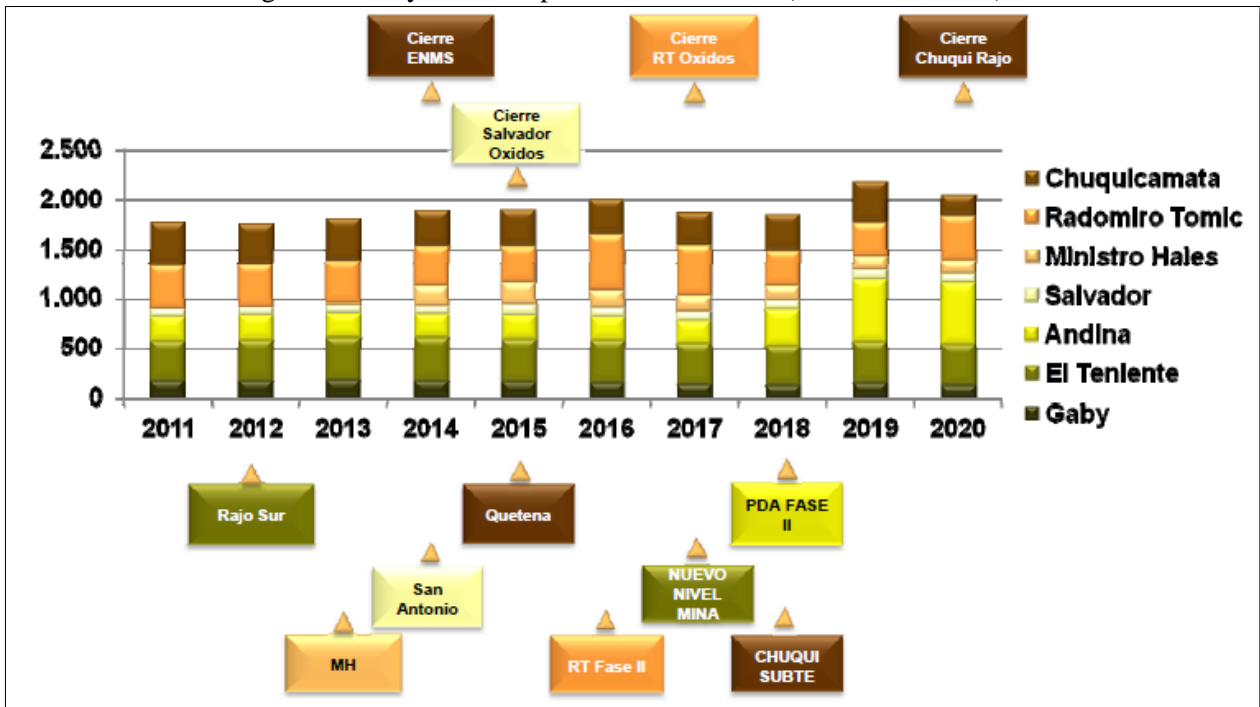
La siguiente figura resume a escala temporal los proyectos estructurales en estudio [48]:

Figura 31: Proyectos en desarrollo Codelco (Codelco, 2011)

|                                                    | MH                                 | RT Sulphides Phase II                         | El Teniente New Mine Level             | Chuquicamata Underground                               | Andina Phase II                                 |
|----------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>Description</b>                                 | Open pit, concentrator and roaster | Open pit, concentrator and desalination plant | New level of extraction at El Teniente | Underground mine at Chuquicamata                       | Increase in capacity from 94,000 to 244,000 tpd |
| <b>Start-Up Date:</b>                              | 2013                               | 2016                                          | 2018                                   | 2018                                                   | 2020                                            |
| <b>Capacity* (tonnes of copper / year)</b>         | 170,000<br>–                       | 345,000<br>(305,000)                          | 415,000<br>(410,000)                   | 343,000<br>(395,000)                                   | 306,400<br>250,000                              |
| <b>Pre-Production Investment ** (US\$ million)</b> | 2,514                              | 4,482                                         | 3,095                                  | 3,735                                                  | 6,441                                           |
| <b>Status</b>                                      | In execution                       | In feasibility                                | In execution                           | In feasibility.<br>Early construction first activities | In feasibility                                  |

La siguiente figura muestra la producción real al 2011 y la esperada hasta el año 2020 en ktmf, además se muestran los principales proyectos de la corporación [36]:

Figura 32: Proyección de producción Codelco (Hernández, 2012)







### BHP Billiton [44]:

BHP Billiton nace en marzo del 2001 con la fusión de la Australiana BHP y la Anglo Billiton, es en la actualidad la compañía minera diversificada más grande del mundo, de hecho, al 2011 tenía un valor de mercado de 174 BUS\$. Entre sus negocios esta la extracción de aluminio, metales base (cobre, uranio, plomo y zinc), hierro, diamantes, manganeso, nickel, carbón, y petróleo. El *cash cost* directo C1 para el año 2011 [42] fue 127,6 cUS\$/lb para Escondida, 158,5 cUS\$/lb para Spence y 138,2 cUS\$/lb Olympic Dam.

Sus operaciones de extracción de cobre se concentran en Chile (Escondida 57,5% de la propiedad, Spence, Cerro Colorado), Perú (Antamina 33,75%), Australia (Olympic Dam) y EEUU (Pinto Valley). Destaca entre todas Escondida como la mina de cobre más grande del mundo en producción, la que el año 2011 tuvo una producción de 818 kt de cobre fino, es decir, por si sola produce alrededor del 7% del cobre fino mundial por año.

Entre sus principales proyectos concluidos esta la *Fase IV* de Escondida el año 2005, Escondida Norte y la biolixiviación de sulfuros de baja ley en el mismo yacimiento. También el desarrollo del proyecto *Spence* en Sierra Gorda, con una inversión cercana a los 1.000 MUS\$ el que comenzó sus operaciones en diciembre del 2006 cuyo producto principal son cátodos de cobre de alta pureza con una producción de 181 kt de cobre fino el 2011.

Entre sus proyectos futuros destaca [49] **Escondida Fase V y VI** con una inversión total de 6.800 MUS\$, que consisten en la explotación de nuevas fases del rajo y en construcción de una tercera planta concentradora con una capacidad nominal de procesamiento de 160 ktpd y una planta desalinizadora para producir 1,4 Mt de cobre fino a final de la década. Un muy importante hallazgo se produjo el 2007 en el distrito, se trata del yacimiento “Pampa Escondida”, pórfido cuprífero con 1.000 Mt de reservas a una ley entre 0,6 y 1,0 %. El proyecto [50] de **Expansión de Spence** con una inversión de 200 MUS\$ permitirá aumentar la producción anual de cobre fino desde las 160 kt a 200 kt.

En Australia [51], el proyecto de **Expansión Olympic Dam** (la mayor mina de uranio del mundo) se encuentra en etapa de factibilidad con una inversión estimada en 20 BUS\$ y consiste en la puesta en marcha de un nuevo rajo simultáneo a la mina subterránea, de una nueva concentradora, planta hidrometalúrgica y planta desalinizadora que elevaría la producción desde las actuales 190 kt a 750 kt de cobre fino por año, sin embargo, se revisará su ejecución dado el elevado costo del proyecto.

### Xstrata Copper [45]:

La Suiza Xstrata tiene sus oficinas de Xstrata Copper en Australia, es la cuarta productora mundial del metal rojo, llegando a las 889 kt de cobre fino el 2011, un *cash cost* de 89,4 cUS\$/lb el 2010 y 96,4 cUS\$/lb el 2011. Tiene operaciones en 8 países (Argentina, Australia, Canadá, Chile, EEUU, Filipinas, Papua Nueva Guinea y Perú). Es además, una de las mayores fundidoras y refinadoras de cobre en el mundo. Destaca su 44% de participación en la explotación de Collahuasi y el 33,75% de Antamina en Perú. Collahuasi es actualmente la tercera mayor mina de cobre en el mundo (después de Escondida y Radomiro Tomic) con una producción de 453 kt de cobre fino el año 2011 y un *cash cost* directo de 89,4 cUS\$/lb el 2010 y de 96,4 cUS\$/lb el 2011.

Entre sus proyectos concluidos se encuentran *Tampakan* en las Filipinas, *Frieda River* en Papúa Nueva Guinea, *Las Bambas* en Perú, *El Pachón* en Argentina y la *expansión de Lomas Bayas* desde las 60 kt hasta las 75 kt de cobre fino el 2009.

Para el 2015 se proyecta ampliar la producción de cobre llegando hasta las 1,5 Mt. Ello se lograría en gran parte por el proyecto de **Expansión Fase II en Collahuasi** con una inversión de 750 MUS\$ que elevaría su capacidad de procesamiento desde las 140 hasta las 170 ktpd de mineral, para llegar a las 600 kt de cobre fino anual desde el año 2012. Pero la gran expansión con una inversión total de 6.500 MUS\$ (ambas fases) será la **Fase III Collahuasi** para llegar al millón de toneladas de cobre fino anual el 2017. Para el segundo semestre del 2012 se espera entre en producción el proyecto **Antapaccay** en Cusco y contará con una producción promedio de 140 kt de cobre fino anual. El 2009 se comenzaron a ejecutar las labores para la conversión a **Mina Subterránea Ernest Henry** en Queensland, Australia la que prolongará la explotación de cobre hasta el 2024 con una producción de 50 kt de cobre fino al año, además de oro y magnetita como subproductos. En estudio de factibilidad se encuentra el proyecto para explotar la mina subterránea **Enterprise** en Mount Isa de forma masiva. Se está desarrollando el estudio de factibilidad para **Aumentar la Capacidad de Procesamiento en Antamina** hasta las 130 ktpd de mineral con una inversión de 1.290 MUS\$. Se encuentra aprobada una inversión de 15 MUS\$ en **Alumbraera para Aumentar la Eficiencia Metalúrgica** en la concentradora.

#### Río Tinto [46]:

Esta compañía inglesa hasta el 2010 era la quinta productora mundial de cobre, llegó a las 678 kt de producción dicho año, sin embargo, el 2011 descendió dos puestos y se ubicó en la séptima posición detrás de Grupo México y Anglo American. Es una empresa diversificada que explota y comercializa aluminio, cobre, oro, plata, molibdeno, nickel, diamantes, hierro, uranio y carbón en sus operaciones en más de 50 países alrededor del mundo. Entre sus operaciones destaca Kennecott Utah Copper que opera la mina a rajo abierto Bingham Canyon que el año 2011 tuvo una producción de 195 kt de cobre fino y en la cual recientes exploraciones han identificado un nuevo pórfido de cobre-molibdeno-oro cercano al actual rajo lo que alargaría la vida del yacimiento hasta el 2032. Posee el 57,7% de participación en la mina Palabora en Sudáfrica explotada mediante block caving la que el año 2011 produjo 69 kt de cobre fino. También destaca el 30% de participación en la mina Escondida y el 40% (sobre cierta cantidad de producción hasta el 2021) en Grasberg cuyas características y proyectos futuros fueron señalados en párrafos anteriores.

Entre sus principales proyectos por desarrollar se encuentra el yacimiento de cobre-oro de clase mundial llamado **Oyu Tolgoi** en Mongolia. El yacimiento tiene un potencial de producción de 450 kt de cobre fino al año con una significativa cantidad de oro como subproducto. En Arizona EEUU, en etapa de prefactibilidad se encuentra el proyecto **Resolution Copper**, se estima que esta mina posee los recursos más grandes de cobre en Norteamérica con 1.624 Mt de mineral con leyes sobre el 1,4% de cobre y 0,04% de molibdeno y una potencial capacidad de producción de 600 kt de cobre fino por año, sin embargo, es el yacimiento más profundo en el mundo a más de 1.500 m.

En cuanto a la **participación por yacimiento**, Codelco se caracteriza por poseer el 100% en todas sus operaciones a excepción del 49% que tiene en El abra. Las otras compañías tienen

participaciones variables, esto se da cuando son fuertemente diversificadas. El siguiente cuadro resume la participación de cada compañía por faena para el 2011 [27], [43], [44], [45] y [46]:

Tabla 48: Producción por operación año 2011 (Elaboración propia)

| Producción por faena 2011  |               |                    |                |
|----------------------------|---------------|--------------------|----------------|
|                            | Participación | Producción Cu (Kt) | % c/r al Líder |
| <b>Codelco</b>             |               |                    |                |
| Chuquicamata               | 100%          | 443                | 54%            |
| Radomiro Tomic             | 100%          | 470                | 57%            |
| Gaby                       | 100%          | 118                | 14%            |
| Salvador                   | 100%          | 69                 | 8%             |
| Andina                     | 100%          | 234                | 29%            |
| Teniente                   | 100%          | 400                | 49%            |
| El Abra                    | 49%           | 123                | 15%            |
| <b>Freeport-McMoran</b>    |               |                    |                |
| Grasberg                   | 90,64%        | 384                | 47%            |
| Cerro Verde                | 53,56%        | 293                | 36%            |
| Candelaria/Ojos del Salado | 80%           | 175                | 21%            |
| El Abra                    | 51%           | 124                | 15%            |
| Morenci                    | 85%           | 279                | 34%            |
| Bagdad                     | 100%          | 88                 | 11%            |
| Safford                    | 100%          | 68                 | 8%             |
| Sierrita                   | 100%          | 80                 | 10%            |
| Tyrone                     | 100%          | 34                 | 4%             |
| Chino                      | 100%          | 31                 | 4%             |
| Miami                      | 100%          | 30                 | 4%             |
| Tenke Fungurume            | 57,75%        | 127                | 16%            |
| <b>BHP Billiton</b>        |               |                    |                |
| Escondida                  | 57,50%        | 818                | 100%           |
| Spence                     | 100%          | 181                | 22%            |
| Cerro Colorado             | 100%          | 94                 | 11%            |
| Antamina                   | 33,75%        | 334                | 41%            |
| Olympic Dam                | 100%          | 194                | 24%            |
| <b>Xstrata Copper</b>      |               |                    |                |
| Collahuasi                 | 44%           | 453                | 55%            |
| Lomas Bayas                | 100%          | 73                 | 9%             |
| Antamina                   | 33,75%        | 334                | 41%            |
| Tintaya                    | 100%          | 95                 | 12%            |
| Alumbraera                 | 100%          | 117                | 14%            |
| Ernest Henry               | 100%          | 100                | 12%            |
| Mount Isa                  | 100%          | 149                | 18%            |
| <b>Rio Tinto</b>           |               |                    |                |
| Escondida                  | 30%           | 818                | 100%           |
| Grasberg (*)               | 40%           | 42                 | 5%             |
| Bingham Canyon             | 100%          | 195                | 24%            |
| Northparkes                | 80%           | 50                 | 6%             |
| Palabora                   | 57,70%        | 69                 | 8%             |

(\*) Posee el 40% de las expansiones de la mina desde 1998 hasta 2021

Se observa que Rio Tinto es propietaria en un 100% de una sola faena y en todas las demás posee una participación parcial, aunque se concentra en mega operaciones de cobre y como se ha dicho es una compañía altamente diversificada junto a BHP. Contrariamente Freeport tiene múltiples operaciones de menor escala pero con participaciones significativas. Codelco es dueña de todos sus yacimientos a excepción del 49% en El Abra y en algún sentido Xstrata intenta ser dueña de sus activos con una alta participación en ellos.

En la industria del cobre es difícil encontrar ventajas competitivas externas que le den superioridad al producto de algunas compañías por sobre las demás, esto conlleva a que las inversiones en **comercialización y gestión de venta** no tengan mucha relevancia. Codelco se destaca por el importante despliegue en lo que se refiere a comercialización y gestión de ventas, esta empresa dispone de una amplia red de vendedores en los principales países consumidores.

El resultado de la evaluación de los factores de mercado:

Tabla 49: Evaluación factores de mercado Codelco

| CODELCO                  |            | Chuquicamata |   |   |   |   | Radomiro Tomic |   |   |   |   | Gaby |      |   |   |   |   |   |
|--------------------------|------------|--------------|---|---|---|---|----------------|---|---|---|---|------|------|---|---|---|---|---|
| Factor de Competitividad | Peso       | 1            | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso           | 1 | 2 | 3 | 4 | 5    | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Mercado</b>           | <b>20%</b> |              |   |   |   |   |                |   |   |   |   |      |      |   |   |   |   |   |
| Participación de Mercado |            |              |   |   | X |   |                |   |   | X |   |      |      |   |   | X |   |   |
| Gestión de Venta         |            |              |   | X |   |   |                |   | X |   |   |      |      |   |   | X |   |   |
| Competitividad en Precio |            |              |   | X |   |   |                |   |   | X |   |      |      |   |   | X |   |   |
| Cualidades distintivas   |            |              |   | X |   |   |                |   | X |   |   |      |      |   |   | X |   |   |
| Notoriedad Imagen        |            |              |   | X |   |   |                |   | X |   |   |      |      |   |   | X |   |   |

| CODELCO                  |            | Salvador |   |   |   |   | Andina |   |   |   |   | El Teniente |      |   |   |   |   |   |
|--------------------------|------------|----------|---|---|---|---|--------|---|---|---|---|-------------|------|---|---|---|---|---|
| Factor de Competitividad | Peso       | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5           | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Mercado</b>           | <b>20%</b> |          |   |   |   |   |        |   |   |   |   |             |      |   |   |   |   |   |
| Participación de Mercado |            | X        |   |   |   |   |        |   |   | X |   |             |      |   |   |   | X |   |
| Gestión de Venta         |            |          |   | X |   |   |        |   | X |   |   |             |      |   |   | X |   |   |
| Competitividad en Precio |            |          |   | X |   |   |        |   | X |   |   |             |      |   |   | X |   |   |
| Cualidades distintivas   |            |          |   | X |   |   |        |   | X |   |   |             |      |   |   | X |   |   |
| Notoriedad Imagen        |            |          |   | X |   |   |        |   | X |   |   |             |      |   |   | X |   |   |

Tabla 50: Evaluación factores de mercado Freeport-McMoran

| Freeport - McMoran       |            | Grasberg |   |   |   |   | Cerro Verde |   |   |   |   | Morenci |      |   |   |   | Candelaria |   |      |   |   |   |   |   |
|--------------------------|------------|----------|---|---|---|---|-------------|---|---|---|---|---------|------|---|---|---|------------|---|------|---|---|---|---|---|
| Factor de Competitividad | Peso       | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5       | Peso | 1 | 2 | 3 | 4          | 5 | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Mercado</b>           | <b>20%</b> |          |   |   |   | X |             |   |   | X |   |         |      |   |   | X |            |   |      |   |   | X |   |   |
| Participación de Mercado |            |          |   |   |   | X |             |   | X |   |   |         |      |   |   | X |            |   |      |   |   | X |   |   |
| Gestión de Venta         |            |          |   | X |   |   |             |   | X |   |   |         |      |   |   | X |            |   |      |   |   | X |   |   |
| Competitividad en Precio |            |          |   | X |   |   |             |   | X |   |   |         |      |   |   | X |            |   |      |   |   | X |   |   |
| Cualidades distintivas   |            |          |   | X |   |   |             |   | X |   |   |         |      |   |   | X |            |   |      |   |   | X |   |   |
| Notoriedad Imagen        |            |          |   | X |   |   |             |   | X |   |   |         |      |   |   | X |            |   |      |   |   | X |   |   |

Tabla 51: Evaluación factores de mercado BHP Billiton

| BHP Billiton             |            | Escondida |   |   |   |   | Olympic Dam |   |   |   |   | Spence |      |   |   |   | Cerro Colorado |   |      |   |   |   |   |   |
|--------------------------|------------|-----------|---|---|---|---|-------------|---|---|---|---|--------|------|---|---|---|----------------|---|------|---|---|---|---|---|
| Factor de Competitividad | Peso       | 1         | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5      | Peso | 1 | 2 | 3 | 4              | 5 | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Mercado</b>           | <b>20%</b> |           |   |   |   | X |             |   |   |   |   |        |      |   |   |   |                |   |      |   |   |   |   |   |
| Participación de Mercado |            |           |   |   |   | X |             |   | X |   |   |        |      |   |   | X |                |   |      |   |   | X |   |   |
| Gestión de Venta         |            |           |   | X |   |   |             |   | X |   |   |        |      |   |   | X |                |   |      |   |   | X |   |   |
| Competitividad en Precio |            |           |   | X |   |   |             |   | X |   |   |        |      |   |   | X |                |   |      |   |   | X |   |   |
| Cualidades distintivas   |            |           |   | X |   |   |             |   | X |   |   |        |      |   |   | X |                |   |      |   |   | X |   |   |
| Notoriedad Imagen        |            |           |   | X |   |   |             |   | X |   |   |        |      |   |   | X |                |   |      |   |   | X |   |   |

Tabla 52: Evaluación factores de mercado Rio Tinto

| Rio Tinto                |                | Bingham Canyon |   |   |   |   | Escondida |   |   |   |   | Northparkes |      |   |   |   | Palabora |   |      |   |   |   |   |   |
|--------------------------|----------------|----------------|---|---|---|---|-----------|---|---|---|---|-------------|------|---|---|---|----------|---|------|---|---|---|---|---|
| Factor de Competitividad | Peso           | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso      | 1 | 2 | 3 | 4 | 5           | Peso | 1 | 2 | 3 | 4        | 5 | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|                          | <b>Mercado</b> | <b>20%</b>     |   |   |   |   |           |   |   |   |   |             |      |   |   |   |          |   |      |   |   |   |   |   |
| Participación de Mercado |                |                |   | X |   |   |           |   |   |   | X |             |      |   |   |   |          |   |      |   | X |   |   |   |
| Gestión de Venta         |                |                |   | X |   |   |           |   |   | X |   |             |      |   |   |   |          |   |      |   |   | X |   |   |
| Competitividad en Precio |                |                |   | X |   |   |           |   |   | X |   |             |      |   |   | X |          |   |      |   |   | X |   |   |
| Cualidades distintivas   |                |                |   | X |   |   |           |   |   | X |   |             |      |   |   | X |          |   |      |   |   | X |   |   |
| Notoriedad Imagen        |                |                |   | X |   |   |           |   |   | X |   |             |      |   |   | X |          |   |      |   |   | X |   |   |

Tabla 53: Evaluación factores de mercado Xstrata Copper

| Xstrata Copper           |                | Collahuasi |   |   |   |   | Antamina |   |   |   |   | Lomas Bayas |      |   |   |   | Alumbraera |   |      |   |   |   |   |   |
|--------------------------|----------------|------------|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|-------------|------|---|---|---|------------|---|------|---|---|---|---|---|
| Factor de Competitividad | Peso           | 1          | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5           | Peso | 1 | 2 | 3 | 4          | 5 | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|                          | <b>Mercado</b> | <b>20%</b> |   |   |   |   |          |   |   |   |   |             |      |   |   |   |            |   |      |   |   |   |   |   |
| Participación de Mercado |                |            |   |   | X |   |          |   |   | X |   |             |      |   | X |   |            |   |      |   |   | X |   |   |
| Gestión de Venta         |                |            |   | X |   |   |          |   |   | X |   |             |      |   |   | X |            |   |      |   |   | X |   |   |
| Competitividad en Precio |                |            |   | X |   |   |          |   |   | X |   |             |      |   |   | X |            |   |      |   |   | X |   |   |
| Cualidades distintivas   |                |            |   | X |   |   |          |   |   | X |   |             |      |   |   | X |            |   |      |   |   | X |   |   |
| Notoriedad Imagen        |                |            |   | X |   |   |          |   |   | X |   |             |      |   |   | X |            |   |      |   |   | X |   |   |

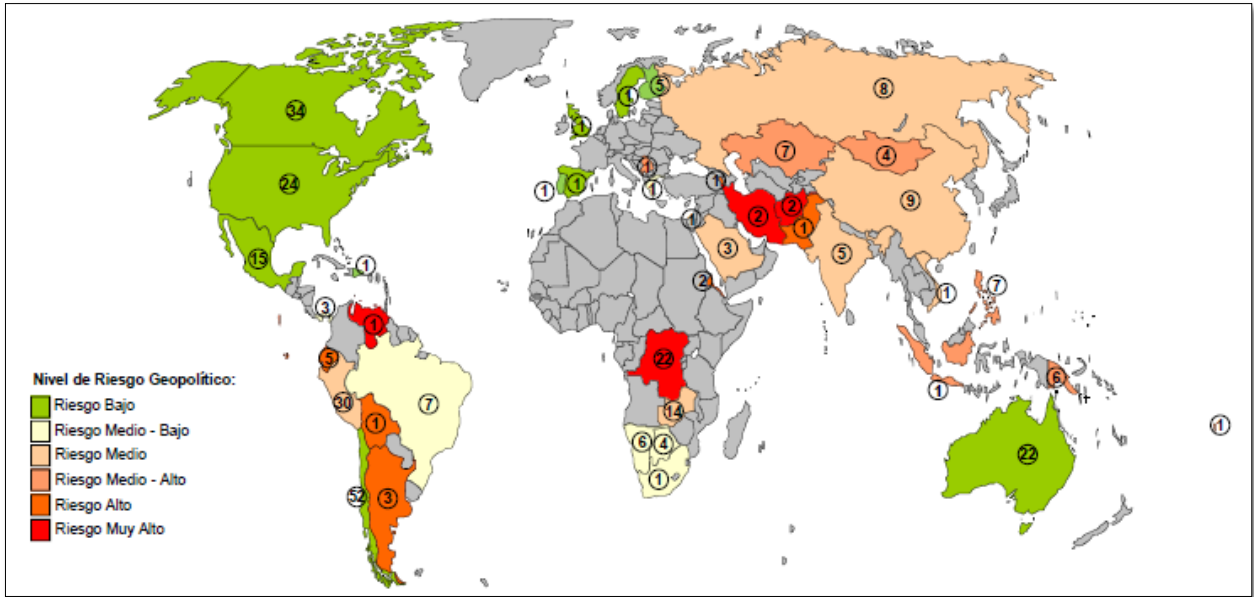
## 5.2 Factores de Producción

Como se indicó en párrafos anteriores, el indicador del desempeño de las distintas faenas aceptado internacionalmente es el *cash cost* directo que incluye gastos de extracción, molienda, fusión, refinación de cobre, transporte, ventas, gastos generales y de administración pero no incluye los gastos financieros, depreciación ni impuestos pero si acreditando el ingreso neto por subproductos. Es por esto, que en periodos en que los precios de los subproductos de la minería del cobre (oro, plata, molibdeno, etc.) están en niveles altos como lo fue el periodo 2005-2008 el *cash cost* directo de las operaciones fue relativamente bajo y por ende, se crean ventajas competitivas respecto de las faenas que no poseen subproductos, sin embargo, el año 2009 el precio de los subproductos (excepto el oro) cayeron abruptamente por efecto de la crisis mundial.

Junto con esto, las faenas han tenido que hacer frente a desafíos propios de la minería como son, entre otros, la profundización de la explotación subterránea y cielo abierto, aumento relación E/M en los rajos y la baja de leyes. Esto ha impulsado que las compañías internacionales pongan atención en yacimientos remotos en países poco estables pero de muy buenas leyes y con potencial bajo costo de producción (República democrática del Congo, Pakistán, Papúa Nueva Guinea, etc.).

La siguiente figura es un esquema global de la ubicación de los nuevos proyectos mineros de cobre y el riesgo geopolítico por país [36]:

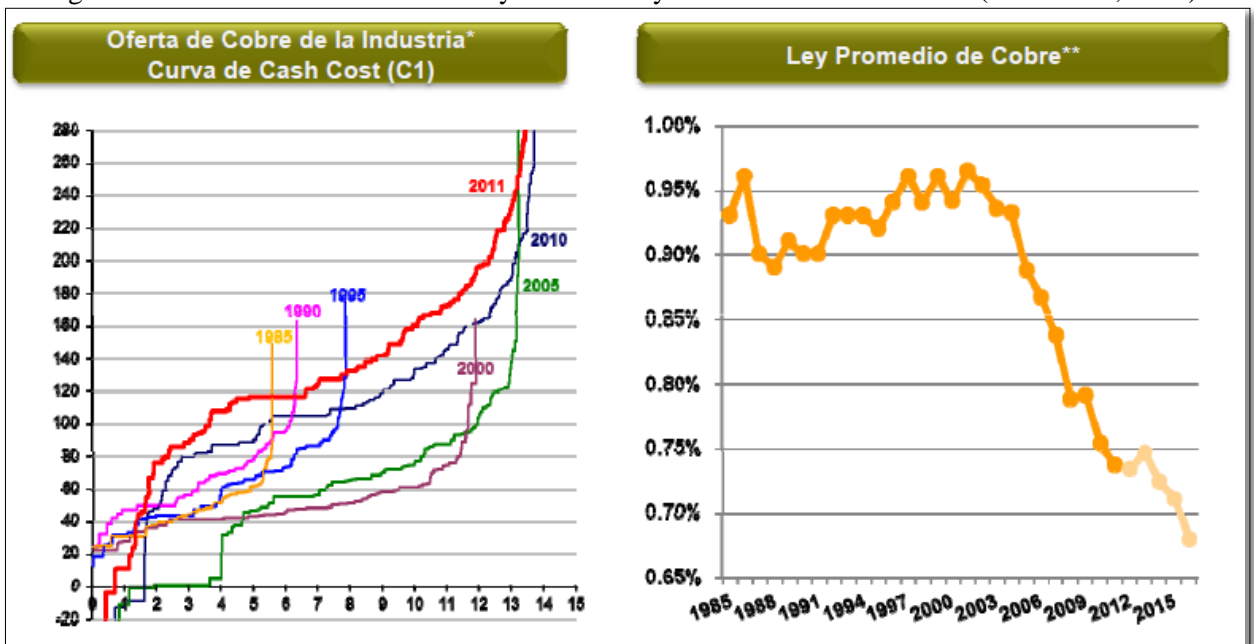
Figura 34: Presencia de nuevos proyectos en distritos riesgosos (Hernández, 2012)



Más del 44% de los nuevos proyectos de la industria están ubicados en países de riesgo medio a riesgo muy alto. Esto representaría cerca del 56% de la producción del año 2020.

La siguiente figura [36] muestra como se han encarecido los costos directos de producción desde 1985 al 2011, motivado fundamentalmente por la paulatina y constante disminución de leyes de cobre promedio de los yacimientos. Entre los años 1998 y 2004 la media era de 0,95% y desde esa fecha a la actualidad la media alcanza un valor de 0,75% y se espera para el 2016 que sea inferior a 0,7%:

Figura 35: Tendencia decreciente de leyes de cobre y su efecto en el Cash Cost (Hernández, 2012)



La siguiente tabla muestra el *cash cost* directo de las faenas en estudio [52]:

Tabla 54: *Cash cost* directo por operación años 2009 y 2011 (Elaboración propia)

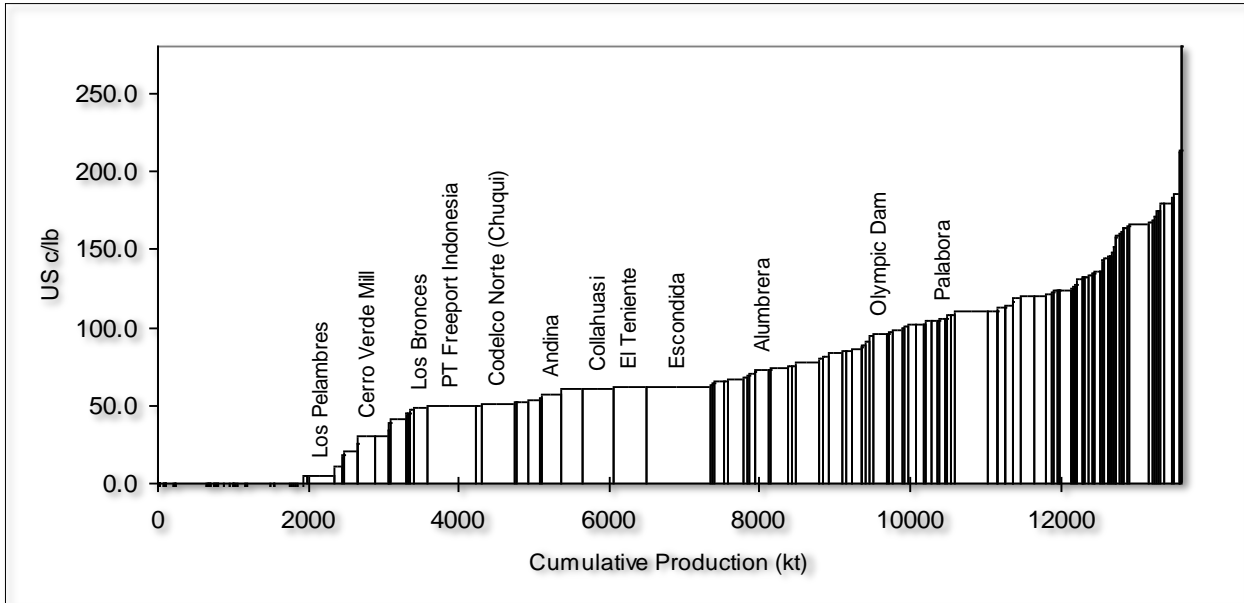
| Compañía       | Faena                      | Cash-Cost 2009<br>cUS\$/lb | Cash-Cost 2011<br>cUS\$/lb |
|----------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| CODELCO        | Chuquicamata               | 93,2                       | 110,8                      |
|                | Radomiro Tomic             |                            | 100,3                      |
|                | Gaby                       | 93,3                       | 163,5                      |
|                | Salvador                   | 136,7                      | 175,2                      |
|                | Andina                     | 84,9                       | 127,9                      |
|                | El Teniente                | 83,3                       | 92,4                       |
| FREEPORT       | Grasberg                   | 7,4                        | 11,0                       |
|                | Cerro Verde                | 92,1                       | 80,2                       |
|                | Candelaria/Ojos del Salado | 133,4                      | 160,6                      |
|                | El Abra                    | 143,1                      | 218,5                      |
|                | Sierrita                   | 87,1                       | 82,3                       |
|                | Morenci                    | 145,0                      | 167,0                      |
|                | Tenke Fungurume            | 129,4                      | 113,6                      |
| BHP BILLITON   | Escondida                  | 83,1                       | 127,6                      |
|                | Spence                     | 62,8                       | 158,5                      |
|                | Olympic Dam                | 149,1                      | 138,2                      |
|                | Antamina                   | 31,5                       | -8,2                       |
|                | Cerro Colorado             | 138,7                      | 219,2                      |
| XSTRATA COPPER | Collahuasi                 | 100,3                      | 116,7                      |
|                | Lomas Bayas                | 137,4                      | 196,6                      |
|                | Tintaya                    | 104,1                      | 172,4                      |
|                | Ernest Henry               | 130,8                      | 23,6                       |
|                | Mount Isa                  | 120,4                      | 168,2                      |
|                | Alumbraera                 | 84,7                       | 96,3                       |
| RIO TINTO      | Bingham Canyon             | -5,5                       | -48,9                      |
|                | Northparkes                | 119,3                      | 10,1                       |
|                | Palabora                   | 119,1                      | 185,8                      |

En Codelco se destaca el bajo costo de la división El Teniente, por cuanto es una operación 100% subterránea en teoría con costos unitarios mayores a una explotación a cielo abierto. Por el contrario la división El Salvador registra los costos más elevados por el agotamiento de sus reservas y las bajas leyes del mineral. En general se observa un aumento de los costos respecto del 2009 debido entre otras cosas a que la crisis mundial hizo bajar en un 62% el precio del molibdeno y de otros subproductos relevantes, de la disminución de la ley de cobre mina, pero también se debe al aumento de costos en energía y aceros.

La curva de oferta del cobre mina para el año 2011 se muestra a continuación, además se señalan algunas operaciones relevantes [52]:



Figura 36: Curva de oferta cobre mina 2011 (Brook Hunt, 2012)



En el contexto mundial [53], el molibdeno es obtenido por una parte mediante minas primarias que producen alrededor del 52% de la producción mundial y como subproducto de la minería del cobre con cerca del 48% para el año 2010. El año 2010 China aumentó su producción mina llegando a una participación del 38,7% de la producción mundial, seguido por EEUU (24,2%) y Chile (15,4%). En Chile se obtiene exclusivamente como subproducto de la minería del cobre y el 2011 alcanzó una producción de 41 kt de óxidos de molibdeno, el principal productor en el país es Codelco con una producción de 23,1 kt el 2011. También lo producen en cantidades importantes Collahuasi y Pelambres, esta última del grupo Antofagasta Minerals plc.

La producción de molibdeno por faena el año 2011 se resume en la siguiente tabla [27], [45], [46] y [54]:

Tabla 55: Producción molibdeno 2011 (Elaboración propia)

| Faena          | Compañía                      | País  | Producción Molibdeno 2011 ton |
|----------------|-------------------------------|-------|-------------------------------|
| Chuquicamata   | Codelco                       | Chile | 11.314                        |
| Radomiro Tomic | Codelco                       | Chile | 1.573                         |
| El Salvador    | Codelco                       | Chile | 1.024                         |
| Andina         | Codelco                       | Chile | 3.174                         |
| El Teniente    | Codelco                       | Chile | 6.012                         |
| Los Pelambres  | Antofagasta Minerals          | Chile | 9.880                         |
| Collahuasi     | Xstrata Copper/Anglo American | Chile | 6.659                         |
| Los Bronces    | Anglo American                | Chile | 949                           |
| Henderson      | Freeport-McMoran              | EEUU  | 17.237                        |
| Sierrita       | Freeport-McMoran              | EEUU  | 10.433                        |
| Bagdad         | Freeport-McMoran              | EEUU  | 4.536                         |
| Bingham Canyon | Rio Tinto                     | EEUU  | 13.600                        |
| Cerro Verde    | Freeport-McMoran              | Perú  | 4.536                         |
| Antamina       | BHP Billiton/Xstrata Copper   | Perú  | 4.281                         |

En Freeport, la alta producción de molibdeno como subproducto en Bingham Canyon y Sierrita es la gran responsable de su bajo *cash cost*, en el caso de Grasberg, cabe señalar que su principal subproducto es el oro y como ya se mencionó, es la más grande mina productora de oro a nivel mundial seguida de Yanacocha en Cajamarca, Perú con 1,3 Moz el 2011. Destaca Cerro Verde, un yacimiento de categoría mundial, con una producción de cobre del orden de las 300 kt finas anuales, con un *cash cost* de 92,1 cUS\$/lb (bajo considerando su baja producción de molibdeno) y según se estima con una vida productiva remanente de más de 60 años.

BHP Billiton tiene yacimientos que gozan de una alta calidad, por ello logran producir a bajo costo a pesar de su escaso crédito por subproductos, sin embargo, la sostenida baja de la ley de cobre y profundización del rajo en su principal activo Escondida amenaza con aumentar el *cash cost* como ocurrió en el quinquenio en estudio.

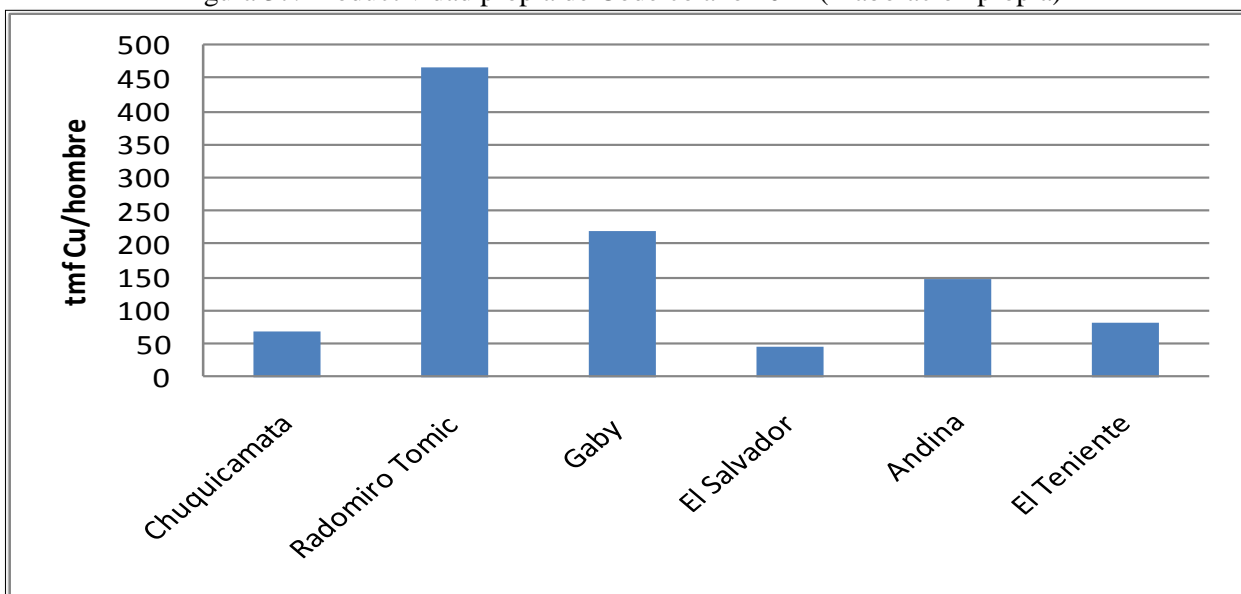
En general, Xstrata y Rio Tinto producen a un alto costo (a excepción de Alumbreira y Bingham Canyon respectivamente). La baja ley media de los yacimientos de Rio Tinto, Northparkes (0,47%) y Palabora (0,6% Cu) y su nulo crédito por subproductos son en parte responsables del alto costo directo de producción.

La **productividad** es otro importante factor de producción que dice relación entre la producción de cobre en un periodo y la dotación existente en ese mismo periodo. Asimismo, se distinguen dos tipos de productividades, propia y total. La primera considera la dotación inscrita en la empresa, en tanto que la productividad total incluye tanto la dotación propia como la dotación de contratistas, en lo siguiente solo se referirá a la dotación propia existente.

En el caso de Codelco [43] destaca la alta productividad de Gaby 219 tmf/hombre y Radomiro Tomic 465 tmf/hombre el 2011, y la disminución respecto del año 2004 de la productividad de Andina desde las 205 hasta las 147 tmf/hombre actuales. Las Divisiones Chuquicamata, Salvador y El Teniente se han mantenido en torno a los 70, 40 y 80 tmf/hombre respectivamente:

La siguiente figura grafica la productividad propia para el caso de Codelco [43]:

Figura 37: Productividad propia de Codelco año 2011 (Elaboración propia)



Las siguientes figuras muestran la dotación al 31 de diciembre de 2011 para algunas de las faenas en estudio y la productividad en el mismo periodo tanto por faena como por compañía [55]:

Figura 38: Dotación propia faenas año 2011 (Elaboración propia)

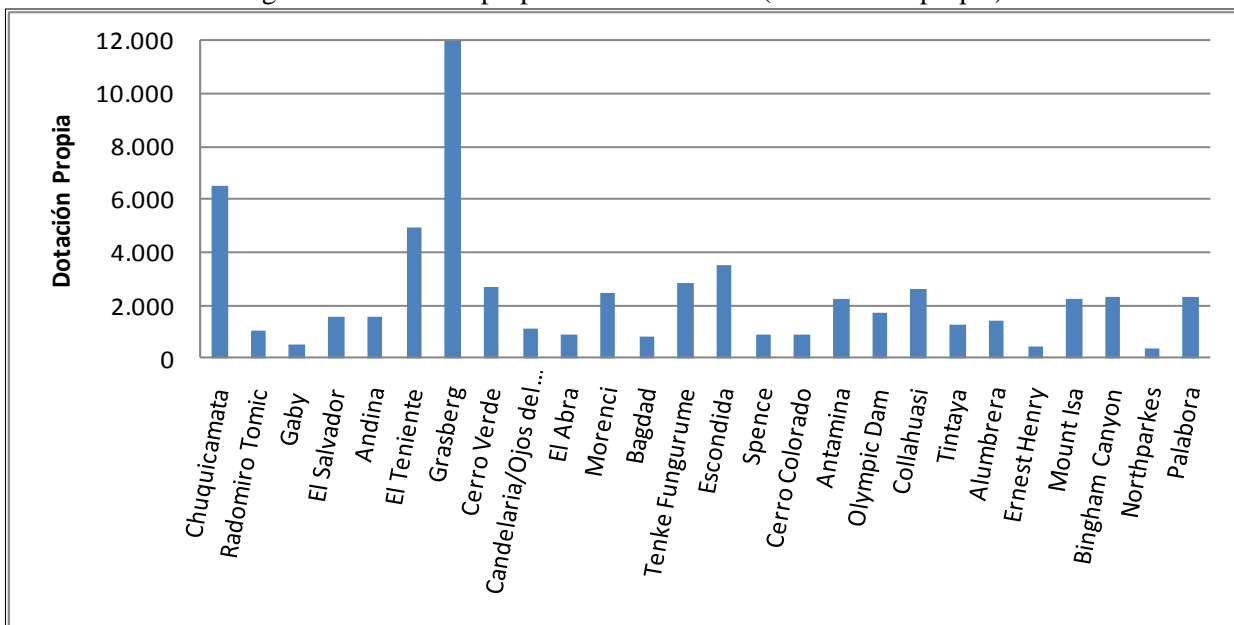
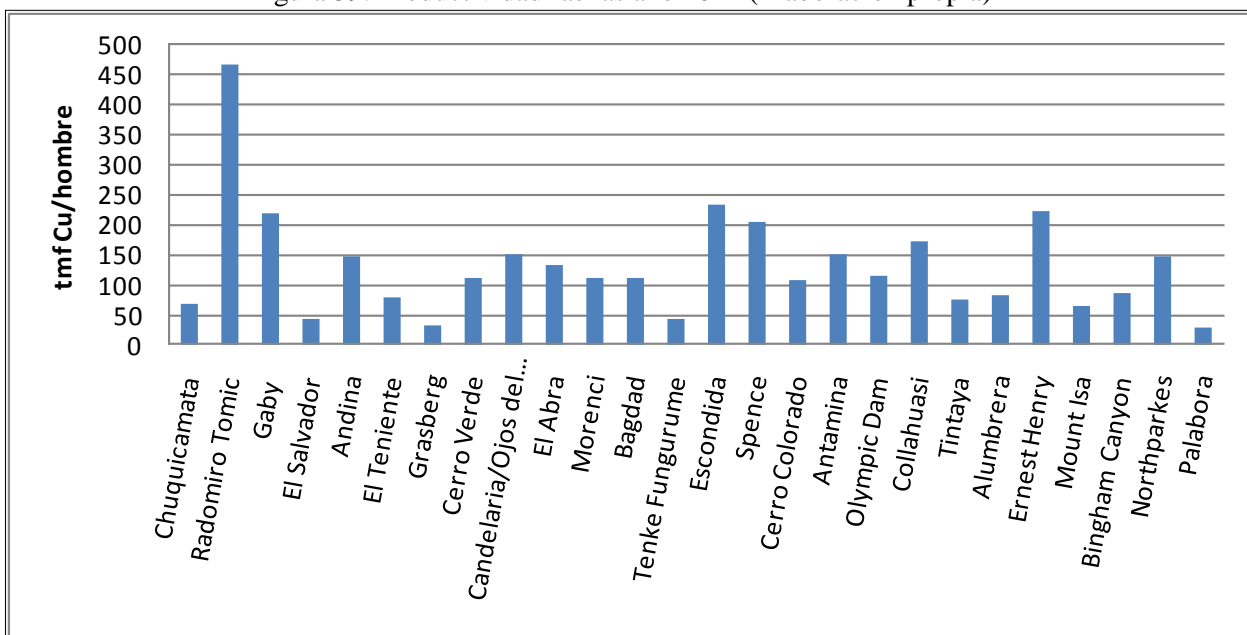


Figura 39: Productividad faenas año 2011 (Elaboración propia)

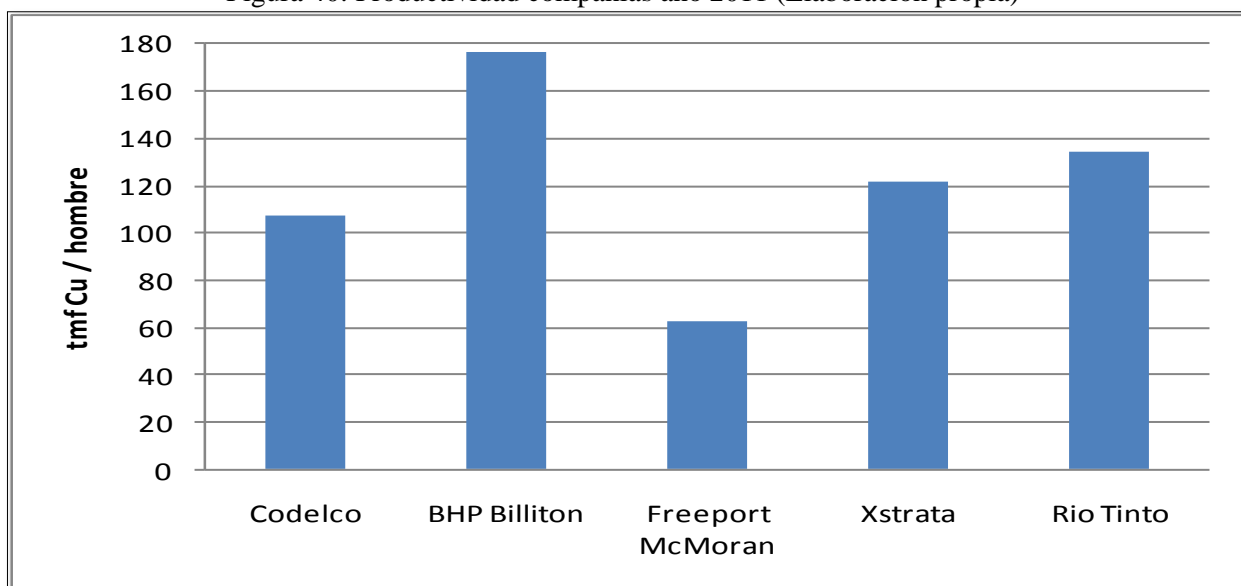


De la figura anterior las operaciones de mayor productividad son Radomiro Tomic (por lejos la mina de cobre más productiva del mundo), Gaby, Escondida, Collahuasi, Spence, Ernest Henry y Antamina, todas minas explotadas a cielo abierto y a gran escala.

Las grandes minas subterráneas como El Teniente, Grasberg y Palabora poseen productividades relativamente bajas (a excepción de Northparkes), a pesar de ser explotaciones a gran escala necesitan de una mayor plana de trabajadores por la naturaleza de la explotación, de hecho Grasberg tiene una dotación propia de 12.400 personas, la mayor entre todas las operaciones de cobre en el mundo. Freeport cuenta con yacimientos de menor calidad y he allí una de las razones por las que tienen una baja productividad en comparación, por ejemplo, a BHP Billiton.

A nivel de compañía se tiene la siguiente figura para el año 2011 [55]:

Figura 40: Productividad compañías año 2011 (Elaboración propia)



Se observa a BHP y Rio Tinto liderando el ranking, sin embargo, es importante indicar que no es comparable la productividad de faenas que obtienen un producto más elaborado del cobre como lo es Codelco (comercializa cobre RAF y ánodos entre otros) versus faenas que obtienen un producto menos elaborado como BHP Billiton y Rio Tinto (comercializan concentrado de cobre en su mayoría) porque deberíamos, entre muchas otras cosas, restar toda la dotación existente en las fundiciones y refinerías de Codelco

Respecto de la **Disponibilidad de Materias primas e Insumos**, las operaciones ubicadas en Chile en general poseen ventajas comparativas pues geográficamente se encuentran cercanas a puertos de embarque con buena infraestructura vial. Además, Chile es un país minero y cuenta con capital humano con sólidos conocimientos en minería, sin embargo, la carencia de fuentes de energía y recursos hídricos son el gran problema en el país. Lo anterior también puede replicarse a los yacimientos ubicados en EEUU y Australia, pero existen importantes minas en producción en África, donde la falta de mano de obra especializada y una infraestructura vial inadecuada hacen más complicada la disponibilidad de insumos en general.

El tema del suministro de agua es sin duda alguna clave en el desarrollo de futuros proyectos mineros, por ello las compañías están estudiando seriamente la posibilidad de ocupar el agua de mar en sus procesos metalúrgicos, tal como lo hace Escondida con el agua de mar extraída desde el puerto Coloso, Minera Esperanza de Antofagasta Minerals y el futuro proyecto Sulfuros RT FII de Codelco.

Dentro de los factores de producción, son clave **las características geológicas de los yacimientos** como la ley de cobre y la cantidad de recursos y reservas.

La siguiente tabla muestra la evolución de la ley de cobre de las reservas mineras del programa de producción en el quinquenio para los yacimientos en estudio [27], [43], [44], [45] y [46]:

Tabla 56: Ley de cobre por yacimiento quinquenio 2007-2011 (Elaboración propia)

|              |                            | 2007      | 2008      | 2009      | 2010      | 2011      |
|--------------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Codelco      | Codelco Norte              | 0,84      | 0,71      | 0,69      |           |           |
|              | Chuquicamata               |           |           |           | 0,87      | 0,83      |
|              | Radomiro Tomic             |           |           |           | 0,50      | 0,49      |
|              | Ministro Hales             |           |           |           | 0,97      | 0,94      |
|              | Gaby                       | -         | 0,41      | 0,40      | 0,39      | 0,37      |
|              | El Salvador                | 0,66      | 0,63      | 0,54      | 0,53      | 0,51      |
|              | Andina                     | 0,84      | 0,82      | 0,81      | 0,77      | 0,75      |
|              | El Teniente                | 1,03      | 1,00      | 1,00      | 0,99      | 1,00      |
| Freeport     | Grasberg                   | 1,04      | 1,01      | 1,12      | 0,98      | 0,97      |
|              | Cerro Verde                | 0,44      | 0,45      | 0,40      | 0,40      | 0,39      |
|              | Candelaria/Ojos del Salado | 0,59/1,14 | 0,55/1,14 | 0,54/1,12 | 0,54/1,11 | 0,58/1,00 |
|              | El Abra                    | 0,42      | 0,42      | 0,44      | 0,45      | 0,42      |
|              | Morenci                    | 0,28      | 0,29      | 0,28      | 0,26      | 0,27      |
|              | Bagdad                     | 0,35      | 0,33      | 0,32      | 0,26      | 0,29      |
|              | Safford                    | 0,40      | 0,40      | 0,44      | 0,44      | 0,43      |
|              | Sierrita                   | 0,26      | 0,25      | 0,26      | 0,24      | 0,24      |
|              | Tyrone                     | 0,32      | 0,31      | 0,30      | 0,28      | 0,29      |
|              | Chino                      | 0,51      | 0,51      | 0,50      | 0,45      | 0,42      |
|              | Miami                      | 0,39      | 0,44      | 0,43      | 0,44      | 0,47      |
|              | Tenke Fungurume            | 2,26      | 2,82      | 3,13      | 2,95      | 3,00      |
| BHP Billiton | Escondida                  | 1,62      | 1,40      | 1,25      | 0,72      | 0,67      |
|              | Spence                     | 1,31      | 1,21      | 1,17      | 0,91      | 0,89      |
|              | Cerro Colorado             | 0,67      | 0,66      | 0,66      | 0,65      | 0,64      |
|              | Antamina                   | 1,15      | 1,13      | 1,04      | 1,05      | 0,93      |
|              | Olympic Dam                | 2,10      | 1,97      | 1,96      | 1,84      | 1,84      |
| Xstrata      | Collahuasi                 | 0,83      | 0,83      | 0,82      | 0,83      | 0,80      |
|              | Lomas Bayas                | 0,31      | 0,29      | 0,27      | 0,27      | 0,27      |
|              | Tintaya                    | 1,25      | 1,20      | 1,15      | 1,08      | 1,01      |
|              | Alumbrera                  | 0,43      | 0,41      | 0,41      | 0,39      | 0,37      |
|              | Ernest Henry               | 1,40      | 1,20      | 1,20      | 0,95      | 0,92      |
| Rio Tinto    | Bingham Canyon             | 0,51      | 0,47      | 0,47      | 0,44      | 0,45      |
|              | Northparkes                | 0,92      | 0,81      | 0,86      | 0,82      | 0,80      |
|              | Palabora                   | 0,62      | 0,62      | 0,60      | 0,60      | 0,57      |

De la figura anterior, los yacimientos que logran captar en mayor medida las rentas por calidad del recurso no son muchos: El Teniente, Grasberg, Tenke Fungurume, Escondida, Spence,

Antamina, Olympic Dam, Tintaya y Ernest Henry. Todos con leyes de cobre cercanas al 1% en el quinquenio (ley media de 0,7%). Es una ventaja comparativa contar con yacimientos de calidad por cuanto ayuda a sobrellevar periodos de recesión de mejor forma que los otros.

Para contar con estrategias de crecimiento competitivas y sustentables en la industria minera, es esencial contar con una buena calidad en las reservas de mineral, más aún, la disponibilidad de reservas es el factor más importante para sostener una estrategia de crecimiento de la producción de las faenas mineras y, por lo tanto, para la competitividad.

La siguiente tabla resume las reservas mineras probables y probadas para los programas de producción del año 2012 [27], [43], [44], [45] y [46]:

Tabla 57: Reservas probadas y probables año 2011 (Elaboración propia)

| Compañía     | Faena                      | Probadas |        |         | Probables |        |         | Total Reservas 2011 |        |         |
|--------------|----------------------------|----------|--------|---------|-----------|--------|---------|---------------------|--------|---------|
|              |                            | Mineral  | Ley Cu | Cu fino | Mineral   | Ley Cu | Cu fino | Mineral             | Ley Cu | Cu fino |
|              |                            | Mt       | %      | Mt      | Mt        | %      | Mt      | Mt                  | %      | Mt      |
| Codelco      | Chuquicamata               | 360      | 0,95   | 3,4     | 523       | 0,76   | 4,0     | 883                 | 0,83   | 7,4     |
|              | Radomiro Tomic             | 724      | 0,53   | 3,8     | 1.304     | 0,48   | 6,2     | 2.029               | 0,49   | 10,0    |
|              | Ministro Hales             | 214      | 0,97   | 2,1     | 71        | 0,87   | 0,6     | 285                 | 0,94   | 2,7     |
|              | Gaby                       | 463      | 0,37   | 1,7     | 79        | 0,34   | 0,3     | 542                 | 0,37   | 2,0     |
|              | El Salvador                | 391      | 0,55   | 2,2     | 462       | 0,46   | 2,1     | 853                 | 0,51   | 4,3     |
|              | Andina                     | 1.081    | 0,83   | 9,0     | 1.524     | 0,69   | 10,6    | 2.605               | 0,75   | 19,5    |
|              | El Teniente                | 726      | 1,08   | 7,9     | 733       | 0,92   | 6,7     | 1.459               | 1,00   | 14,6    |
|              | Total                      | 3.959    | 0,76   | 30,0    | 4.696     | 0,65   | 30,5    | 8.656               | 0,70   | 60,5    |
| Freeport     | Grasberg                   | 829      | 1,10   | 9,1     | 1.694     | 0,91   | 15,4    | 2.523               | 0,97   | 24,5    |
|              | Cerro Verde                | 1.016    | 0,41   | 4,2     | 2.961     | 0,39   | 11,5    | 3.977               | 0,39   | 15,7    |
|              | Candelaria/Ojos del Salado | 320      | 0,58   | 1,8     | 25        | 0,66   | 0,2     | 345                 | 0,58   | 2,0     |
|              | El Abra                    | 604      | 0,45   | 2,7     | 277       | 0,37   | 1,0     | 881                 | 0,42   | 3,7     |
|              | Morenci                    | 4.140    | 0,27   | 11,2    | 110       | 0,19   | 0,2     | 4.250               | 0,27   | 11,4    |
|              | Bagdad                     | 1.256    | 0,31   | 3,9     | 373       | 0,24   | 0,9     | 1.629               | 0,29   | 4,8     |
|              | Safford                    | 129      | 0,44   | 0,6     | 77        | 0,42   | 0,3     | 206                 | 0,43   | 0,9     |
|              | Sierrita                   | 2.427    | 0,24   | 5,8     | 350       | 0,21   | 0,7     | 2.777               | 0,24   | 6,6     |
|              | Tyrone                     | 141      | 0,30   | 0,4     | 7         | 0,19   | 0,0     | 148                 | 0,29   | 0,4     |
|              | Chino                      | 296      | 0,43   | 1,3     | 125       | 0,42   | 0,5     | 421                 | 0,42   | 1,8     |
|              | Miami                      | 50       | 0,49   | 0,2     | 10        | 0,38   | 0,0     | 60                  | 0,47   | 0,3     |
|              | Tenke Fungurume            | 54       | 3,26   | 1,8     | 87        | 2,84   | 2,5     | 141                 | 3,00   | 4,2     |
|              | Total                      | 11.262   | 0,38   | 43,0    | 6.096     | 0,54   | 33,3    | 17.358              | 0,44   | 76,3    |
| BHP Billiton | Escondida                  | 2.903    | 0,75   | 21,8    | 2.703     | 0,59   | 15,8    | 5.607               | 0,67   | 37,6    |
|              | Spence                     | 176      | 1,06   | 1,9     | 127       | 0,66   | 0,8     | 303                 | 0,89   | 2,7     |
|              | Cerro Colorado             | 110      | 0,64   | 0,7     | 92        | 0,65   | 0,6     | 202                 | 0,64   | 1,3     |
|              | Antamina                   | 133      | 0,98   | 1,3     | 653       | 0,92   | 6,0     | 786                 | 0,93   | 7,3     |
|              | Olympic Dam                | 146      | 1,98   | 2,9     | 406       | 1,79   | 7,3     | 552                 | 1,84   | 10,2    |
|              | Total                      | 3.468    | 0,82   | 28,5    | 3.981     | 0,77   | 30,5    | 7.450               | 0,79   | 59,0    |
| Xstrata      | Collahuasi                 | 306      | 1,04   | 3,2     | 2.590     | 0,77   | 19,9    | 2.896               | 0,80   | 23,1    |
|              | Lomas Bayas                | 326      | 0,30   | 1,0     | 188       | 0,22   | 0,4     | 514                 | 0,27   | 1,4     |
|              | Tintaya                    | 30       | 1,12   | 0,3     | 19        | 0,84   | 0,2     | 49                  | 1,01   | 0,5     |
|              | Alumbra                    | 248      | 0,37   | 0,9     | 8         | 0,28   | 0,0     | 256                 | 0,37   | 0,9     |
|              | Ernest Henry               |          |        |         | 102       | 0,92   | 0,9     | 102                 | 0,92   | 0,9     |
|              | Mount Isa                  | 35       | 2,58   | 0,9     | 20        | 2,05   | 0,4     | 55                  | 2,39   | 1,3     |
| Total        | 945                        | 0,66     | 6,3    | 2.927   | 0,75      | 21,9   | 3.872   | 0,73                | 28,2   |         |
| Rio Tinto    | Bingham Canyon             | 456      | 0,51   | 2,3     | 459       | 0,40   | 1,8     | 915                 | 0,45   | 4,1     |
|              | Northparkes                | 8        | 0,41   | 0,0     | 62        | 0,85   | 0,5     | 70                  | 0,80   | 0,6     |
|              | Palabora                   |          |        |         | 49        | 0,57   | 0,3     | 49                  | 0,57   | 0,3     |
|              | Total                      | 464      | 0,50   | 2,3     | 570       | 0,46   | 2,6     | 1.034               | 0,48   | 5,0     |

Es importante resaltar que las reservas totales de cobre fino de Freeport, BHP, Xstrata y Rio Tinto están sobreestimadas porque no incluyen la participación o *joint venture* que estas compañías tienen en algunas de sus faenas, que de hecho son algunas de las más relevantes dentro de la industria (Escondida, Grasberg, Collahuasi), en las que ninguna firma tiene el 100% de la propiedad. Es por esto que podemos señalar que Codelco es la compañía con las mayores reservas de cobre en el mundo.

La siguiente tabla resume las reservas en el periodo 2009-2011 por compañía en millones de toneladas de cobre fino in-situ considerando *joint venture* [27], [43], [44], [45] y [46]:

Tabla 58: Reservas de cobre en Mt por compañía (Elaboración propia)

|                  | 2009 | 2010 | 2011 |
|------------------|------|------|------|
| Codelco          | 52,8 | 57,1 | 60,5 |
| Freeport-McMoran | 45,5 | 55,4 | 53,5 |
| BHP Billiton     | 35,9 | 35,5 | 38,2 |
| Xstrata          | 16,9 | 17,1 | 17,7 |
| Rio Tinto        | 23,4 | 24,5 | 25,8 |

Los siguientes gráficos muestran la evolución en el tiempo de las reservas de cobre según compañía y también para los 10 principales yacimientos a nivel mundial:

Figura 41: Evolución reservas de cobre por compañía (Elaboración propia)

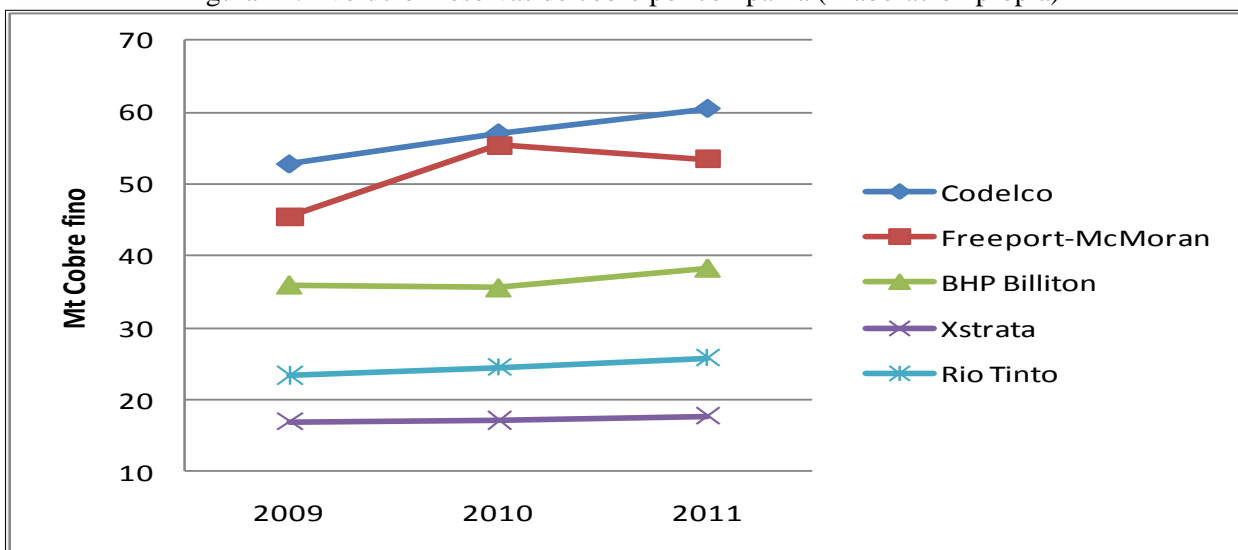
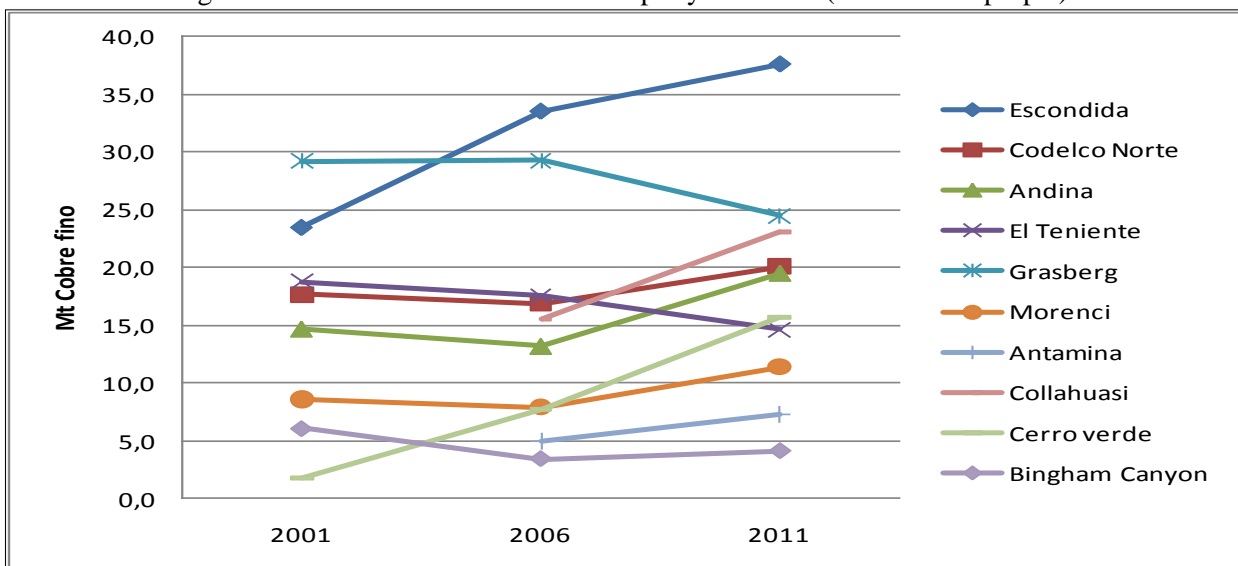


Figura 42: Evolución reservas de cobre por yacimiento (Elaboración propia)



De la figura anterior en general se observa una tendencia al alza de las reservas de cobre tanto por compañía (aunque esto puede deberse a varios factores como adquisiciones, fusiones, etc.), pero más importante por yacimiento. El año 2001 las reservas cuantificadas para estas 10 faenas sumaban un total de 120 Mt, el 2006 de 150 Mt y el 2011 cerca de 180 Mt. Lo anterior permite hacerse la pregunta ¿Realmente el cobre es cada vez más escaso? ¿Son válidas las hipótesis del modelo de Hotelling que señalan que las reservas son finitas y agotables?

En 10 años de producción las reservas no solo no han disminuido sino por el contrario en la mayoría de los casos no han hecho más que aumentar y esto sin considerar la producción del periodo (una media de 3,5 Mt por año para estas diez operaciones, es decir, 35 Mt en el periodo) la que según Hotelling debiese haber contribuido a consumir las reservas que él consideraba fijas en su modelo de recursos agotables sin costos de producción o costo de producción constante.

A vista de los resultados, las reservas mineras son totalmente variables (punto de vista económico) y por tanto, es un error considerarlas fijas en los modelos matemáticos de extracción de recursos.

El resultado de la evaluación de los factores de producción:

Tabla 59: Evaluación factores de producción Codelco

| CODELCO                           |            | Chuquicamata |   |   |   |   | Radomiro Tomic |   |   |   |   | Gaby |      |   |   |   |   |   |
|-----------------------------------|------------|--------------|---|---|---|---|----------------|---|---|---|---|------|------|---|---|---|---|---|
| Factor de Competitividad          | Peso       | 1            | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso           | 1 | 2 | 3 | 4 | 5    | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Producción</b>                 | <b>50%</b> |              |   |   |   |   |                |   |   |   |   |      |      |   |   |   |   |   |
| Costos                            |            |              |   |   | X |   |                |   |   | X |   |      |      |   |   |   | X |   |
| Localización de Operaciones       |            |              |   |   | X |   |                |   |   | X |   |      |      |   |   |   | X |   |
| Tamaño de Operaciones             |            |              |   |   | X |   |                |   |   | X |   |      |      | X |   |   |   |   |
| RRHH                              |            |              |   |   | X |   |                |   |   | X |   |      |      |   |   |   | X |   |
| Sindicalización                   |            | X            |   |   |   |   |                |   | X |   |   |      |      |   | X |   |   |   |
| Disponibilidad de Materias Primas |            |              |   |   |   | X |                |   |   | X |   |      |      |   |   |   | X |   |
| Disponibilidad de Insumos         |            |              |   |   |   | X |                |   |   | X |   |      |      |   |   |   | X |   |
| Productividad                     |            |              |   |   | X |   |                |   |   |   | X |      |      |   |   |   |   | X |

| CODELCO                           |            | Salvador |   |   |   |   | Andina |   |   |   |   | El Teniente |      |   |   |   |   |   |
|-----------------------------------|------------|----------|---|---|---|---|--------|---|---|---|---|-------------|------|---|---|---|---|---|
| Factor de Competitividad          | Peso       | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5           | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Producción</b>                 | <b>50%</b> |          |   |   |   |   |        |   |   |   |   |             |      |   |   |   |   |   |
| Costos                            |            | X        |   |   |   |   |        |   |   | X |   |             |      |   |   |   |   | X |
| Localización de Operaciones       |            |          |   |   | X |   |        |   | X |   |   |             |      |   |   |   | X |   |
| Tamaño de Operaciones             |            | X        |   |   |   |   |        |   | X |   |   |             |      |   |   |   | X |   |
| RRHH                              |            |          |   |   | X |   |        |   |   | X |   |             |      |   |   |   | X |   |
| Sindicalización                   |            |          | X |   |   |   |        | X |   |   |   |             |      | X |   |   |   |   |
| Disponibilidad de Materias Primas |            |          |   | X |   |   |        |   |   |   | X |             |      |   |   |   |   | X |
| Disponibilidad de Insumos         |            |          |   | X |   |   |        |   |   |   | X |             |      |   |   |   |   | X |
| Productividad                     |            |          | X |   |   |   |        |   |   | X |   |             |      |   | X |   |   |   |

Tabla 60: Evaluación factores de producción Freeport McMoran

| Freeport - McMoran                |            | Grasberg |   |   |   |   | Cerro Verde |   |   |   |   | Morenci |      |   |   |   | Candelaria |   |      |   |   |   |   |   |  |
|-----------------------------------|------------|----------|---|---|---|---|-------------|---|---|---|---|---------|------|---|---|---|------------|---|------|---|---|---|---|---|--|
| Factor de Competitividad          | Peso       | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5       | Peso | 1 | 2 | 3 | 4          | 5 | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |  |
| <b>Producción</b>                 | <b>50%</b> |          |   |   |   |   |             |   |   |   |   |         |      |   |   |   |            |   |      |   |   |   |   |   |  |
| Costos                            |            |          |   |   |   | X |             |   |   |   | X |         |      | X |   |   |            |   |      | X |   |   |   |   |  |
| Localización de Operaciones       |            |          |   | X |   |   |             |   |   | X |   |         |      |   | X |   |            |   |      |   |   |   | X |   |  |
| Tamaño de Operaciones             |            |          |   |   |   | X |             |   | X |   |   |         |      |   |   | X |            |   |      |   |   | X |   |   |  |
| RRHH                              |            |          |   |   | X |   |             |   | X |   |   |         |      |   |   | X |            |   |      |   |   |   | X |   |  |
| Sindicalización                   |            |          |   |   | X |   |             |   | X |   |   |         |      |   |   | X |            |   |      |   |   | X |   |   |  |
| Disponibilidad de Materias Primas |            |          |   |   | X |   |             |   |   | X |   |         |      |   |   |   | X          |   |      |   |   |   | X |   |  |
| Disponibilidad de Insumos         |            |          |   |   | X |   |             |   |   | X |   |         |      |   |   |   | X          |   |      |   |   |   | X |   |  |
| Productividad                     |            |          |   | X |   |   |             |   |   |   | X |         |      |   |   |   | X          |   |      |   |   |   |   | X |  |



Tabla 61: Evaluación factores de producción BHP Billiton

| BHP Billiton                      |            | Escondida |   |   |   |   | Olympic Dam |   |   |   |   | Spence |      |   |   |   | Cerro Colorado |   |      |   |   |   |   |   |
|-----------------------------------|------------|-----------|---|---|---|---|-------------|---|---|---|---|--------|------|---|---|---|----------------|---|------|---|---|---|---|---|
| Factor de Competitividad          | Peso       | 1         | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5      | Peso | 1 | 2 | 3 | 4              | 5 | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Producción</b>                 | <b>50%</b> |           |   |   |   |   |             |   |   |   |   |        |      |   |   |   |                |   |      |   |   |   |   |   |
| Costos                            |            |           |   |   |   | X | X           |   |   |   |   |        |      |   |   |   |                | X |      | X |   |   |   |   |
| Localización de Operaciones       |            |           |   |   | X |   |             |   |   | X |   |        |      |   |   |   | X              |   |      |   |   | X |   |   |
| Tamaño de Operaciones             |            |           |   |   |   | X |             |   | X |   |   |        |      |   | X |   |                |   |      |   | X |   |   |   |
| RRHH                              |            |           |   |   | X |   |             |   |   | X |   |        |      |   |   |   | X              |   |      |   |   |   | X |   |
| Sindicalización                   |            |           |   |   | X |   |             |   |   | X |   |        |      |   |   |   | X              |   |      |   |   |   | X |   |
| Disponibilidad de Materias Primas |            |           |   |   | X |   |             |   |   | X |   |        |      |   |   |   | X              |   |      |   |   |   | X |   |
| Disponibilidad de Insumos         |            |           |   |   | X |   |             |   |   | X |   |        |      |   |   | X |                |   |      |   |   | X |   |   |
| Productividad                     |            |           |   |   |   | X |             |   |   |   | X |        |      |   |   |   |                | X |      |   |   |   | X |   |

Tabla 62: Evaluación factores de producción Rio Tinto

| Rio Tinto                         |            | Bingham Canyon |   |   |   |   | Escondida |   |   |   |   | Northparkes |      |   |   |   | Palabora |   |      |   |   |   |   |   |
|-----------------------------------|------------|----------------|---|---|---|---|-----------|---|---|---|---|-------------|------|---|---|---|----------|---|------|---|---|---|---|---|
| Factor de Competitividad          | Peso       | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso      | 1 | 2 | 3 | 4 | 5           | Peso | 1 | 2 | 3 | 4        | 5 | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Producción</b>                 | <b>50%</b> |                |   |   |   |   |           |   |   |   |   |             |      |   |   |   |          |   |      |   |   |   |   |   |
| Costos                            |            |                |   |   |   | X |           |   |   |   | X |             |      |   |   |   |          | X |      |   | X |   |   |   |
| Localización de Operaciones       |            |                |   | X |   |   |           |   |   | X |   |             |      |   |   |   | X        |   |      |   |   | X |   |   |
| Tamaño de Operaciones             |            |                |   | X |   |   |           |   |   |   | X |             |      | X |   |   |          |   |      |   | X |   |   |   |
| RRHH                              |            |                |   |   | X |   |           |   |   | X |   |             |      |   |   |   | X        |   |      |   |   |   | X |   |
| Sindicalización                   |            |                |   |   | X |   |           |   |   |   | X |             |      |   |   |   | X        |   |      |   |   |   | X |   |
| Disponibilidad de Materias Primas |            |                |   |   | X |   |           |   |   | X |   |             |      |   |   |   | X        |   |      |   |   | X |   |   |
| Disponibilidad de Insumos         |            |                |   | X |   |   |           |   |   | X |   |             |      |   |   |   | X        |   |      |   |   | X |   |   |
| Productividad                     |            |                |   |   |   | X |           |   |   |   | X |             |      |   |   |   | X        |   |      | X |   |   |   |   |

Tabla 63: Evaluación factores de producción Xstrata Copper

| Xstrata Copper                    |            | Collahuasi |   |   |   |   | Antamina |   |   |   |   | Lomas Bayas |      |   |   |   | Alumbraera |   |      |   |   |   |   |   |
|-----------------------------------|------------|------------|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|-------------|------|---|---|---|------------|---|------|---|---|---|---|---|
| Factor de Competitividad          | Peso       | 1          | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5           | Peso | 1 | 2 | 3 | 4          | 5 | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Producción</b>                 | <b>50%</b> |            |   |   |   |   |          |   |   |   |   |             |      |   |   |   |            |   |      |   |   |   |   |   |
| Costos                            |            |            |   |   |   | X |          |   |   |   | X |             |      | X |   |   |            |   |      |   |   |   |   | X |
| Localización de Operaciones       |            |            |   | X |   |   |          |   | X |   |   |             |      |   |   | X |            |   |      |   |   | X |   |   |
| Tamaño de Operaciones             |            |            |   |   |   | X |          |   | X |   |   |             |      | X |   |   |            |   |      |   | X |   |   |   |
| RRHH                              |            |            |   |   | X |   |          |   | X |   |   |             |      |   |   |   | X          |   |      |   |   |   | X |   |
| Sindicalización                   |            |            |   |   | X |   |          |   |   | X |   |             |      |   |   |   | X          |   |      |   |   |   | X |   |
| Disponibilidad de Materias Primas |            |            |   |   | X |   |          |   |   | X |   |             |      |   |   |   | X          |   |      |   |   | X |   |   |
| Disponibilidad de Insumos         |            |            |   |   | X |   |          |   |   | X |   |             |      |   |   |   | X          |   |      |   |   | X |   |   |
| Productividad                     |            |            |   |   |   | X |          |   |   |   | X |             |      |   | X |   |            |   |      |   |   |   | X |   |

### 5.3 Factores de Investigación y Desarrollo

En minería, el principal resultado de la investigación y desarrollo corresponde a los mecanismos para incorporar nuevas reservas o yacimientos, esta etapa a diferencia de otras industrias no genera productos imitables. En efecto, los yacimientos son de acceso preferencial, lo cual otorga una ventaja comparativa debido a que esta condición no es imitable.

Los dos mecanismos básicos para apropiarse de un yacimiento son la exploración y adquisición. La **exploración** crea capital, y puede ser el negocio de mayor rentabilidad en el portafolio de una empresa, sin embargo, es también muy riesgoso.

Las estrategias usuales de desarrollo de las empresas para aumentar su base minera pueden ser de distinta naturaleza [6]:

Tabla 64: Estrategias de desarrollo para aumentar la base minera (Elaboración propia)

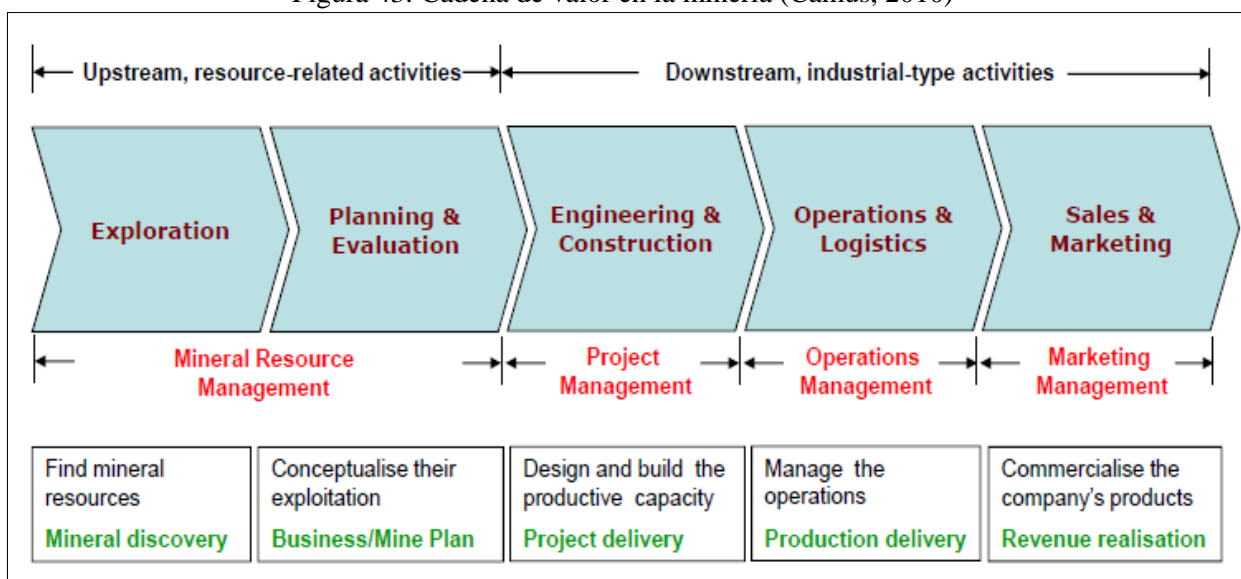
| Exploraciones | Conversión de Recursos a Reservas                   | Adquisiciones o Fusiones |
|---------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|
| Distritales   | Saltos Tecnológicos<br>Disminución de la Producción | De recursos              |
| Regionales    |                                                     | De reservas              |
| Juniors       |                                                     | De firmas                |

La manera como se equilibran estas actividades condiciona el éxito en la incorporación de nuevos recursos. La adquisición es la que requiere de mayores recursos, pero el riesgo se reduce notablemente. La exploración necesariamente demanda recursos humanos y capital pero en menor medida, y el conocimiento obtenido otorga una ventaja conceptual, sin embargo requiere de mayor tiempo y es en extremo riesgosa.

En este sentido, podemos señalar que Codelco se mueve entre las dos primeras estrategias, mientras que las demás consideran todas ellas, pudiendo deberse a que Freeport, BHP, Xstrata y Rio Tinto son compañías privadas con menores restricciones a la hora de invertir.

Camus [56] señala que la creación de valor en la industria minera se encuentra aguas arriba, es decir, netamente en la fase de exploración para de esta forma aumentar el nivel de reservas y no aguas abajo (minería, procesamiento, etc.) con la clásica postura de creación de valor manejando los costos de producción.

Figura 43: Cadena de valor en la minería (Camus, 2010)



Los descubrimientos de Codelco [57] en el quinquenio parten con el descubrimiento de “Miranda” en el Clúster Toki el año 2006 con recursos por 500 Mt de mineral a 0,5% de cobre lo que significa 2,5 Mt de cobre fino. El 2008 “Casualidad” con recursos por 315 Mt de mineral a 0,5% de cobre, es decir, 1,6 Mt de cobre fino. El año 2009, las exploraciones de Codelco lograron su tercer descubrimiento en Chile en el periodo 2006-2010, el resultado más relevante fue la confirmación de “La Americana” y “Cerro Negro” cuerpos mineralizados en el distrito Andina con un potencial de recursos mineros de más de 12 Mt de cobre fino, que junto a los otros dos cuerpos mineralizados suman cerca de 16 Mt. En el ámbito internacional destaca el acuerdo con el gobierno de Ecuador y Brasil dando inicio a trabajos preliminares de exploración en áreas con potencial de recursos mineros. Codelco destina del orden de 30 a 40 MUS\$ anualmente como gastos de exploración.

El último gran descubrimiento de Freeport fue el año 1996, en el que informó del hallazgo del cuerpo mineralizado “The Kucing Liar” con reservas del orden de 500 Mt de mineral, el que contendría más de 5 Mt de cobre fino y 15 Moz de oro. El descubrimiento del yacimiento

“Pampa Escondida” el año 2008 por BHP Billiton [57] en el distrito de Escondida, es uno de los mayores hallazgos de la década, con recursos de más de 8 Mt de cobre fino, con lo que acumula reservas para una explotación hasta el 2050. El año 2008 Xstrata confirmó el descubrimiento de “Rosario Oeste” con 746 Mt de mineral a una ley de 1,0% de cobre lo que implica 7,9 Mt de cobre fino y el año 2009 Xstrata Copper y Anglo American anunciaron el descubrimiento de un nuevo yacimiento llamado “Lagunillas” en la zona central de Chile al norte del distrito minero Rio Blanco-Los Bronces con reservas por 750 Mt de mineral a una ley de 0,54% cobre y 0,01% molibdeno (4 Mt de cobre fino contenido y 75 kt de molibdeno).

Desde el año 2005, con el descubrimiento de “La Granja” en Perú, Rio Tinto no anuncia nuevos descubrimientos de yacimientos de cobre en el mundo, sin embargo, la exploración en esta compañía no se focaliza en determinados *commodities* o países como en el caso de Codelco, en éste último la exploración se reduce a yacimientos de cobre, y los esfuerzos están dirigidos a un número menor de regiones en el mundo. Esta es la compañía que más gasta en exploraciones con 1.134 MUS\$ el 2008, 514 MUS\$ el 2009 (efecto de la crisis) y 1.437 MUS\$ el 2011.

Las políticas de **investigación e innovación tecnológica** están penetrando con mayor fuerza en la minería en general, la idea es hacer los procesos cada vez más eficientes y a menores costos para hacer frente a la irreversible baja de ley de mineral.

En el caso de Codelco [43] para mejorar la competitividad sigue avanzando en la incorporación de innovaciones tecnológicas orientadas a la optimización de sus operaciones actuales y sigue desarrollando estudios y proyectos en materias como: minería subterránea continua, minería a cielo abierto, procesamiento de minerales, fundición de concentrados, biolixiviación de minerales sulfurados, minería in-situ, principalmente, a través de empresas de base tecnológica (BioSigma, IM2, Kairos Mining, Micomo, etc.) basadas en alianzas con empresas, universidades y organizaciones líderes a nivel mundial. Durante el 2011 Codelco invirtió 125 MUS\$ en diferentes proyectos, programas e iniciativas, entre los hechos más relevantes del periodo está el acuerdo de colaboración tecnológica Rio de Cobre entre Codelco y Rio Tinto, la que permitirá desarrollar y validar en forma conjunta tecnologías tanto en minería como en procesamiento.

En cuanto a minería subterránea el objetivo principal es mejorar la productividad de los métodos de explotación por hundimiento [43]. El programa tiene líneas de investigación en *preacondicionamiento, minería de transición, preparación minera y minería continua*. En el caso del preacondicionamiento, éste tiene por propósito modificar las características de la roca con la aplicación combinada de hidrofracturamiento y detonación de explosivos, para de esta manera mejorar la fragmentación de la roca. El 2009 en El Salvador se realizaron exitosos estudios sobre ella los resultados fueron promisorios, mostrando un aumento en la velocidad de extracción (alrededor de tres veces la actual), transporte y con buenas proyecciones de costos. En noviembre 2011 se aprobaron 152 MUS\$ por un periodo de tres años para la implementación de minería continua. En el área de procesos finalizó la evaluación a escala industrial y piloto de las tecnologías de *flotación de minerales en celdas de gran volumen (300 m<sup>3</sup>)* y del *chancador de rodillos*, se logró una disminución de un 7% en el consumo de energía en el caso de las celdas y entre un 7% y 18% de menor uso eléctrico en el caso del chancador [43].

La *lixiviación in situ* es un proceso mediante el cual se extrae el mineral desde su ubicación original con soluciones ácidas, es posible de aplicar en yacimientos cuyas particulares características de ubicación y geológicas los hacen difíciles de explotar por los métodos

tradicionales usados en minería. Se ha ocupado con éxito en depósitos minerales de uranio y en forma experimental en yacimientos oxidados de cobre y oro libre.

Lograr la validación de la lixiviación in situ otorgaría la posibilidad de transformar recursos geológicos de la corporación, considerados hoy como “inventarios”, a “reservas económicamente posibles de explotar”. Con una inversión cercana a los 5 MUS\$, el proyecto se encuentra en la parte final de su primera fase, en la que principalmente se ha efectuado un intenso acopio de conocimiento que ha llevado a sus gestores a crear sinergias y a trabajar con diversas instancias al interior de Codelco, con sectores académicos del país y empresas relacionadas. Esta técnica puede desarrollarse en el futuro en razón de las restricciones medioambientales introducidas en los últimos años, debido a que su aplicación bien controlada no perturba ni contamina la naturaleza, es de bajo costo operativo y baja inversión en desarrollo.

Dependiendo de las condiciones del mercado, Freeport [27] invierte entre 20 y 50 MUS\$ por año en investigación interna, industrial, gubernamental y programas de desarrollo relacionados a la eficiencia operacional, principalmente en el tema de la eficiencia energética y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

En el caso de las operaciones en Chile de BHP Billiton [44], desde hace un par de años se desarrolla un programa de innovación en conjunto con los proveedores de Escondida y Spence, mediante el cual estas faenas apoyan la idea y formulación de proyectos de innovación con solicitud de fondos para ser presentados a la CORFO en la región de Antofagasta. En el caso de Escondida, el 2008 se aprobaron fondos para financiar el proyecto *Harneros de larga vida útil* el que prolonga la duración de los harneros hasta un 50% más reduciendo la cantidad de reparaciones e interrupciones en la planta. En el caso de Escondida, con la construcción de la *planta desalinizadora*, con el propósito de abastecer en parte los consumos de la operación.

Xstrata Copper [45] sigue con su programa *Albion Process* que consiste en lixiviar materiales refractarios, en especial para el oro y el desarrollo de *IsaMill*, una tecnología de molienda que incrementa la eficiencia del proceso con menor consumo de energía.

Rio Tinto [46] en su programa de innovación, se encuentra estudiando el desarrollo de su programa *Mine of the Future* el que consiste en perforadoras y camiones de extracción autónomos, así como también, cargadores de explosivos semiautónomos, es decir, una mina a cielo abierto en su mayoría autónoma con excelentes resultados en sus minas de hierro en Australia. También está en estudio la recuperación de cobre desde los botaderos y relaves.

El resultado de la evaluación de los factores de investigación y desarrollo:

Tabla 65: Evaluación factores de investigación y desarrollo Codelco

| CODELCO                                   |  |            |   |   |   | Chuquicamata |   |                          |  |      |   | Radomiro Tomic |   |   |   |                          |  | Gaby |   |   |   |   |   |
|-------------------------------------------|--|------------|---|---|---|--------------|---|--------------------------|--|------|---|----------------|---|---|---|--------------------------|--|------|---|---|---|---|---|
| Factor de Competitividad                  |  | Peso       | 1 | 2 | 3 | 4            | 5 | Factor de Competitividad |  | Peso | 1 | 2              | 3 | 4 | 5 | Factor de Competitividad |  | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Investigación y Desarrollo</b>         |  | <b>10%</b> |   |   |   |              |   |                          |  |      |   |                |   |   |   |                          |  |      |   |   |   |   |   |
| Desarrollo de nuevos productos            |  |            |   |   | X |              |   |                          |  |      |   |                |   | X |   |                          |  |      |   |   |   | X |   |
| Inversión en I&D                          |  |            |   |   | X |              |   |                          |  |      |   |                | X |   |   |                          |  |      |   |   |   | X |   |
| Patentes                                  |  |            |   |   | X |              |   |                          |  |      |   |                | X |   |   |                          |  |      |   |   |   | X |   |
| RRHH                                      |  |            |   |   |   | X            |   |                          |  |      |   |                | X |   |   |                          |  |      |   |   |   | X |   |
| Introducción de Innovaciones tecnológicas |  |            |   |   |   |              | X |                          |  |      |   |                |   |   | X |                          |  |      |   |   |   |   | X |

| CODELCO                                   |  |            |   |   |   | Salvador |   |                          |  |      |   | Andina |   |   |   |                          |  | Teniente |   |   |   |   |   |
|-------------------------------------------|--|------------|---|---|---|----------|---|--------------------------|--|------|---|--------|---|---|---|--------------------------|--|----------|---|---|---|---|---|
| Factor de Competitividad                  |  | Peso       | 1 | 2 | 3 | 4        | 5 | Factor de Competitividad |  | Peso | 1 | 2      | 3 | 4 | 5 | Factor de Competitividad |  | Peso     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Investigación y Desarrollo</b>         |  | <b>10%</b> |   |   |   |          |   |                          |  |      |   |        |   |   |   |                          |  |          |   |   |   |   |   |
| Desarrollo de nuevos productos            |  |            |   |   |   | X        |   |                          |  |      |   |        |   | X |   |                          |  |          |   |   |   | X |   |
| Inversión en I&D                          |  |            |   |   |   | X        |   |                          |  |      |   |        | X |   |   |                          |  |          |   | X |   |   |   |
| Patentes                                  |  |            |   |   |   | X        |   |                          |  |      |   |        | X |   |   |                          |  |          |   |   |   | X |   |
| RRHH                                      |  |            |   |   |   | X        |   |                          |  |      |   |        | X |   |   |                          |  |          |   | X |   |   |   |
| Introducción de Innovaciones tecnológicas |  |            |   |   |   |          | X |                          |  |      |   |        |   | X |   |                          |  |          |   |   |   | X |   |

Tabla 66: Evaluación factores de investigación y desarrollo Freeport-McMoran

| Freeport - McMoran                        |  |            |   |   |   | Grasberg |   |                          |  |      |   | Cerro Verde |   |   |   |                          |  | Morenci |   |   |   |   |   | Candelaria |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------|--|------------|---|---|---|----------|---|--------------------------|--|------|---|-------------|---|---|---|--------------------------|--|---------|---|---|---|---|---|------------|--|--|--|--|--|
| Factor de Competitividad                  |  | Peso       | 1 | 2 | 3 | 4        | 5 | Factor de Competitividad |  | Peso | 1 | 2           | 3 | 4 | 5 | Factor de Competitividad |  | Peso    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |            |  |  |  |  |  |
| <b>Investigación y Desarrollo</b>         |  | <b>10%</b> |   |   |   |          |   |                          |  |      |   |             |   |   |   |                          |  |         |   |   |   |   |   |            |  |  |  |  |  |
| Desarrollo de nuevos productos            |  |            |   |   | X |          |   |                          |  |      |   |             | X |   |   |                          |  |         |   |   | X |   |   |            |  |  |  |  |  |
| Inversión en I&D                          |  |            |   |   |   | X        |   |                          |  |      |   |             | X |   |   |                          |  |         |   |   | X |   |   |            |  |  |  |  |  |
| Patentes                                  |  |            |   |   | X |          |   |                          |  |      |   |             | X |   |   |                          |  |         |   |   | X |   |   |            |  |  |  |  |  |
| RRHH                                      |  |            |   |   | X |          |   |                          |  |      |   |             | X |   |   |                          |  |         |   |   | X |   |   |            |  |  |  |  |  |
| Introducción de Innovaciones tecnológicas |  |            |   |   |   | X        |   |                          |  |      |   |             | X |   |   |                          |  |         |   |   | X |   |   |            |  |  |  |  |  |

Tabla 67: Evaluación factores de investigación y desarrollo BHP Billiton

| BHP Billiton                              |  |            |   |   |   | Escondida |   |                          |  |      |   | Olympic Dam |   |   |   |                          |  | Spence |   |   |   |   |   | Cerro Colorado |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------|--|------------|---|---|---|-----------|---|--------------------------|--|------|---|-------------|---|---|---|--------------------------|--|--------|---|---|---|---|---|----------------|--|--|--|--|--|
| Factor de Competitividad                  |  | Peso       | 1 | 2 | 3 | 4         | 5 | Factor de Competitividad |  | Peso | 1 | 2           | 3 | 4 | 5 | Factor de Competitividad |  | Peso   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |                |  |  |  |  |  |
| <b>Investigación y Desarrollo</b>         |  | <b>10%</b> |   |   |   |           |   |                          |  |      |   |             |   |   |   |                          |  |        |   |   |   |   |   |                |  |  |  |  |  |
| Desarrollo de nuevos productos            |  |            |   |   | X |           |   |                          |  |      |   |             | X |   |   |                          |  |        |   |   | X |   |   |                |  |  |  |  |  |
| Inversión en I&D                          |  |            |   |   |   | X         |   |                          |  |      |   |             | X |   |   |                          |  |        |   |   | X |   |   |                |  |  |  |  |  |
| Patentes                                  |  |            |   |   |   | X         |   |                          |  |      |   |             | X |   |   |                          |  |        |   |   | X |   |   |                |  |  |  |  |  |
| RRHH                                      |  |            |   |   |   | X         |   |                          |  |      |   |             | X |   |   |                          |  |        |   |   | X |   |   |                |  |  |  |  |  |
| Introducción de Innovaciones tecnológicas |  |            |   |   |   |           | X |                          |  |      |   |             |   | X |   |                          |  |        |   |   |   | X |   |                |  |  |  |  |  |

Tabla 68: Evaluación factores de investigación y desarrollo Rio Tinto

| Rio Tinto                                 |  |            |   |   |   | Bingham Canyon |   |                          |  |      |   | Escondida |   |   |   |                          |  | Northparkes |   |   |   |   |   | Palabora |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------|--|------------|---|---|---|----------------|---|--------------------------|--|------|---|-----------|---|---|---|--------------------------|--|-------------|---|---|---|---|---|----------|--|--|--|--|--|
| Factor de Competitividad                  |  | Peso       | 1 | 2 | 3 | 4              | 5 | Factor de Competitividad |  | Peso | 1 | 2         | 3 | 4 | 5 | Factor de Competitividad |  | Peso        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |          |  |  |  |  |  |
| <b>Investigación y Desarrollo</b>         |  | <b>10%</b> |   |   |   |                |   |                          |  |      |   |           |   |   |   |                          |  |             |   |   |   |   |   |          |  |  |  |  |  |
| Desarrollo de nuevos productos            |  |            |   |   | X |                |   |                          |  |      |   |           | X |   |   |                          |  |             |   |   | X |   |   |          |  |  |  |  |  |
| Inversión en I&D                          |  |            |   |   |   | X              |   |                          |  |      |   |           | X |   |   |                          |  |             |   |   | X |   |   |          |  |  |  |  |  |
| Patentes                                  |  |            |   |   |   | X              |   |                          |  |      |   |           | X |   |   |                          |  |             |   |   | X |   |   |          |  |  |  |  |  |
| RRHH                                      |  |            |   |   |   | X              |   |                          |  |      |   |           | X |   |   |                          |  |             |   |   | X |   |   |          |  |  |  |  |  |
| Introducción de Innovaciones tecnológicas |  |            |   |   |   |                | X |                          |  |      |   |           |   | X |   |                          |  |             |   |   |   | X |   |          |  |  |  |  |  |

Tabla 69: Evaluación factores de investigación y desarrollo Xstrata Copper

| Xstrata Copper                            |  |            |   |   |   | Collahuasi |   |                          |  |      |   | Antamina |   |   |   |                          |  | Lomas Bayas |   |   |   |   |   | Alumbraera |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------|--|------------|---|---|---|------------|---|--------------------------|--|------|---|----------|---|---|---|--------------------------|--|-------------|---|---|---|---|---|------------|--|--|--|--|--|
| Factor de Competitividad                  |  | Peso       | 1 | 2 | 3 | 4          | 5 | Factor de Competitividad |  | Peso | 1 | 2        | 3 | 4 | 5 | Factor de Competitividad |  | Peso        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |            |  |  |  |  |  |
| <b>Investigación y Desarrollo</b>         |  | <b>10%</b> |   |   |   |            |   |                          |  |      |   |          |   |   |   |                          |  |             |   |   |   |   |   |            |  |  |  |  |  |
| Desarrollo de nuevos productos            |  |            |   |   | X |            |   |                          |  |      |   |          | X |   |   |                          |  |             |   |   | X |   |   |            |  |  |  |  |  |
| Inversión en I&D                          |  |            |   |   |   | X          |   |                          |  |      |   |          | X |   |   |                          |  |             |   |   | X |   |   |            |  |  |  |  |  |
| Patentes                                  |  |            |   |   | X |            |   |                          |  |      |   |          | X |   |   |                          |  |             |   |   | X |   |   |            |  |  |  |  |  |
| RRHH                                      |  |            |   |   | X |            |   |                          |  |      |   |          | X |   |   |                          |  |             |   |   | X |   |   |            |  |  |  |  |  |
| Introducción de Innovaciones tecnológicas |  |            |   |   |   | X          |   |                          |  |      |   |          | X |   |   |                          |  |             |   |   |   | X |   |            |  |  |  |  |  |

## 5.4 Factores de Gestión

La **gestión corporativa** indica como están conformadas las distintas unidades de negocio de cada una de las compañías. A continuación se analizará la estructura de negocios para cada compañía:

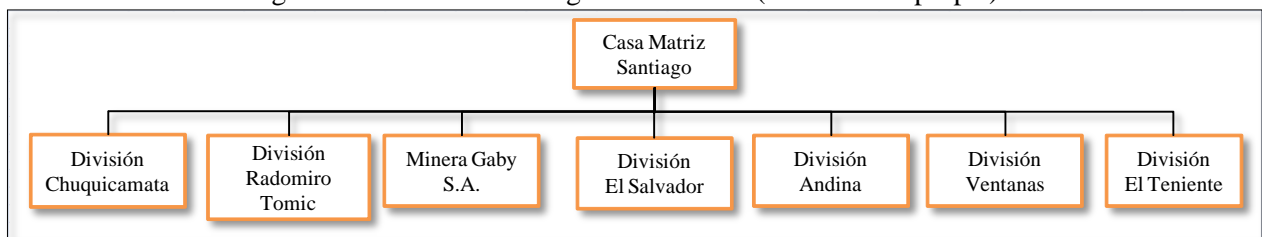
### Codelco Chile:

Codelco ejecuta sus operaciones a través de cinco divisiones mineras: Chuquicamata, Radomiro Tomic, Salvador, Andina y El Teniente. Desde mayo del 2005, la fundición y refinería Ventanas se convirtió en la sexta división de Codelco, a partir de mayo del 2008 se incorporó la filial Minera Gaby S.A., 100% propiedad de Codelco y el 2010 la nueva división Ministro Hales. Además, la corporación posee el 49% de la empresa de cobre Sociedad Contractual Minera El Abra y participa en otras asociaciones orientadas a la exploración geológica, tanto en Chile como en el exterior.

La misión de Codelco es “Desplegar, en forma responsable y con excelencia, toda su capacidad de negocios mineros y relacionados en Chile y en el mundo, con el propósito de maximizar en el largo plazo su valor económico y su aporte al Estado. Codelco llevará a cabo su misión enfatizando una organización de alto desempeño, la participación, la innovación creativa y el conocimiento de las personas en permanente desarrollo”.

La estructura de negocios de Codelco al 2011 [43]:

Figura 44: Estructura de negocios Codelco (Elaboración propia)



Las oficinas centrales de la empresa están en Santiago, Chile, la que constituye un importante centro corporativo de gestión. Otras subsidiarias y representantes de ventas se encuentran en otras partes del mundo (EEUU, Reino Unido y Alemania). Las funciones centrales para todo el grupo están repartidas entre las divisiones ubicadas todas en Chile.

Codelco sustenta su liderazgo mundial en la industria del cobre sobre la base de seis grandes pilares [43]:

*Presencia líder:* En 2011, Codelco produjo 1.796 kt métricas de cobre fino, esta cifra equivale al 11% de la producción mundial de cobre mina. Además, es una de las principales compañías productoras de molibdeno con un total de 23,1 kt métricas finas el 2011.

*Reservas de cobre:* Codelco posee el mayor nivel de reservas y recursos conocidos en el planeta. Con los actuales niveles de producción, los yacimientos que hoy explota permiten una proyección de más de 70 años de vida útil.

*Clientes estables y diversos:* Codelco ha desarrollado relaciones de largo plazo con una base de clientes estables y geográficamente diversos, entre los que se incluyen algunas de las principales compañías manufactureras del mundo.

*Investigación e innovación tecnológica:* La investigación, el desarrollo de tecnologías y su incorporación a los procesos productivos, constituyen pilares que sustentan la competitividad de la empresa.

*Fortaleza financiera:* El año 2011 el EBITDA alcanzó la cifra de 8.813 MUS\$.

*Eficiencia y competitividad:* Codelco impulsa iniciativas tendientes a reducir sus costos de producción. Durante el año 2011 el *cash cost* directo (C1) llegó a 116,4 cUS\$/lb.

Un factor relevante para Codelco es la relación con los **sindicatos** de trabajadores [58]. La falta de flexibilidad de horarios y las amenazas periódicas de huelgas podrían no solo elevar los costos, sino también poner en jaque el desarrollo de los nuevos proyectos que la estatal tiene en carpeta. Por eso se analiza la aplicación de un nuevo modelo de negocios más moderno para los nuevos proyectos y divisiones, el modelo a seguir se basa en las experiencias de Gaby y Radomiro Tomic. Estas dos minas tienen algo en común: las dos funcionan con modelos laborales totalmente diferentes al de las operaciones más antiguas (Chuquicamata y El Teniente). En estas divisiones los sindicatos tienen menos poder, la dotación es la justa y necesaria y los trabajadores tienen flexibilidad para llegar a acuerdos con la empresa.

Prueba de ello [58] fue lo ocurrido a comienzos del 2009 cuando Codelco intentó sin éxito en casi todas sus divisiones cambiar las jornadas laborales de 8 horas diarias a 12 horas compensadas más vacaciones para reducir los cambios de turnos diarios de tres a dos; pero los sindicatos se opusieron. Sin embargo, Gaby opera así desde un principio generando ahorros a la corporación en aspectos como el transporte. También hay diferencias respecto de la dotación, el 2011 Gaby produjo alrededor de 120 kt cobre fino con 540 trabajadores propios y Chuquicamata 450 kt cobre fino con 6.500 personas. Es evidente que esta última faena y en El Teniente el poder sindical es muy fuerte y al ser una empresa estatal se encuentra en cierto modo “atada de manos” respecto de lo que puede hacer para mejorar la competitividad en este sentido.

Se espera que esto valla cambiando, la mina Ministro Hales se operará en dos turnos con una dotación óptima, cuando Chuquicamata comience la explotación subterránea cambiará por completo el sistema de turnos y la dotación. Pero no hay duda alguna que para Codelco el tema sindical es un punto desfavorable en su gestión.

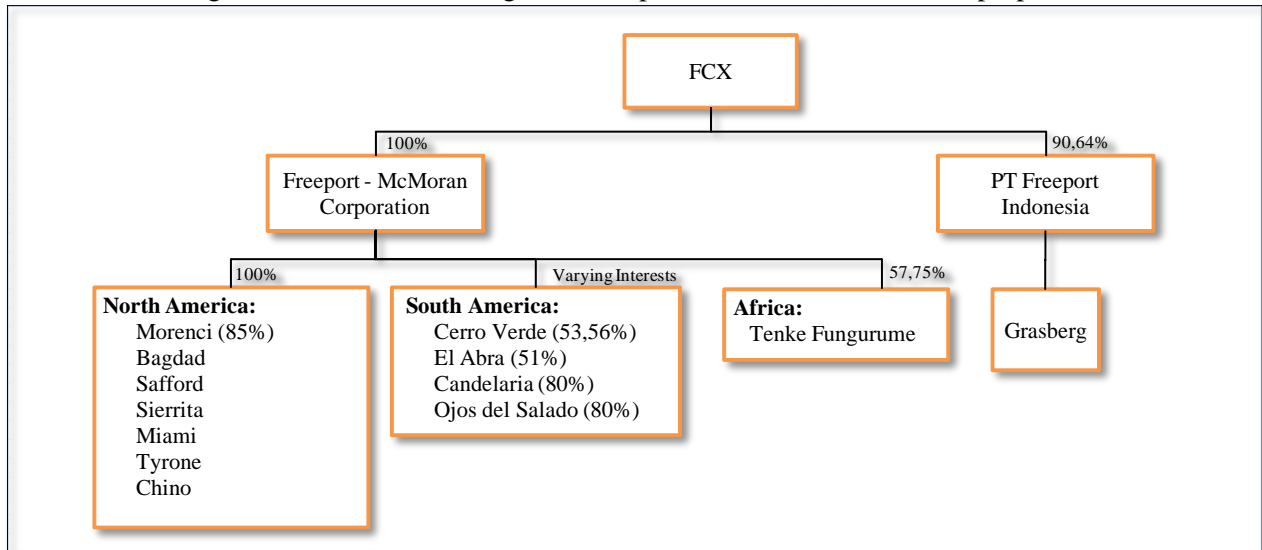
#### *Freeport McMoran Copper and Gold:*

Es la mayor compañía de cobre privada en el mundo. Su casa matriz se encuentra ubicada en Phoenix, Arizona. Con una capitalización bursátil del orden de los 35 BUS\$ a diciembre de 2011 [59]. Opera activos de larga vida, en diversas áreas geográficas y con considerables reservas probables y probadas de cobre, oro y molibdeno.

Entre su cartera de activos incluye el distrito minero de Grasberg, la mina más grande de cobre y oro en el mundo en términos de reservas recuperables; importantes operaciones mineras en América, incluyendo los distritos mineros a gran escala Morenci y Safford en Norteamérica, y las operaciones Cerro Verde, Candelaria y El Abra en Sudamérica; y el distrito minero Tenke Fungurume en la República Democrática del Congo:

La estructura de negocios de Freeport McMoran al 2011 [27]:

Figura 45: Estructura de negocios Freeport McMoran (Elaboración propia)



El principal activo de la compañía son sus reservas, las que al 31 de diciembre del 2011 ascendían a 53,5 Mt de cobre fino (aproximadamente 28% en Indonesia, 22% en Sudamérica, 46% en Norteamérica y 4% en África), 34 Moz de oro, 1,5 Mt de molibdeno, 330 Moz de plata y 390 kt de cobalto. Los ingresos de Freeport se deben aproximadamente en un 78% a las ventas de cobre, un 12% a las ventas de oro y 6% a las ventas de molibdeno. Pero otro importante activo es su posición en el mercado, llegando a producir 1.352 kt métricas de cobre fino el 2011, que equivale al 8% de la producción mundial de cobre mina.

Las principales complejidades se encuentran en Indonesia y El Congo, es por ello que la compañía ha hecho importantes esfuerzos en materia de derechos humanos, la violencia e incluso múltiples muertes de personas e indígenas en estas operaciones han puesto a Freeport en una compleja situación. Como también ha sido muy criticada por grupos ambientalistas debido a la deforestación en las proximidades de la mina Grasberg.

**BHP Billiton:**

Es la Compañía diversificada en recursos naturales más grande del mundo (su capitalización de mercado ascendía a 175 BUS\$ en diciembre 2011 [59]). Tiene más de cien operaciones en 25 países en el mundo. Su casa matriz se encuentra ubicada en Melbourne, Australia. El principal objetivo de la compañía es crear valor para sus accionistas a través del descubrimiento, desarrollo y explotación de recursos naturales. Para seguir este objetivo, BHP sigue la estrategia de invertir en activos grandes, de bajo costo y de larga vida útil para poseer un balanceado portafolio de *commodities* exportables. Las inversiones se planifican de manera de asegurar al grupo estabilidad en el largo plazo y responder adecuadamente frente a las volatilidades del mercado en el corto plazo.

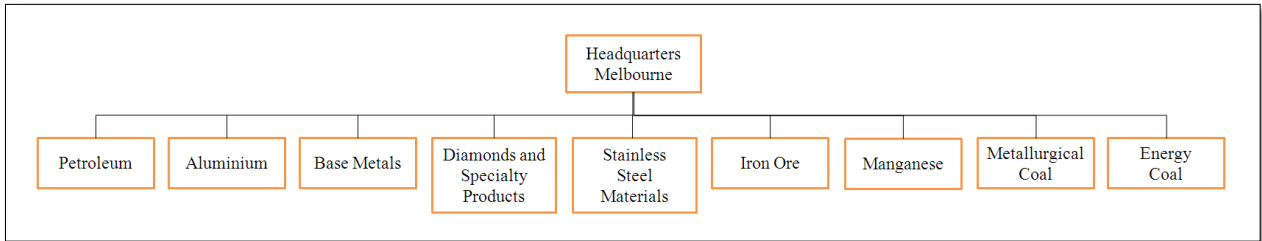
La misión de BHP Billiton es ser una compañía minera cuyo propósito es crear valor en el largo plazo a través del descubrimiento, desarrollo y conversión de recursos naturales, y suministrar a clientes innovadores soluciones enfocadas en el mercado.



BHP Billiton tiene intereses en nueve unidades de negocio, llamadas *Customer Sector Groups* (CSGs), las que están alineadas de acuerdo al *commodity* y al mercado, siendo apoyados por funciones de finanzas, desarrollo, legal y marketing:

La estructura de negocios de BHP Billiton al 2011 [44]:

Figura 46: Estructura de negocios BHP Billiton (Elaboración propia)



En muchos de estos negocios tiene importante participación de mercado:

- Sexto productor mundial de aluminio primario
- Tercer productor mundial de cobre
- Tercer productor mundial de nickel
- Tercer productor mundial de hierro
- Importante productor de plomo y zinc

Xstrata:

La casa matriz de Xstrata se encuentra ubicada en Brisbane, Australia. Con una capitalización bursátil del orden de los 45 BUS\$ a diciembre de 2011 [59]. Está dentro de los cinco mayores productores mundiales de cobre, zinc, carbón térmico y cromo.

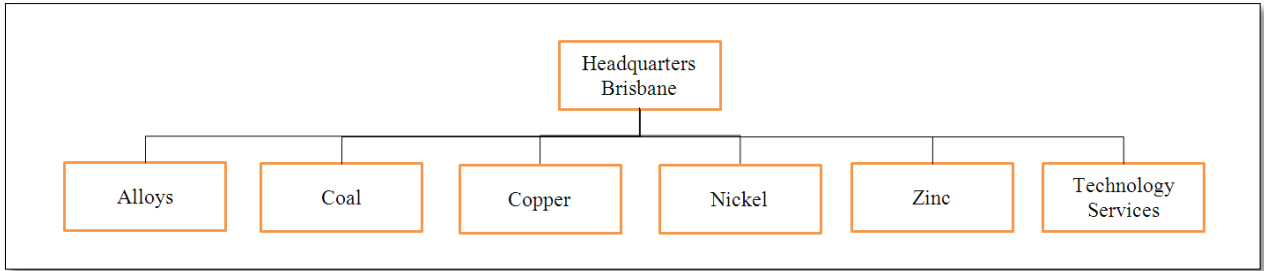
La misión de Xstrata es maximizar el valor para sus accionistas creando y gestionando con éxito una cartera de activos de cobre, líder en la industria, que proporcione la más alta rentabilidad. Esto debe alcanzarse de un modo seguro, respetuoso con el medio ambiente y socialmente responsable, mediante alianzas abiertas con sus empleados, las comunidades, los gobiernos y los otros grupos interesados en su actividad.

Los objetivos estratégicos a alcanzar por Xstrata son:

- Trabajo seguro libre de accidentes
- Ser líderes en el cuidado ambiental
- Responsabilidad social
- Obtener todo el potencial de sus trabajadores
- Maximizar el valor obtenido desde los activos
- Producir a costos competitivos

La estructura de Xstrata al 2011 abarca seis unidades de negocio [45]:

Figura 47: Estructura de negocios Xstrata (Elaboración propia)



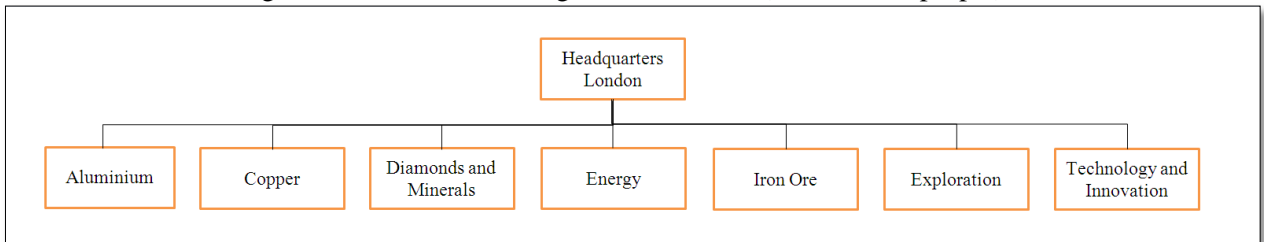
Dentro de su estructura, el principal producto en aporte a los ingresos es el cobre con un 44% seguido del carbón con un 29% y en menor medida zinc 11% y nickel con un 9%. Cabe señalar que en el periodo de bajos precios del cobre el 2009 el principal producto fue el carbón con un 43% seguido del cobre con un 41%.

Rio Tinto:

Rio Tinto es una compañía líder a nivel mundial presente en cada etapa de la producción de minerales y metales. Con una capitalización bursátil del orden de los 92,3 BUS\$ a diciembre de 2011 [59]. Produce aluminio, cobre, diamantes, carbón, hierro, uranio, oro y minerales industriales (dióxido de titanio, talco, zircón, etc.). Su producción se concentra en Norteamérica y Australia con un 85% del valor de sus activos, pero opera en más de 50 países:

La estructura de negocios de Rio Tinto al 2011 [46]:

Figura 48: Estructura de negocios Rio Tinto (Elaboración propia)



Las siguientes tablas muestran a modo de resumen algunas características importantes de las empresas en estudio, como el grado de diversificación, ROA, integración vertical, diversificación geográfica [60]:

Tabla 70: Diversificación por producto de las compañías en estudio (Elaboración propia)

|              | Cobre | Otros Metales Base | Metales Preciosos | Petróleo | Carbón | Hierro | Otros                  |
|--------------|-------|--------------------|-------------------|----------|--------|--------|------------------------|
| Codelco      |       |                    |                   |          |        |        |                        |
| Freeport     |       |                    |                   |          |        |        |                        |
| BHP Billiton |       |                    |                   |          |        |        | Diamantes              |
| Xstrata      |       |                    |                   |          |        |        | Servicios Tecnológicos |
| Rio Tinto    |       |                    |                   |          |        |        | Uranio, Diamantes      |

Las celdas en gris oscuro corresponden a los productos de los cuales la empresa obtiene la mayor parte de sus retornos, mientras que las celdas en gris corresponden a otros productos de menor importancia para la empresa.

Para poder cuantificar que tan importante es cierta unidad de negocio, en nuestro caso el cobre, respecto de los ingresos totales de las compañías se utiliza el indicador ROA *Return on Assets* que se mide como el cociente entre el ingreso de cierto activo dividido los ingresos totales en un periodo determinado típicamente de 1 año.

La siguiente tabla muestra el ROA (%) en el año 2011 para algunos metales [27], [43], [44], [45] y [46]:

Tabla 71: ROA (%) año 2011 (Elaboración propia)

|           | Codelco | Freeport | Bhp Billiton | Xstrata | Rio Tinto |
|-----------|---------|----------|--------------|---------|-----------|
| Cobre     | 89,5%   | 77,8%    | 13,0%        | 44,4%   | 11,1%     |
| Molibdeno | 4,4%    | 6,5%     | -            | -       | -         |
| Hierro    | -       | -        | 28,5%        | -       | 43,7%     |
| Carbón    | -       | -        | 18,2%        | 29,5%   | 10,7%     |
| Otros     | 6,0%    | 15,8%    | 40,3%        | 26,2%   | 34,5%     |

Es de notar que los ingresos por la venta de cobre son fundamentales en Codelco y Freeport (89 y 78% respectivamente), en cambio para BHP Billiton y Rio Tinto son menos relevantes. Esto se debe al grado de diversificación que tienen estas últimas dos compañías, sin embargo, puede observarse que el hierro es el negocio más importante para ellas.

Se infiere que en periodos de bajo precio del cobre Codelco y Freeport son las compañías más afectadas presentando desventajas notorias frente a las demás que pueden resistir de mejor manera ciclos de precios bajos en dicho metal como el ocurrido el año 2009.

En cuanto a la diversificación por producto final de las compañías, se muestra la siguiente tabla [60]:

Tabla 72: Diversificación por producto de las compañías en estudio (Elaboración propia)

|              | Exploración Greenfield | Extracción | Fundición/Refinación |
|--------------|------------------------|------------|----------------------|
| Codelco      |                        |            |                      |
| Freeport     |                        |            |                      |
| BHP Billiton |                        |            |                      |
| Xstrata      |                        |            |                      |
| Rio Tinto    |                        |            |                      |

En la tabla anterior las celdas en gris oscuro indican que la empresa participa mayoritariamente en dichas etapas. Codelco, Freeport y Xstrata son las únicas con importante participación en el mercado de fundición y refinación de concentrados de cobre.

La diversificación regional en cuanto al mercado del cobre para las compañías en estudio [60]:

Tabla 73: Diversificación por región de las compañías en estudio (Elaboración propia)

|              | Casa Matriz            | Operaciones    |        |        |      |         |
|--------------|------------------------|----------------|--------|--------|------|---------|
|              |                        | América        | África | Europa | Asia | Oceanía |
| Codelco      | Chile                  | CL             |        |        |      |         |
| Freeport     | EE. UU.                | CL, PE, US     | DR     |        | IND  |         |
| BHP Billiton | Australia              | CL, PE, US     |        |        |      | AU      |
| Xstrata      | Suiza                  | AR, CL, PE, CA |        |        |      | AU      |
| Rio Tinto    | Australia/ Reino Unido | CL, US         | SA     |        |      | AU      |

Se muestra claramente que las operaciones de cobre más importantes del mundo están concentradas en América (Chile, Perú y EE.UU.) y en menor medida Oceanía (Australia).

El **acceso a capital y deuda** es otro factor relevante en la gestión de las compañías y un elemento diferenciador de la competitividad relativa de las empresas. En la actualidad existen muchas agencias calificadoras de riesgo pero son tres las más relevantes a nivel mundial: Standard & Poor's, Fitch Ratings y Moody's.

Durante el 2011, Codelco mantuvo su clasificación crediticia para su deuda extranjera de A1, por Moody's; y A, por Standard & Poor's. En el caso de deuda local, Codelco tiene clasificación AAA, tanto de Fitch Ratings como de Feller-Rate. El desempeño financiero de Codelco es sólido [61], con ingresos por sobre los 17,5 MMUS\$ a fines del año 2011, un EBITDA de 8,8 MMUS\$ con un 19% de incremento con respecto a los 7,4 MMUS\$ del 2010.

Las siguientes tablas muestran el EBITDA y nivel de endeudamiento de las compañías medido como la razón entre los pasivos totales y los activos totales en el periodo 2009-2011 [27], [43], [44], [45] y [46]:

Tabla 74: EBITDA en BUS\$ compañías periodo 2009 – 2011 (Elaboración propia)

|                  | 2009  | 2010  | 2011  |
|------------------|-------|-------|-------|
| Codelco          | 5,50  | 7,40  | 8,80  |
| Freeport McMoran | 7,40  | 10,10 | 10,20 |
| BHP Billiton     | 17,50 | 31,00 | 37,10 |
| Xstrata          | 6,80  | 10,40 | 11,60 |
| Rio Tinto        | 14,30 | 26,00 | 28,50 |

Tabla 75: Ratio de endeudamiento periodo 2009 – 2011 (Elaboración propia)

|                  | 2009 | 2010 | 2011 |
|------------------|------|------|------|
| Codelco          | 0,76 | 0,78 | 0,71 |
| Freeport McMoran | 0,59 | 0,50 | 0,42 |
| BHP Billiton     | 0,45 | 0,42 | 0,44 |
| Xstrata          | 0,45 | 0,40 | 0,39 |
| Rio Tinto        | 0,53 | 0,42 | 0,50 |

Codelco tiene el más alto ratio de endeudamiento entre las compañías estudiadas aunque ha mostrado una significativa baja en el periodo. Codelco seguirá teniendo acceso al mercado de capitales para financiar déficits de generación interna para su plan de inversiones [61]. El actual programa de inversiones de Codelco se estima promediará alrededor de 4.000 MUS\$ anuales en el periodo 2012-2016, y 2.500 MUS\$ anuales en el periodo 2016-2020. Estas inversiones son críticas para mantener las reservas y la capacidad de producción de Codelco en los actuales niveles, además de optimizar el proceso de producción. El financiamiento de estas inversiones se logrará a través de una combinación de flujo de caja interno, deuda bancaria doméstica e internacional, y emisiones en el mercado de capitales local e internacional. El monto de caja generado internamente que se usará en estos proyectos, está sujeto a los requerimientos del fisco chileno. Las utilidades retenidas están sujetas cada año a aprobación por el Ministerio de Minería y de Hacienda. En junio 2011 se aprobó la capitalización de utilidades correspondientes al ejercicio 2010 por un monto de US\$ 376 millones, lo que representa aproximadamente el 20% de las utilidades después de impuestos de dicho período. Fitch estima que los mercados domésticos e internacionales se mantendrán abiertos y receptivos a Codelco debido a que es 100% propiedad del estado y a su posición de mayor productor de cobre del mundo a costos competitivos [61].

El 2011 Freeport McMoran [27] fue calificada por Fitch ratings con BBB, parámetros de protección adecuados. No obstante condiciones económicas adversas o cambios coyunturales probablemente conducirán a una reducción de la capacidad del emisor para cumplir con sus compromisos financieros relacionados con la deuda (el 2008 tuvo un EBITDA de -10,9 BUS\$) y algunas operaciones en países riesgosos (Grasberg tuvo una huelga de 3 meses el 2011). Rio Tinto [46] en el mismo año tuvo una clasificación A- lo que implica mayor solvencia a condiciones económicas adversas que el caso BBB y se estimada una fuerte capacidad de pago. BHP Billiton con una calificación levemente superior a Rio Tinto y Codelco alcanzando A+

(Minera Escondida tiene la calificación más alta de Fitch Ratings: AAA). Xstrata [45] en tanto posee una calificación BBB+ un nivel intermedio en BBB y A según Standard & Poor's.

Dentro de este factor es relevante señalar las alianzas estratégicas entre estas compañías productoras y empresas consumidoras. Codelco tiene una alianza con la estatal metalúrgica China Minmetals que permite a Codelco obtener financiamiento a cambio de contratos de venta de cobre a largo plazo, en este caso el año 2005 Minmetals destinó cerca de 550 MUS\$ como parte de pago del suministro de cobre a largo plazo con un tope de 2.000 MUS\$ y ésta recibe 55,7 kt cobre fino por año desde el 2006 al 2021 (un total de 850 kt cobre fino) [43]. Sin embargo, dado los actuales niveles de precio del cobre (mayores a 3 US\$/lb) éste no parece haber sido un buen acuerdo. Actualmente tiene un acuerdo con Mitsui para el financiamiento de la compra del 49% de Anglo American Sur en proceso de negociación hasta agosto del 2012.

Por su parte, Freeport McMoran [27] mantiene contratos de ventas a futuro con clientes en EE.UU por 33 kt de cobre fino hasta el 2013 a un precio de 3,58 US\$/lb y con por 8 kt de cobre fino hasta marzo 2012 a un precio de 3,35 US\$/lb. Rio Tinto [46] el año 2009 firmó una alianza estratégica con Chinalco por 19,5 BUS\$ para financiamiento y participación en diversos proyectos, entre ellos Minera Escondida (de la que es propietaria indirectamente de un 15%).

Entre estas alianzas se considera también la participación de algunas compañías financieras en los yacimientos más relevantes a nivel mundial: Collahuasi (12% Mitsui), Los Bronces (24,5% Mitsubishi), Los Pelambre (40% Nippon Mining, Mitsui y Marubeni).

El resultado de la evaluación de los factores de gestión:

Tabla 76: Evaluación factores de gestión Codelco

| CODELCO                            |            | Chuquicamata |   |   |   |   | Radomiro Tomic |   |   |   |   | Gaby |      |   |   |   |   |   |
|------------------------------------|------------|--------------|---|---|---|---|----------------|---|---|---|---|------|------|---|---|---|---|---|
| Factor de Competitividad           | Peso       | 1            | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso           | 1 | 2 | 3 | 4 | 5    | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Gestión</b>                     | <b>20%</b> |              |   |   |   |   | <b>20%</b>     |   |   |   |   |      |      |   |   |   |   |   |
| Localización oficinas corporativas |            |              |   |   | X |   |                |   |   |   | X |      |      |   |   |   | X |   |
| Competencia de Gestión             |            |              |   | X |   |   |                |   | X |   |   |      |      |   | X |   |   |   |
| Valores                            |            |              |   |   | X |   |                |   |   | X |   |      |      |   |   |   | X |   |
| Imagen corporativa                 |            |              |   |   |   | X |                |   |   |   | X |      |      |   |   |   |   | X |
| Capacidad de negociación           |            |              |   |   | X |   |                |   |   | X |   |      |      |   |   |   | X |   |
| Capacidad financiera               |            |              |   |   | X |   |                |   |   | X |   |      |      |   |   |   | X |   |

| CODELCO                            |            | Salvador |   |   |   |   | Andina |   |   |   |   | Teniente |      |   |   |   |   |   |
|------------------------------------|------------|----------|---|---|---|---|--------|---|---|---|---|----------|------|---|---|---|---|---|
| Factor de Competitividad           | Peso       | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5        | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Gestión</b>                     | <b>20%</b> |          |   |   |   |   |        |   |   |   |   |          |      |   |   |   |   |   |
| Localización oficinas corporativas |            |          |   |   | X |   |        |   |   |   | X |          |      |   |   |   | X |   |
| Competencia de Gestión             |            |          |   | X |   |   |        |   | X |   |   |          |      |   | X |   |   |   |
| Valores                            |            |          |   |   | X |   |        |   |   | X |   |          |      |   |   |   | X |   |
| Imagen corporativa                 |            |          |   |   |   | X |        |   |   |   | X |          |      |   |   |   |   | X |
| Capacidad de negociación           |            |          |   |   | X |   |        |   |   | X |   |          |      |   |   |   | X |   |
| Capacidad financiera               |            |          |   |   | X |   |        |   |   | X |   |          |      |   |   |   | X |   |

Tabla 77: Evaluación factores de gestión Freeport - McMoran

| Freeport - McMoran                 |            | Grasberg |   |   |   |   | Cerro Verde |   |   |   |   | Morenci |      |   |   |   | Candelaria |   |      |   |   |   |   |   |
|------------------------------------|------------|----------|---|---|---|---|-------------|---|---|---|---|---------|------|---|---|---|------------|---|------|---|---|---|---|---|
| Factor de Competitividad           | Peso       | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5       | Peso | 1 | 2 | 3 | 4          | 5 | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Gestión</b>                     | <b>20%</b> |          |   |   |   |   |             |   |   |   |   |         |      |   |   |   |            |   |      |   |   |   |   |   |
| Localización oficinas corporativas |            |          |   |   | X |   |             |   |   |   | X |         |      |   |   |   |            | X |      |   |   |   | X |   |
| Competencia de Gestión             |            |          |   |   | X |   |             |   |   | X |   |         |      |   |   |   |            | X |      |   |   | X |   |   |
| Valores                            |            |          |   | X |   |   |             |   | X |   |   |         |      |   |   | X |            |   |      |   |   | X |   |   |
| Imagen corporativa                 |            |          |   | X |   |   |             |   | X |   |   |         |      |   |   | X |            |   |      |   |   | X |   |   |
| Capacidad de negociación           |            |          |   |   | X |   |             |   |   | X |   |         |      |   |   | X |            |   |      |   |   | X |   |   |
| Capacidad financiera               |            |          |   |   | X |   |             |   |   | X |   |         |      |   |   | X |            |   |      |   |   | X |   |   |

Tabla 78: Evaluación factores de gestión BHP Billiton

| BHP Billiton                       |            | Escondida |   |   |   |   | Olympic Dam |   |   |   |   | Spence |      |   |   |   | Cerro Colorado |   |      |   |   |   |   |   |  |
|------------------------------------|------------|-----------|---|---|---|---|-------------|---|---|---|---|--------|------|---|---|---|----------------|---|------|---|---|---|---|---|--|
| Factor de Competitividad           | Peso       | 1         | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5      | Peso | 1 | 2 | 3 | 4              | 5 | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |  |
| <b>Gestión</b>                     | <b>20%</b> |           |   |   |   |   |             |   |   |   |   |        |      |   |   |   |                |   |      |   |   |   |   |   |  |
| Localización oficinas corporativas |            |           |   |   | X |   |             |   |   |   | X |        |      |   |   |   | X              |   |      |   |   |   | X |   |  |
| Competencia de Gestión             |            |           |   |   | X |   |             |   |   |   | X |        |      |   |   |   | X              |   |      |   |   |   | X |   |  |
| Valores                            |            |           |   |   | X |   |             |   |   |   | X |        |      |   |   |   | X              |   |      |   |   |   | X |   |  |
| Imagen corporativa                 |            |           |   |   | X |   |             |   |   |   | X |        |      |   |   |   | X              |   |      |   |   |   | X |   |  |
| Capacidad de negociación           |            |           |   |   |   | X |             |   |   |   |   | X      |      |   |   |   |                | X |      |   |   |   |   | X |  |
| Capacidad financiera               |            |           |   |   |   | X |             |   |   |   |   | X      |      |   |   |   |                | X |      |   |   |   |   | X |  |

Tabla 79: Evaluación factores de gestión Rio Tinto

| Rio Tinto                          |            | Bingham Canyon |   |   |   |   | Escondida |   |   |   |   | Northparkes |      |   |   |   | Palabora |   |      |   |   |   |   |   |  |
|------------------------------------|------------|----------------|---|---|---|---|-----------|---|---|---|---|-------------|------|---|---|---|----------|---|------|---|---|---|---|---|--|
| Factor de Competitividad           | Peso       | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso      | 1 | 2 | 3 | 4 | 5           | Peso | 1 | 2 | 3 | 4        | 5 | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |  |
| <b>Gestión</b>                     | <b>20%</b> |                |   |   |   |   |           |   |   |   |   |             |      |   |   |   |          |   |      |   |   |   |   |   |  |
| Localización oficinas corporativas |            |                |   |   | X |   |           |   |   |   | X |             |      |   |   |   | X        |   |      |   |   |   | X |   |  |
| Competencia de Gestión             |            |                |   |   | X |   |           |   |   |   | X |             |      |   |   |   | X        |   |      |   |   |   | X |   |  |
| Valores                            |            |                |   |   | X |   |           |   |   |   | X |             |      |   |   | X |          |   |      |   | X |   |   |   |  |
| Imagen corporativa                 |            |                |   |   | X |   |           |   |   |   | X |             |      |   |   | X |          |   |      |   | X |   |   |   |  |
| Capacidad de negociación           |            |                |   |   | X |   |           |   |   |   | X |             |      |   |   |   | X        |   |      |   |   |   | X |   |  |
| Capacidad financiera               |            |                |   |   | X |   |           |   |   |   | X |             |      |   |   |   | X        |   |      |   |   |   | X |   |  |

Tabla 80: Evaluación factores de gestión Xstrata Copper

| Xstrata Copper                     |            | Collahuasi |   |   |   |   | Antamina |   |   |   |   | Lomas Bayas |      |   |   |   | Alumbraera |   |      |   |   |   |   |   |  |
|------------------------------------|------------|------------|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|-------------|------|---|---|---|------------|---|------|---|---|---|---|---|--|
| Factor de Competitividad           | Peso       | 1          | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5           | Peso | 1 | 2 | 3 | 4          | 5 | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |  |
| <b>Gestión</b>                     | <b>20%</b> |            |   |   |   |   |          |   |   |   |   |             |      |   |   |   |            |   |      |   |   |   |   |   |  |
| Localización oficinas corporativas |            |            |   |   | X |   |          |   |   |   | X |             |      |   |   |   | X          |   |      |   |   |   | X |   |  |
| Competencia de Gestión             |            |            |   |   | X |   |          |   |   |   | X |             |      |   |   |   | X          |   |      |   |   |   | X |   |  |
| Valores                            |            |            |   |   | X |   |          |   |   |   | X |             |      |   |   |   | X          |   |      |   |   |   | X |   |  |
| Imagen corporativa                 |            |            |   | X |   |   |          |   | X |   |   |             |      |   |   | X |            |   |      |   |   | X |   |   |  |
| Capacidad de negociación           |            |            |   |   | X |   |          |   |   |   | X |             |      |   |   |   | X          |   |      |   |   |   | X |   |  |
| Capacidad financiera               |            |            |   |   | X |   |          |   |   |   | X |             |      |   |   |   | X          |   |      |   |   |   | X |   |  |

## 6 Análisis de Estrategias

### 6.1 Análisis de la Cartera

En los dos capítulos anteriores la discusión se orientó en los factores que configuran la dimensión de atraktividad y competitividad. La reflexión en cada uno de estos factores permite realizar una evaluación acerca del estado en que se encuentra cada una de las operaciones mineras estudiadas, sin embargo, esta reflexión en ningún caso debe ser vista como final, por el contrario es cíclica y susceptible a ser enriquecida.

Después de una primera evaluación en cada uno de los factores definidos, se realiza una transformación a una escala de 1 a 100 (nota 1 = 10, nota 2 = 30, nota 3 = 50, nota 4 = 70 y nota 5 = 90), por ejemplo, para Chuquicamata el valor 70 en “mercado” corresponde al promedio de los siete factores de mercado en el análisis de atraktividad. Finalmente la nota de atraktividad se calcula como el promedio ponderado de los valores por el peso que se les asigna.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 81: Evaluación de factores de atraktividad (Elaboración propia)

| Factores de Atraktividad   |         |             |          |            |                   |                   |
|----------------------------|---------|-------------|----------|------------|-------------------|-------------------|
|                            | Mercado | Competencia | Economía | Tecnología | Aspectos Sociales | Nota Atraktividad |
| Peso                       | 40%     | 10%         | 25%      | 10%        | 15%               |                   |
| <b>Codelco</b>             |         |             |          |            |                   |                   |
| Chuquicamata               | 70,0    | 40,0        | 75,7     | 62,0       | 36,7              | 62,6              |
| Radomiro Tomic             | 75,7    | 40,0        | 75,7     | 62,0       | 56,7              | 67,9              |
| Gaby                       | 67,1    | 40,0        | 67,1     | 62,0       | 63,3              | 63,3              |
| Salvador                   | 50,0    | 40,0        | 55,7     | 62,0       | 43,3              | 50,6              |
| Andina                     | 64,3    | 40,0        | 72,9     | 62,0       | 56,7              | 62,7              |
| Teniente                   | 70,0    | 40,0        | 75,7     | 62,0       | 43,3              | 63,6              |
| <b>Freeport-McMoran</b>    |         |             |          |            |                   |                   |
| Grasberg                   | 70,0    | 40,0        | 58,5     | 62,0       | 43,3              | 59,3              |
| Cerro Verde                | 60,0    | 40,0        | 58,5     | 62,0       | 56,7              | 57,3              |
| Candelaria/Ojos del Salado | 60,0    | 40,0        | 64,2     | 62,0       | 63,3              | 59,7              |
| Morenci                    | 60,0    | 40,0        | 50,0     | 62,0       | 63,3              | 56,2              |
| <b>BHP Billiton</b>        |         |             |          |            |                   |                   |
| Escondida                  | 72,5    | 40,0        | 75,7     | 62,0       | 63,3              | 67,6              |
| Spence                     | 62,5    | 40,0        | 70,0     | 62,0       | 56,7              | 61,2              |
| Cerro Colorado             | 57,5    | 40,0        | 70,0     | 62,0       | 56,7              | 59,2              |
| Olympic Dam                | 60,0    | 40,0        | 72,8     | 62,0       | 56,7              | 60,9              |
| <b>Rio Tinto</b>           |         |             |          |            |                   |                   |
| Escondida                  | 72,5    | 40,0        | 75,7     | 62,0       | 63,3              | 67,6              |
| Northparkes                | 55,7    | 40,0        | 67,1     | 62,0       | 56,6              | 57,7              |
| Bingham Canyon             | 65,0    | 40,0        | 72,8     | 62,0       | 50,0              | 61,9              |
| Palabora                   | 62,5    | 40,0        | 41,4     | 62,0       | 43,3              | 52,0              |
| <b>Xstrata Copper</b>      |         |             |          |            |                   |                   |
| Collahuasi                 | 70,0    | 40,0        | 75,7     | 62,0       | 63,3              | 66,6              |
| Lomas Bayas                | 55,0    | 40,0        | 67,1     | 62,0       | 56,7              | 57,5              |
| Antamina                   | 65,0    | 40,0        | 58,6     | 62,0       | 56,7              | 59,4              |
| Alumbra                    | 57,5    | 40,0        | 50,0     | 62,0       | 56,7              | 54,2              |



Tabla 82: Evaluación de factores de competitividad (Elaboración propia)

| Factores de Competitividad |         |            |      |         |                     |
|----------------------------|---------|------------|------|---------|---------------------|
|                            | Mercado | Producción | I&D  | Gestión | Nota Competitividad |
| Peso                       | 20%     | 50%        | 10%  | 20%     |                     |
| <b>Codelco</b>             |         |            |      |         |                     |
| Chuquicamata               | 54,0    | 67,5       | 58,0 | 70,0    | 64,4                |
| Radomiro Tomic             | 58,0    | 70,0       | 66,0 | 70,0    | 67,2                |
| Gaby                       | 50,0    | 65,0       | 74,0 | 70,0    | 63,9                |
| Salvador                   | 42,0    | 40,0       | 74,0 | 70,0    | 49,8                |
| Andina                     | 50,0    | 65,0       | 66,0 | 70,0    | 63,1                |
| Teniente                   | 58,0    | 67,5       | 62,0 | 70,0    | 65,6                |
| <b>Freeport-McMoran</b>    |         |            |      |         |                     |
| Grasberg                   | 56,7    | 70,0       | 58,0 | 63,3    | 64,8                |
| Cerro Verde                | 50,0    | 65,0       | 54,0 | 63,3    | 60,6                |
| Candelaria/Ojos del Salado | 46,7    | 57,5       | 54,0 | 63,3    | 56,2                |
| Morenci                    | 50,0    | 50,0       | 54,0 | 63,3    | 53,1                |
| <b>BHP Billiton</b>        |         |            |      |         |                     |
| Escondida                  | 56,7    | 77,5       | 70,0 | 76,7    | 72,4                |
| Spence                     | 50,0    | 65,0       | 70,0 | 76,7    | 64,8                |
| Cerro Colorado             | 46,7    | 50,0       | 70,0 | 76,7    | 56,7                |
| Olympic Dam                | 50,0    | 62,5       | 66,0 | 76,7    | 63,2                |
| <b>Rio Tinto</b>           |         |            |      |         |                     |
| Escondida                  | 56,7    | 77,5       | 70,0 | 76,7    | 72,4                |
| Northparkes                | 38,0    | 65,0       | 70,0 | 63,3    | 59,8                |
| Bingham Canyon             | 50,0    | 67,5       | 66,0 | 70,0    | 64,4                |
| Palabora                   | 46,7    | 45,0       | 54,0 | 63,3    | 49,9                |
| <b>Xstrata Copper</b>      |         |            |      |         |                     |
| Collahuasi                 | 53,3    | 75,0       | 54,0 | 66,7    | 66,9                |
| Lomas Bayas                | 43,3    | 47,5       | 54,0 | 66,7    | 51,2                |
| Antamina                   | 50,0    | 67,5       | 58,0 | 66,7    | 62,9                |
| Alumbraera                 | 46,7    | 60,0       | 54,0 | 66,7    | 58,1                |

Con la información recién presentada se construye la matriz atraktividad-competitividad, la que permite una visualización más clara de la posición competitiva de cada una de las 21 faenas consideradas.

El tamaño de los círculos indica el porcentaje de producción respecto del líder, correspondiente a Minera Escondida. El centro del círculo indica la posición de la operación en la matriz, la información se obtuvo del quinquenio 2007-2011, sin embargo, está principalmente centrada en el año 2011.

La figura 49 muestra la matriz en escala global de 1-100 y la figura 50 se centra en el rango obtenido para una visión más clara:

Figura 49: Matriz atractividad – competitividad a escala global (Elaboración propia)

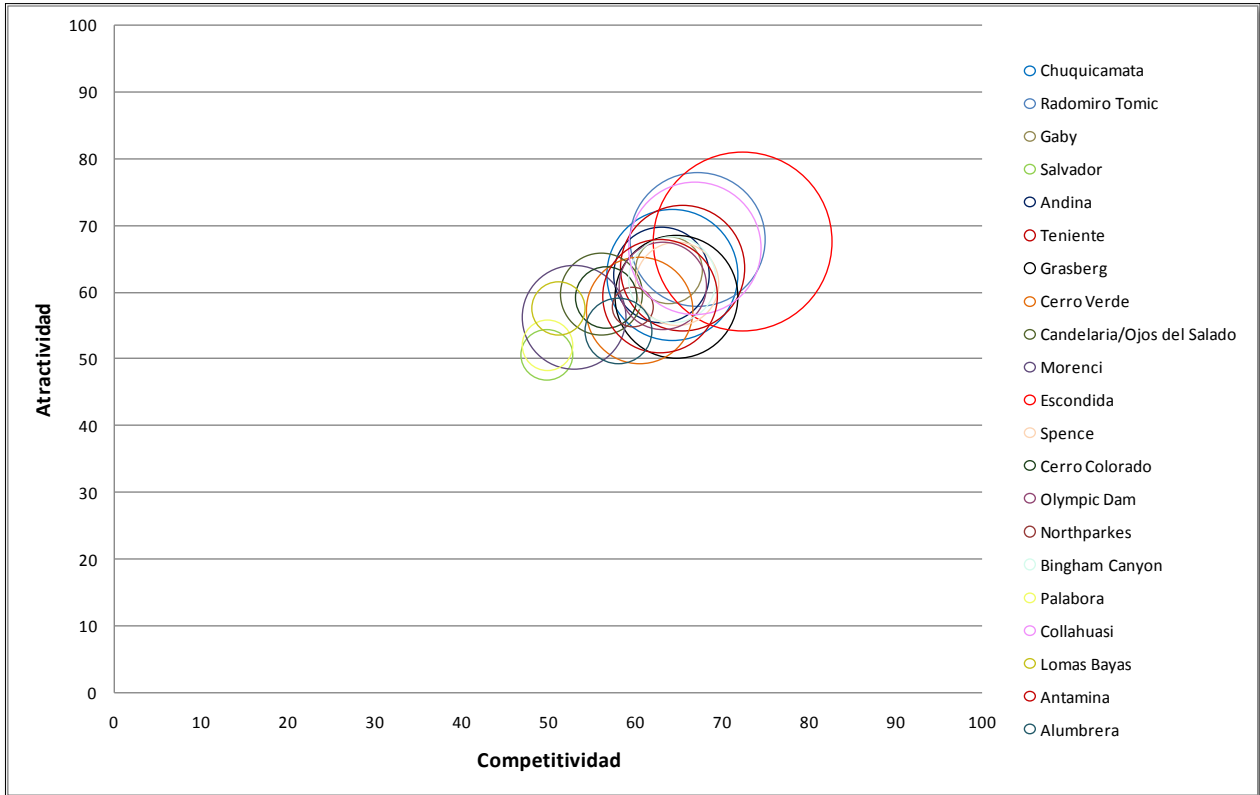
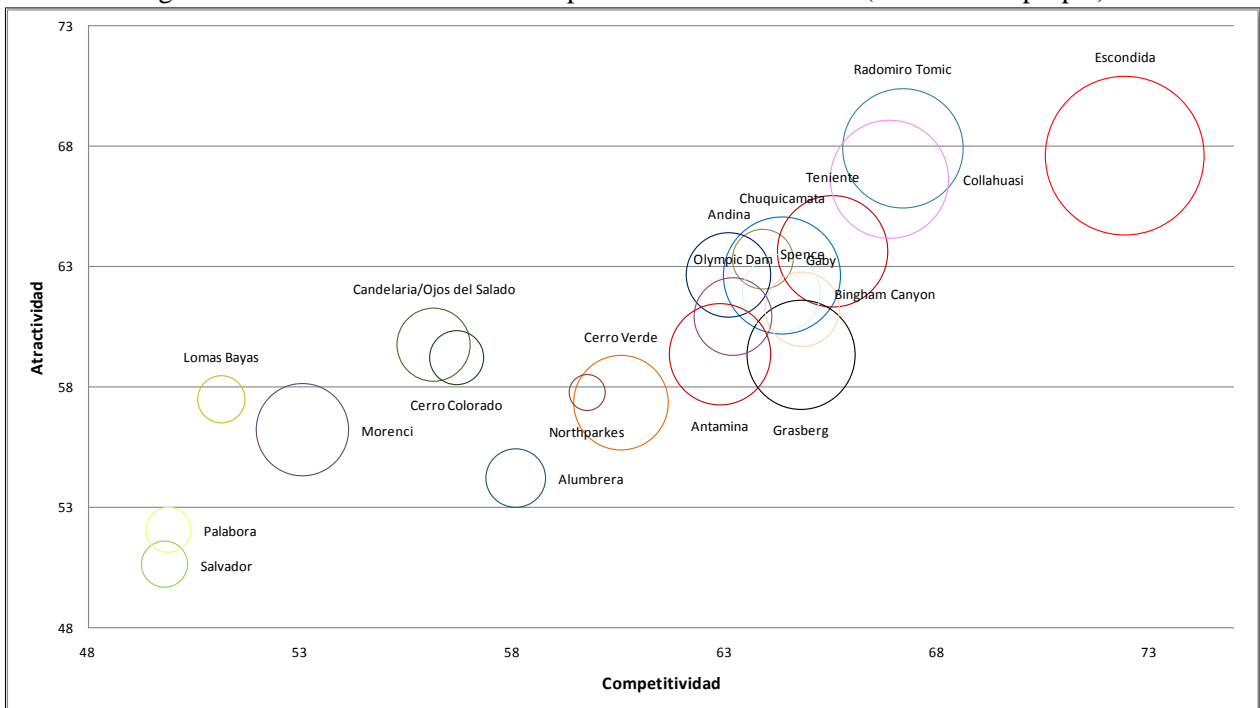


Figura 50: Matriz atractividad – competitividad a escala local (Elaboración propia)



Las posiciones más favorables son ocupadas en general por minas explotadas a cielo abierto, siendo El Teniente la excepción. En cuanto a las minas Gabriela Mistral y Spence si bien su producción respecto al líder es baja (cercasas al 18%), son faenas con una buena percepción en términos de competitividad y atractividad, esto podría explicarse en parte por el uso de nuevas tecnologías, producción a bajo costo (tratamiento hidrometalúrgico) y gran productividad (están entre las cuatro operaciones más productivas a nivel mundial). Las menos favorables como El Salvador y Palabora se caracterizan por baja productividad (menor a 45 tmf Cu/hombre anuales), alto *cash cost* (mayor a 180 cUS\$/lb) y bajo nivel de reservas (alrededor de 1 Mt de cobre fino entre ambas).

Se observa que las minas explotadas a gran escala como Escondida, Chuquicamata y Radomiro Tomic, Collahuasi y El Teniente se ubican en posiciones favorables respecto de las demás y esto es sólo considerando el nivel de producción anual. Es interesante notar que Grasberg a pesar de ser la segunda mina productora a nivel mundial de cobre fino y oro el 2009 y 2010 (cayó al sexto lugar el 2011 debido a la huelga de 3 meses), se ubica en una zona intermedia respecto de las demás faenas, esto indica que la producción y el nivel de reservas no basta, los aspectos políticos, sociales y ambientales en el país donde se lleva a cabo la operación son tan importantes como lo anterior. Con esto, operar en un país estable, con grandes recursos y reservas como el caso de Chile, presenta ventajas competitivas notables frente a los demás.

Codelco concentra sus ventas principalmente en operaciones que están definidas por un mercado atractivo y con yacimientos que le permiten obtener una importante ventaja competitiva, las condicionantes favorables se derivan de los costos directos, de la disponibilidad de mano de obra especializada, el bajo costo de infraestructura (fácil acceso a caminos, puertos y fuentes energéticas), nivel de reservas y por supuesto ser el principal productor de cobre a nivel mundial.

Los activos de Freeport McMoran conforman una cartera desequilibrada, un gran porcentaje de las ventas de la corporación lo generan operaciones de baja competitividad. Esta condición viene dada principalmente por factores de producción como las características geológicas de sus yacimientos (menores leyes) y por los procesos productivos que requieren una alta demanda energética donde además se ubican en países donde este insumo tiene un costo elevado.

## **6.2 Estrategias Corporativas**

### *Codelco Chile:*

En la matriz, a nivel de compañías, destaca Codelco por cuanto cinco de sus seis operaciones se ubican en buenas posiciones (cabe recordar que las 21 operaciones seleccionadas corresponden a las más productivas a nivel mundial de cada compañía analizada) y solo la división El Salvador se ubicaría en una mala posición relativa. Codelco posee las más grandes reservas probables y probadas del mundo, este un factor clave de competitividad y he allí su buena evaluación, junto a esto es hoy en día el principal productor en el mundo.

Los esfuerzos estratégicos de la compañía están enfocados a crear ventajas competitivas internas, mejorando la gestión y procesos productivos con el fin de bajar los costos. Una de sus principales estrategias es seguir siendo el productor líder en el mercado del cobre (sobrepasar las 2,1 Mt de cobre fino para el año 2020) y aprovechar las economías de escala que esto pueda generar, esto se lograría con la ejecución de los proyectos estructurales y la puesta en marcha del proyecto San

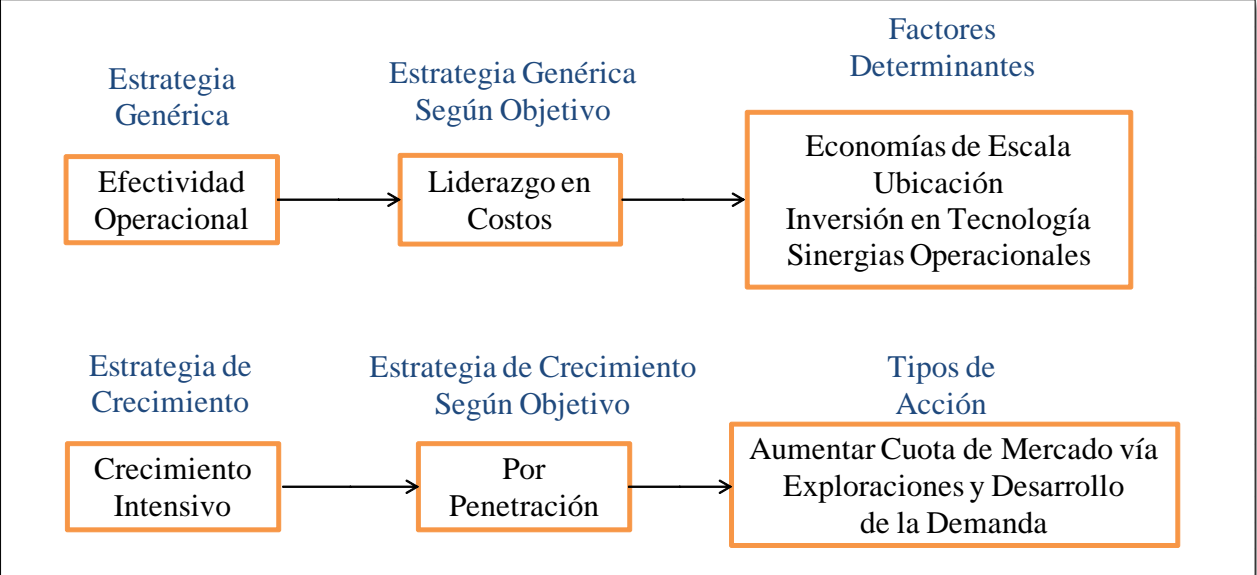
Antonio Óxidos en El Salvador, que potencialmente produciría cerca de 200 kt de cobre fino a finales de la década. A esto se suman algunos intentos de internacionalización en exploraciones para capturar más rentas, esto puede observarse en las alianzas de exploración que tiene en otros países y con otras compañías. La diversificación de Codelco si bien no ha sido descartada se considera difícil de poner en marcha en el corto plazo debido a que las necesidades inversionales de los proyectos estructurales (20 BUS\$ en el periodo 2012-2016) no dejan espacio para otros proyectos en el extranjero, y la posibilidad de abrir una parte de Codelco a la bolsa para financiar proyectos mediante capitales privados tampoco está en los planes.

El gran problema de Codelco es su dependencia del cobre (89% de sus ventas el 2011), si bien es el líder indiscutido en este mercado, es la compañía más expuesta a la volatilidad del precio, esto quedó demostrado cuando en la reciente crisis mundial disminuyeron notablemente las utilidades en comparación a las otras compañías con mayor diversificación, incluso a pesar de haber aumentado su producción respecto del 2008.

Es por ello que no debiese mirarse con malos ojos la posibilidad de diversificar sus activos, ya sea, mediante *joint ventures* con otras compañías en algunas operaciones en Chile o en el mundo y no solamente adquirir las rentas mediante exploraciones. En esta línea se hace relevante poder adquirir el 49% del distrito Los Bronces perteneciente a Anglo American Sur de acuerdo al derecho de opción de compra que Codelco decidió hacer valer el 2011. Otro tema relevante a mejorar en el sentido de proteger las rentas es la dotación de la compañía que no se condice con los actuales niveles de producción. Codelco debiese hacer mayores esfuerzos en este tema siguiendo adelante con el plan de egreso iniciado el 2010, por cuanto las remuneraciones son entre el 15 y el 20% de los costos de producción (a diferencia las demás compañías varían entorno al 10%), además de las múltiples negociaciones colectivas que debe hacer frente año a año y el gran poder que tienen los sindicatos.

La siguiente figura muestra esquemáticamente la estrategia de Codelco:

Figura 51: Estrategia de Codelco (Elaboración propia)



Freeport McMoran Copper and Gold:

Freeport prevalece en el sector medio-bajo de la matriz, sus operaciones en EEUU si bien poseen buena infraestructura en un país estable política, socialmente y sumado con un nivel aceptable de reservas, el problema radica en la calidad de sus recursos, las bajas leyes de cobre de sus yacimientos (menores a 0,3%) y el alto *cash cost* (del orden de 140 cUS\$/lb en dichas faenas a excepción de Grasberg que es muy competitiva en costos 11 cUS\$/lb el 2011).

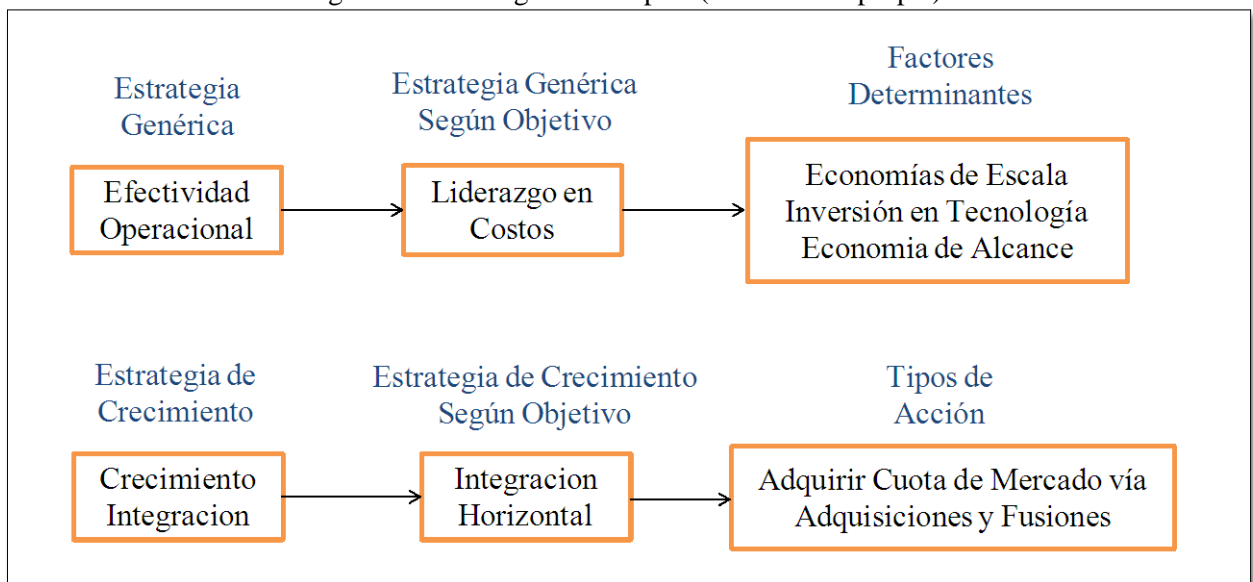
Posee una cartera poco diversificada al igual que Codelco (el cobre representaba el 78% de sus ventas el 2011), aunque en sus tres principales productos (cobre, oro y molibdeno) está dentro de los grandes productores. Es una compañía abierta a la bolsa, lo que le brinda posibilidades de financiar sus proyectos con capitales privados siendo una ventaja sobre Codelco.

Dentro de las estrategias para adquirir las rentas se encuentra la exploración, pero dentro de sus propios distritos (especialmente en PT Freeport Indonesia) y las fusiones o adquisiciones. En efecto, si es la segunda productora mundial de cobre con 1.352 kt de cobre fino el 2011, se debe en gran medida a la adquisición de Phelps Dodge el año 2006 (el año 2005 Freeport produjo 660 kt y Phelps Dodge 930 kt de cobre fino).

Un punto a considerar es que Freeport obtiene una gran parte de sus utilidades de Grasberg, lo que es un riesgo ante cualquier tipo de eventualidad (fallas en proceso productivo, huelgas, problemas sociopolíticos, etc.). Su estrategia es participar en una gran cantidad de operaciones mediante *joint ventures* para reducir el riesgo, sin embargo, es poco selectiva con las faenas y por ello se caracteriza por poseer muchas operaciones pero no muy competitivas debido a bajo nivel de producción, bajas leyes y alto costo.

La siguiente figura muestra esquemáticamente la estrategia de Freeport:

Figura 52: Estrategia de Freeport (Elaboración propia)



BHP Billiton:

Esta es la mayor compañía minera diversificada en el mundo, tanto en los negocios como a nivel geográfico. Se distingue del resto de las compañías por:

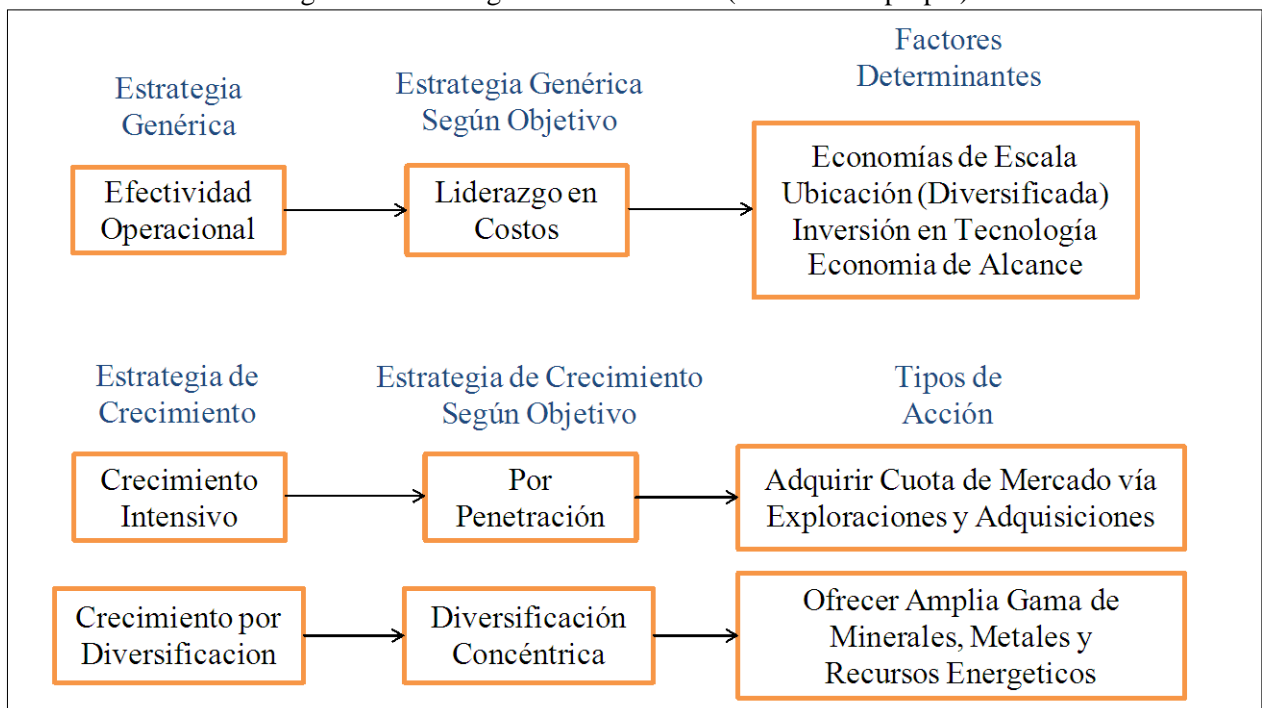
- Calidad de los activos
- Gran inventario de los crecientes proyectos
- Marketing enfocado hacia los clientes
- Diversificación a través de países
- Producción de diversos *commodities*
- Participación en el negocio del petróleo

Para apoderarse de las rentas mineras, BHP realiza constantes inversiones en exploración (Spence es uno de los grandes yacimientos de cobre descubiertos en la década) y *joint ventures* en algunas de sus operaciones, como también fusiones y adquisiciones (sin embargo no pudo concretarse la adquisición de Rio Tinto el año 2008). Dentro de sus estrategias se encuentra operar en la mayor cantidad de mercados de minerales posibles, pudiendo ser o no ser el propietario total de los yacimientos, sin embargo, deben ser depósitos de calidad demostrada.

Debe tener especial atención en la demanda de China, que es su principal comprador en hierro, cobre, níquel y recursos energéticos. Su dependencia de la economía China no es un buen antecedente y debe poner los esfuerzos en buscar nuevos compradores para sus productos. Junto con esto debe desarrollar estrategias para prevenir potenciales impactos negativos en países con alto riesgo político y social, donde cuenta con múltiples operaciones.

La siguiente figura muestra esquemáticamente la estrategia de BHP Billiton:

Figura 53: Estrategia de BHP Billiton (Elaboración propia)



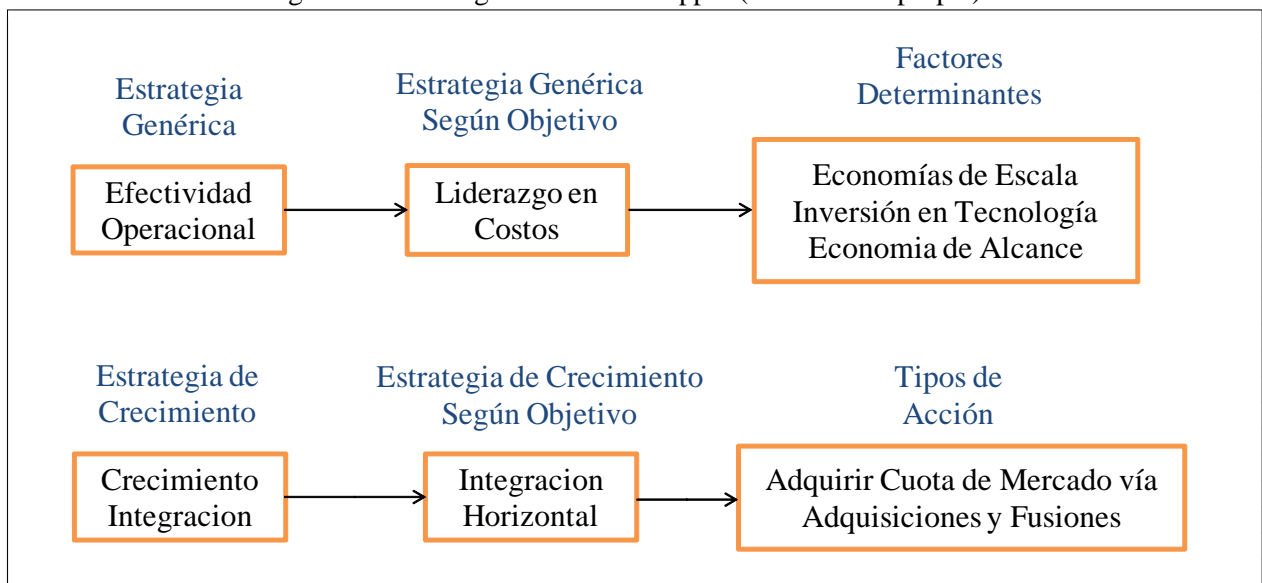
### Xstrata Copper:

Es una compañía mundial diversificada, pero centra su negocio en el cobre y el carbón. Posee *joint ventures* en Collahuasi y Antamina, pero en las demás operaciones de cobre es 100% propietaria. Dentro de sus estrategias está adquirir los recursos mediante fusiones y adquisiciones, tal como cuando el 2006 adquirió a la compañía Canadiense Falconbridge. También ha ejercido la opción de compra en algunos proyectos en desarrollo como Frieda River y Tampakan, sin embargo, en el ámbito de las exploraciones las realiza únicamente alrededor de las minas actuales (generalmente las encarga a empresas *junior*).

Al igual que Codelco y Freeport, entre sus estrategias se encuentra desarrollar un producto final de cobre elaborado, por ello cuenta con algunas fundiciones y refinерías (es el cuarto productor de cobre refinado en el mundo después de Codelco, Freeport y Norddeutsche Affinerie). En este sentido, intenta darle alguna diferenciación al producto, algo que en el mercado del cobre no es muy valorado.

La siguiente figura muestra esquemáticamente la estrategia de Xstrata Copper:

Figura 54: Estrategia de Xstrata Copper (Elaboración propia)



### Rio Tinto:

La estrategia de Rio Tinto es tener una matriz diversificada de unidades de negocio alrededor del mundo, no siendo relevante ser el propietario total de sus activos, además tiene entre sus estrategias declaradas, poseer yacimientos de clase mundial, en calidad y en tamaño. Tiene participación en las dos mayores minas productoras de cobre y en tres de las siete primeras, las que con el nivel de producción que tienen, le da ventajas para enfrentar bajas de precio en el mercado (el cobre solo representa el 11% de sus ventas).

Las rentas las obtiene mediante fusiones, por ejemplo, cuando el año 2007 adquirió a la Canadiense Alcan. También a través de *joint ventures* con otras compañías que le valen tener participación en los proyectos no desarrollados de cobre y oro más importantes del mundo: Oyu

Tolgoi en Mongolia (51% participación en Ivanhoe Mines Ltda. la cual posee el 66% de Oyu Tolgoi), Resolution Copper en EEUU (55% participación, el otro 45% lo tiene BHP Billiton) y La Granja en Perú (100% de Rio Tinto).

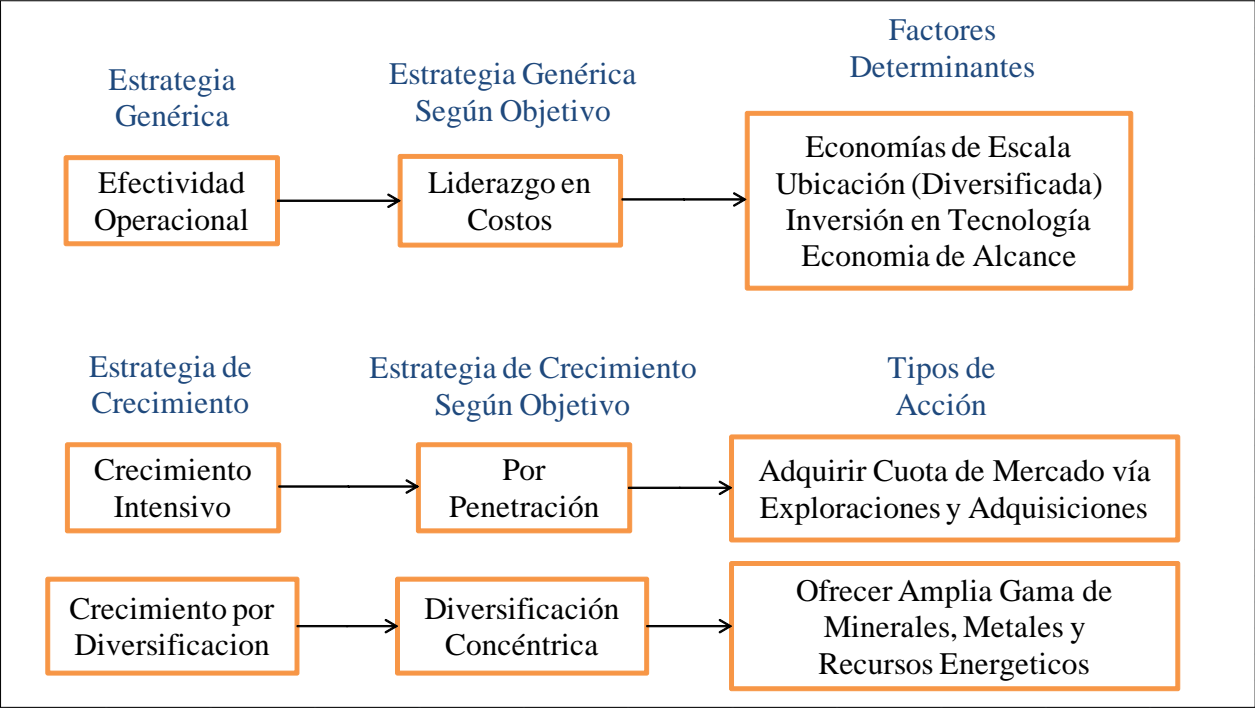
Pero no es la única, el hecho que Rio Tinto considere la exploración como una de sus unidades de negocio, indica lo fundamental que es este proceso para la compañía y es un punto que las demás firmas debiesen tener en cuenta, por cuanto la creación de valor para el negocio minero en general, tal como señala Camus [56], está en el descubrimiento de nuevos yacimientos.

Una de sus metas es seguir siendo líder en el mercado del hierro y aluminio, pero también mejorar su posición en el mercado del cobre para estar dentro de los tres primeros lugares. Por ello, es de vital importancia poner las energías en el desarrollo de sus proyectos de cobre.

En la parte tecnológica, la compañía tiene por estrategia seguir acumulando conocimiento en minería subterránea (block caving) gracias a sus operaciones Northparkes, Palabora y Grasberg con el fin de aplicarlos en Oyu Tolgoi, Resolution Copper y Bingham Canyon subterránea.

La siguiente figura muestra esquemáticamente la estrategia de Rio Tinto:

Figura 55: Estrategia de Rio Tinto (Elaboración propia)



Tal como se pudo observar, las compañías cuentan con diversas ventajas competitivas variadas entre ellas.

La siguiente tabla muestra una visión de las ventajas competitivas de las empresas:



Tabla 83: Ventajas competitivas (Elaboración propia)

| Ventajas Competitivas                                          |               |                  |              |                |           |
|----------------------------------------------------------------|---------------|------------------|--------------|----------------|-----------|
| Megaoperaciones (economías de escala)                          | Codelco Chile | Freeport McMoran | BHP Billiton | Xstrata Copper | Rio Tinto |
| Tamaño de las Operaciones                                      | √             | √                | √            | √              | √         |
| Reservas Mineras                                               | √             | √                | √            | √              | √         |
| Calidad del Recurso                                            | √             | x                | √            | √              | √         |
| Ubicación del Recurso                                          | √             | ?                | √            | √              | √         |
| Acceso a Financiamiento                                        |               |                  |              |                |           |
| Exploración                                                    | ?             | ?                | √            | ?              | √         |
| Desarrollo y Operación                                         | ?             | ?                | √            | √              | √         |
| Tamaño de la Organización                                      | x             | x                | √            | √              | √         |
| Gestión                                                        |               |                  |              |                |           |
| Productividad del capital: exploración, desarrollo y operación | √             | √                | √            | √              | √         |
| Sinergias                                                      | √             | √                | √            | √              | √         |
| Innovación                                                     | √             | √                | √            | √              | √         |
| Fusiones                                                       | x             | √                | √            | √              | √         |
| Diversificación                                                |               |                  |              |                |           |
| Diversificación en otros Recursos Mineros                      | x             | x                | √            | √              | √         |
| Diversificación Geográfica                                     | x             | √                | √            | √              | √         |
| Integración Vertical                                           | √             | √                | x            | √              | x         |
| Poder de Mercado                                               |               |                  |              |                |           |
| Preocupación por los Stakeholders                              | √             | √                | √            | √              | √         |
| Desarrollo Sustentable                                         | √             | √                | √            | √              | ?         |
| Desarrollo de la Demanda Primaria                              | √             | ?                | ?            | ?              | ?         |
| Desarrollo de Mercados                                         | √             | ?                | ?            | ?              | ?         |
| Fusiones y Adquisiciones                                       | x             | √                | √            | √              | √         |

Se observa que Rio Tinto y BHP Billiton cuentan con la gran ventaja competitiva que viene dada por la diversificación, tanto geográfica como de productos y calidad de yacimientos.

Codelco se ve favorecido por la buena ubicación de sus yacimientos (no más de 200 km hasta los puertos de embarque), sin embargo, su alcance de explotación se reduce al cobre, molibdeno y a las fronteras de Chile. Esto hace que Codelco promueva la búsqueda de nuevos usos y nuevos mercados para el cobre y molibdeno que aumenten la demanda, ejemplo de esto son los estudios del uso del cobre como material bactericida y su uso en el sector acuícola (jaulas de cobre sustentables) especialmente para el cultivo de salmones.

Freeport presenta en muchos aspectos desventajas con respecto a sus competidores (no es una empresa diversificada y sus recursos no son de buena calidad).

Proteger las rentas de intereses ambientales es una difícil labor en estos tiempos. Las exigencias de la sociedad frente a la minería son cada vez mayores, incluso pueden paralizar la puesta en marcha de alguna mina que no cumpla con la norma ambiental. En este ámbito podemos señalar no solo proyectos mineros, sino también, proyectos hidroeléctricos que han provocado grandes manifestaciones en el último tiempo en el país (Hidroaysen, Central Castilla) y proyectos mineros como Pascua Lama y la mina de carbón en Isla Riesco en la región de Magallanes. En este punto, las cinco compañías analizadas no han logrado generar estrategias para defender las rentas por el contrario constantemente financian programas que van en esa línea.

En el tema impositivo, en países estables no hay mucho que hacer más que someterse a la legislación tributaria. En países donde próximamente habrá minería, es posible que las compañías puedan negociar los impuestos y de esta manera defender las rentas futuras. Rio Tinto, BHP y Xstrata deben tener especial cuidado en proteger sus rentas en sus operaciones de cobre en Indonesia y África, sectores con alto riesgo país, anticipándose a posibles cambios políticos y generando acuerdos con los gobiernos.

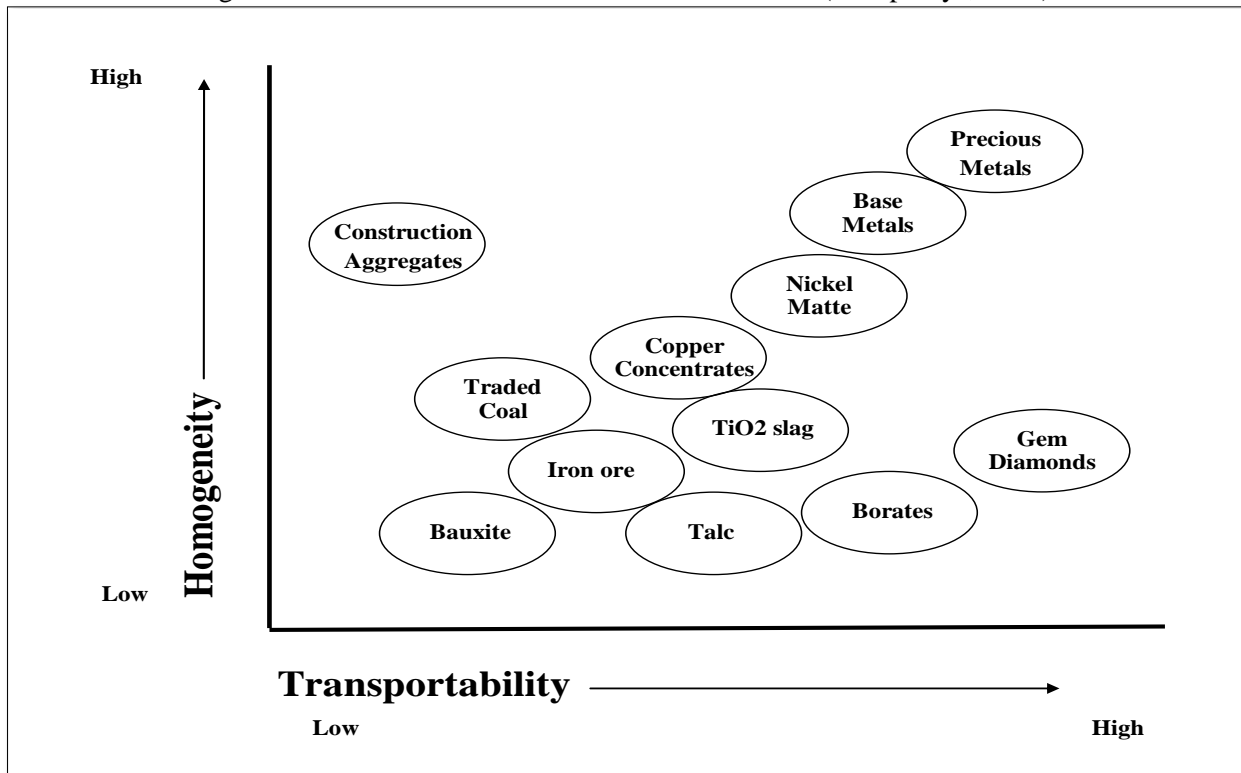
## 7 Análisis Cinco Fuerzas de Porter

El análisis de las cinco fuerzas de Porter se realizó desde la perspectiva de Codelco para el año 2011 considerando el mercado del cobre, en este sentido pudiese ser distinto de acuerdo al enfoque del análisis; si se considera desde el punto de vista de un país, de una compañía o de una operación minera.

Un segundo punto relevante es qué entendemos por “mercado del cobre”, la definición tiene dos dimensiones importantes: geográfica (regional v/s mundial) y diferenciación del producto. Los cátodos de cobre, sin duda, son un mercado mundial por la homogeneidad del producto y bajo costo unitario de transporte, sin embargo, el mercado de los TC/RC es regional (las refinерías buscan concentrados con ciertas características), ya que, el concentrado es relativamente heterogéneo en composición y además tiene un mayor costo unitario de transporte por lo que la distancia a los clientes es relevante.

La siguiente figura agrupa a los distintos productos según grado de homogeneidad y transportabilidad [62]:

Figura 56: Dimensiones en la estructura del mercado (Humphreys, 2008)



El mercado será mundial mientras el mineral o producto sea más homogéneo y fácilmente transportable. Esto se cumple en los metales preciosos como el oro, platino y en los metales base como el cobre, plomo y zinc.

### 7.1 Rivalidad entre competidores

El primer factor importante es el número y tamaño de las firmas, a modo de resumen las actuales diez mayores productoras de cobre mina en el mundo y su participación en el mercado [27], [43], [44], [45], [46], [63], [64], [65], [66] y [67]:

Tabla 84: Producción y participación en el mercado (Elaboración propia)

|                          | Producción 2011<br>(kt) | Participación<br>(%) |
|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| Codelco Chile            | 1.796                   | 11,1%                |
| Freeport-McMoran         | 1.352                   | 8,3%                 |
| BHP Billiton             | 1.052                   | 6,5%                 |
| Xstrata Copper           | 889                     | 5,5%                 |
| Grupo México             | 625                     | 3,8%                 |
| Anglo American Chile     | 599                     | 3,7%                 |
| Rio Tinto                | 520                     | 3,2%                 |
| KGHM Polska Miedz        | 427                     | 2,6%                 |
| Antofagasta Minerals     | 409                     | 2,5%                 |
| Norilsk Nickel           | 363                     | 2,2%                 |
| 5 Principales Compañías  | 5.714                   | 35,2%                |
| 10 Principales Compañías | 8.032                   | 49,4%                |
| Otras                    | 8.216                   | 50,6%                |
| Total Mundial            | 16.248                  |                      |

Las cinco mayores productoras concentran el 35% (C5) y si consideramos las diez principales concentran el 49% del cobre mina (C10). El nivel de concentración no es muy elevado si lo comparamos con el (C3) en el mercado del hierro, donde CVRD, BHP Billiton y Rio Tinto concentran el 40% de la producción mundial de hierro, es decir, un mercado relativamente oligopólico (aunque el hierro como mineral es muy heterogéneo). Esto junto a otras razones como la cierta homogeneidad del producto (aunque en concentrados de cobre no es tan claro), en el mercado del cobre podríamos hablar de competencia perfecta (el precio del cobre esta dado y se transa en las distintas bolsas mundiales).

Codelco produce principalmente cátodos de cobre (81%), concentrado de cobre (11%), ánodos de cobre (3%), cobre blíster (1%) y refinado a fuego (4%). Lo que hace que el mercado de Codelco sea mayoritariamente mundial y con baja diferenciación en el producto (a diferencia, por ejemplo, de BHP Billiton cuyo principal producto es el concentrado de cobre lo que implica un mercado regional con cierto grado de diferenciación en el producto).

Otro factor que incrementaría la rivalidad ya existente es la entrada de nuevas minas en producción en el mediano plazo. Antofagasta Minerals [63] tiene en carpeta numerosos proyectos tanto en Chile como en el extranjero. Para el 2012 el conglomerado proyecta llegar a las 460 kt de cobre fino, lo que aumentaría en un 15% la producción respecto del 2011.

La puesta en marcha del yacimiento “Esperanza” con una producción a régimen de 190 kt de cobre fino anual, los proyectos Telégrafo y Caracoles en el distrito de Sierra Gorda con una producción potencial de 200 kt de cobre fino anual entre ambos hacia el 2017, la expansión de

Los Pelambres en 90 kt de cobre fino desde el 2012, el proyecto de cobre y oro Reko Diq en Pakistán con una potencial producción de 200 kt de cobre fino anual (finales de la década) y Antucoya en construcción con un potencial de producción de 80 kt desde el 2015, llevarían al conglomerado a superar el millón de toneladas de cobre fino en los próximos años [63].

Lo mismo con Anglo American y su potencial expansión en Los Bronces y Collahuasi, que harían sobrepasar el millón de toneladas de producción. Rio Tinto con participación en los megaproyectos Oyu Tolgoi (450 kt de cobre fino anual) y Resolution Copper (600 kt de cobre fino anual) y las expansiones en las minas Escondida y Grasberg, fácilmente superaría las 1,5 Mt de cobre fino anual, muy cerca de alcanzar a Codelco. Sin mencionar a Grupo México [64] que el año 2011 se posicionó como la quinta mayor productora de cobre desplazando a Rio Tinto, resalta su proyecto de expansión de la mina Buenavista del Cobre tanto en óxidos como en sulfuros pasando desde las 172 kt hasta las 300 kt al 2015. En Freeport destaca la expansión de Morenci en 50 ktpd (terminando factibilidad) implicando 100 kt cobre fino desde el 2014, Cerro Verde duplicaría su producción al 2016 agregando 270 kt a las actuales 290 kt cobre fino anual.

La única alternativa de Codelco para mantener el liderazgo en la industria es desarrollando los cuatro proyectos estructurales, San Antonio Óxidos en El Salvador y ejercer la opción de compra del 49% de Los Bronces. Se prevé que para el 2016 llegue a las 2 Mt de cobre fino, siempre y cuando existan buenas expectativas de precio del cobre.

Pero este no es el único factor de competencia, el acceso a los recursos hídricos y energéticos que son particularmente complicados en Chile, junto con esto la escasez de profesionales y mano de obra calificada crean un fuerte ambiente de disputas a nivel local.

## **7.2 Amenazas de entrada**

Codelco no tiene peligro de represalias (por ejemplo que grandes compañías disminuyan su producción con el fin de disminuir el precio de mercado y así afectar a compañías pequeñas) de las demás compañías, ya que, es un competidor importante en el mercado.

En cuanto a las barreras de entrada a nuevos competidores, Codelco posee fuertes economías de escala y alcance debido a la gran producción de cobre y molibdeno, lo que crea ventajas competitivas versus potenciales nuevos competidores que parten su producción a menor escala. Los nuevos proyectos mineros en desarrollo deberán hacer frente a fuertes restricciones medio ambientales, sociales y gubernamentales lo que es una gran barrera de entrada en estos tiempos. Otra restricción importante es lo difícil de encontrar depósitos grandes y de calidad que puedan competir de igual a igual con los grandes yacimientos actuales, lo que es favorable para las actuales compañías productoras.

## **7.3 Amenazas de sustitutos**

Esta problemática compete a toda la industria del cobre y no solo a Codelco. Los principales sustitutos actuales son el aluminio, titanio, acero, fibra óptica y particularmente en este periodo de precios promedio mayores a 4 US\$/lb aparece con fuerza la opción de sustituirlo. Hace muy poco tiempo se determinó que el cobre posee características antimicrobiales, las que potencialmente pueden llegar a ser el 10% del consumo mundial de cobre en los próximos años. Como punto a favor, las reservas mundiales de estos sustitutos no son suficientes para reemplazar

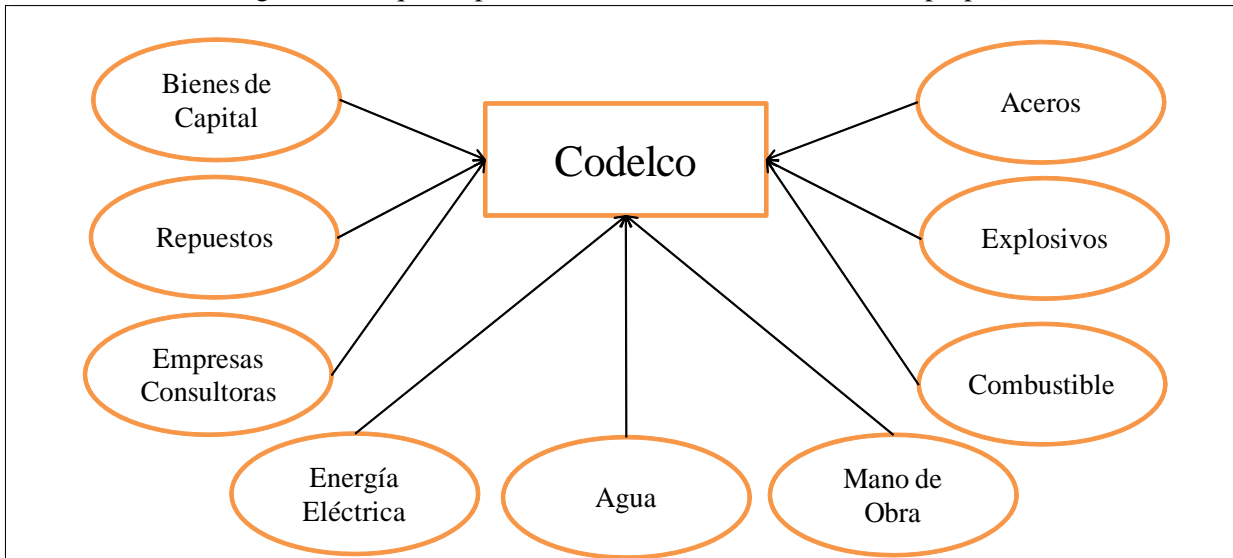
el consumo de cobre en el mediano plazo y como se señaló en capítulos anteriores el cobre posee cualidades que lo hacen único y no fácil de sustituir.

#### 7.4 Poder de negociación de los proveedores

Codelco es un cliente muy importante de sus proveedores, lo que limita el poder de negociación de sus principales proveedores.

La siguiente figura muestra productos y servicios requeridos por Codelco:

Figura 57: Esquema proveedores de Codelco (Elaboración propia)



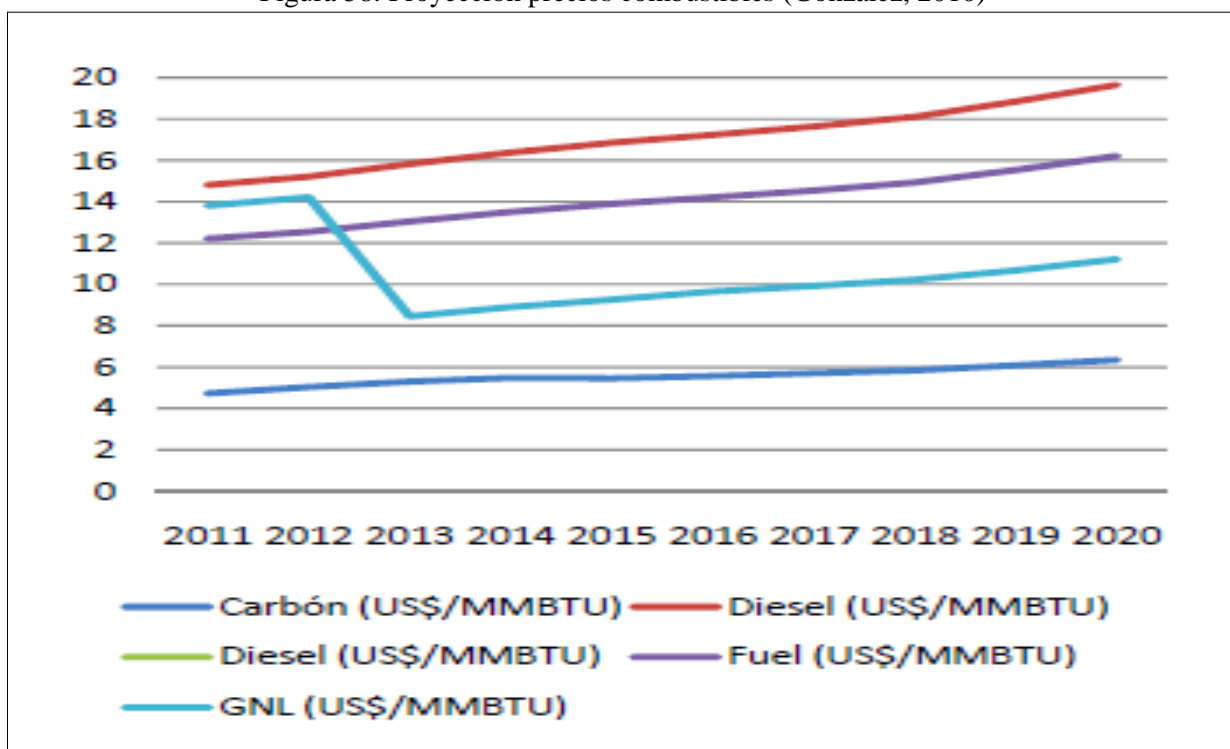
Los grandes proveedores de Codelco son los que dicen relación a los equipos mineros (CAT, Komatsu, Liebherr, Atlascopco, Bucyrus, Sandvic, etc.) y equipos de planta (Outokompu). Son proveedores a nivel mundial y con gran poder de negociación, los contratos no son solo por la compra del equipo, gran parte del negocio para estos proveedores es realizar mantenimiento externa o Marc (los costos de mantenimiento son entre el 40 y el 45% de los costos totales de operación). Sin embargo, en los contratos se estipulan gran parte de los potenciales problemas dando un margen de poder de negociación muy pequeño para las compañías citadas.

Como se señaló en párrafos anteriores el acceso a la energía eléctrica y al agua es crítico. Las nuevas minas en operación están integrando en sus procesos con mayor fuerza el uso de agua de mar en sus procesos lo que les daría mayor libertad y tener ventajas respecto a Codelco aún cuando desalar el agua de mar y conducirla a las faenas es más costoso que conseguir derechos de agua.

En cuanto a los proveedores de energía [68], en el SING (Sistema Interconectado del Norte Grande) la capacidad instalada de 3.216 MW sobrepasa la actual demanda de 1.900 MW, el problema para Codelco y las demás empresas mineras privadas en el norte grande es el continuo aumento del precio de la energía; especialmente complicada será la zona del norte chico debido a oposiciones ambientales a las iniciativas de generación y a la limitada capacidad de transmisión. Los proveedores de energía eléctrica tienen un poder de negociación considerable que es transversal a todas las compañías mineras.

La siguiente figura muestra una estimación en la evolución del precio de los combustibles [68]:

Figura 58: Proyección precios combustibles (González, 2010)



Este tema es tan relevante en la minería, que algunas faenas han incorporado mediante *joint ventures* participación en algunas generadoras de electricidad (Escondida y Codelco).

### 7.5 Poder de negociación de los clientes

El mercado mundial del cobre está muy estandarizado (LME, COMEX, SHFE), evitando que los clientes tengan un poder de negociación muy elevado. China al ser el principal comprador de Codelco (el 36% de las ventas el 2011) hace pensar que la demanda al estar muy concentrada en un solo país haga aumentar el poder de negociación de los clientes y en cierto sentido es así. Codelco y las demás compañías están constantemente mirando el crecimiento económico del país, que es el factor más importante en la demanda. Se prevé que en el corto plazo habrá un pequeño déficit en la oferta de cobre respecto de la demanda, lo que disminuiría el poder de los clientes.

Finalmente, el comportamiento del mercado del cobre se asemeja más a un ambiente de competencia perfecta que a un oligopolio. Luego el poder de negociación de la oferta o de la demanda puede ser efectivo en el corto plazo pero no sería sustentable en el largo plazo.

## 8 Conclusiones

- Codelco cuenta con dos grandes ventajas competitivas: Su participación en el mercado del cobre (primer productor mundial) y el mayor nivel de recursos y reservas en el mundo, sin embargo, la gran falencia es no ser una empresa diversificada (el cobre genera el 89% de sus ventas) y por consiguiente está muy expuesta a la volatilidad del precio del metal. Junto con esto su estrategia para adquirir las rentas se basa principalmente en exploraciones en sus distritos en Chile (aunque también tiene asociaciones de exploración en Brasil y Ecuador), lo que disminuye la probabilidad de encontrar grandes y nuevos recursos de calidad. Esto se debe al carácter estatal, en el cual el riesgo se enfrenta de una manera más restrictiva en comparación a las compañías privadas. Su principal objetivo debe ser la ejecución de los proyectos estructurales, disminuir el poder de los sindicatos y lograr obtener el 49% de Los Bronces que le permitirá mantenerse líder en la producción de cobre.
- Freeport McMoran presenta la misma desventaja de Codelco, no es una compañía diversificada y más aún, sus yacimientos son de baja calidad, sus operaciones son las peor ubicadas en la matriz, no son competitivas ni atractivas (a excepción de Grasberg) y al no tener un programa de exploraciones global (solo exploración distrital principalmente en PT Freeport Indonesia) su estrategia queda reducida a la reducción de costos y adquisiciones. Gran dependencia de su principal activo Grasberg lo que la hace muy vulnerable frente a riesgos sociopolíticos comunes en Indonesia y riesgos de mercado.
- BHP Billiton cuenta con una gran ventaja competitiva: Compañía altamente diversificada (el cobre representó únicamente el 13% de sus ventas el 2011). Tiene el mayor nivel de ingresos y utilidades entre todas las compañías mineras. Tiene a sus faenas bien posicionadas en la matriz, una buena estrategia de captura de rentas, sin embargo, tiene el problema de la dependencia hacia su principal cliente China (28% de sus ingresos el 2011). Sobre todo en sus dos principales negocios: el Hierro y Metales Base. Debe realizar mayores esfuerzos en la contención de costos Escondida y Spence que prácticamente duplicaron sus costos el 2011 respecto del 2009.
- El enfoque de Xstrata de apoderarse de las rentas mediante fusiones (principal estrategia), adquisiciones y opciones de compra deja de lado la alternativa de exploración. La integración vertical agrega valor al producto por sus fundiciones y refinerías al igual que Codelco y Freeport. Su nivel de reservas es el más bajo de entre las cinco compañías (17 Mt cobre fino), además el 57% de dichas reservas están en Collahuasi lo que implica que su desempeño en el mercado del cobre es muy dependiente de este yacimiento. Para lograr el 1,5 Mt el 2015 debe resultar exitosa la Fase III de expansión en Collahuasi. Su posible fusión con Glencore la haría posicionarse en la primera línea de productores de cobre y diversificar aún más su cartera de negocios.
- La gran fortaleza de Rio Tinto que no se visualiza claramente en las otras compañías es su elaborado programa de exploraciones, el que le ha permitido tener participación en los principales proyectos de cobre actuales de clase mundial. Al igual que BHP es altamente diversificada con lo que hace frente a la volatilidad de precios de los *commodities*. Posee participación en los más importantes proyectos de cobre y oro no desarrollados.

- En general, la estrategia de captura de “rentas” será exitosa mientras existan más fuentes para obtenerlas. De esta forma BHP Billiton, Rio Tinto tienen mayores posibilidades, ya que, incluyen fusiones, adquisiciones, *joint ventures* y exploración tanto distrital como a nivel mundial.
- Como comentarios del Análisis de Porter, las grandes productoras debiesen anticipar la entrada al mercado de compañías en pleno crecimiento que potencialmente disminuirían su participación y sus utilidades. En el mediano plazo hay que mirar con atención a Antofagasta Minerals y Anglo American. Los actuales niveles de producción de estas compañías están del orden de las 500 kt de cobre fino anual, pero como se mencionó tienen un alto potencial de crecimiento para llegar y superar sin problemas la barrera del millón de toneladas y entrar en el grupo de los cinco mayores productores mundiales. Las compañías tienen que poner atención en los proveedores especialmente de agua y energía eléctrica.
- Las estrategias a seguir debiesen tener como foco lo siguiente:
  - Desarrollar exploración en países poco explorados y con gran potencial de recursos (Pakistán, Papua Nueva Guinea, etc.).
  - Ejecutar prontamente los proyectos avanzados para aprovechar el buen ciclo de precios en el corto plazo.
  - Desarrollar más y mejores programas de formación y reclutamiento de personal experto en minería (se prevé escasez de recursos humanos en el área). Solo en Chile en el periodo 2012-2020 se necesitarán más de 44.000 trabajadores adicionales para aumentar la producción de cobre en un 23% hasta las 7,3 Mt el 2020 [69].
  - Investigar constantemente nuevos usos del cobre.
  - Realizar asociaciones y alianzas con empresas consumidoras y financistas.
- En resumen, el estado actual en el mercado del cobre y las buenas expectativas de precio en el tiempo hacen de este un negocio atractivo con buenos retornos. En algunos casos está ocurriendo que las compañías están acortando los plazos de los estudios de ingeniería y puesta en marcha para así aprovechar la parte positiva de los ciclos económicos. Ejemplos de esto es la fase II de minera Gaby prevista para el 2011 y comenzando el 2010, Spence que comenzó el 2007 unos 6 meses antes de lo previsto.



## 9 Referencias

- [1] Araneda, O., Apuntes del curso Economía Minera, [presentaciones], Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Depto. Ingeniería de Minas, 2009
- [2] Eggert, R., Apuntes del curso Análisis de Mercados de Minerales, [presentaciones], Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Depto. Ingeniería de Minas, Diplomado en Economía de Minerales, 2010
- [3] Rioseco, J. y Yañez, C., Análisis y Efectos del Royalty en Minera Escondida, Memoria Ingeniero Comercial, Concepción, Chile, Universidad del BíoBío, Facultad de Ciencias Empresariales, Depto. De Auditoría y Administración, 2005
- [4] Moscoso, C., Apuntes del curso Creatividad y Clima Innovador, [presentaciones], Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Depto. Ingeniería de Minas, 2009
- [5] García, A., De la Ventaja Comparativa a la Ventaja Competitiva, Publicaciones ICESI No. 60, pp.47-52, 2010
- [6] Uribe, G., Competitividad Mundial en Minería del Cobre, Estudio de Caso Diplomado en Economía de Minerales, Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Depto. Ingeniería de Minas, 2002
- [7] Porter, M., Competitive Strategy, Free Press, New York, United States, 1980
- [8] Lambin, J., Marketing Estratégico, McGraw-Hill, Madrid, España, 1995
- [9] Rodríguez, J., Competitividad Mundial en la Minería del Cobre, Estudio de Caso Diplomado en Economía de Minerales Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Depto. Ingeniería de Minas, 2006
- [10] Majluf, N. y Hax, A., Gestión de Empresa con Visión Estratégica, Dolmen 1ª Edición, Santiago, Chile, 1993
- [11] Hax, A., El Modelo Delta: Un nuevo Marco Estratégico, Massachusetts Institute of Technology, Senate Hall Academic Publishing, 2003
- [12] Moscoso, C., Fundamentos Microeconómicos del Negocio Minero, [presentación], InverChile, 2010
- [13] Conrad, J. y Clark, C., Natural Resource Economics, Chapter 3: Nonrenewable Resources, Cambridge University Press, pp.117-135, 1987
- [14] Conrad, J., Natural Resource Economics, Chapter 5: The Economics of Nonrenewable Resources, Cambridge University Press, pp.77-97, 1987

- [15] COCHILCO, Precio del Cobre Real y Nominal 1950-2011, [en línea], <[http://www.cochilco.cl/productos/base\\_datos.asp](http://www.cochilco.cl/productos/base_datos.asp)>, [consulta 13 de agosto 2012]
- [16] Adams, R., Strategic Challenges for the Australian Minerals and Energy Sectors, Resource Strategies Confidential, 1998
- [17] Humphreys, D., The great metals boom: A retrospective, Resources Policy 35 (2010) 1-13
- [18] Humphreys, D., Sustainable Development: Can the Mining Industry Afford it?, Resources Policy 27 (2001) 1-7
- [19] Stewart, B., The Quest for Value: The EVA Management Guide, Harperbusiness, New York, United States, 1991
- [20] Kronenberg, T., The Curse of Natural Resources in the Transition Economies, Economics of Transition 3 (2004) 399-426
- [21] Silva, E., Orientaciones Comerciales y Parámetros de Planificación 2011 y 2012, [presentaciones], Codelco, Gerencia de Estudios y Diseño Estratégico, 2012
- [22] Marticorena, J., Electrificación y acuicultura en China sostendrán demanda por cobre al 2013, La Tercera en Internet, 4 de agosto 2010, <<http://diario.latercera.com/2010/08/04/01/contenido/negocios/10-34431-9-electrificacion-y-acuicultura-en-china-sostendran-cobre-al-2013.shtml>>, [consulta 4 agosto 2010]
- [23] Johnson, J., Chinese Copper Industry Prospects-Back to the Future?, En: CRU's 9<sup>th</sup> World Copper Conference, 6 de abril 2010, Santiago, Chile
- [24] Barrera, R., Caviedes, C., Vergara, C., Desafíos Competitivos de las Empresas Mineras Frente a la Demanda China, En: Diplomado en Economía de Minerales, Curso Competitividad Mundial en Minería, 8 de octubre 2010, Santiago, Chile
- [25] COCHILCO, Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Minerales 1992-2011, [en línea], <<http://www.cochilco.cl/productos/descarga/anuarios/AE2012web.pdf>>, [consulta 13 de agosto 2012]
- [26] COCHILCO, Boletín Mensual Electrónico Diciembre, Producción Mundial de Cobre Refinado 2011, [en línea], <<http://www.cochilco.cl/productos/boletin.asp?anio=2012&mes=07&tabla=tabla36>>, [consulta 13 de agosto 2012]
- [27] Freeport-McMoran, Reportes Anuales periodo 2005-2011
- [28] Radetzki, M., Seven Thousand Years in the Service of Humanity – The History of Copper the red Metal, Resources Policy (2009)
- [29] Tilton et al., The Resource Curse, Natural Resources Forum 29 (2005) 233-242

- [30] Alegría, A., Gretchina, A., López, C., El Cobre en el Futuro, En: Diplomado en Economía de Minerales, Curso Competitividad Mundial en Minería, 8 de octubre 2010, Santiago, Chile
- [31] CESCO, Informe Financiero de la Minería N°10 Cuarto Trimestre 2010, [en línea], <<http://www.cesco.cl/assets/docs/estudios-y-presentaciones/Informe-financiero-mineria-Cesco-n10-4T2010.pdf>>, [consulta 15 de mayo 2011]
- [32] Colque, E., García, F., Flores, C., Fusión y Adquisición en la Industria Minera, En: Diplomado en Economía de Minerales, Curso Competitividad Mundial en Minería, 8 de octubre 2010
- [33] Procobre, Cobre para todos: Ventajas del uso del Cobre, [en línea], <<http://www.procobre.org/es/cobre/aplicaciones/>>, [consulta 23 septiembre 2011]
- [34] Suarez, L., ¿Sustituirá el Grafeno al Cobre?, [en línea], Revista N°354 diciembre 2010, <[http://www.mch.cl/revistas/index\\_neo.php?id=1521](http://www.mch.cl/revistas/index_neo.php?id=1521)>, [consulta 23 septiembre 2011]
- [35] Standart & Poor's, Calificación de Riesgo Crediticio por país, [en línea] <<http://www.standardandpoors.com/ratings/sovereigns/ratings-list/es/la?sectorName=null&subSectorCode=39>>, [consulta 8 de agosto 2012]
- [36] Hernández, D., Desafíos y Oportunidades de la Minería en América Latina, En: Conferencia Inaugural Expomin, 9 de abril 2012, Santiago, Chile
- [37] Andrews, C., Changing International Perceptions of Mining: The Case of Africa, En: MEMS 14<sup>th</sup> Annual Conference, 14 de abril 2005, Washington, United States
- [38] Matshedisa et al., Mineral Development in the SADC Region: A Policy Perspective, Minerals and Energy 2 (2005) 16-27
- [39] Hernández, D., Minería en el Bicentenario: Mirando al Futuro, [presentación], Codelco, 2010
- [40] Compendio de la Minería Chilena 2011, Capítulo 2: Estadísticas, pp.206, 2012
- [41] Alegría, A., Gretchina, A., López, C., Minería en los años Noventa: Cultura de Costos versus Creación de Valor, En: Diplomado en Economía de Minerales, Curso Competitividad Mundial en Minería, 7 de octubre 2010
- [42] Collahuasi, Medición de la Huella de Carbono en 2009, [en línea] <<http://www.collahuasi.cl/espanol2/huella-carbono/resultados-hc-collahuasi.pdf>>, [consulta 15 de agosto 2012]
- [43] Codelco Chile, Reportes Anuales periodo 2001-2011
- [44] BHP Billiton, Reportes Anuales periodo 2001-2011

- [45] Xstrata, Reportes Anuales periodo 2006-2011
- [46] Rio Tinto, Reportes Anuales periodo 2001-2011
- [47] Gómez, A., Resumen Proyectos Estructurales de Codelco, [documento], Gerencia de Evaluación de Inversiones y Control de Proyectos, 2010
- [48] Codelco Update July 2012, [en línea]  
<[http://200.91.44.168/prontus\\_codelco/site/artic/20110803/asocfile/20110803155044/codelco\\_update\\_july\\_2012.pdf](http://200.91.44.168/prontus_codelco/site/artic/20110803/asocfile/20110803155044/codelco_update_july_2012.pdf)>, [consulta 20 de agosto 2012]
- [49] BHP Billiton en Chile, [en línea], Revista N° 328 octubre 2008,  
<[http://www.mch.cl/revistas/index\\_neo.php?id=690](http://www.mch.cl/revistas/index_neo.php?id=690)>, [consulta 2 de abril 2011]
- [50] Expansión de Spence, [en línea], <<http://boliviaminera.blogspot.com/2011/03/intendente-de-antofagasta-ampliacion-de.html>>, [consulta 4 de abril 2011]
- [51] Olympic Dam Expansion: Overview, [en línea],  
<<http://www.bhpbilliton.com/home/aboutus/regulatory/Documents/Olympic%20Dam%20Supplementary%20EIS/Information%20Sheets/Olympic%20Dam%20EIS%20Overview.pdf>>, [consulta 5 de abril 2011]
- [52] Brook Hunt, 2009 y 2011 Cu Cost League, [planilla excel], 2012
- [53] COCHILCO, Mercado Internacional del Molibdeno y la Producción en Chile 2010, [en línea], <[http://www.cochilco.cl/productos/pdf/2011/Informe\\_Molibdeno\\_2011.pdf](http://www.cochilco.cl/productos/pdf/2011/Informe_Molibdeno_2011.pdf)>, [consulta 28 abril 2011]
- [54] COCHILCO, Producción Chilena de Molibdeno de Mina por Empresa, [en línea], <[http://www.cochilco.cl/productos/base\\_datos.asp](http://www.cochilco.cl/productos/base_datos.asp)>, [consulta 13 agosto 2012]
- [55] Codelco, Freeport, BHP Billiton, Xstrata y Rio Tinto, Reportes de Sustentabilidad, 2011
- [56] Camus, J., Value Creation in Mining – More Upstream or More Downstream?, En: 9<sup>th</sup> World Copper Conference, 6 de abril 2010, Santiago, Chile
- [57] Codelco, Gerencia de Exploraciones, Exploraciones: Una Mirada global, [presentación], 2010
- [58] Orellana, G., Codelco Analiza Estrategia para Reducir Poder Sindical, Emol, 4 de enero 2010, <<http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=70727>>, [consulta 20 de agosto 2012]
- [59] FT Global 500 prices and Market Value, [en línea], <<http://media.ft.com/cms/73f82726-385d-11e1-9f07-00144feabdc0.pdf>>, [consulta 25 de julio 2012]

- [60] COCHILCO, Análisis Financiero de las Estrategias Seguidas por las Mayores Empresas Mineras de Cobre del Mundo, [en línea], <[http://www.cochilco.cl/productos/pdf/2010/16062010\\_Analisis\\_Estrategias\\_Financieras\\_Empresas\\_JCCL.pdf](http://www.cochilco.cl/productos/pdf/2010/16062010_Analisis_Estrategias_Financieras_Empresas_JCCL.pdf)>, [consulta 8 de marzo 2011]
- [61] Fitch Ratings Corporate, Análisis de Riesgo Corporación Nacional del Cobre, [en línea], <[http://www.fitchratings.cl/Upload/Codelco\\_CA\\_NOV.09.2011\\_T\\_NOV.09.2017\[1\].pdf](http://www.fitchratings.cl/Upload/Codelco_CA_NOV.09.2011_T_NOV.09.2017[1].pdf)>, [consulta 15 de agosto 2012]
- [62] Humphreys, D., Pricing and Trading in Metals and Minerals, 2008
- [63] Antofagasta Minerals, Reporte Anual 2011
- [64] Grupo México, Reporte Anual 2011
- [65] KGM Polska Miedz, Reporte Anual 2011
- [66] Anglo American, Reporte Anual 2011
- [67] Nordilsk Nickel, Reporte Anual 2011
- [68] González, M., Abastecimiento Eléctrico para los Nuevos Proyectos Mineros, [presentación], 2010
- [69] Fundación Chile, Fuerza Laboral en la Gran Minería Chilena: Diagnóstico y Recomendaciones 2011-2020, [en línea] <[http://www.consejominero.cl/doc\\_home/Fuerza\\_Laboral\\_Diagnostico\\_y\\_desafios12\\_en\\_e.pdf](http://www.consejominero.cl/doc_home/Fuerza_Laboral_Diagnostico_y_desafios12_en_e.pdf)>, [consulta 3 de agosto 2012]