



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA



# METODOLOGÍAS Y CRITERIOS PARA VALORIZACIÓN Y RANKING DE CARTERA DE PROYECTOS DE EXPLORACIÓN

Memoria para optar al Título de Geólogo

**Javiera Fernanda Jiménez Valdebenito**

**Profesor Patrocinante:** Dra. Verónica Laura Oliveros Clavijo

**Profesional Guía:** Msc. Denny Orlando Díaz Rodríguez

**Profesores Comisión:** Sr. Ramiro Ulises Bonilla Parra

Msc. Abraham Elías González Martínez

Concepción, 2019



Dedicado a mi hermosa familia,  
los que están, los que estuvieron  
y los que estarán por siempre.

# ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.1. OBJETIVOS</b> .....	2
1.1.1. Objetivo General .....	2
1.1.2. Objetivos Específicos.....	2
<b>1.2. METODOLOGÍA</b> .....	2
<b>1.3. AGRADECIMIENTOS</b> .....	4
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	5
<b>2.1. PROYECTO MINERO</b> .....	5
2.1.1. Concesiones Mineras.....	5
2.1.2. Cadena de Valor de la Exploración Minera .....	6
<b>2.2. EXPLORACIÓN MINERA</b> .....	8
2.2.1. Conceptos Básicos.....	9
2.2.2. Etapas de Exploración .....	10
2.2.2.1. Exploración Geológica Básica.....	10
2.2.2.2. Exploración Geológica de Seguimiento.....	10
2.2.2.3. Exploración Geológica Avanzada.....	11
<b>2.3. INFORMES TÉCNICOS</b> .....	11
2.3.1. Códigos Internacionales y Nacionales .....	12
2.3.1.1. JORC Code .....	12
2.3.1.2. NI43-101 .....	13
2.3.1.3. SAMREC Code.....	13
2.3.1.4. CH20235 .....	14
<b>2.4. VALORIZACIÓN DE ACTIVOS MINEROS</b> .....	14
2.4.1. Códigos de Valorización de Activos Mineros.....	15
2.4.1.1. VALMIN.....	15
2.4.1.2. CIMVal .....	16

2.4.1.3. SAMVAL.....	17
<b>2.4.2. Valorización de Activos Mineros de Exploración .....</b>	<b>18</b>
2.4.2.1. Enfoque de Costos .....	18
2.4.2.2. Enfoque de Mercado.....	21
2.4.2.3. Enfoque de Ingreso .....	21
<b>3. CARTERA DE PROYECTOS DE EXPLORACIÓN.....</b>	<b>24</b>
<b>3.1. CARTERA NO PRIORITARIA CODELCO.....</b>	<b>24</b>
<b>3.1.1. IOCG .....</b>	<b>26</b>
3.1.1.1. Bloque Chipana.....	27
3.1.1.2. Bloque Pampa Austral .....	29
3.1.1.3. Bloque Desierto .....	30
3.1.1.4. Bloque El Tofo.....	31
3.1.1.5. Bloque Pejerreyes .....	32
3.1.1.6. Bloque Alto de Quiles.....	34
<b>3.1.2. Pórfidos Zona Norte.....</b>	<b>35</b>
3.1.2.1 Bloque Familiarani.....	35
3.1.2.2. Bloque Gloria.....	37
<b>3.1.3. Pórfidos Zona Sur .....</b>	<b>38</b>
3.1.3.1 Prospecto Roberto.....	38
3.1.3.2. Bloque Teno Sur .....	40
3.1.3.3. Bloque Los Custodios-Ñuble Alto.....	41
<b>4. ETAPAS DE EXPLORACIÓN.....</b>	<b>42</b>
<b>4.1. EXPLORACIÓN GEOLÓGICA BÁSICA (B) .....</b>	<b>42</b>
<b>4.2. EXPLORACIÓN GEOLÓGICA BÁSICA-SEGUIMIENTO (BS) .....</b>	<b>43</b>
<b>4.3. EXPLORACIÓN GEOLÓGICA DE SEGUIMIENTO (S).....</b>	<b>43</b>
<b>4.4. EXPLORACIÓN GEOLÓGICA DE SEGUIMIENTO-AVANZADA (SA). .....</b>	<b>43</b>
<b>4.5. EXPLORACIÓN GEOLÓGICA AVANZADA (A).....</b>	<b>44</b>
<b>5. PROPUESTA DE VALORIZACIÓN.....</b>	<b>45</b>
<b>5.1. CÓDIGO CHILENO .....</b>	<b>45</b>
<b>5.2. ENFOQUE DE COSTOS .....</b>	<b>47</b>

<b>5.2.1. <i>Multiple of Exploration Expenditures (MEE)</i></b> .....	47
5.2.1.1. Cálculo de Concesión Minera.....	47
5.2.1.2. Cálculo de Gastos Facilitadores.....	49
5.2.1.3. Cálculo de Gastos Estudios.....	50
5.2.1.4. Cálculo de Múltiplo Según Potencial Geológico.....	53
<b>5.2.2. Kilburn</b> .....	55
5.2.2.1. Definición de Categorías.....	55
5.2.2.2. Priorización y Factores .....	62
5.2.2.3. Múltiplo y Aplicación.....	63
<b>5.3. ENFOQUE DE MERCADO</b> .....	63
<b>5.3.1. Transacciones Comparables</b> .....	64
5.3.1.1. Definición de Criterios.....	64
5.3.1.2. Validación de Transacciones .....	66
5.3.1.3. Agrupación de Transacciones .....	67
5.3.1.4. Generación de Múltiplos.....	67
5.3.1.5. Aplicación Múltiplos .....	68
<b>5.3.2. Transacciones Comparables: Valor por Unidad de Área</b> .....	68
5.3.2.1. Generación de Múltiplos.....	69
5.3.2.2. Aplicación Múltiplos .....	69
<b>5.4. MÉTODOS POR ACTIVO</b> .....	70
<b>6. EJEMPLOS DE VALORIZACIÓN</b> .....	72
<b>6.1. <i>MULTIPLE OF EXPLORATION EXPENDITURES: TENO SUR</i></b> .....	72
6.1.1. Cálculo de Concesión Minera.....	72
6.1.2. Cálculo de Gastos Facilitadores .....	75
6.1.3. Cálculo de Gastos Estudios.....	75
<b>6.2. KILBURN: BLOQUE EL TOFO</b> .....	78
<b>6.3. KILBURN: BLOQUE GLORIA</b> .....	79
<b>6.4. TRANSACCIONES COMPARABLES: PAMPA AUSTRAL</b> .....	80
6.4.1. Definición de Criterios .....	80
6.4.2. Validación de Transacciones .....	81
6.4.3. Agrupación de Transacciones .....	81

6.4.4. Generación de Múltiplos.....	81
6.4.5. Aplicación de Múltiplos .....	83
<b>6.5. UNIDAD DE ÁREA: FAMILIANI-PEJERREYES.....</b>	<b>84</b>
6.5.1. Agrupación de Transacciones .....	85
6.5.2. Generación de Múltiplos.....	85
6.5.3. Aplicación de Múltiplos .....	87
<b>7. RESULTADOS.....</b>	<b>89</b>
7.1. RESULTADOS ENFOQUE DE COSTOS .....	89
7.2. RESULTADOS ENFOQUE DE MERCADO.....	92
7.3. RANKING.....	93
<b>8. DISCUSIONES.....</b>	<b>96</b>
<b>9. CONCLUSIONES .....</b>	<b>101</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>105</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>112</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Página</b>
2. 1. Enfoques de valorización para diferentes etapas de las propiedades minerales, CIMVal. ....	16
2. 2. Relación entre etapas de desarrollo y enfoques de valoración para propiedades minerales, SAMVal. ....	17
2. 3. Prospectivity Enhancement Factor.. ....	18
2. 4. Categoría Ubicación.....	19
2. 5. Categoría Mineralización.....	20
2. 6. Categoría Geofísica-Geoquímica.....	20
2. 7. Categoría Patrones Geológicos.. ....	20
2. 8. Factor asignado para cada subcategoría.....	20
4. 1. Etapa de exploración por Activo Minero.....	42
5. 1. Enfoque por etapa de Exploración. ....	47
5. 2. Valores de concesión de exploración.....	48

5. 3.	Valores de concesión de explotación.....	48
5. 4.	Valores de profesionales.....	50
5. 5.	Valores logística.....	50
5. 6.	Valores extras.....	51
5. 7.	Valores estudios geoquímicos.....	52
5. 8.	Valores estudios geofísicos.....	53
5. 9.	Valores estudios petrográficos.....	53
5. 10.	Subcategorías y numeración, asociada a la categoría Ubicación.....	56
5. 11.	Subcategorías y numeración, asociada a la categoría Mineralización.....	57
5. 12.	Subcategorías y numeración, asociada a la categoría Geofísica-Geoquímica. 3a.....	58
5. 13.	Subcategorías y numeración, asociada a la categoría Patrones Favorables.....	59
5. 14.	Factor asociado a subcategorías.....	63
5. 15.	Método por etapa de Exploración.....	71
5. 16.	Método de cada activo.....	71
6. 1.	Resumen valores de conceción de exploración, Teno Sur.....	72
6. 2.	Resumen valores de conceción de explotación, Teno Sur.....	73
6. 3.	Estudios geológicos Teno Sur.....	77
6. 4.	Costos personal, estudios geológico Teno Sur.....	77
6. 5.	Costos extras, estudios geológicos Teno Sur.....	77
6. 6.	Aplicación método Kilburn Modificado, El Tofo.....	78
6. 7.	Aplicación método Kilburn Modificado, Gloria.....	80
6. 8.	Transacciones R&R filtros de selección.....	82
6. 9.	Transacciones R&R Información necesaria.....	83
6. 10.	Transacciones R&R datos cálculos de múltiplos.....	84
6. 11.	Transacciones Unidad de Área, filtros de selección n°1.....	86
6. 12.	Transacciones Unidad de Área, información necesaria.....	87
6. 13.	Transacciones Unidad de Área, datos cálculo de múltiplos.....	87
7. 1.	Resultados enfoque de costos cartera de exploraciones, CODELCO.....	90
7. 2.	Resultados enfoque de mercado cartera de exploraciones, CODELCO.....	92
7. 3.	Ranking cartera no prioritaria de exploraciones, CODELCO.....	94

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>	
2. 1.	Esquema de cadena de valor.....	7
2. 2.	Incremento del valor de activos minerales.....	7
2. 3.	Descubrimientos versus presupuesto en exploración Cu.....	9
2. 4.	Etapas de Exploración.....	11
3. 1.	Mapa ubicación Bloques.....	25

3. 2.	Mapa ubicación Grupo IOCG n°1..	26
3. 3.	Mapa ubicación Grupo IOCG n°2.	27
3. 4.	Mapa ubicación Grupo IOCG 3..	28
3. 5.	Mapa ubicación Grupo Pórfidos Zona Norte n°1.	36
3. 6.	Mapa ubicación Grupo Pórfidos Zona Norte n°2.	37
3. 7.	Mapa ubicación Grupo Pórfidos Zona Sur.	39
5. 1.	Valor cobre agosto 1999-agosto 2019.	66
7. 1.	Gráfico resultados enfoque de costos, método MEE, cartera de exploraciones, CODELCO.	90
7. 2.	Gráfico resultados enfoque de costos, método Kilburn Modificado, cartera de exploraciones, CODELCO.	91
7. 3.	Gráfico resultados enfoque de costos, cartera de exploraciones, CODELCO.	91
7. 4.	Gráfico resultados enfoque de mercado, cartera de exploraciones, CODELCO.	93
7. 5.	Gráfico ranking, cartera de exploraciones, CODELCO.	95



## RESUMEN

El presente estudio, consta de la valorización de una cartera de proyectos de exploración. Esta cartera la componen 11 proyectos, agrupados en tres franjas: IOCG, Pórfidos Zona Norte y Pórfidos Zona sur. A la primera pertenecen seis: Bloque Chipana, Bloque Pampa Austral, Bloque Desierto (Prospecto Brecha y Prospecto Desierto Norte Pampa), Bloque El Tofo, Bloque Pejerreyes y Bloque Alto de Quiles. A la franja de Pórfidos Zona Norte, dos: Bloque Familiani y Prospecto Gloria. Finalmente, a la franja de Pórfidos Zona Sur, tres: Bloque Roberto, Bloque Teno Sur y Bloque Los Custodios- Ñuble Alto. De acuerdo a la información que cada activo tiene y a los diferentes estudios a los que han sido sometidos, es que se clasificaron en sub etapas dentro de la etapa de exploración: Geológica Básica, Geológica Básica-Seguimiento, Geológica de Seguimiento y Geológica Seguimiento-Avanzada.

Para llevar a cabo la valorización, se estudió lo aplicado en los códigos internacionales de informes técnicos JORC Code, NI43-101, SAMREC Code y CH20235 y los de valorización de activos mineros: SAMVal, CIMVAL y VALMIN, australiano, canadiense y sudafricano, respectivamente. En estos últimos se estipula la utilización de diferentes enfoques para llevar a cabo la valorización; el enfoque de costos, mercado e ingresos, los dos primeros utilizados en etapas más tempranas de un activo minero, es por ello que estos dos enfoques fueron los aplicados, a esta cartera de proyectos en particular. Para el enfoque de costos, se aplicó el método *Multiple of Exploration Expenditures* (MEE) en los activos de información más limitada (Exploración Geológica Básica y Básica-Seguimiento) y el método Kilburn para los con mayor información (Exploración Geológica Seguimiento y Seguimiento-Avanzada). El enfoque de mercado fue aplicado mediante el método de Transacciones Comparables para un caso de estudio específico y el de Transacciones Comparables por Unidad de Área, en todos los proyectos de la cartera.

Para el método MEE se definieron los criterios de aplicación, con los costos asociados a los diferentes estudios presentes en la cartera a valorizar, además de definir el modo de calcular los gastos en propiedad minera, distinguiendo los valores para concesiones de exploración y explotación, considerando tanto la patente anual, como los costos de constitución de concesiones mineras, además de los años de amparo de cada una de estas concesiones. Para el método Kilburn, fue necesario crear un método modificado del original, que logra reflejar las características de los activos mineros en el territorio nacional, basados en lo prospectivo de la ubicación, los estudios geocientíficos, la mineralización probada y la semejanza con depósitos con interés económico. En ambos métodos de Transacciones Comparable, se definieron los criterios fundamentales y específicos de selección de transacciones, además del cálculo de los múltiplos respectivos para cada método. Se valorizaron todos los activos mediante los enfoques de costo y mercado, generando un rango de valor para cada activo, finalmente calculando la mediana entre ambos valores extremos, se generó el *ranking* de la cartera de proyectos de exploración de CODELCO. De mayor valor a menor, los activos valorizados son: Pejerreyes, Pampa Austral, Chipana, Teno Sur, El Tofo, Los Custodios-Ñuble Alto, Gloria, Desierto Norte Pampa, Roberto, Alto de Quiles, Familiani y Brecha.

# 1. INTRODUCCIÓN

Un proyecto minero, en su etapa de exploración, posee un valor para su dueño que está relacionado a la tenencia de una concesión minera y principalmente al potencial geológico de contener una concentración económica de minerales, pero también a sus características estratégicas de ubicación, sinergias con su entorno y el estado de la economía del momento. Es por eso que el valor que el mercado puede dar a un proyecto de exploración es dinámico y considera estas y otras variables que puedan agregar o quitar valor de acuerdo a las oportunidades que existan para el desarrollo de un futuro proyecto minero en una zona determinada.

En el marco de la valorización de activos mineros de cobre u otros minerales en el mundo, Chile no cuenta con un código de valorización pertinente, siendo de uso libre y arbitrario la utilización de enfoques y metodologías de valorización particulares, tomando como referentes los códigos propuestos por Canadá, Australia y Sudáfrica. Con esta motivación, este estudio busca establecer de acuerdo a los códigos internacionales existentes, los criterios y metodologías a utilizar en la valorización de una cartera de proyectos mineros, aplicados en forma práctica en este caso, a los proyectos de la cartera no prioritaria de CODELCO, en etapa de exploración, de acuerdo a subetapas predefinidas.

Esta valorización se sustenta en los tres enfoques que proponen los códigos internacionales; el de mercado, el de costos y el de ingresos. El primero, de mercado, como una comparación de múltiples utilizando transacciones realizadas en el tiempo de similares características, el de costos, basado en los gastos históricos asociados al proyecto y su potencial geológico de contener una zona mineralizada y el tercero, de ingresos, como la esperanza de los beneficios económicos que puede otorgar un eventual proyecto minero.

Como resultado final se propone realizar una valorización y un *ranking* de una cartera de proyectos de exploración, dividida en su origen por las diferentes sub etapas que la componen; exploración geológica básica, de seguimiento y avanzada.

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. Objetivo General

Establecer criterios y metodologías para valorización de proyectos mineros en etapa de exploración asociados a una cartera a nivel nacional.

### 1.1.2. Objetivos Específicos

- Clasificar los proyectos de exploración de la cartera de CODELCO, en Exploración Geológica Básica, de Seguimiento y Avanzada.
- Determinar las características principales y el potencial geológico de cada proyecto.
- Definir los enfoques, métodos y criterios de valorización a utilizar para cada etapa de desarrollo de proyectos de exploración.
- Obtener un rango de valores para cada activo y con ello *rankear* la cartera no prioritaria de proyectos de exploración de CODELCO Chile.

## 1.2. METODOLOGÍA

El desarrollo de esta investigación tiene considerado cinco etapas, no necesariamente cronológicas:

- 1) Revisar y analizar bibliografía atinente. Con ello, la referida a la cadena de valor en un negocio minero, sus etapas y sub etapas, en el caso de la exploración minera, detallando lo que es y compete a la exploración geológica básica, exploración geológica de seguimiento y exploración geológica avanzada, sus alcances y requisitos para avanzar entre ellas. Además, esta etapa considera la revisión de los diferentes códigos, utilizados en proyectos mineros para la ejecución de informes técnicos de exploración en Chile; JORC Code de Australia, NI43-101 de Canadá y SAMREC de Sudáfrica, además del código chileno CH20235. También se requiere la revisión de los diferentes códigos internacionales de valorización de activos mineros; VALMIN de Australia, CIMVal de Canadá y SAMVAL de Sudáfrica, de modo de obtener los principales enfoques y metodologías a ocupar en el proceso de valorización de proyectos en etapa de exploración.

- 2) Describir los proyectos que serán objeto de estudio. Recopilando información histórica disponible de estos, desde el punto de vista geológico (mapas, sondajes, geoquímica, geofísica, etc.), legal (propiedad minera, contratos, titular etc.), medio ambiental (comunidades, arqueología, flora y fauna etc.) y económico (costos, flujos de caja, inversiones asociadas, etc.). Analizar la información geológica obtenida de cada proyecto de la cartera nacional, de modo de lograr evaluar el potencial geológico de contener un depósito mineral de interés económico. Tomando en consideración; ubicación con respecto a las franjas metalogénicas y a prospectos cercanos, alteraciones presentes, mineralogía de mena, estructuras, anomalías, entre otros. Cabe señalar que, dado que los proyectos en estudio se encuentran principalmente en etapas de exploración temprana, la información técnica directa disponible es reducida, sin embargo, existen metodologías que se hacen cargo de cuantificar el potencial geológico de este grupo de proyectos.
- 3) Recopilación de información de transacciones históricas a nivel global. Proyectos con características geológicas y políticas comparables con los proyectos de la cartera de exploración de CODELCO. Como características comunes, estos proyectos además deben tener cobre como el *commodity* principal y encontrarse en jurisdicciones con riesgo similar al de Chile, entre otras. Posterior a ello, se deben homologar los proyectos de transacciones históricas con los de la cartera de proyectos de exploración de CODELCO.
- 4) Identificar los principales criterios de agrupamiento y con ello evaluar las diferentes metodologías de valorización existentes para cada uno de ellos. Basado en la información obtenida de cada proyecto.
- 5) Definir el método de valorización más adecuado para cada proyecto o grupo de proyectos de similares características y su forma de aplicación. De modo de definir dos enfoques para cada proyecto con sus respectivas metodologías, obteniendo así su rango de valor y poder crear un *ranking* de proyectos de la cartera no prioritaria de exploración de CODELCO, subdividida en proyectos de exploración básica, de seguimiento y avanzada.

### 1.3. AGRADECIMIENTOS

El presente estudio fue realizado bajo el financiamiento de la Gerencia de Exploraciones, CODELCO, Casa Matriz, con la supervisión y guía del geólogo Msc. Denny Díaz, Director de Negocios, a quien agradezco sinceramente, por entregarme sus vastos conocimientos en el área del negocio minero y por darme nuevas herramientas para enfrentar el mundo laboral. Agradezco además al Gerente de Exploraciones el Msc. Roberto Freraut, por darme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente en la gerencia y a todo su gran equipo, que día a día estuvieron ahí para apoyarme.

Agradezco a los académicos de Geología de la Universidad de Concepción, que me acompañaron en el camino de abrir mi mente y corazón a las ciencias de la tierra, en especial a mi profesora patrocinante, la Dra. Verónica Oliveros, quien confió en mi propuesta y me entregó sus sabios consejos. Agradezco también a todos los funcionarios del Departamento de Geología, quienes hicieron de mi paso por la universidad, una grata experiencia.

Finalmente agradezco y dedico esta Memoria a mi familia, en especial a mis padres Iván Jiménez Escobar y Silvia Valdebenito Venegas, quienes con su apoyo y amor incondicional, hicieron posible el cumplimiento de esta ambiciosa meta. A mi hermano Vicente que me acompañó física y mentalmente en estos desafiantes meses y a mi hermano Iván, que me acompañó y acompaña en el corazón. A mi abueli Luchita que aún desde el cielo me envía su fortaleza y a mis tíos padrinos, Jorge Jiménez y Kenita Valdebenito, con los que conté y cuento cada día. Finalmente agradezco a Cristián quien me acompañó con su fuerza y cariño durante este camino y a mis amigos y amigas que han estado a mi lado, ayer, hoy y mañana.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. PROYECTO MINERO**

Los proyectos mineros son de alta incertidumbre y riesgo asociado a la inversión, existen muchas variables que instauran esta incertidumbre. Millán (1998) define tres tipos de riesgos genéricos: Riesgo de Mercado, proveniente de las fluctuaciones del mercado, Riesgo del Proyecto, el que incluye subestimaciones en la inversión y los costos operacionales, además de los de naturaleza política, macroeconómica y protección del medio ambiente y en tercer lugar el Riesgo Geológico, que considera las inconsistencias en el muestreo o delineamiento, produciendo sobrestimación o subestimaciones de leyes. Sumados a ello está el riesgo de Empresa, que considera la escasez de descubrimientos económicos a pesar de altas inversiones en exploración, de carácter multifactorial.

El desarrollo de un proyecto minero exitoso, desde el inicio de las exploraciones hasta el descubrimiento de un cuerpo mineralizado con interés económico, puede durar en términos generales entre 5 y 8 años, posterior a ello, un periodo entre 15 a 20 años desde el descubrimiento hasta la etapa de construcción del proyecto. La duración de cada etapa es un compromiso entre el costo y el aporte de información que esta hará para la toma de decisiones (Millán, 1998).

Se torna imperativo para un proyecto de estas características, el ser desarrollarlo en etapas, parcializando de esta manera la inversión y disminuyendo con esto la incertidumbre. Para ello es necesario delimitar claramente cada una de estas etapas, estableciendo un mayor detalle en las fases más tempranas, con múltiples evaluaciones en estas, pues son las que determinarán la continuidad de un proyecto y el paso a etapas productivas.

#### **2.1.1. Concesiones Mineras**

Todo proyecto minero comienza con el pedimento de una concesión minera de exploración, pues es la única manera en Chile de explorar áreas con potencial geológico y de posteriormente y en casos favorables y excepcionales, explotar, para el caso se las concesiones de explotación la solicitud de estas se denominan manifestación.

Según el Código de Minería (Ley 18248, 1983), en el Artículo 1 se estipula que; “el Estado tiene el dominio absoluto, exclusivo, inalienable e imprescriptible de todas las minas y sustancias minerales” (con excepción de arcillas superficiales). Es por ello que los proyectos mineros son desarrollados bajo el concepto de concesiones mineras, la cual es definida por el Código de Minería en su Artículo 2, como; “un derecho real e inmueble, distinto e independiente del dominio del predio superficial, oponible al Estado y a cualquier persona, transferible y transmisible, susceptible de hipoteca y otros derechos reales y, en general, de todo acto o contrato, y que se rige por las mismas leyes civiles que los demás inmuebles, salvo en lo que contraríen disposiciones de la ley orgánica constitucional o del presente Código. Esta puede ser de exploración minera o de explotación o pertenencia”.

Las concesiones de exploración tienen una duración de 2 años, con posibilidad de prórroga de 2 años más (con abandono del 50% de la concesión), según lo estipula el Artículo 93 y las condiciones en el Artículo 112, ambos del código de minería. En el caso particular de las concesiones de explotación estas se constituyen una sola vez y se mantiene mientras el pago de patente anual se haga efectivo.

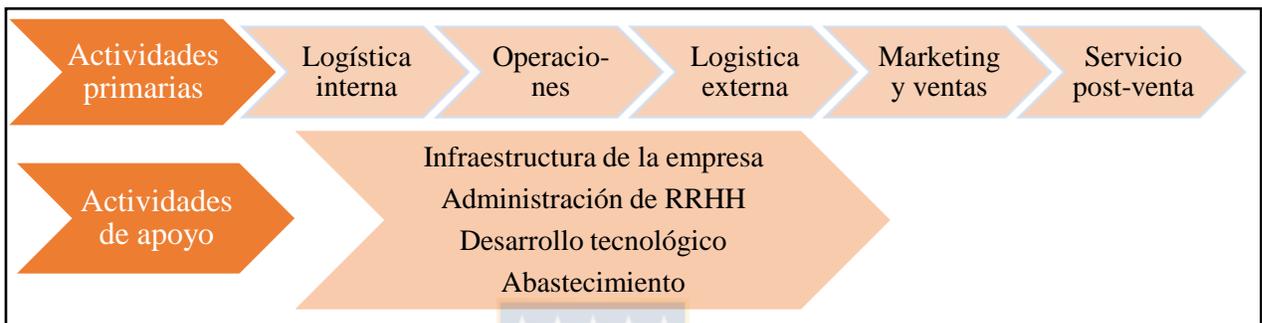
### **2.1.2. Cadena de Valor de la Exploración Minera**

Una cadena de valor es una herramienta de gestión, diseñada para identificar fuentes de ventaja y desventaja competitiva en una empresa y con ello sus fortalezas y debilidades. Mediante un análisis interno y profundo de las principales actividades que generen valor. Se divide la compañía en un conjunto de actividades básicas.

El termino fue acuñado en 1987, por Porter, en su libro “Ventaja Competitiva”, donde divide las actividades de una empresa en primarias y secundarias, las primeras están orientadas a las materias primas, los procesos de producción, distribución, marketing y servicios de post-venta y las secundarias o de apoyo, tienen como objetivo facilitar las labores de los centros de actividades primarias, incluyendo estructuras (Figura 2.1).

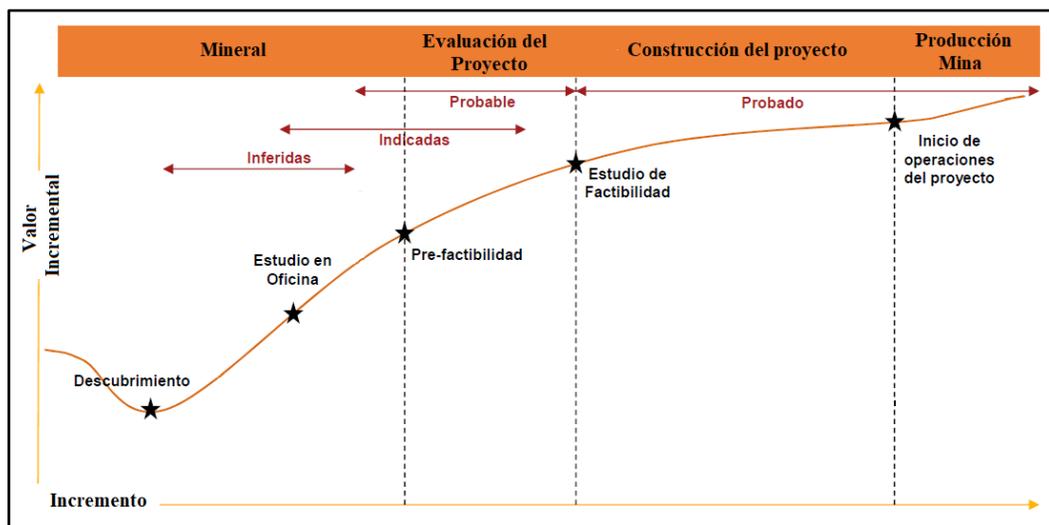
Es posible aplicar esta herramienta en una organización del sector de la minería, dividiendo sus actividades en dos niveles al igual que los mencionados anteriormente. Las primarias, correspondientes a las de abastecimiento, en este caso; exploración, evaluación del proyecto,

construcción del proyecto y producción mina y las secundarias que al igual que la propuesta por Porter (1987) corresponde a las tareas de apoyo, como lo son la administración de RRHH, desarrollo tecnológico, abastecimiento etc. Permitiendo dividir de manera estratégica el proyecto minero, para entender y controlar el comportamiento de los costos, además de establecer estrategias que ayuden a disminuir la probabilidad de riesgos, mejorar productividad etc. En etapas más tempranas como lo es la exploración, puede ayudar a definir las prioridades en información a generar.



**Figura 2.1:** Esquema de cadena de valor. Modificado de Porter (1987).

Dentro de esta estructura, existen hitos del ciclo de vida de un proyecto minero; el descubrimiento en etapas de exploración avanzada, los estudios de pre-factibilidad, factibilidad y el inicio de las operaciones. Como lo evidencia la Figura 2.2, desde el descubrimiento, existe un incremento del valor de activos mineros, disminuyendo con ello la incertidumbre.



**Figura 2.2:** Incremento del valor de activos minerales. Modificado de Becker (2011 en Jorquera, 2016).

La probabilidad de poseer un activo reposicionador es muy baja, solo algunos proyectos en etapa de exploración pasan a perfil y a pre factibilidad, quedando finalmente muy pocos los que excepcionalmente pasan a factibilidad de acuerdo a las condiciones actuales del negocio. Es por ello que es importante crear numerosos proyectos en la etapa más temprana de exploración que puedan ir pasando las distintas etapas de desarrollo.

## 2.2. EXPLORACIÓN MINERA

La etapa de exploración, tiene el fin de descubrir y evaluar cuerpos mineralizados para desarrollar proyectos mineros. Está subdividida en tres etapas, de modo de parcializar los costos asociados, las que entregan información relevante que agrega o resta valor a la zona explorada. Estas son; Exploración Geológica Básica, Exploración Geológica de Seguimiento y Exploración Geológica Avanzada. Al finalizar, cada una de estas se somete a una evaluación a modo de evaluar el cumplimiento de los requisitos mínimos que esta pide y poder pasar a la siguiente etapa de desarrollo.

Es la exploración minera el motor del desarrollo de un proyecto minero, en ella se fundan los descubrimientos de todos los depósitos en el mundo, definiendo de potencial de existencia de un cuerpo mineralizado de interés económico. Por ello la importancia de analizarla, potenciarla y desarrollarla de la forma más óptima posible.

En el mundo según lo reporta la *S&P Global Market Intelligence* tomando como ejemplo los valores para el año 2017, se invierte al año en exploración alrededor 8 mil millones de dólares, el *commodity* que se lleva el 50% de estas inversiones es el oro y en un segundo lugar el cobre con un 20%. Liderando la lista de los países donde más se invierte en exploración está Canadá y Australia, con cerca de un 14 % cada uno. Chile quedándose un poco atrás llega a un 8%, lo que para el 2018 disminuyó a un 6% igualando a lo invertido en Perú y México.

Nuestro país concentra su exploración en el cobre, con un 25% del presupuesto mundial, invertido en el país. Esto nos posiciona como el país donde más se invierte en exploración de este *commodity*. A nivel global en la exploración del cobre, desde el año 2009 disminuyeron drásticamente los descubrimientos de nuevos depósitos, a pesar del aumento en la inversión en exploración, con un peak de más de 4,5 mil millones de dólares en el año 2012 (Figura 2.3).

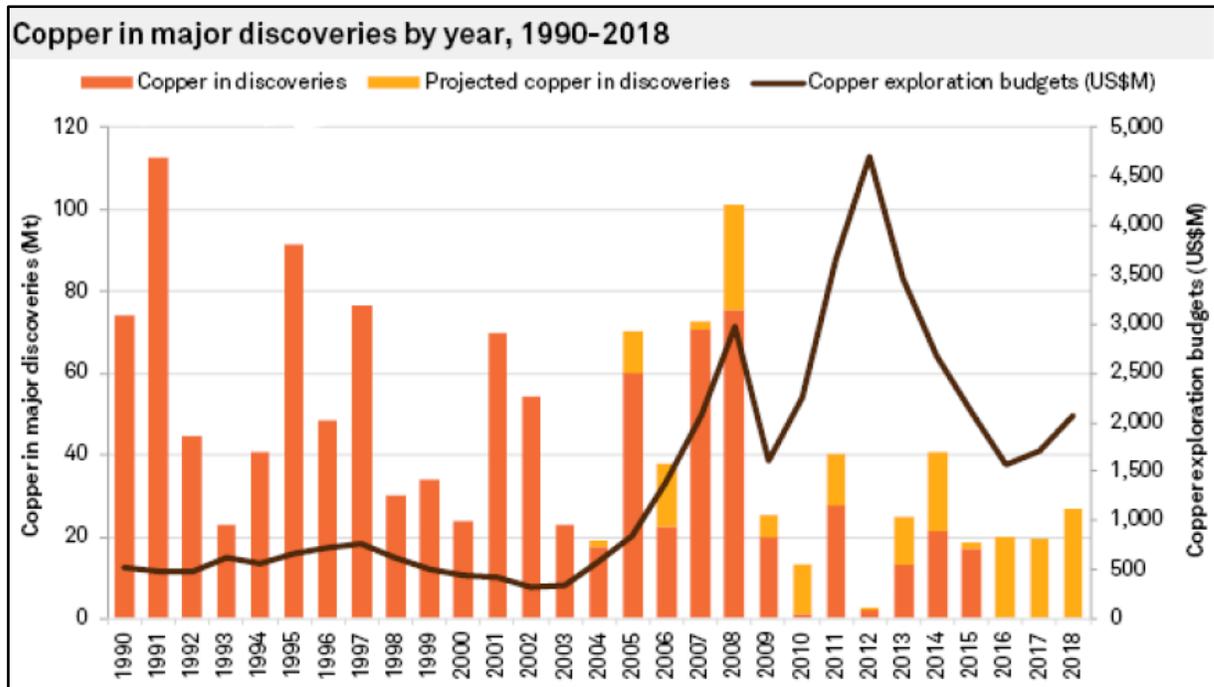


Figura 2.3: Descubrimientos versus presupuesto en exploración Cu. Reporte año 2018 S&P Global Market Intelligence.

Por lo tanto, es fundamental potenciar la exploración, otorgándole valor por medio del aumento en la información en cada proyecto y definir cada sub etapa de manera clara y concisa.

### 2.2.1. Conceptos Básicos

Existen conceptos básicos que definen a los proyectos en la etapa de exploración según la incorporación de información nueva, estos están definidos en el Manual para Proyectos de Exploración Geológica de CODELCO, SIC-M-009 (CODELCO, 2018).

**Anomalía:** Cualquier característica geológica, física o química (producida por trabajos a escala regional) contrastante positiva o negativamente respecto de un valor de fondo, de los valores propios de la región de la corteza en que se encuentra (*Background ó Threshold*), definido empírica o estadísticamente. Puede ser tanto una característica única o varias relacionadas a través de una función matemática o de estadística.

**Prospecto:** Zona geográfica sin límites específicos asociado a una Anomalía con extensión regional, donde se supone (pero no se ha demostrado), la existencia de condiciones favorables para la existencia de un depósito mineral.

**Blanco:** Lugar geométrico, específico y acotado, donde coinciden características fundamentales para la existencia de un depósito mineral del tamaño y/o potencial económico, definido por la corporación, de modo que pueda ser objeto de exploración por sondajes.

**Cuerpo Mineralizado:** Lugar geométrico específico que posee una concentración anómala de mineralización que por sus características podría constituir un yacimiento. Normalmente es el resultado de la exploración exitosa de un blanco.

## 2.2.2. Etapas de Exploración

### 2.2.2.1. Exploración Geológica Básica

Los proyectos que se encuentran en etapas de exploración básica, tienen en general escalas inferiores a 1:10.000, donde existan características geológicas con potencial minero definido. La duración de esta etapa es entre 1 a 2 años, pudiendo extenderse en casos particulares.

Dentro de la exploración básica puede haber información geológica del tipo; recopilación de antecedentes, mapas de litología, alteraciones y estructuras, muestreos, estudios específicos entre otros. Los requisitos específicos que determinan un proyecto en esta etapa, según el SIC-M-009 (CODELCO, 2018), es el “determinar blancos y prospectos de interés exploratorio en un área prospectiva. Dentro del área se identifican grupos de blancos (cluster) que podrán ser motivo de proyectos separados en las siguientes etapas”. Por lo que en esta etapa se trabajará con anomalías positivas y la obtención de mayor información para el paso a la siguiente etapa.

### 2.2.2.2. Exploración Geológica de Seguimiento

Los proyectos que se encuentran en etapas de exploración de seguimiento, son a escala local y regional. La duración de esta etapa es entre 2 a 3 años, pudiendo extenderse en casos particulares. Sus mallas de muestreos deben ser superiores a 400 x 400 m y las escalas superiores o iguales a 1:10.000.

Los requisitos específicos que determinan un proyecto en esta etapa, según el SIC-M-009 (CODELCO, 2018), es el “determinar, en Blancos de Exploración previamente definidos “Cuerpos

Mineralizados” de interés económico, los cuales podrán ser motivo de proyectos separados en la siguiente etapa de exploración geológica”. En esta etapa se trabaja con blancos y prospectos en su mayoría, a los cuales, al igual que en la etapa anterior se le pueden realizar estudios de diferentes características, pero a mayores escalas. Algo característico de la etapa de seguimiento es la perforación de sondajes de aire reverso.

### 2.2.2.3. Exploración Geológica Avanzada

Los proyectos que se encuentran en etapas de exploración avanzada, son a escala local. La duración de esta etapa es entre 2 a 3 años, pudiendo extenderse en casos particulares. Sus mallas de muestreos son comúnmente inferiores a 400 x 400 m y sus escalas están en el orden de 1:5.000 o mayor.

Los requisitos específicos que determinan un proyecto en esta etapa, según el SIC-M-009, es el “realizar la estimación tonelaje-ley del Cuerpo Mineralizado y su estimación económica preliminar”. Se trabaja con los cuerpos mineralizados, delineados tanto en superficie como en profundidad, llegando a elaborar un modelo geológico del depósito.

En la Figura 2.4 se exponen las etapas y los hitos que definen el paso a la siguiente.



Figura 2.4: Etapas de Exploración.

## 2.3. INFORMES TÉCNICOS

CRIRSCO, *Committe for Mineral Reserves International Reporting Standars*. Fundado en 1994 por el Consejo de Institutos Mineros y Metalúrgicos (CMMI), corresponde a una agrupación de representantes de organizaciones, responsables de la elaboración de códigos con estándares de buenas prácticas, para el reporte de resultados de exploración y estimación de recursos y reservas minerales. De modo de establecer estándares comunes, que permitan a los inversionistas a tomar decisiones objetivas.

A nivel nacional existen tres códigos con estándar internacional que forman parte de un *Template CRIRSCO* para la realización de Informes Técnicos: JORC Code, NI43-101, SAMREC Code. Basados en ellos, el código chileno CH20235, emitido por la Comisión Minera, se creó con el mismo fin de los anteriores. Cada uno de estos con diferentes requerimientos específicos para la persona responsable de la preparación de estos informes.

### **2.3.1. Códigos Internacionales y Nacionales**

#### 2.3.1.1. JORC Code

*Australian Code for Reporting of Exploration Results, Minerals Resources and Ore Reserves*. El código australiano, donde su primera edición fue publicada en 1989, en la actualidad su última y vigente edición corresponde a la del año 2012 (JORC Code, 2012).

Sus principios fundamentales radican en tres; Transparencia, Materialidad y Competencia. El primero de estos hace referencia a que la información entregada al lector de un Informe Técnico o Público debe recibir la información suficiente, de manera clara y sin omisiones. La Materialidad por su parte requiere que el informe contenga toda la información relevante que el o los inversionistas requieran, de no ser así esta falta de información debe estar justificada. La Competencia es establecida por ser realizado el informe por un profesional, denominado *Competent Person*, con la experiencia y competencias que se ameritan.

El profesional encargado del informe técnico, *Competent Person* debe pertenecer a la industria minera, como ingeniero o geocientífico, ser miembro o socio de *The Australasian Institute of Mining and Metallurgy*, de *The Australian Institute of Geoscientists* o de alguna RPO (Organización Profesional Reconocida), tener como mínimo 5 años de experiencia en el tipo de depósito a evaluar y en la actividad que se desea evaluar, ya sea exploración, estimación de recursos etc.

El código establece que los recursos inferidos pueden ser utilizados en estudios económicos, con una advertencia previa. Siendo con ello posible el incluirlos o sumarlos a los recursos medidos o indicados. Menciona que estos no son suficientes en un estudio de pre factibilidad o factibilidad, pero no los excluye.

### 2.3.1.2. NI43-101

*National Instrument 43-101*, Código canadiense, con su edición vigente publicada en el año 2011 (NI43-101, 2011).

El principio fundamental en este código es el de Independencia, donde el experto encargado del informe debe ser independiente de la entidad comisiadora (la organización o compañía que encarga el informe), además debe ser percibido como una persona capaz de realizar un informe de manera imparcial e independiente.

El profesional encargado del Informe Técnico es denominado *Qualified Person*, este debe ser ingeniero o geocientífico de título universitario o equivalente relacionado con la exploración minera o minería, ser miembro activo de una Asociación Profesional. De ser internacional debe presentar una evaluación confidencial favorable de sus pares, referido al juicio profesional, experiencia, entre otros, además de al menos dos recomendaciones de membresía, demostrando en ellas la prominencia y experiencia en el campo de la exploración o la minería, debe tener como mínimo 5 años de experiencia en exploración de minerales, desarrollo u operación de minas y/o evaluación de proyectos mineros y poseer experiencia atinente al tema del Informe Técnico.

El código prohíbe la utilización de los recursos inferidos en los análisis económicos, en estudios de pre factibilidad o factibilidad.

### 2.3.1.3. SAMREC Code

*The South African Code For The Reporting Of Exploration Results, Mineral Resources And Mineral Reserves*, sudafricano, su primera versión fue publicada en el año 2000, siendo la última y vigente la de 2016 (SAMREC Code, 2016).

Sus principios fundamentales se basan en los mismos tres del JORC Code; Transparencia, Materialidad y Competencia, con igual definición.

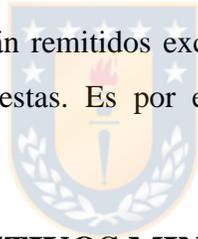
El profesional que realiza el Informe Técnico, es denominado *Competent Person*, con iguales requisitos que el del JORC Code, sumándole a estos el de ser una persona independiente de la entidad comisiadora.

#### 2.3.1.4. CH20235

Código para Informar sobre los Resultados de Exploración, chileno, en su última edición el año 2015 (CH20235, 2015).

El profesional experto es denominado Persona Competente Calificada. Debe estar inscrita en el Registro Público de Personas Competentes Calificadas, poseer título profesional relacionado a las ciencias asociadas a la industria minera, con mínimo 10 años de experiencia en alguna especialidad asociada al negocio minero y con al menos 5 años de experiencia relevante en el área específica del estudio.

Los recursos minerales inferidos están remitidos exclusivamente para evaluaciones económicas preliminares, justificado el uso de estas. Es por ello que no son utilizados en estudios de prefactibilidad o factibilidad.



## 2.4. VALORIZACIÓN DE ACTIVOS MINEROS

Un proyecto minero en etapas avanzadas posee una valorización intrínseca, sujeto a sus retornos, en el cual se puede elaborar un flujo de caja confiable y establecer el valor del mismo, de acuerdo al mercado. Para los proyectos en etapas más tempranas, donde un depósito económicamente viable no se ha detectado o delineado, la utilización de diferentes metodologías que logren dar una certeza relativa a la valorización, se torna de suma importancia.

Los códigos de valorización vienen a suplir esta necesidad. Donde un activo minero se pueda transar por un valor ajustado al mercado y al potencial de este, de manera concreta y menos subjetiva. En la actualidad son tres los códigos a nivel global que lideran su aplicabilidad en la valorización; VALMIN Code, CIMVal y SAMVAL, de origen australiano, canadiense y sudafricano, respectivamente. Estos códigos establecen a grueso modo los criterios para utilizar los diferentes enfoques de valorización, dependiendo de la información disponible de cada activo

minero. Estos enfoques son; Ingresos, Mercado y Costos. Cada uno de ellos con una serie de diferentes metodologías para obtener un rango de valor del activo.

A continuación, serán expuestas las principales características de los códigos, desarrollando en los diferentes enfoques, las metodologías que serán aplicadas en este estudio.

### **2.4.1. Códigos de Valorización de Activos Mineros**

#### 2.4.1.1. VALMIN

*The Code for the Technical Assessment and Valuation of Mineral and Petroleum Assets and Securities for Independent Expert Reports.* El código australiano, con su primera edición en el año 1995, es el primer código internacional creado para la valoración de activos mineros. En la actualidad su versión más reciente es la perteneciente al año 2015 (VALMIN, 2015).

Sus principios fundamentales al igual que los establecidos en el JORC Code del mismo país de origen, son los de; Materialidad, Competencia y Transparencia. Sumado a estos los requisitos adicionales de Independencia, que hace referencia a que el experto que elabora esta valoración debe ser independiente a la entidad comisionadora, siendo percibido como alguien capaz de generar la evaluación de forma imparcial, y de Razonabilidad, que como su nombre lo dice, requiere que la evaluación por parte del experto sea racional, imparcial, realista y lógica.

El experto evaluador es denominado *Practitioner*, este debe tener como mínimo 5 años de experiencia relevante y reciente en la industria, sobre el activo mineral del cual elaborará el informe y evaluación. Debe tener al menos 10 años de experiencia relevante y reciente en valoración de activos minerales, poseer las licencias adecuadas y ser miembro de una organización profesional que posea un código de ética (exigible y aplicable). El experto puede recibir asesoría de un profesional calificado, este al igual que el primero debe ser independiente, además de poseer al menos 5 años de experiencia en los campos que asesorará.

Para la aplicación de los métodos de valoración, es el experto el que bajo su criterio decide él a utilizar para cada proyecto en particular, justificando debidamente la elección de estos, donde debe

aplicar al menos dos de ellos, para establecer así el valor del activo como un rango, con un máximo, un mínimo y un valor recomendado por el experto.

#### 2.4.1.2. CIMVal

*Standars and Guidelines for Valuation of Mineral Properties, Spacial Committe of the Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum on Valuation of Mineral Properties.* El código canadiense, con su primera edición, inspirada en el código de VALMIN fue promulgado el año 2003, siendo su edición vigente la publicada en el año 2011 (CIMVal, 2011).

Sus principios fundamentales coinciden con los propuestos por el código VALMIN, con igual significado. Materialidad, Transparencia, Independencia, Competencia y Razonabilidad.

El experto evaluador y generador del informe se denomina *Qualified Valuator*, el cual debe; poseer vasta experiencia en valorización de propiedades mineras y ser miembro de alguna organización profesional o profesional autoregulatoria y ser independiente, esto último no como requisito excluyente, pues puede justificarse la irrelevancia de la independencia. Puede además ser asesorado por uno o más *Qualified Person*, definido en el código NI43-101, del mismo país.

El código entrega una guía para la elección de los enfoques de valorización, según el estado de desarrollo de la propiedad desde etapas de exploración a producción (Tabla 2.1), además entrega una lista de metodologías sugeridas para cada enfoque y comentarios respecto a su utilidad. A pesar de ello, es el *Qualified Person* el responsable de decidir qué enfoque y metodología será utilizada, justificando tanto su elección, como la exclusión de las demás.

**Tabla 2.1: Enfoques de valorización para diferentes etapas de las propiedades minerales, CIMVal.**

Enfoque de valorización	Exploración	Recursos Minerales	Desarrollo	Producción
Ingresos	No	Algunos casos	Sí	Sí
Mercado	Sí	Sí	Sí	Sí
Costos	Sí	Algunos casos	No	No

El valor entregado es un rango, compuesto por al menos dos metodologías de diferentes enfoques. De ser entregada como un solo valor, esto debe estar debidamente justificado.

### 2.4.1.3. SAMVAL

*The South African Code For The Reporting Of Mineral Asset Valuation*. El código sudafricano con su primera versión publicada en el año 2008, es inspirado en los dos anteriores, siendo la última y vigente la de 2016 (SAMVAL, 2016).

Sus principios fundamentales son los de; Materialidad, Transparencia y Competencia, con definiciones equivalentes a las planteadas para el VALMIN Code.

El evaluador experto se denomina *Competent Valuator*, este debe; poseer las aptitudes necesarias y experiencia relevante en la valorización de activo, además de estar convencido de su capacidad como valuador, demostrando esta competencia, debe estar registrado en al menos una institución como ECSA (*The Engineerig Council of South Africa*), SACNASP (*South African Council for Natural Scientific Professions*) o PLATO (*The South African Council for Professional and Technical Surveyors*) o ser miembro de SAIMM (*The Southern African Institute of Mining and Metallurgy*), GSSA (*The Geological Society of South Africa*), SAICA (*The South African Institute of Chartered Accountants*) o ROPO (*Recognized Overseas Professional Organization*). Cabe destacar que la independencia no es un requisito explícito.

El código entrega los criterios para la utilización de cada enfoque, según desarrollo, entregando mayor detalle que el código CIMVal (Tabla 2.2). Siendo el *Competent Valuator* el responsable de seleccionar las metodologías a utilizar, con una adecuada justificación.

**Tabla 2.2: Relación entre etapas de desarrollo y enfoques de valoración para propiedades minerales, SAMVal.** Expone cuando es y no utilizado el enfoque según la etapa de desarrollo.

Enfoque de Valorización	Exploración	Desarrollo	Producción	Inactiva, económica-mente viable	Inactiva, no viable	Difuntas
Ingresos	Gralte. no	Ampliamente usado	Ampliamente usado	Ampliamente usado	Generalmente no	Gralte. no
Mercado	Ampliamente usado	Menos usado	Muy usado	Muy usado	Ampliamente usado	Ampliamente usado
Costos	Muy usado	Gralte. no	Gralte. no	Gralte. no	Menos usado	Muy usado

La valorización debe ser efectuada por al menos dos enfoques distintos y de obtener valores diferentes, justificar aquello.

## 2.4.2. Valorización de Activos Mineros de Exploración

### 2.4.2.1. Enfoque de Costos

Este enfoque se basa en un principio bastante simple y es el de la contribución al valor que nos entregan los costos o gastos asociados. Las metodologías son; *Appraised Value, Multiple of Exploration Expenditures* (MEE) y Método Kilburn o Geocientífico. Los dos últimos serán los aplicados a este estudio, pues se ajustan a la etapa exploratoria que se evalúa y al contexto de mercado de nuestro país.

#### a) *Multiple of Exploration Expenditures* (MEE):

Esta metodología, se basa en la psicología del proveedor, el cual busca una retribución a las inversiones elaboradas en el proyecto (Onley, 1994). El valor se determina por cuanto fue gastado en exploración, más los gastos futuros. Esta cifra es ajustada por un factor que es proporcional a la prosperidad del activo, *Prospectivity Enhancement Factor* (PEM) Tabla 2.3.

Es un método aplicable a proyectos en etapa de exploración, donde no existan cálculos de recursos. Dentro de los gastos, solo se incluyen los productivos entorno al aporte de información en la exploración.

**Tabla 2.3: *Prospectivity Enhancement Factor*.** Modificado de Jorquera, 2016.

Múltiplo	Potencial de exploración
x0,5	Exploración indica potencial limitado por descubrimientos mayores
x1,0	Datos son suficientes para garantizar una mayor exploración
x1,5	Evidencia directa de blanco de interés
x2,0	Blanco de perforación definido con intersecciones geoquímicas importantes
x2,5	Exploración en etapa avanzada y es posible definir recurso
x3,0	Definido un recurso sustancial, que puede pasar a proyecto

#### b) Kilburn:

Este método, establecido por Kilburn (1990), asigna puntaje a 4 categorías geocientíficas, asociadas con la propiedad minera o su entorno, estas categorías son:

- 1- Ubicación: Con respecto a cualquier ocurrencia mineralógica de valor, fuera de la propiedad a valorizar; o cualquier patrón geológico, geofísico y/o geoquímico favorable fuera de esta.
- 2- Mineralización: Grado y cantidad de mineralización conocida en la propiedad a valorizar.
- 3- Geofísica y Geoquímica: Objetivos geofísicos y/o geoquímicos presentes en la propiedad a valorizar y la posición de uno respecto al otro.
- 4- Patrones Geológicos: Presentes en la propiedad a valorizar, que pueden considerarse favorables para la ocurrencia de mineralización explotable, en base a la experiencia previa o la comparación con depósitos explotables conocidos.

El método subdivide estas cuatro categorías en 19 subcategorías, enumeradas en las Tablas 2.4, 2.5, 2.6 y 2.7.

**Tabla 2.4: Categoría Ubicación.** Con sus ocho subcategorías enumeradas. Modificado de Kilburn (1990).

Ubicación		
Categoría	Número	Subcategoría
1a	1	Zonas con material interesante (al menos la mitad de un depósito explotable) medido en dos dimensiones.
1a	2	Zonas con mineral explotable, medido en dos dimensiones.
1a	3	Zonas con material interesante (al menos la mitad de un depósito explotable) medido en tres dimensiones.
1a	4	Zonas con mineral explotable, medido en tres dimensiones.
1a	5	Mina activa o inactiva.
1a	6	Mina importante activa o inactiva.
1b	7	Uno a dos aspectos geoquímicos o geofísicos importantes en zona cercana, correlacionables.
1b	8	Tres o más aspectos geoquímicos o geofísicos importantes en zona cercana, correlacionables.

Cada una de estas subcategorías se prioriza con respecto a las otras y se le asignan factores de valor relativo, entre 1,3 y 10. La priorización sugerida (basada en el número expuesto en las tablas) y los factores asignados (basados en la priorización), se muestran en la Tabla 2.8.

Basado en la información del activo minero a valorizar y de su entorno, es que se selecciona dentro de estas cuatro categorías, la subcategoría que corresponda, obteniendo finalmente cuatro factores,

los que se multiplican entre sí, para formar un múltiplo. En casos particulares, puede incluirse un quinto factor, asociado al estado del mercado al momento de la valorización.

**Tabla 2.5: Categoría Mineralización.** Con sus seis subcategorías enumeradas. Modificado de Kilburn (1990).

Mineralización		
Categoría	Número	Subcategoría
2	9	Zona con material interesante (al menos la mitad de un depósito explotable) medido en 2 dimensiones.
2	10	Zona con mineral explotable, medido en 2 dimensiones.
2	11	Zonas con mineral bajo el explotable, medido en 3 dimensiones.
2	12	Zonas con mineral explotable, medido en 3 dimensiones (no demostrado económicamente).
2	13	Mina inactiva con zonas con mineral explotable, medido en 3 dimensiones (no demostrado económicamente).
2	14	Mina importante inactiva con zonas con mineral explotable, medido en 3 dimensiones (no demostrado económicamente).

**Tabla 2.6: Categoría Geofísica-Geoquímica.** Con sus tres subcategorías enumeradas. Modificado de Kilburn (1990).

Geofísica-Geoquímica		
Categoría	Número	Subcategoría
3	15	Uno de esos objetivos geofísicos / geoquímicos
3	16	2 a 3 objetivos geofísicos / geoquímicos que se correlacionan entre sí
3	17	4 o más de tales objetivos geofísicos / geoquímicos que se correlacionan entre sí

**Tabla 2.7: Categoría Patrones Geológicos.** Con sus dos subcategorías enumeradas Modificado de Kilburn (1990).

Patrones Geológicos		
Categoría	Número	Subcategoría
4	18	Uno o dos de esos patrones
4	19	Tres o más de esos patrones

**Tabla 2.8: Factor asignado para cada subcategoría.** Modificado de Kilburn (1990).

Número Subcategoría	Factor	Número Subcategoría	Factor
1	1,5	11	5,0
2	2,0	12	6-8
3	2,5	13	7-8
4	3,0	14	9-10
5	4,0	15	2,0
6	5,0	16	3,0
7	1,3	17	3,5
8	1,5	18	2,0
9	2,0	19	3,0
10	3,0		

**Priorización:** 14>13>12>6=11>5>17>4=10=16=19>3>2=9=15=18>1=8>7

El fundamento principal del método es que el costo de mantener una propiedad minera por 12 meses, es el valor mínimo de una propiedad (Bell y Guj, 2012). Es por ello que para la aplicación de este método se multiplica el costo de la propiedad minera en un año, con el múltiplo construido anteriormente, obteniendo así el valor justo de mercado.

Se utiliza desde etapas tempranas como la exploración básica, a avanzadas con información limitada respecto a los recursos minerales. Donde el potencial geológico es el de mayor relevancia.

#### 2.4.2.2. Enfoque de Mercado

Este enfoque se basa en el principio de sustitución donde el activo que está siendo valorizado se compara con el valor de transacciones de activos con similares características. Las dos metodologías principales son:

- a) **Transacciones Comparables:** El tasador debe compilar y analizar las adquisiciones de capital, de proyectos de naturaleza, tiempo y circunstancias similares, estableciendo la gama de valores que el mercado podría pagar por ellos (Bell y Guj, 2012). Valoriza según transacciones *arm-length* recientes (donde compradores y vendedores son independientes entre sí). Se puede utilizar en proyectos con todo tipo de desarrollo. El múltiplo en este método es en dólares por libra de cobre y se calcula dividiendo el valor de la transacción con los recursos y reservas. De todas las transacciones elegidas, se debe obtener la mediana.
- b) **Transacciones Comparables, Valor por Unidad de Área:** El principio es el mismo de la metodología anterior, pero en este caso la valorización se realiza en base a dólares por unidad de superficie de terreno favorable, aplicado por Ward y Lawrence (1998), para propiedades mineras sin reservas calculadas. Se utiliza en activos con escasa información, en etapas de exploración básica.

#### 2.4.2.3. Enfoque de Ingreso

Este enfoque pretende anticipar los beneficios económicos que un activo puede producir al mediano y largo plazo, utilizando el valor presente neto sobre un modelo de flujo de caja. Para su

implementación de manera confiable es necesaria vasta información sobre el activo, pues convierte los ingresos en una estimación del valor, es por ello que se necesita una producción o estimación de lo que ésta será y proyectar los recursos o reservas a futuros ingresos.

Incluye una variedad de metodologías; Flujo de Caja Descontado, *Option Pricing*, Análisis de Riesgo, Métodos Probabilísticos entre otros (Jorquera, 2016). Para una cartera de proyectos en etapa de exploración, en el caso de los proyectos con mayor desarrollo, como lo son los de exploración avanzada, se utiliza el método de Flujo de Caja Descontado, donde se calcula un VAN, basado en las rentas futuras.

a) Flujo de Caja Descontado:

Este método es aplicable a cualquier empresa o activo, con el fin de estimar el valor de las rentas futuras. Se debe considerar el factor riesgo, pues es basado en los datos históricos de sus estados financieros.

El VANi o Valor Actualizado Neto, es un indicador que cuantifica cuánto dinero se ganará en el proyecto a evaluar, en comparación con un proyecto alternativo de similar tamaño y riesgo, cuya rentabilidad  $i$  es conocida. La tasa  $i$  se le llama costo o interés de oportunidad, trata de la oportunidad que se pierde si se invierte en el proyecto que se evalúa (Millán, 1998).

En primera instancia se deben analizar los datos históricos de la empresa, sus rendimientos pasados, de a lo menos 3 años estableciendo un promedio (Jorquera, 2016) y establecer las pautas y premisas y pautas de proyección, basado en fuentes objetivas y fiables. Se realiza el modelo de proyección del activo por un periodo entre 3 a 5 años, por medio de; el Estado de Situación Financiera, Estado de Resultados y el Flujo de Caja Libre (Jorquera, 2016). La información básica para la realización de un flujo de caja, está en los estudios de mercado, técnico y organizacional y en el cálculo de inversiones. Se debe proyectar el flujo, por lo que se deben incorporar información de los efectos tributarios de depreciación, amortización del activo nominal, valor residual, utilidades y pérdidas (Sapag y Sapag, 1989).

Se debe calcular la tasa de descuento  $i$ . A esta tasa se le llama costo o interés de oportunidad, trata de la oportunidad que se pierde si se invierte en el Proyecto que se evalúa (Millán, 1998).

Se calcula el VANi a una tasa  $i$ . El VANi como la suma de todos los flujos positivos de un proyecto, actualizados a la tasa  $i$ , menos la suma de los flujos negativos o también representada por la inversión inicial, también actualizados a la tasa  $i$ . (Millán, 1998). Lo que se expresa en la siguiente fórmula.

$$VANi = \sum_{j=1}^{j=n} \frac{F_j(+)}{(1+i)^j} - \sum_{j=1}^{j=n} \frac{F_j(-)}{(1+i)^j}$$

$F_j(+)$  = Flujo de Caja libre, en un periodo determinado

$F_j(-)$  = Inversión inicial o Flujo de Caja negativo

$n$  = Cantidad de periodos

$i$  = tasa de descuento



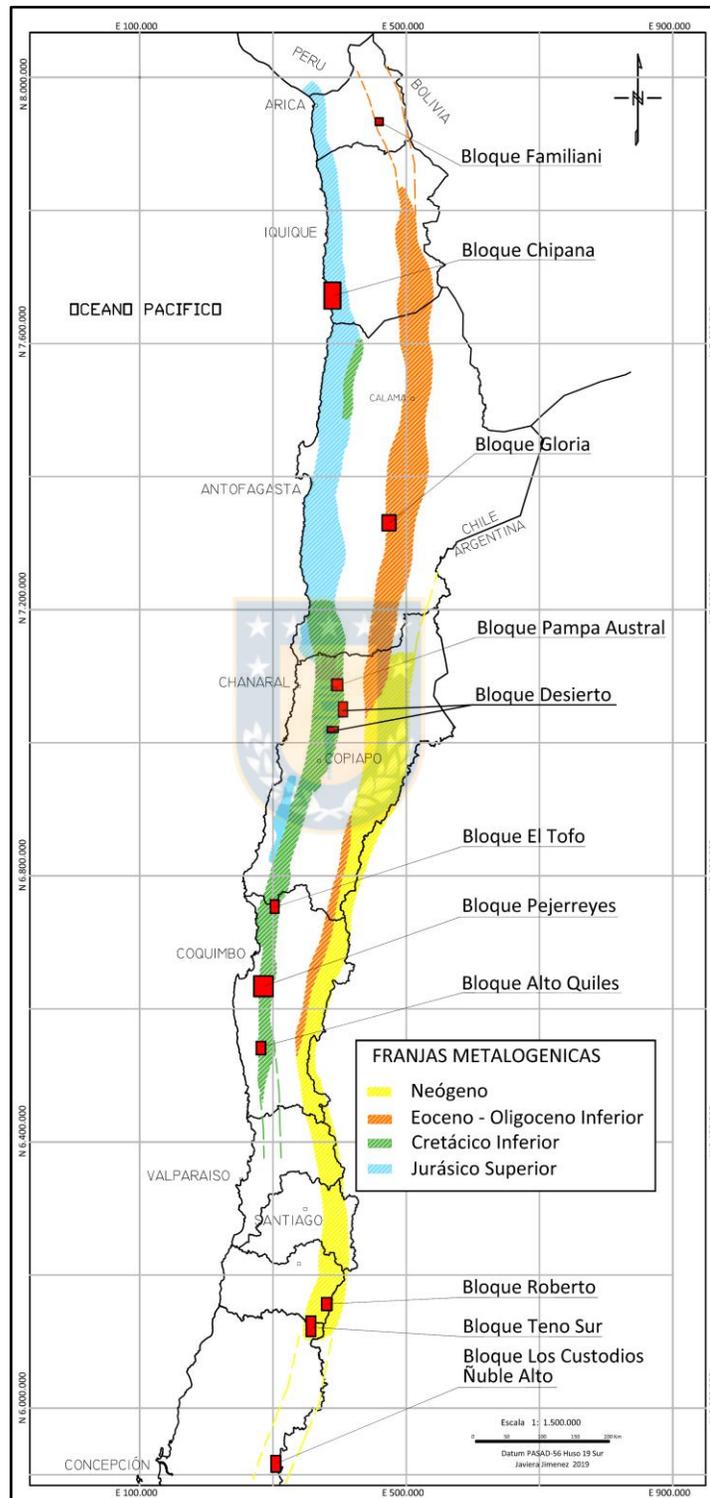
### **3. CARTERA DE PROYECTOS DE EXPLORACIÓN**

Para una cartera de proyectos mineros, cada uno de los proyectos que la componen puede ser considerado un activo, el cual posee un valor particular y puede posicionarse dentro de la cartera misma coherente con ese valor. ¿Qué otorga valor en un activo, en etapa de exploración? En primer lugar, podemos decir que el valor de un activo, en etapas tempranas en el desarrollo de un proyecto minero, es multifactorial, se considera en éste, el potencial geológico que pueda poseer, con características probadas, que nos puedan indicar la presencia de un cuerpo mineralizado de interés económico, aquí confluyen los estudios de mapeo geológico, geofísica, geoquímica, sondajes, entre otros, además del contexto metalogénico en el que se encuentran; la franja a la que pertenecen, el modelo del yacimiento y su potencial y las minas o trabajos mineros cercanos al activo. Además de la geología como tal, algo que puede entregar o quitar valor son los aspectos ambientales, la presencia de zonas de protección como santuarios de la naturaleza, monumentos nacionales, zonas arqueológicas, zonas hidrológicas importantes, presencia de glaciares entre muchos otros, podrán restar valor al activo minero, pues su presencia puede dificultar una futura explotación. Finalmente, los aspectos económicos, logran elaborar un valor intrínseco a los ingresos que este podría producir o que produce, con estimaciones de VAN para los activos que se encuentren en etapas más avanzada. Para este caso de estudio se analiza la cartera de proyectos de exploración, no prioritaria de CODELCO.

#### **3.1. CARTERA NO PRIORITARIA CODELCO**

Esta cartera consta de 11 proyectos, cada uno perteneciente a un bloque, dentro de los proyectos de exploración que tiene CODELCO (Figura 3.1). Existen tres grupos de activos de exploración no prioritaria en esta cartera: IOCG, Pórfidos Zona Norte y Pórfidos Zona sur. Clasificados estos por su origen metalogénico y su ubicación espacial. Cada bloque puede tener o no, uno o más prospectos, que son objetos de estudio geológico más específicos, con el fin de determinar el potencial de ellos, obteniendo finalmente 12 activos a valorizar, cada uno correspondiente a un bloque, a excepción del bloque Desierto, que se subdivide en dos activos. Toda la información considerada para estos activos, es extraída de los informes de los estudios realizados por CODELCO o para CODELCO, donde sus detalles y resultados son de carácter confidencial, no así

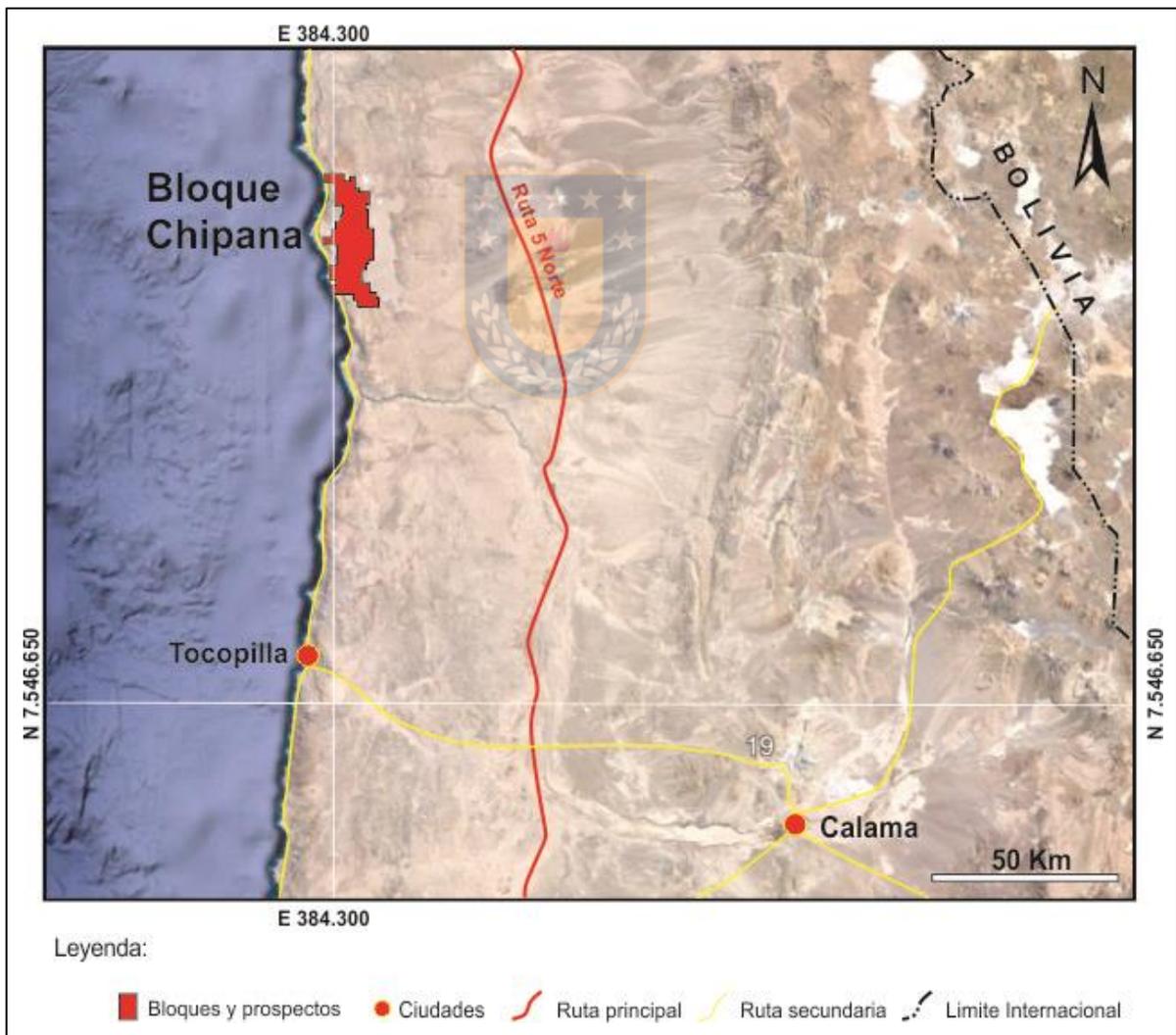
sus generalidades o alcances. A continuación, se expone la información que cada uno de ellos tiene y que será utilizada para la posterior clasificación y valorización.



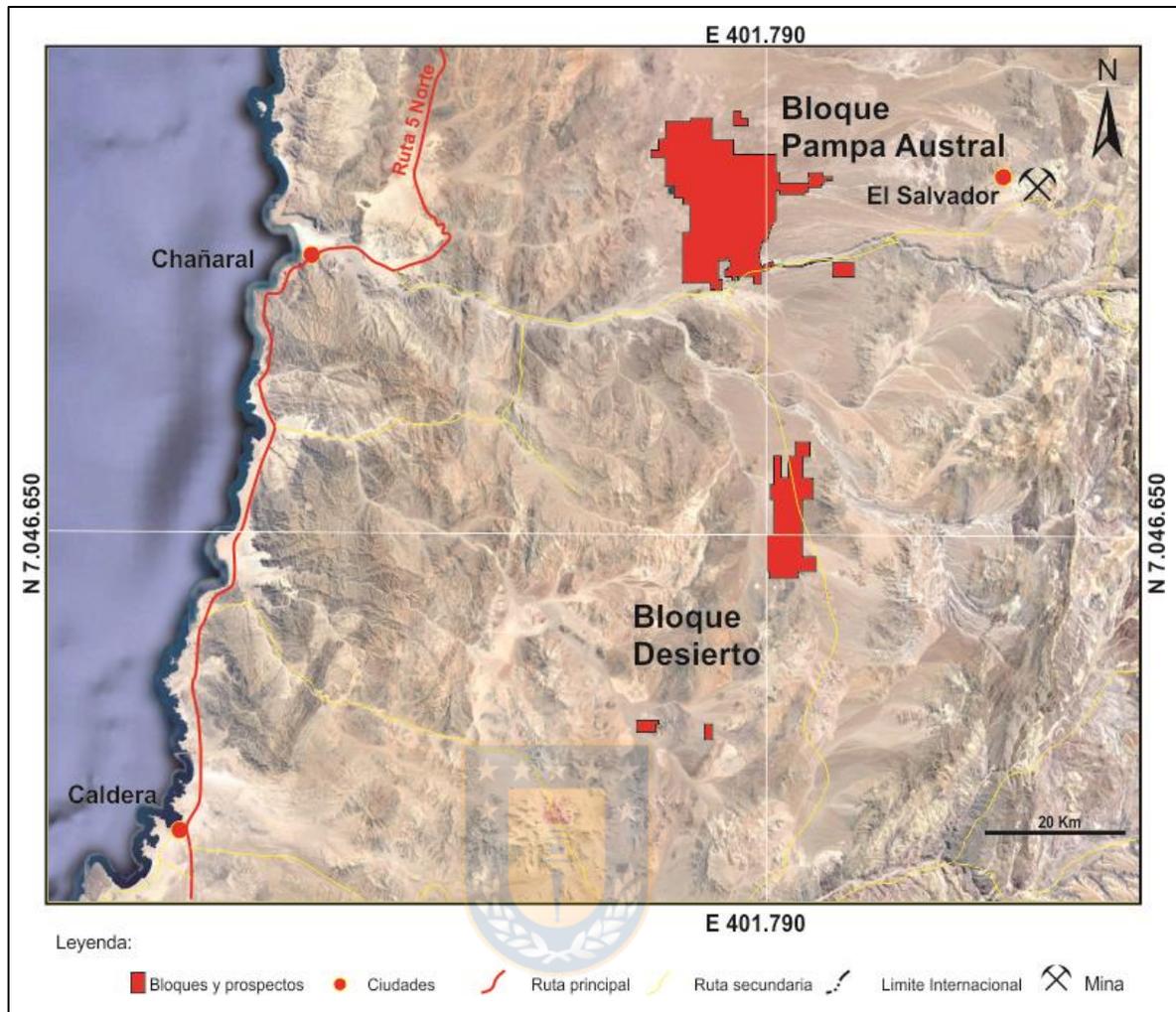
**Figura 3.1:** Mapa ubicación Bloques. Cartera de exploración, no prioritaria, CODELCO.

### 3.1.1. IOCG

Pertencen a este grupo, seis proyectos de la cartera no prioritaria de CODELCO, pertenecientes a dos franjas metalogénica del Jurásico y Cretácico Inferior, ambas con depósitos de tipo estratoligado e IOCG como los tipos de depósitos más abundantes y característicos. Pertenecen a estos la mina Buena Esperanza, Susana de Michilla, Mantos Blancos, Santo Domingo, en la franja del Jurásico y Cerro Imán, Cerro Negro, Candelaria, Mantos Verdes, en la del Cretácico Inferior (Maksaev, 2001). Los activos que pertenecen a este grupo son: Bloque Chipana, Bloque Pampa Austral, Bloque Desierto (Prospecto Brecha y Prospecto Desierto Norte Pampa), Bloque El Tofo, Bloque Pejerreyes y Bloque Alto de Quiles. Expuestos de norte a sur, en las Figuras 3.2, 3.3 y 3.4.



**Figura 3.2:** Mapa ubicación Grupo IOCG n°1. Mapa incluye al activo Bloque Chipana.



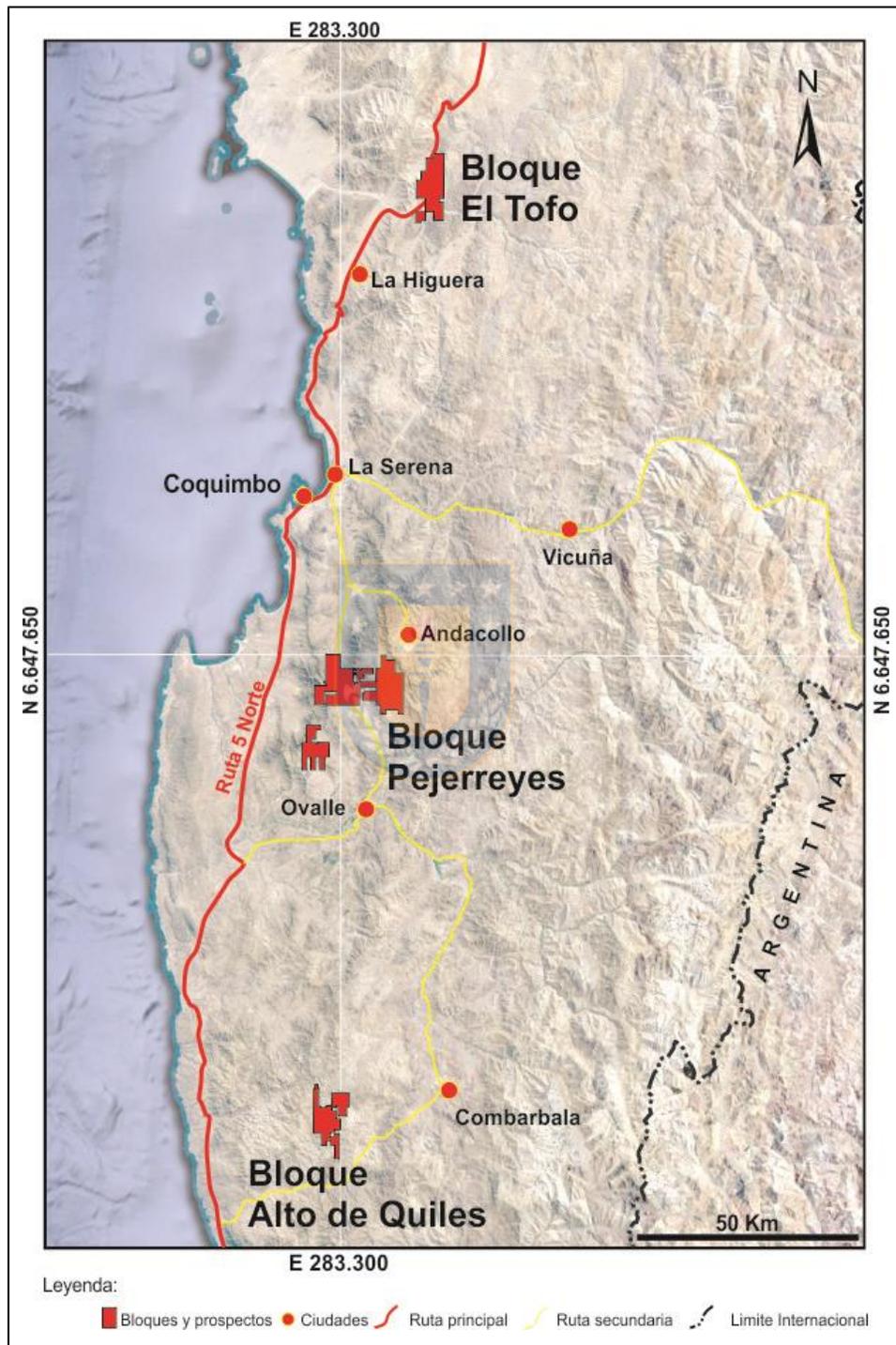
**Figura 3.3:** Mapa ubicación Grupo IOCG n°2. Mapa incluye al activo Bloque Pampa Austral y Desierto.

### 3.1.1.1. Bloque Chipana

Este activo se encuentra en la costa de la región de Tarapacá a 65 km al sur de la ciudad de Iquique. Es un activo con 32.381 ha, donde 26.938 ha corresponden a concesiones mineras de exploración y 5.443 ha de explotación. En sus alrededores se encuentra la mina Chipana, de vetas de cuarzo con Au y oxidados de Cu.

Según el estudio de Garay y Cerda (2011), el bloque está representado por rocas intrusivas plutónicas del Jurásico Superior al Cretácico Inferior y secuencias volcánicas de la Formación La Negra. En el extremo sur se encuentra la Mina Chipana, con vetas de cuarzo con mineralización de Au y OxCu, de dirección NS con manteos de 50° hacia el este y en el centro la Mina Esperanza

que corresponde a un depósito tipo estratoligado con mineralización de OxCu. Presenta estudios de magnetometría y radiometría aérea regional (Southern Geoscience, 2011).



**Figura 3.4:** Mapa ubicación Grupo IOCG 3. Mapa incluye al activo Bloque El Tofo, Pejerreyes y Alto de Quiles.

### 3.1.1.2. Bloque Pampa Austral

El activo de encuentra a 55 km de la costa de la región de Atacama a 30 km al W de Mina Salvador, cercano a la zona de tranques de relave de esta. Es un activo de 25.497 ha, con 3.000 ha pertenecientes a concesiones mineras de exploración y 22.497 ha de explotación.

El bloque, estudiado como un depósito tipo IOCG de CuFeAu, posee un estudio geológico a escala 1:20.000 (Garay, 1999), el cual expone que estructuralmente existe un marcado dominio de lineamientos con dirección NW, de carácter regional, litológicamente está compuesta de lavas andesíticas de la Formación Aeropuerto, depositadas sobre un basamento granítico del Paleozoico e intruidas por el Grupo Plutónico Granítico Tonalítico del Cretácico Superior, sobre las unidades anteriores se disponen volcanitas dacíticas de edad Cretácico Superior Paleógeno, finalmente pequeños stock pórfido dacíticos y dioríticos. Existe una zonación de componentes de mayor temperatura expresado por una alteración a sericita-pirofilita a una zona propilítica como halo externo. La mineralización consta de OxCu con magnetita en vetas principalmente, cercano al contacto entre unidades volcánicas y plutónicas, además de jarosita en las rocas andesíticas asociadas a la alteración sericítica y especularita en las rocas con alteración argílica avanzada.

Se realizó para el bloque un análisis geoquímico de ICP, en 71 muestras (Garay, 1999) y estudios geofísicos de magnetometría y radiometría aérea, gravimetría regional, magnetometría terrestre e IP gradiente (Garay, 2011).

El prospecto Allizon consta de dos mapeos geológicos a detalle un a escala 1:10.000 y otro a 1:5.000, se ubica en la traza principal del Sistema de Fallas de Atacama, en superficie se reconoce una alteración a clorita, hematita, carbonatos, albita con sericita y epidota subordinada, en las rocas volcánicas de composición andesítica, la alteración está relacionada directamente con la mineralización de Cu y metasomatismo de Fe por vetillas, vetas, stockwork y cúmulos de especularita con OxCu. Se generó en este prospecto un análisis geoquímico de ICP para 2.274 muestras, además de un total de 7.893,5 m de sondajes de aire reverso (Garay, 2011).

El prospecto Cerro Azul por su parte se caracteriza por los mismos mapeos geológicos del prospecto anterior. Donde se evidencia alteración argílica avanzada, silicificación, alteración

propilítica y cloritización (Churata, 2014). Se le realizaron perforaciones de sondajes de aire reverso por un total de 3892,5 m y de diamantina por 1862,9 m (Churata y otros, 2015).

### 3.1.1.3. Bloque Desierto

Activo ubicado a 60 km de la línea de costa, en la región de Atacama a 50 km al NNE de la ciudad de Copiapó. De 9.660 ha, donde 1.600 ha corresponden a concesiones mineras de exploración y 8.060 ha a explotación. A menos de 7 km de distancia se encuentran las minas Abundancia, Dinamarquesa, Carmen, Berta entre otros, a menos de 20 km la mina Santo Domingo, Merceditas y Remolino y a 35 km la mina Salvador. Se divide en dos prospectos, Brecha y Desierto Pampa Norte.

En términos generales presenta un estudio geológico a escala 1:100.000 (Gröpper, 2009). Regionalmente se encuentra cortado por la Falla Chivato de orientación NS-NNE, como falla secundaria al sistema de fallas de Atacama, que controla el emplazamiento de depósitos tipo IOCG en la zona. En el activo afloran las rocas de la Formación La Negra (Jurásico), con rocas volcanoclásticas y sedimentos calcáreos, las que infrayacen a volcanitas andesíticas y volcanoclásticas de la Formación Punta del Cobre (Cretácico Inferior), en las cercanías a la falla Chivato y producto de la misma, se exponen esquistos biotíticos y muscovíticos, esquistos de cuarzo-biotita, milonitas, brechas, diques, entre otros, estas rocas se encuentran intruidas por granitoides del Jurásico y Cretácico, de composiciones dioríticas, tonalíticas y granodioríticas

Se generó un estudio ambiental (MMX, 2013), determinando que la zona no posee flora o fauna protegida y que presenta zonas de interés arqueológico aisladas. Posee estudios geofísicos de Magnetometría aérea (Yañez, 2008), gravimetría y radiometría aérea (Araya, 2009). Además de análisis geoquímico de 316 muestras con el método ICP de masa (Araya y Münster, 2009).

El prospecto Brecha con un estudio geológico de escala 1:25.000, corresponde a andesitas con alteración potásica y contundentes diseminaciones y vetilleo de especularita, además de una fuerte alteración hidrolítica en las zonas altas topográficamente (Gröpper, 2009). Se perforaron 4.095 m de sondajes de aire reverso (Garay, 2011).

Desierto Norte Pampa, con una geología construida a escala 1:25.000, presenta una alteración dominante correspondiente a epidota, clorita y sílice en andesitas, con mineralización de Cu, Au, de carácter ventiforme y relacionado a vetas y brechas menores de especularita (Gröpper, 2009). Se perforaron 1.104 m de sondajes de aire reverso (Garay y otros, 2011).

#### 3.1.1.4. Bloque El Tofo

Ubicado a 25 de la línea de costa, en la región de Coquimbo a 79 km al SSW de la ciudad de Vallenar. Es un activo con 6.679 ha totales, donde 3.900 ha pertenecen a concesiones de exploración y 2.779 ha de explotación. En su entorno cercano, a menos de 5 km de distancia, están los proyectos Pleito y Desvió Norte y a una distancia menor a los 15 km Cristales, Pajonales y El Tofo.

El activo en generalidad se encuentra representado por un mapa geológico a escala 1:100.000 y 1:50.000 (Córdova, 2004). Se reconocen dos sistemas estructurales principales, uno NE-NNE, que controla el emplazamiento de intrusivos y uno NW-WNW, que controla el emplazamiento de diques y mineralización ventiforme de Cu-Fe-Au. Geológicamente el bloque evidencia la evolución de un arco volcánico y una cuenca de trasarco del Cretácico Inferior, con facies volcánicas piroclásticas y aporte a una cuenca de rocas calcáreas, está caracterizado por las intrusiones de un batolito que incluye tonalitas, dioritas y granodioritas de edad 130-100 Ma (K/Ar), las que intruyen a las rocas de la Formación Canto del Agua (Triásico Superior) y Estratos Sierra Calavera (Titoniano-Aptiano), correlacionable con la Formación Punta del Cobre. En términos generales presenta alteración a biotita, albita, clorita, actinolita, calcita, sericita, arcillas y metasomatismo cálcico, sódico y calco-sódico. La mineralización es principalmente de Fe, Fe-C-Au y Au-Cu, en vetas y en cuerpos y mantos en menor medida.

Estudio geoquímico de ICP de 33 elementos, más siete elementos con absorción atómica, para un total de 422 muestras más análisis de difracción de rayos x para 27 muestras. Elaboración de 182 cortes transparentes y 68 pulidos y estudio geofísico de anomalía aeromagnética RTP (Córdova, 2004).

Presencia de proyectos dentro del activo, como: Vale, Retamo, Zapallar y Carrizalillo. El proyecto Vale representado por un mapeo geológico a escala 1:25.000 (Córdova, 2009), evidencia alteración

propilítica, débil argilización supérgena y remanentes biotitizados. El sistema NW-WNW controla al igual que el prospecto Retamo, el emplazamiento de vetas cuarzo-calcita, con presencia de CuFeAu y CuAu además de vetillas de especularita. La mineralización en superficie corresponde a crisocola, malaquita, limita y óxidos negros y en profundidad sulfuros como calcopirita y bornita.

El proyecto Zapallar, se encuentra representado por el mismo mapa anterior a escala 1:25.000, evidencia alteración a clorita, epidota y albita principalmente. Existe presencia de labores mineras artesanales y vetas decimétricas con oxidados de cobre verdes y calcopirita (Arrieta, 2015).

Para el prospecto Retamo, se realizó un mapeo geológico a escala 1:20.000 (Córdova, 2009), donde la unidad de andesitas están afectadas tempranamente por una alteración a albita y un metasomatismo de biotita y magnetita, de forma tardía una alteración calco-sódica caracterizada por actinolita, clorita, albita y epidota, la unidad volcanoclástica es afectada por un evento temprano de hematitización y albitización de feldespatos con sobre imposición de alteración a smectita, calcita, epidota y cuarzo. Un primer evento mineralizante es asociado la unidad de andesitas con mineralización de Fe, con magnetita como mena principal y un segundo evento con altos contenidos de Cu y S, forma el corredor mineralizado NE Santa-Rosa-Retamo, como cuerpos ventiformes y brechosos con mineralización de calcopirita y pirita, relacionada temporalmente al plutón Quebrada Cachiyuyo (115,9 Ma). Se generó un estudio arqueológico el que determino que no existen hallazgos en las áreas a intervenir, pero si en zonas contiguas, con presencia de petroglifos (NAWEL, 2009). Finalmente se perforaron 2.644,5 m de sondaje de aire reverso (Córdova, 2009).

#### 3.1.1.5. Bloque Pejerreyes

Ubicado a 20 km de la línea de costa, en la región de Coquimbo a 35 km al N de la ciudad del mismo nombre. Es un activo, con 17.277 ha, 7.100 ha de exploración y 10.177 ha de explotación. En su entorno cercano menor a 5km de distancia, están los proyectos Delta, Atutena y Tamaya, además de la presencia de la Mina Andacollo.

Presenta un potencial de depósito tipo IOCG. Con estructuras principales de orientación NW, como lineamientos y fallas. Se distingue una secuencia de lavas andesíticas con intercalaciones de ocoitas y tobas ignimbríticas, con niveles de rocas sedimentarias y cuerpos subvolcánicos, agrupados en

los Estratos de Tamaya y Estratos del Reloj (Jurásco Medio-Superior). En concordancia con lo anterior se dispone la Formación Arqueros (Neocomiano) con un dominio de lavas andesíticas e intercalaciones de niveles de brechas epiclásticas, areniscas y tobas y la Formación Quebrada Marquesa (Hauteriviano-Albiano) representada por brechas gruesas, areniscas, andesitas y tobas. Toda la secuencia se encuentra intruida por el Plutón Pejerreyes (119-122 Ma), intrusivo diferenciado, de facies gabro-dioríticas a monzogranito-aplitas, el cual produce una gran aureola metamórfica-magmática en la roca huésped, evidenciada por una mineralización tipo Skarn de Cu-Au (Córdova M. 2006). En varios sectores, las formaciones anteriores se encuentran cubiertas por una serie de gravas y conglomerados poco consolidados, de la Formación Confluencia (García G. 2010). El Bloque en gran parte de su extensión se encuentra representado por el mapa geológico a escala 1:50.000 de Córdova (2006) y el mapa escala 1:100.000 de Aurum Consultores (2005).

El activo presenta además un estudio geofísico de magnetometría y radiometría aérea, que incluye mapas y perfiles de susceptibilidad magnética, obtenido de la inversión de los datos magnéticos (Araya, 2009).

Dentro del bloque, existen tres prospectos: Atila, Plazuela y Quisco. El primero se encuentra en continuación a la franja mineraliza del Distrito Tamaya de orientación NS y alineado en orientación NW con los prospectos El Dorado y Atutena, presenta un estudio geológico a escala 1:25.000 y 1:5.000, con presencia de alteración a clorita, actinolita, epidota, biotita, magnetita, hematita y turmalita, además de silicificación y alteración a feldespato potásico con albita, la mineralización es principalmente en vetas de cuarzo-turmalina, magnetita, hematita y oxidados de cobre (malaquita, crisocola, chalcantita, atacamatina, azurita, arcillas con cobre y óxidos negros). Se le realizó un análisis geoquímico de ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma Analysis*), de 47 elementos a 134 muestras (García-Gallardo, 2010).

La Plazuela presenta un estudio geológico a escala 1:25.000 y 1:15.000, donde se evidencian 5 zonas de interés, las primeras 3 exploradas bajo un modelo CuFe, con vetas y skarn de magnetita y CuOx (pirita y calcopirita), sobre una alteración de feldespato potásico en rocas volcánicas, el 4to sector caracterizado por mineralización de CuAg, en vetillas de calcita sobre rocas volcánicas con alteración a clorita y el último sector con CuOx en fracturas o asociados a vetillas de magnetita, sobre una zona de alteración de feldespato potásico, clorita y goethita (Fribla, 2009). Se realizaron

perforaciones de sondajes de diamantina, con un total de 1.200 m (Garay, 2011). Localmente presenta un estudio arqueológico (Hermosilla, 2010), que comprueba la no presencia de zonas con este tipo de interés. Existe la presencia de la flor protegida *Flourensia thurife*, y otras especies, las cuales fueron rescatadas previo a los trabajos en la zona (GAC, 2013).

Quisco presenta un estudio geológico a escala 1:25.000 y 1:10.000, evidencia alteración a clorita, epidota, albita y hematita, además de la asociación magnetita, actinolita y biotita, presenta una mineralización mentiforme y en menor medida ventiforme, además de presencia de skarn de Cu. Presenta un estudio geoquímico de absorción Atómica de 38 muestras (Córdova, 2010).

#### 3.1.1.6. Bloque Alto de Quiles

Ubicado en la región de Coquimbo, a 30 km de la línea costa y a 65 km al sur de la ciudad de Ovalle. Es un activo, con 6.150 ha, 4.650 ha de exploración y 1.500 ha de explotación. Se encuentra a 20 km al NNW del distrito minero El Espino de mediana minería, además de cercano a minas como Tambillos, Proyecto Delta y Mantos de Punitaqui.

Presenta potencial de un depósito tipo IOCG, compuesto por una secuencia volcano-sedimentaria de la Formación Arqueros (Jurásico-Cretácico Inferior) la cual subyace hacia el este a meta-sedimentos y meta-volcanitas de la Formación Quebrada Marquesa (Cretácico Inferior), en su extremo oeste del sector sur del Bloque, la Formación Arqueros sobreyace a metasedimentos con intercalaciones de rocas volcánicas asignadas a la Formación El Quereo del Triásico, en el centro del activo las secuencias están intruidas por granitoides del complejo intrusivo Illapel-Quilitapia del Cretácico (Gröpper, 2010). La mineralización de Cu es en general ventiforme y está relacionada a estructuras de orientación NS, NE y NW, existen alrededor de 500 labores mineras (Fribla, 2010). El Bloque en toda su extensión se encuentra representado por el mapa geológico a escala 1:100.000 de Aurum Consultores (2005).

Presenta estudios geofísicos de magnetometría y radiometría aérea (Araya, 2009).

A 10 km al SE del área del Bloque Alto de Quiles, está la reserva nacional Las Chinchillas y una zona de interés arqueológico, cercano al borde central norte del activo. Entre las propiedades

mineras, en el centro del activo está el fundo El Durazno del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIA (Gröpper, 2010).

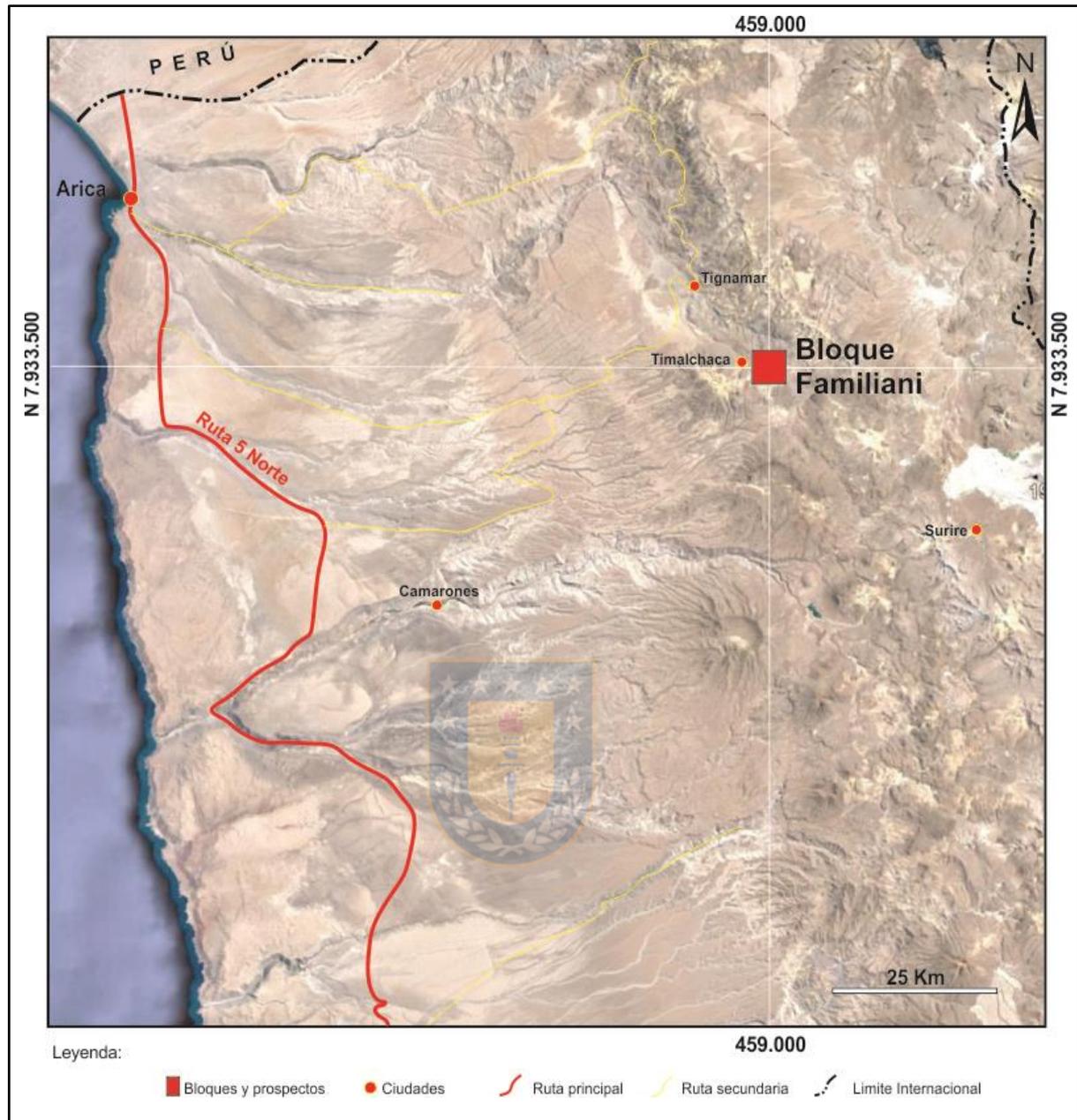
En la zona Centro Norte del activo, está el prospecto Puquíos, en el cual se generó un mapa a detalle escala 1:10.000. En él se identifica una secuencia volcanoclástica con intercalaciones de areniscas calcáreas y calizas, correlacionables con la Formación Arqueros, las que son instruidas en el extremo sureste por un Plutón de esas 108 $\pm$ 3 Ma (K/Ar en biotita), el que forma parte del Batolito de Illapel (Garay, 2011). El modelo de este prospecto es de tipo IOCG, con alteración biotita-magnetita, con diseminación de pirita, calcopirita y bornita, alteración clorita-epidota, asociado a un sistema skarn con mineralización en vetillas y agregados de magnetita, especularita y mushketovita, además de una alteración sílico-argílica, con oxidados de cobre en superficie y evidencias de mineralización de pirita y calcopirita, los rasgos estructurales más importantes lo constituyen el sistema de fallas de rumbo N15°W como la expresión de la Falla Los Mineros y un sistema secundario de fallas de rumbo N30°-55°W, además del plegamiento de niveles calcáreos que albergan los skarn de epidota y granate (Garay, 2011). En esta zona, se generó además un análisis geoquímico de absorción atómica de 72 muestras, analizando principalmente la presencia de Au, Ag, Cu, Fe, Zn y V (Fibra, 2010).

### **3.1.2. Pórfidos Zona Norte**

Pertenece a este grupo dos activos de la cartera no prioritaria de Codelco, pertenecientes a la franja metalogénica del Eoceno Superior-Oligoceno Inferior (Maksaev, 2001), denominados Bloque Familiar y Prospecto Gloria. El mapa de ubicación de este grupo está dividido en dos, Figura 3.5 y Figura 3.6.

#### **3.1.2.1 Bloque Familiar**

Ubicado en la región de Arica y Parinacota, a 100 km de la línea costa y a 98 km al SE de la ciudad de Arica. Es un activo, con 2.500 ha, de las cuales 2.100 ha pertenecen a concesiones mineras de exploración y 400 ha a explotación. A menos de 10 km de distancia está la mina Tignamar y a unos 34 km en dirección SW al prospecto Camarones.



**Figura 3.5:** Mapa ubicación Grupo Pórfidos Zona Norte n°1. Mapa incluye al activo Bloque Familiani.

Es un activo explorado como un sistema epitermal miocénico, relacionado al emplazamiento de domos dacíticos alterados, lo componen alteraciones ácidas como silicificación, alunitización, caolinización y sericitización en menor medida y se observa una mineralización a piritas y limonitas diseminadas (Baeza, 2009). Presenta un análisis geoquímico de 26 muestras y dos perfiles AMT (Baeza, 2009).



**Figura 3.6:** Mapa ubicación Grupo Pórfidos Zona Norte n°2. Mapa incluye al activo Bloque Gloria.

### 3.1.2.2. Bloque Gloria

Es un activo de la región de Antofagasta, ubicado a 120 km al SE de la ciudad de Antofagasta. Lo componen 9.458 ha, donde 9.000 ha pertenecen a concesiones mineras de exploración y 458 ha de explotación. Alrededor de los 24 km al SE del activo se ubica la mina Escondida, está cercano además a la mina Anillo, Chimborazo, Zaldivar, Imilac y El Peñon. Pertenece a la franja metalogénica del Eoceno Superior-Oligoceno.

Este activo está representado por un estudio geológico a escala 1:25.000 (Hein, 1999), el que expone que las rocas de esta sector corresponden a calizas, calcarenitas y lutitas del Triásico

superior-Jurásico inferior (Formación Profeta), riolitas, conglomerados y andesitas del Triásico superior (Formación Agua Dulce) y riolitas del Paleozoico (Formación La Tabla), intruidas por cuerpos intrusivos del Paleoceno-Eoceno compuestos por dioritas, granitos y apófisis de pórfidos riolíticos y gabros además de diques de andesíticas porfídicas. Las estructuras están asociadas el sistema de fallas de Domeyko, se evidencian fallas de orientación NS y NW y más locales de orientación EW. Existen desarrollos locales de alteración silico-argílica, asociado a vetillas de cuarzo con oxidados de Cu y mineralización de Ag y Au, alteración de clorita-epidota, asociado a rocas intrusivas y corneas, alteración argílica, asociado a fallas y finalmente vetas aisladas de cuarzo-limonita-hematita y calcita-limonita-siderita.

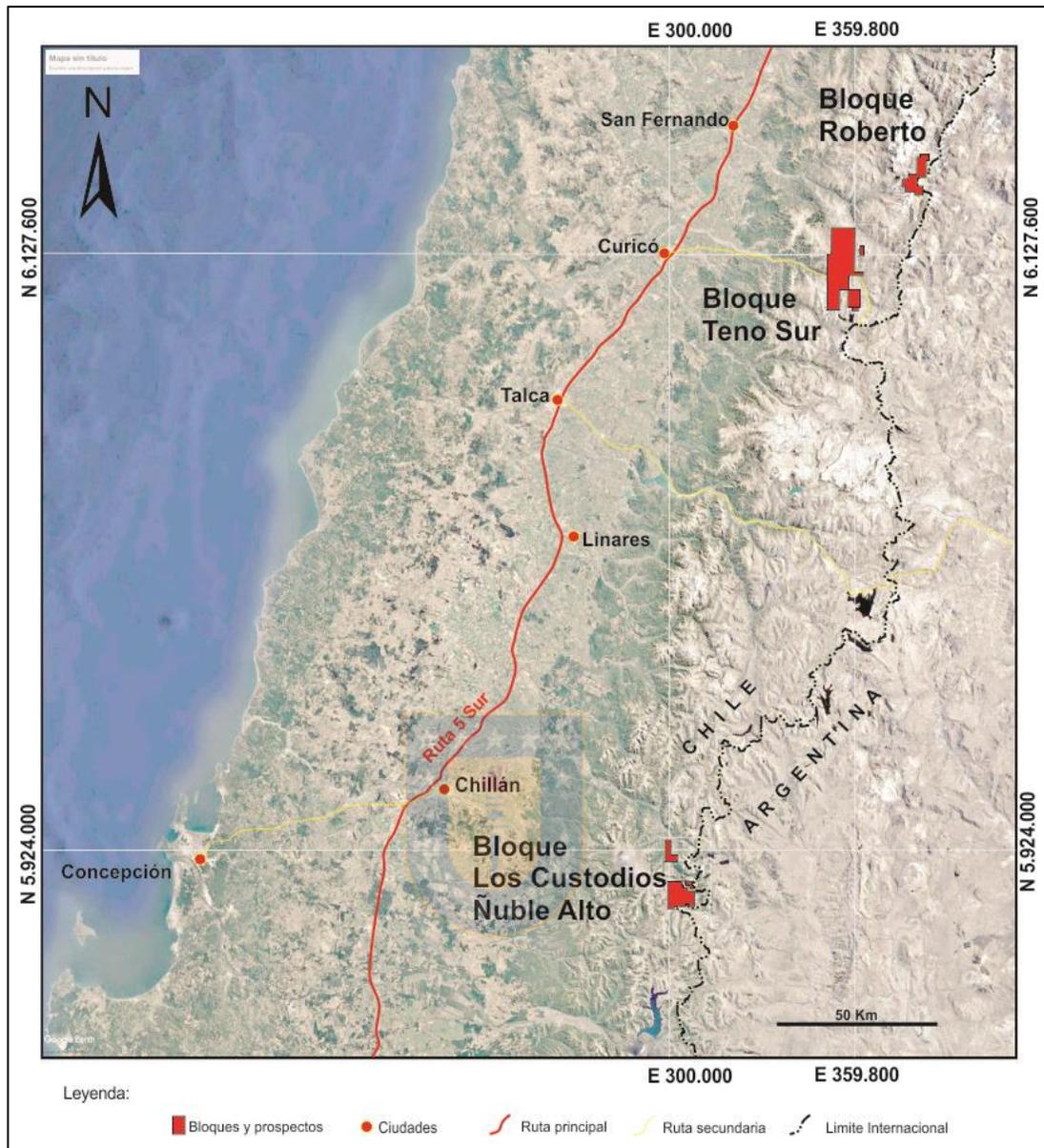
Análisis geoquímico de ICP de 11 muestras y 24 muestras. Cinco perfiles IP, estudio de magnetometría aérea y de gravimetría y un estudio geofísico TEM. Sondaje de aire reverso por un total de 507 m (Hein, 1999) y 589,5 m (Hein, 1999).

### **3.1.3. Pórfidos Zona Sur**

Pertenece a este grupo tres activos de la cartera no prioritaria de Codelco, pertenecientes a la extensión de la franja metalgénica del Neógeno. Denominados Bloque Roberto, Bloque Teno Sur y Bloque Los Custodios-Ñuble Alto (Figura 3.7).

#### **3.1.3.1 Prospecto Roberto**

Es un activo de la región del Libertador General Bernardo O'Higgins, que se encuentra en territorio chileno, aledaño a la frontera con Argentina, a 60 km al E de la ciudad de San Fernando. Lo componen 5.932 ha, donde 5.600 ha pertenecen a concesiones mineras de exploración y 332 ha de explotación. Alrededor de los 75 km al norte del activo se ubica la mina El Teniente, a 22 km al NW mina Rosario de Rengo y a 35 km al SW la mina El Teno. Pertenece a la franja metalogénica del Mioceno.



**Figura 3.7:** Mapa ubicación Grupo Pórfidos Zona Sur. Mapa incluye al activo Bloque Roberto, Teno Sur y Los Custodios-Ñuble Alto.

El Bloque Roberto, está representado por un estudio geológico a escala 1:5.000 (AngloAmerican, 2015), el que expone que las rocas de este sector corresponden a un paquete de rocas volcánicas de composición intermedia, con secuencias de rocas sedimentarias correspondientes a lutitas calcáreas y areniscas de grano fino e intercalaciones de niveles volcánicos de la Formación Coya Machalí. Se encuentran intruidas por un macizo de textura fanerítica de grano medio, de composición granodiorítica a granítica, relacionado al Batolito Universidad (terciario). En cuanto al régimen estructural, se distinguen dos sets principales, el primero como estructuras de alto ángulo de

orientación NS asociadas al sistema de fallas inversas Batolito y el segundo a un *trend* estructural denominado Corredor Estructural Las Lágrimas de rumbo NW-SE, que controla en gran medida la alteración del bloque. Se reconocen tres eventos principales de alteración hidrotermal: Metasomatismo Na-Ca-Fe temprano, con una asociación de magnetita-escapolita-tremolita-biotita y en menor proporción clorita-epidota-especularita, con halos de clorita y epidota, como segundo evento una alteración cuarzo-sericita, evidenciada por una débil silicificación con sericita, caolinita, clorita y turmalina, presencia de pirita y trazas de calcopirita, finalmente alteración argílica avanzada, sobreimpuesta a los eventos anteriores, representada por la asociación cuarzo-pirofilita-dickita-alunita-azufre-caolinita-yeso, con contenidos de pirita y escasa calcopirita.

Este activo presenta un estudio aéreo hiperespectral, análisis geoquímico de ICP en 612 muestras y cuatro dataciones radiométricas de Ar/Ar y U/Pb. Como estudios petrográficos, presenta la confección de cinco cortes pulidos y cinco transparentes. Finalmente se generó en el área de este activo un total de 922,85 m de sondajes de diamantina.

### 3.1.3.2. Bloque Teno Sur

Es un activo de la región del Maule, que se encuentra a 14 km de la frontera con Argentina y 50 km al este de la ciudad de Curicó. Lo componen 17.300 ha, donde 14.100 ha pertenecen a concesiones mineras de exploración y 3.200 ha de explotación. Entre las concesiones está la mina El Teno y Acuario y a menos de 50 km hacia el norte las minas Rosario Rengo y Estero Valenzuela. El río Teno corta a las propiedades mineras al igual que el estero Huemul.

Este activo tiene estudios geológicos a dos escalas, uno a 1:50.000 (Morel, 2013) y otro a 1:20.000 (Arrieta, 2015). El prospecto comprende una secuencia subhorizontal a suavemente plegada de brechas volcánicas con intercalaciones de andesitas y tobas (Formación Abanico, Eoceno-Mioceno), intruida por un complejo de compuesto de monzonita, monzogranito y granodiorita (Mioceno), que forma un halo metamórfico de contacto en gran parte del área y que pasa a rocas más frescas hacia el norte.

Prospecto Romeral Norte, tiene un estudio geológico asociado a la realización de un mapa 1:25.000 (Morel, 2013). Consta de una secuencia volcanoclástica, con intercalaciones de flujos de lavas y tufitas, de composición andesítica (Formación Abanico, Eoceno-Mioceno), intruida por un

complejo granodiorítico (Mioceno), el que forma aureolas de metamorfismo de contacto local. Cubriendo todas las unidades, una cubierta sedimentaria no consolidada de depósitos glaciares y clásticos, fluviales y coluviales (Cuaternario-Reciente). Las evidencias de mineralización de Cu, corresponden a rodados del sector oriental de la quebrada Chacarillas, correspondientes a tobas porosas con crisocola en agregados, junto con epidota y cuarzo. Este prospecto presenta 10 muestras con estudio geoquímico de ICP (Morel, 2013).

Prospecto Infiernillo, posee un estudio a escala 1:25.000 (Piquer, 2003), donde se reconocieron tres asociaciones mineralógicas de alteraciones; una de alta temperatura compuesta por biotita, magnetita, actinolita y cuarzo, una segunda de cuarzo y sericita superpuesta a la anterior y un halo de alteración propilítica de clorita, epidota, actinolita y cuarzo. Los minerales metálicos presentes son pirita y calcopirita. Posee 46 muestras con análisis químico de ICP y 16 muestras de corte transparente (GEOLAB, 1996).

### 3.1.3.3. Bloque Los Custodios-Ñuble Alto

Es un activo de la región del Ñuble, que se encuentra en territorio chileno, aledaño a la frontera con Argentina y 80 km al SE de la ciudad de Chillán. Lo componen 8.400 ha, donde 5.900 ha pertenecen a concesiones mineras de exploración y 2.500 ha de explotación. Alrededor de los 30 km al oeste del activo se ubica la mina San José. Se encuentra en las cercanías del volcán Chillán a unos 10 km al este de él.

Estudio geológico a escala 1:25.000 y 1:10.000 (Rivera, 2011), evidencia la presencia de complejo intrusivo subanular de 2 km de diámetro, de composición granodiorítica con digitaciones de pequeños pórfidos tonalíticos y brechas hidrotermales de turmalina con mineralización diseminada y en vetilla de calcopirita y en menor medida pirita, este complejo muestra un control estructural con orientación NW. La alteración en el bloque corresponde a un halo propilítico el que afecta a las secuencias sedimentarias de la Formación Cura Mallín, la mineralización observada corresponde a diseminación de sulfuros pirita y en menor medida calcopirita, además de hematita y limonitas. Se generó análisis geoquímico de 62 muestras en ICP y 4 cortes pulidos (Rivera, 2011).

## 4. ETAPAS DE EXPLORACIÓN

Considerando la información expuesta de los activos mineros de la cartera de exploración de CODELCO en el capítulo anterior, es que se puede elaborar una subdivisión de las tres etapas principales de exploración, sumando a estas, dos etapas intermedias: Exploración Geológica Básica-Seguimiento y Exploración Geológica Seguimiento-avanzada.

Ambas sub etapas, vienen a cubrir la necesidad de agrupar los activos por su nivel de avance, donde los proyectos que se encuentran en estas, están según el SIC-M009 (CODELCO, 2018) en un punto más bien intermedio entre una etapa y otra. Es así que la metodología logra plasmar un método diferenciado para los activos que, si bien no han logrado pasar a una etapa más avanzada, si están en una etapa de mayor desarrollo que la anterior.

Lo que considera cada una de estas etapas y subetapas, y a que activos engloba, será expuesto a continuación, resumido aquello en la Tabla 4.1.

**Tabla 4.1: Etapa de exploración por Activo Minero.** PZN: Pórfidos Zona Norte/ PZS: Pórfidos Zona Sur. 1: Chipana/ 2: Pampa Austral/ 3: Desierto/ 4: El Tofo/ 5: Pejerreyes/ 6: Alto de Quiles/ 7: Familiarani/ 8: Gloria/ 9: Roberto/ 10: Teno Sur/ 11: Los Custodios Ñuble Alto. B: Exploración Geológica Básica/ BS: Exploración Geológica Básica-Seguimiento/ S: Exploración Geológica de Seguimiento/ SA: Exploración Geológica Seguimiento-Avanzada/ A: Exploración Geológica Avanzada.

Franja	IOCG						PZN		PZS		
Etapa\Activo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
B	-						-			-	
BS						-					-
S			-	-				-			
SA		-			-				-		
A											

### 4.1. EXPLORACIÓN GEOLÓGICA BÁSICA (B)

En términos de este estudio se considera como Exploración Geológica Básica, a los activos de escasa información. Donde se hayan determinado características geológicas con potencial o áreas probablemente anómalas, pero sin definir necesariamente prospectos o blancos propiamente tal. Caben en este grupo, los activos que posean nulos estudios complementarios como geofísica o

geoquímica o que de presentar, estos sean de carácter regional, se incluyen además los activos con estudios geológicos a escalas menores o iguales a 1:20.000 y en los que no se hayan realizado sondajes de ningún tipo.

De la Franja IOCG el activo de Exploración Geológica Básica es: el Bloque Chipana. Perteneciente a los Pórfidos de la Zona Norte: Bloque Familiarani. Por último el activo perteneciente a los Pórfidos Zona Sur: Bloque Teno Sur.

## **4.2. EXPLORACIÓN GEOLÓGICA BÁSICA-SEGUIMIENTO (BS)**

Se considera como Exploración Geológica Básica-Seguimiento, a los activos donde siguiendo lo estipulado por el SIC-M009 (CODELCO, 2018) generen estudios asociados a definir o delinear prospectos o blancos. Activos con estudios complementarios como geofísica o geoquímica de escalas regionales mayoritariamente y donde el mapeo geológico sea a una escala mayor o igual a 1:10.000.

De la Franja IOCG los activos en Exploración Geológica Básica-Seguimiento son: Alto de Quiles. Perteneciente a los Pórfidos Zona Sur: Los Custodios Ñuble Alto.



## **4.3. EXPLORACIÓN GEOLÓGICA DE SEGUIMIENTO (S)**

Para este caso de estudio, son considerados como proyectos con Exploración Geológica de Seguimiento, los activos, que dentro de sus objetos de estudio estén blancos específicos, donde la información incluya, entre otros, sondajes de aire reverso, estudios a escala local de geoquímica, geofísica, con mapeo geológico igual o mayor que 1:10.000 y que su objetivo principal sea el mencionado en el SIC-M-009 (CODELCO, 2018).

Los activos en Exploración Geológica de Seguimiento, son: Desierto y El Tofo, ambos de la Franja de IOCG y el Prospecto Gloria, de los Pórfidos zona Norte.

## **4.4. EXPLORACIÓN GEOLÓGICA DE SEGUIMIENTO-AVANZADA (SA)**

Pertenecientes a esta etapa de exploración, están los activos que poseen similares características a las planteadas por la de Exploración Geológica de Seguimiento, pero con mayor información de

detalle, con sondajes de aire reverso y diamantina, cálculo de leyes y construcción de modelos generales de los posibles cuerpos mineralizados en profundidad.

Los activos en Exploración Geológica de Seguimiento-Avanzada, son: Pejerreyes y Pampa Austral, ambos de la Franja IOCG y Roberto de los Pórfidos Zona Sur.

#### **4.5. EXPLORACIÓN GEOLÓGICA AVANZADA (A)**

Para este caso de estudio, son considerados como proyectos con Exploración Geológica Avanzada, los activos, que dentro de sus objetos de estudio estén cuerpos mineralizados definidos, donde la información incluya, entre otros, sondajes de aire reverso y diamantina, estudios a escala local de geoquímica, geofísica, con mapeo geológico igual o mayor que 1:5.000, donde existan estimaciones de leyes y tonelajes, que su objetivo principal sea el mencionado en el SIC-M-009 (CODELCO, 2018).

En la actualidad no existen activos de la cartera de proyectos de exploración no prioritarios de CODELCO, dentro de esta etapa.



## **5. PROPUESTA DE VALORIZACIÓN**

En Chile no existe un código de valorización definido. Es común la utilización de uno de los tres códigos internacionales mencionados en la sección 2.4.1., no cumpliendo necesariamente con sus requerimientos específicos, pues no existe institución reguladora ni un evaluador que garantice la certeza de la valorización. Dentro de los criterios que comúnmente no se consideran en la valorización de activos mineros en Chile, es la de utilizar al menos dos metodologías de valorización, aplicando en la mayoría de los casos el enfoque de ingresos, con la elaboración de un flujo de caja descontado como único método, para todo tipo de proyectos, incluso los de menor avance en su desarrollo. Esto provoca una desvirtuación en el valor del activo, pues al encontrarse en etapas de exploración no posee ingresos reales y por ende una valorización basada en ellas es al menos, inconsistente.

Es por ello que se propone elaborar un código chileno de valorización, basado en códigos internacionales antes mencionados, adecuados al mercado chileno y al tipo de depósitos chilenos. Para este caso de estudio será detallada la metodología, para una cartera de proyectos de exploración, desde sus etapas iniciales a sus etapas más avanzadas

### **5.1. CÓDIGO CHILENO**

Considerando los tres códigos de valorización internacionales (VALMIN, CIMVal y SAMVAL) y los códigos de informes técnicos (JORC Code, NI43-101, SAMREC Code y CH20235). Se propone un nuevo código inspirado en ellos, debido a que poseen características aplicables a los activos chilenos.

En esta propuesta, el valorizador debe aplicar de forma responsable las metodologías planteadas. Restringiendo estas, a las aplicables en el mercado chileno, la información trazable disponible y a la etapa de desarrollo que se encuentre.

Por lo tanto, se propone que la valorización esté basada en los principios fundamentales que reúnen todos los códigos internacionales: Materialidad, Competencia, Transparencia y Razonabilidad. Así se tiene para:

**Materialidad:** El informe de valorización creado debe contener toda la información relevante que los inversionistas requieran, de existir algún tipo de desinformación, debe estar estrictamente justificado.

**Transparencia:** La información entregada a la entidad comisionadora, debe ser suficiente y clara, no deben ocurrir omisiones de ningún tipo, que puedan afectar la toma de decisiones.

**Razonabilidad:** La valorización debe ser realizada por un experto racional y de manera imparcial, realista y lógica.

**Competencia:** Se refiere al experto que realiza esta valorización, el cual debe demostrar su competencia con una serie de requisitos, mencionados a continuación.

El profesional encargado del informe de valorización, se denominaría Valuador Competente Calificado, siguiendo la línea de lo planteado por el código de informes técnicos chilenos CH20235. El experto debe tener al menos 5 años de experiencia relevante en la industria de la minería y sobre el tipo de activo a valorizar. La independencia no sería necesaria como requisito estricto, pues cumpliendo los anteriores principios expuestos, la imparcialidad está intrínseca. El valuador puede asesorarse por Personas Competentes Calificadas, en caso de ser necesario.

En esta propuesta de código de valorización, se entrega una guía detallada de los diferentes enfoques que se deben utilizar en cada etapa de exploración expuesta, además de las metodologías adecuadas al nivel de información existente y su método de aplicación.

A grandes rasgos, el enfoque de mercado, no discrimina su utilidad a la etapa de avance de un proyecto minero, pues es aplicable a todas las etapas que componen a la exploración y a etapas de mayor desarrollo. El enfoque de costos, se utiliza en etapas de exploración básica, seguimiento, avanzada y sus derivados y el enfoque de ingresos, se aplica en etapas más avanzadas que la exploración, pero en casos particulares podría ser aplicado a activos en etapas de exploración avanzada, como lo muestra la Tabla 5.1.

Se deben utilizar al igual que los tres códigos internacionales, dos metodologías de valorización de enfoques diferentes. Que permitan valorizar de acuerdo a un rango de valor.

**Tabla 5.1: Enfoque por etapa de Exploración.** Guion (-) indica en que enfoque se aplica cada etapa.

Enfoque\Etapa	Básica	Básica Seguimiento	Seguimiento	Seguimiento Avanzada	Avanzada
Ingreso					-
Costos	-	-	-	-	-
Mercado	-	-	-	-	-

## 5.2. ENFOQUE DE COSTOS

Coherente con el enfoque planteado en los códigos internacionales, en este estudio, el enfoque de costos busca reflejar como los gastos asociados a una exploración geológica contribuyen al valor de un activo. Originando un equilibrio entre los costos de mantener este y el potencial geológico de generar valor económico. Para los activos de esta cartera serán utilizados los métodos explicados en 2.4.2.1.

### 5.2.1. *Multiple of Exploration Expenditures (MEE)*

Esta metodología, determina todos los gastos asociados a la contribución del valor de un activo en exploración. Es utilizado en activos en estado de Exploración Geológica Básica y Exploración Básica-Seguimiento, donde existen escasos estudios geológicos que puedan determinar su valor basado en un potencial probado. A continuación se explica la metodología propuesta y los criterios considerados en cada una de sus etapas de desarrollo, para la valorización de un activo en etapas de exploración.

#### 5.2.1.1. Cálculo de Concesión Minera

Una primera etapa consiste en calcular los gastos asociados a las propiedades mineras, como una aproximación a los costos asociados al mantenimiento de una cierta cantidad de propiedad minera en un activo en particular. Para ello es necesario conocer el número de hectáreas de concesiones de exploración y explotación en el activo en específico, los años de amparo de estas concesiones mineras y los tamaños promedio de los pedimentos o manifestaciones. Donde existe el gasto de constitución de una propiedad minera, tanto de exploración como de explotación y el gasto de la patente anual de estas propiedades. En ambos casos el valor varía dependiendo del tamaño de la concesión, donde el cambio en el costo más importante ocurre al pasar de 100 ha a 400 ha (estos valores son fijos en el caso del costo de constitución y variables según el valor de la UTM para los

de patente anual). En la tabla 5.2 y 5.3 se expresan los valores de constitución y patente anual para cada tamaño de concesión minera, para exploración y explotación respectivamente. Conociendo la superficie que cubren las diferentes propiedades mineras que conforman un activo, es que se realizan dos cálculos en paralelo, uno considerando que cada pedimento o manifestación tiene 100 ha y otro considerando que tienen 400 ha, para posteriormente obtener un promedio.

**Tabla 5.2: Valores de concesión de exploración.** Valor actual de la constitución de un pedimento de 100 y 400 ha. Considerando el valor del dólar a \$680 y la UTM como \$48.741.

Concesión de Exploración		Valor Unitario			
		Constitución		Patente Anual	
ha	N° Pedimentos	\$	US\$	\$	US\$
100	x	223.705	344	97.482	143
400	y	722.265	1.111	389.928	573

**Tabla 5.3: Valores de concesión de explotación.** Valor actual de la constitución de una manifestación de 100 y 400 ha. Considerando el valor del dólar a \$680 y la UTM como \$48.741.

Concesión de Explotación		Valor Unitario			
		Constitución		Patente Anual	
ha	N° Manifestaciones	\$	US\$	\$	US\$
100	x	1.930.412	2.970	487.410	717
400	y	3.326.542	5.118	1.949.640	2.867

El número de pedimentos o manifestaciones para ambos casos, es calculado dividiendo la superficie total del activo en hectáreas, por 100 ha y 400 ha, respectivamente.

**Concesión de Exploración:** En primera instancia se debe calcular el valor de constitución de los pedimentos que conforman la concesión de exploración de un activo. Esto se realiza multiplicando por la cantidad de años de mantención de las concesiones, el valor unitario de constitución expuesto en la Tabla 5.2 (el cual es fijo para cada tamaño de pedimento) y dividiendo en dos este valor, pues las concesiones de exploración se constituyen cada 2 años.

Posteriormente se debe calcular el valor de la patente anual para todos los pedimentos de la concesión de exploración. Primero se debe llegar al valor unitario de patente anual, el que a diferencia del de constitución, varía según el valor de la UTM. Se calcula dividiendo el valor de la UTM por 50 y multiplicándolo por el tamaño de la concesión (100 ha o 400 ha) (Godoy C.,

comunicación personal, 2019), posteriormente este valor unitario se multiplica por la cantidad de años de mantención de las concesiones.

Ahora se debe sumar estos dos valores, el de constitución y el de patente anual para cada caso y multiplicarlos por el número de pedimentos respectivos. Finalmente, si los tamaños de los pedimentos en la concesión de exploración son aproximadamente 50% de 100 ha y 50% de 400 ha, se deben obtener un promedio entre los dos valores finales.

**Concesión de Explotación:** Para el cálculo de los gastos asociado a una concesión de explotación se debe seguir los mismos pasos expuestos para las concesiones de exploración, considerando las hectáreas de la superficie perteneciente a explotación. Para este cálculo se debe obviar el multiplicar el valor de constitución por los años de mantención y dividirlo por dos, pues las concesiones de explotación se constituyen solo una vez. En este tipo de concesiones el valor unitario de la patente anual se calcula dividiendo el valor de una UTM por 10 y multiplicándola por el tamaño de la concesión (100 ha o 400 ha) (Godoy C., comunicación personal, 2019). Siendo estas dos las únicas diferencias con el método antes mencionado.

Cabe considerar que los valores de constitución como de patente anual son bastante mayores, que el caso de las concesiones de explotación. Para la constitución de manifestaciones de 100 ha es casi nueve veces mayor y para las manifestaciones de 400 ha casi cinco veces mayor.

Finalizando el cálculo de ambas, al sumarlas se obtendría un valor cercano a la realidad, que representa los costos asociados a la mantención de un activo por n años, desde su constitución.

#### 5.2.1.2. Cálculo de Gastos Facilitadores

Una segunda etapa costa de sumar los gastos asociados a estudios o pagos que faciliten la generación de información. Caben en esta categoría, los estudios que aporten a construir una línea base; estudios de impacto ambiental, protección de flora o fauna, estudios arqueológicos y su gasto asociado a la protección o aislamiento en caso de haber descubrimientos de este tipo, también los asociados a la elaboración de caminos o habilitación de áreas que permitan realizar la variedad de estudios asociados a la exploración geológica.

### 5.2.1.3. Cálculo de Gastos Estudios

Como tercera etapa en este método se deben incluir los costos asociados a los estudios geológicos realizados en el activo, que sean referidos a la exploración geológica. Estos gastos deben ser actualizados a los valores del mercado actual, al igual que los mencionados en la segunda etapa. Se exponen los costos utilizados en este estudio, basados en los promedios de costos de estudios o logística según EMSA (Exploraciones Mineras S.A).

**Mapeo Geológico:** Se consideran dentro de esta categoría a los estudios asociados en la construcción de un mapa geológico mayor a 1:50.000, pues escalas más regionales no son comúnmente realizadas por particulares, sino más bien se obtienen de estudios por instituciones del estado, las que están a libre disposición, no considerándose como gastos propios del activo. Dentro de los gastos asociados a un mapa geológico, se considera el pago a los profesionales (Tabla 5.4), distinguiendo entre geólogo senior con sueldos diferenciados a sus años de experiencia y geólogo junior, se considera el sueldo de los ayudantes y choferes, además de la logística (Tabla 5.5) que el mapeo requiera como; alojamiento y costos de vuelo y extras (Tabla 5.6) como alimentación, viajes en helicóptero, camionetas, bencina, entre otros. Se recomienda crear el unitario de costo para cada tipo de profesional, donde se genere una lista con los valores del sueldo para cada uno, además de crear un unitario para los valores asociados a logística, según zona del país en que se realizará el mapeo. Así se multiplicarán estos valores según los días de terreno que cada mapa en particular requiera.

**Tabla 5.4: Valores de profesionales.** Valor en dólares calculado por \$680.

Profesional	Costo día (\$)	Costo día dólar (US\$)
Geólogo senior 10 años	141.327	208
Geólogo senior 20 años	257.329	378
Geólogo Junior	124.851	184
Ayudante	40.906	60
Chofer	32.054	47

- **Mapeo 1:5.000:** La logística asociada a un mapa de esta escala estará dada por tamaños y valores estándar, definidos por el equipo de exploraciones de la Gerencia de Exploraciones, CODELCO, Casa Matriz y geólogos expertos de EMSA (Spronle, C. y otros, comunicación

personal, 2019). Considerando que para un área de 2 km<sup>2</sup>, se requiere trabajo en terreno de 15 días, más 15 días de trabajo en gabinete. Contratación de un geólogo senior y un ayudante de terreno. Dentro de la logística, se considera una camioneta, pasajes para un viaje en avión hasta la ciudad más cercana al área de estudio y alimentación y alojamiento para los 15 días de terreno.

**Tabla 5.5: Valores logística.** Valor en dólares calculado por \$680.

Ciudad	Costo vuelo dólar (US\$)	Costo Alojamiento dólar (US\$)
Calama	243	74
Arica	394	72
Copiapó	78	87
Antofagasta	229	110
Concepción	61	81
Coquimbo	100	87

**Tabla 5.6: Valores extras.** Valor en dólares calculado por \$680.

Extras	Tiempo	Costo pesos (\$)	Costo dólar (US\$)
Helicóptero	1 hora	1.190.000	1.750
Alimentación	1 día	12.000	18
Camioneta + Bencina	1 día	36.400	53

- **Mapeo 1:10.000:** La logística asociada a un mapa de esta escala estará dada por tamaños y valores estándar, definidos por el equipo de exploraciones de la Gerencia de Exploraciones, CODELCO, Casa Matriz y geólogos expertos de EMSA (Spronle, C. y otros, comunicación personal, 2019). Considerando que para un área de 25 km<sup>2</sup>, se requiere trabajo en terreno de 30 días, más 30 días de trabajo en gabinete. Contratación de un geólogo senior, un geólogo junior y un ayudante de terreno. Dentro de la logística, se considera una camioneta, pasajes para dos viajes en avión hasta la ciudad más cercana al área de estudio, alimentación y alojamiento para los 30 días de terreno, para cada profesional.
- **Mapeo 1:25.000:** La logística asociada a un mapa de esta escala estará dada por tamaños y valores estándar, definidos por el equipo de exploraciones de la Gerencia de Exploraciones, CODELCO, Casa Matriz y geólogos expertos de EMSA (Spronle, C. y otros, comunicación personal, 2019). Considera que para un área de 600 km<sup>2</sup>, se requiere trabajo en terreno de

tres meses, más tres meses de trabajo en gabinete. Contratación de dos geólogos senior, dos geólogos junior, cuatro ayudantes de terreno y dos choferes. Dentro de la logística, se consideran dos camionetas, pasajes para seis viajes en avión hasta la ciudad más cercana al área de estudio y alimentación y alojamiento para los tres meses de terreno, para cada profesional.

Se recomienda elaborar el unitario de días por kilómetro cuadrado para cada tipo de mapa y así extrapolar los costos al mapa que se desea considerar, según los kilómetros cuadrados reales que este tenga. En el caso que en el informe del mapa elaborado se diga explícitamente el número de días en terreno u otra información relevante en torno a los costos, estas se deben considerar, dejando la estimación propuesta en casos de escasez de información.

**Geoquímica:** Se considera gastos de estudio geoquímicos, a los análisis de esta categoría, como: Análisis de Plasma Acoplado Inducido (ICP), Absorción Atómica (AA) y dataciones, dentro de estas las más comunes son: U-Pb, Ar-Ar y K-Ar. El valor asociado a este tipo de estudio es calculado por el valor de una muestra en cada caso, definido por el promedio de costos por muestra realizadas en los estudios geoquímicos de la Gerencia de Exploraciones, CODELCO, Casa Matriz (Pichott, S. y otros, comunicación personal, 2019) (Tabla 5.7).

**Tabla 5.7: Valores estudios geoquímicos.** Por muestra analizada.

Geoquímica	Dólares por muestra (US\$)
ICP	45
AA	50
Datación U-Pb	700
Datación Ar-Ar	800
Datación K-Ar	600

**Geofísica:** Se considera gastos de estudio geofísicos, a los análisis de esta categoría, como: IP RES equivalente, gravimetría, magnetometría aérea, magnetometría terrestre, perfiles AMT/TEM y tomografía sísmica (Tabla 5.8). El unitario en este tipo de estudios es el valor de este, por kilómetro o por kilómetro cuadrado, excepcionalmente para la tomografía sísmica el valor unitario está calculado a las 33 estaciones, definido por el promedio de costos por muestra realizadas en los

estudios geofísicos de la Gerencia de Exploraciones, CODELCO, Casa Matriz (Vargas, X. y otros, comunicación personal, 2019).

**Tabla 5.8: Valores estudios geofísicos.**

Geofísica	Dólares (US\$)	Unidad	Detalle
IP RES EQ	5.000	x km	Dipolos a 200 m
Gravimetría	500	x km	1 punto cada 200 m
Magnetometría aérea	55	x km	-
Magnetometría terrestre	65	x km	-
Perfiles AMT/TEM	3.500	x km	Cada 200 m
Tomografía sísmica	150.000	33 estaciones	6 meses de toma de datos

**Petrografía:** Se considera gastos de estudio en petrografía, a los análisis de esta categoría, como: Quescam, cortes transparentes y pulidos, entre otros (Tabla 5.9). Calculando el gasto asociado a estos por cada muestra o corte realizado, definido por el promedio de costos por muestra realizadas en los estudios petrográficos de la Gerencia de Exploraciones, CODELCO, Casa Matriz (Pichott, S. y otros, comunicación personal, 2019). No se considera dentro de esta categoría las fichas de muestras de mano, pues están consideradas en los gastos de gabinete en el mapeo geológico.

**Tabla 5.9: Valores estudios petrográficos.**

Petrografía	Dólares (US\$)	Unidad
Quescam	400	1 muestra
Corte transparente/pulido	70	1 corte

Se excluyen dentro del cálculo de gastos de estudios los asociados a sondajes tanto de aire reverso como de diamantina, pues se consideran hitos de etapas más avanzadas en la exploración y recordemos que este método se encuentra enmarcado en el contexto de una exploración básica.

#### 5.2.1.4. Cálculo de Múltiplo Según Potencial Geológico

Posterior a calcular todos los gastos en torno a un activo, se debe generar el múltiplo que será indicativo del potencial geológico de él y que se multiplicará con el valor total de los costos.

En primera instancia se deben considerar los estudios antes mencionados, en el detalle y en los resultados. Donde estudios con respuestas positivas para el hallazgo de un cuerpo mineralizado, serán consideradas como indicativas de evidencia que sustenta la continuidad de la exploración.

En segundo lugar, se debe considerar el marco geológico y metalogénico del activo, incluyendo en ello la edad de la mineralización, franja metalogénica a la que pertenece, presencia de piques en la zona del activo, pequeña, mediana y gran minería en el área del activo como fuera de este, halos de alteración indicativas de un tipo de depósito y sistema de fallas asociados a mineralización. Todo esto se considera dentro del potencial geológico del activo. Las características favorables para cada tipo de depósito son diferentes y deben considerarse a la hora de elegir el múltiplo que mejor represente el potencial del activo a valorizar.

Múltiplos:

**X 0,5:** Se considera un activo con potencial de 0,5 a los que no posean evidencias contundentes que aseguren el avance en el desarrollo de la exploración. Es decir, que sus estudios no sean concluyentes, en cuanto al hallazgo de mineralización de interés económico y/o que exista una escasez de estudios geológicos detallados y que, en su contexto metalogénico, no posea un gran potencial para el hallazgo de cuerpos mineralizados de importancia económica.

**X 1,0:** Se considera un activo con potencial de 1,0 a los que posean información relevante, tanto en estudios elaborados como en un contexto metalogénico favorable, que garanticen el desarrollo de una mayor exploración en él. Donde si bien no existe un prospecto o blanco definido, todo su entorno indica condiciones favorables para la mineralización.

**X 1,5:** Se considera un activo con potencial de 1,5 los que, dentro del área del activo, presenten evidencia directa de un prospecto o blanco con potencial mineralizador. Donde la suma de los estudios confluya en zonas con potencial mineralizante, considerando anomalías de carácter positivo, como de alteraciones indicativas de un depósito, contexto metalogénico favorable, entre otras.

No se considerarán los múltiplos desde el 2,0 en adelante, pues son referidos a exploraciones en etapa de seguimiento, seguimiento avanzada o avanzada, donde este método no será aplicado.

Finalmente, este múltiplo debe ser aplicado a la suma de los gastos totales de a) a c). Obteniendo así el valor del activo según el enfoque de costos, del método MEE. Donde en el caso de ser 0,5, la inversión en el activo será recuperada en un 50%, pues las evidencias en la exploración no han sido consistentes, con un valor de 1,0 para el múltiplo, la inversión será recuperada en su 100% y las que están sobre este múltiplo, poseerán una ganancia, asociada a su nivel de detalle en la definición de blancos de interés y su potencial para ser un cuerpo mineralizado definido.

### **5.2.2. Kilburn**

Esta metodología, determina el valor justo de mercado para un activo, mediante múltiplos asociados a factores, que sean indicativos de buen potencial de hallazgo de un cuerpo mineralizado. Se basa en cuatro categorías que a diferentes escalas logran caracterizar de una manera completa y concreta, el potencial geológico de un activo. Es utilizado en activos en estado de Exploración Geológica de Seguimiento y Exploración Geológica Seguimiento-Avanzada, para este trabajo en particular, donde existen variados estudios geológicos que logren determinar el valor basado en un potencial probado.

A continuación, se explica la metodología propuesta y los criterios considerados en cada una de sus etapas de desarrollo, para la valorización de un activo en etapas de exploración.

#### **5.2.2.1. Definición de Categorías**

Al igual que el método propuesto por Kilburn (1990), se describen a continuación las cuatro categorías que la componen y las subcategorías definidas para este caso de estudio, considerando, la Ubicación como la categoría uno, la Mineralización como la categoría dos, la Geofísica-Geoquímica como la categoría tres y los Patrones Geológicos como la categoría cuatro.

Se enumeran las subcategorías desde el número 1 al 29, para luego establecer la priorización general y la asignación de puntajes o factores.

- 1) Ubicación:

Representa el potencial que el área cercana al activo posee, asociando directamente ésta al potencial del activo mismo, considerando desde piques de trabajos exploratorios, pasando por trabajos de pequeña minería, mediana, hasta la gran minería. Poniendo como primer criterio el tamaño del depósito cercano y luego la cantidad de estos. El detalle está representado en la Tabla 5.10.

Para esta categoría no existe distinción entre tipo de activos ya sea Pórfido-Epitermal o IOCG-Estratoligado, pues hace referencia a sus entornos, la presencia y tamaños de los depósitos cercanos al activo a valorizar, no dependiendo propiamente tal de sus características.

**Tabla 5. 10: Subcategorías y numeración, asociada a la categoría Ubicación.**

Categoría	Número	Subcategoría
1	1	Presencia de trabajos exploratorios (1 o +)
1	2	Presencia de pequeña minería
1	3	Pequeña minería (2 o +)
1	4	Presencia de mediana minería
1	5	Mediana minería (2 o +)
1	6	Gran minería
1	7	Gran minería (2 o +)

## 2) Mineralización:

Este factor representa el potencial del activo basado en información conocida con respecto a la mineralización, considerando grado y cantidad. En este aspecto la forma de comprobar esta mineralización será mediante los resultados obtenidos de sondajes en los activos a valorizar. Para así caracterizar la mineralización de forma concreta.

Se utilizará para esta categoría las intersecciones en sondajes el Cu equivalente, ya que será aplicado para ambos grupos de depósitos donde no solo se considera el Cu como el *commodity* principal. Tanto para depósitos tipo IOCG o Estratoligado como Epitermales y Pórfidos en algunos casos, los minerales que otorgan valor, pueden ser otros, como el Fe, Au, Ag, Mo entre otros.

**Intersección de sondajes:** Considerando la información obtenida de los sondajes del activo como tal, de los datos que superen el 0,2% de Cu equivalente, ley de corte utilizada en exploración, por la Gerencia de Exploraciones, CODELCO, Casa Matriz (Díaz, D., comunicación personal, 2019) se obtiene el potencial de intersección. Este va desde algunos metros a centenas de metros. En

coherencia con lo propuesto en el método original, este aumenta su valor a medida que la información pasa de una, dos hasta tres dimensiones.

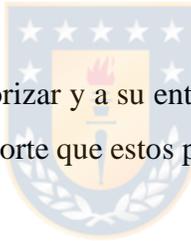
Las sub categorías para la Mineralización son expuestas a continuación (Tabla 5.11).

**Tabla 5. 11: Subcategorías y numeración, asociada a la categoría Mineralización.**

Categoría	Número	Subcategoría
2	8	Sin datos de sondajes >0.2% Cu equivalente
2	9	Intersecciones métricas >0.2% Cu equivalente 1 sondaje
2	10	Intersecciones métricas >0.2% Cu equivalente 2 sondajes
2	11	Intersecciones métricas >0.2% Cu equivalente 3 sondajes
2	12	Intersecciones de decenas de metros >0.2% Cu equivalente 1 sondaje
2	13	Intersecciones de decenas de metros >0.2% Cu equivalente 2 sondajes
2	14	Intersecciones de decenas de metros >0.2% Cu equivalente 3 sondajes
2	15	Intersecciones de centenas de metros >0.2% Cu equivalente 1 sondaje
2	16	Intersecciones de centenas de metros >0.2% Cu equivalente 2 sondajes
2	17	Intersecciones de centenas de metros >0.2% Cu equivalente 3 sondajes

### 3) Geofísica-Geoquímica:

Está asociado al área del activo a valorizar y a su entorno, con estudios específicos, como son los de tipo geoquímico y geofísico y el aporte que estos pueden hacer a la probabilidad de hallazgo de un depósito con interés económico.



**Geoquímica:** Teniendo en consideración que los estudios geoquímicos, buscan a grandes rasgos anomalías de elementos de interés económico, es que se consideraran como *commodity* principal el Cu para los depósitos tipo Pórfido-Epitermal y tanto el Fe, como el Cu y Au, para los tipos IOCG-Estratoligado. El primer criterio a considerar será si presenta anomalía positiva de elementos complementarios al principal, como segundo criterio será, el que esta anomalía positiva sea del mineral o uno de los minerales principales en el caso de los tipos IOCG-Estratoligados y como tercer criterio que este situada en un área de importancia, es decir, que puedan ser indicativas de un cuerpo mineralógico y que no sean producidas por otro tipo de fenómenos como lo son; la dispersión secundaria o presencia de alguna litología estéril.

**Geofísica:** Para cualquier tipo de depósito, mientras más estudios geofísicos existan mejor puntaje tendrá, pues existe mayor información, con el cual cruzar la caracterización geológica. Otra característica relevante en este tipo de estudios, es la presencia de contrastes. Para categorizar este

tipo de estudios, se debe considerar una zona más amplia que la del activo, pues el área a evaluar debe estar considerada como uno de los contrastes de interés. Finalmente, que los estudios geofísicos sean de buena resolución, permiten hacer una relación más directa entre los patrones geofísicos y la geología de la zona, por ende, poder determinar zonas de interés con mayor precisión y construir el modelo geológico y metalogénico

Las sub categorías que ambos componen para la categoría Geofísica-Geoquímica, son expuestas en la Tabla 5.12.

**Tabla 5.12: Subcategorías y numeración, asociada a la categoría Geofísica-Geoquímica.** 3a: Geofísica. 3b: Geoquímica.

Categoría	Número	Subcategoría
3a	18	Sin estudios Geofísicos y/o Geoquímicos
3a	19	1 o más estudios geofísicos
3a	20	1 o más estudios geofísicos con contrastes
3a	21	1 o más estudios con buena resolución y contrastes
3b	22	Anomalía positiva de elementos complementarios a <i>commodity</i> principal
3b	23	Anomalía positiva del <i>commodity</i> principal
3b	24	Anomalía positiva del <i>commodity</i> principal en área importante

#### 4) Patrones Favorables:

Esta categoría considera las características geológicas del activo, donde las más favorables para un hallazgo de un depósito de interés económico serán mejor catalogadas y obtendrán un mayor puntaje. Esto basado en el modelo de IOCG o Estratoligado y de Pórfidos o Epitermales. En términos generales se consideran como patrones geológicos, las características que debe tener una zona para que cumpla con las características asociadas a el tipo de depósito a explorar, tener aspectos favorables dentro de este tipo de depósito, para el hallazgo de mineralización explotable. Se considerarán como patrones los asociados a: Mineralogía, Litología, Estructuras y Alteraciones. Cada una representando a un patrón favorable, lo que origina las subcategorías (Tabla 5.13). A continuación, se explica que el modelo favorable en cada tipo de depósito para cada patrón en particular.

**Tabla 5.13: Subcategorías y numeración, asociada a la categoría Patrones Favorables.**

Categoría	Número	Subcategoría
4	25	Sin patrones favorables
4	26	1 patrón favorable
4	27	2 patrones favorables
4	28	3 patrones favorables
4	29	4 patrones favorables

a) IOCG-Estratoligado:

En términos generales, se consideran como características favorables para depósito tipo IOCG o Estratoligado las descritas por Barra y otros (2017) y Makshev (2001), respectivamente.

Son los activos pertenecientes al grupo IOCG, descritos en las secciones 3.1.1. Pertenecientes a la Franjas Metalogénica del Jurásico y Cretácico Inferior. Estas se caracterizan por contener depósitos de tipo IOCG y Estratoligado. Ambos serán evaluados bajo los mismos criterios, pues se considera en este caso que poseen a grandes rasgos características similares y son polimetálicos en su mayoría.

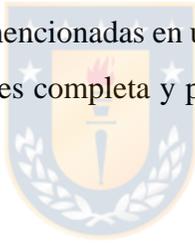
**Mineralogía Principal:** Para los IOCG la mena con mayor potencial económico son los minerales de Cu y Fe y los que puedan contener Au, entre otros metales. Siendo la hematita el mineral de Fe de menor potencial, ya que no es factible la extracción de Fe en este mineral, pero si se supone como un target exploratorio. La magnetita el de mejor potencial, pues es de éste donde se extrae el Fe. Los minerales de Cu, son de mayor potencial que el anterior, obteniendo la combinación de ambos (magnetita, más minerales de Cu) como patrón favorable para la mineralogía principal.

**Litología:** Para un depósito IOCG y Estratoligados, el modelo asociado a este tipo de yacimientos se forma con la presencia de rocas volcánicas o volcanoclásticas, sedimentarias del tipo calcáreo e ígneo de composición básica (Barra y otros 2017; Makshev y Zentilli, 2002). Por ende, la presencia de estas tres dentro del modelo geológico del activo a evaluar tendrá un mayor potencial y se considerará entonces como patrón favorable.

**Estructuras:** Las estructuras es por donde se canalizan los fluidos ricos en metales y que permiten en muchos casos el emplazamiento de la mineralogía de mena. La no evidencia de estructuras, es una señal que disminuye el potencial de hallazgo de mineralización económica, pues significa que

no existe un contexto regional que asocie estructuras con mineralización. Las estructuras regionales, pueden indicar que, así como existen depósitos económicos asociados un sistema de fallas, también podrían darse esas condiciones. Las fallas secundarias, asociadas a los sistemas de fallas regionales, estos se asocian a un mayor detalle en el mapeo. Las fallas distritales que son evidentes en un mapeo a una escala cercana a 1:5.000 están asociadas a el modelo geológico. Finalmente están las estructuras que tienen mineralización directa, probada, ya sea en superficie o en profundidad, la que se considera como el patrón favorable.

**Alteración:** Asociado al modelo propuesto para este tipo de depósitos, el conjunto de las alteraciones Sódica o Cálcica, Sericítica y Potásica, conforman el mejor panorama para un potencial depósito tipo IOCG o Estratoligado (Barra y otros, 2017), teniendo en consideración que este tipo depósitos son muy heterogéneos y que es difícil generar una moda con respecto a ello. La presencia de la alteración Sódico o Cálcica, si bien representa condiciones favorables para un depósito de este tipo, indican lejanía a los cuerpos mineralizados importantes. Finalmente, la combinación de las tres alteraciones mencionadas en un principio, indican el mejor potencial, pues se logra ver la zonación de alteraciones completa y por ende es lo que se considera como patrón favorable.



#### b) Pórfidos y Epitermales

En términos generales, se considerarán como características favorables para depósito tipo pórfido y epitermal las descritas en los modelos típicos de pórfido cuprífero de; Lowell y Gilbert (1970) y Giggenbach (1997). Se considerará como favorable para ambos casos la presencia de evidencias de depósito tipo pórfido.

Son los activos pertenecientes al grupo de Pórfidos Zona Sur, Pórfidos Zona Norte y Pórfidos Franja Eoceno superior-Oligoceno, descritos en las secciones 3.1.2., 3.1.3. y 3.1.4. respectivamente. Los primeros pertenecientes a la Franja Paleoceno-Eoceno inferior y los segundos a la extensión de la Franja Mioceno-Plioceno (Maksaev, 2001). Estas se caracterizan por contener depósitos de tipo epitermal y pórfidos de Cu y Au. Ambos serán evaluados bajo los mismos criterios, pues se considera en este caso que el mayor potencial de un depósito tipo epitermal es el

hallazgo de un cuerpo tipo pórfido en profundidad y para los de tipo pórfido, es el encontrar las evidencias de el mismo.

**Mineralogía Principal:** En este tipo de depósitos la mineralogía de mena con mayor potencial económico son los minerales de Cu, donde la presencia de sulfuros posee un mayor potencial que los oxidados, pues estos representan cercanía a la zona de enriquecimiento secundario e hipógena de un depósito tipo pórfido de Cu, además de poseer en su mayoría mayores contenidos de Cu que los mismos oxidados, por ende, la presencia de sulfuros de Cu, será el patrón favorable en este caso. La presencia de limonita, jarosita y goethita, si bien no se considera en sí misma un mineral de mena, si puede ser considerado como un target exploratorio, pues podría representar la zona de Gossan causado por alteración supérgena de un cuerpo mineralizado en mayor profundidad (Gustafson y Hunt, 1975). La no evidencia de mineralización, ya sea en superficie o en profundidad con el análisis de sondajes, disminuye el potencial del activo al igual que para los IOCG-estratoligados.

**Litología:** Para un depósito tipo pórfido, el modelo asociado a este tipo de yacimientos se forma con la presencia de rocas volcánicas o volcanoclásticas e intrusivos de composición ácida. Por ende, la presencia de estos dos dentro del modelo geológico del activo a evaluar tendrá un mayor potencial y será el patrón favorable, no así el que solo tiene una de estas o que no cumpla con las características específicas de composición. En el caso de los depósitos recientes, su presencia disminuye el potencial de hallazgo al igual que para los IOCG-estratoligados.

**Estructuras:** Esta característica posee los mismos criterios que los planteados para IOCG-estratoligados, pues las estructuras poseen un rol similar en este tipo de depósitos. Cabe mencionar que existe un mayor potencial de hallazgo en la intersección de estructuras, pues son en esos sitios donde logra entrapar la mineralización asociada a los depósitos de tipo pórfido y epitermal, por ende, intersecciones de estructuras con mineralización asociada, será el patrón favorable para este caso.

**Alteración:** Asociado al mismo modelo propuesto para este tipo de depósitos (Lowell y Gilbert, 1970), el conjunto de las alteraciones potásica, fílica, propilítica y argílica, componen el mejor panorama para un potencial depósito tipo pórfido, teniendo el modelo completo de este y sus

alteraciones asociadas. Donde la mayor mineralización se concentraría en la intersección de las alteraciones fílica y potásica, es por ello que para esta valorización se considera esta asociación como el patrón favorable. La no evidencia de estos disminuye el potencial del activo, al igual que para los IOCG-estratoligados. Luego la presencia de la alteración propilítica, si bien representa condiciones favorables para un depósito de este tipo, indican lejanía a los cuerpos mineralizados importantes.

#### 5.2.2.2. Priorización y Factores

Luego de definir las subcategorías para cada una de las cuatro categorías y numerarlas, se debe otorgar priorización entre estas subcategorías, considerado en este caso las 29 subcategorías definidas. Esta priorización es basada en la importancia que cada uno de estas tiene respecto a la otra, en términos de potencial para el hallazgo de un cuerpo mineralizado, donde las evidencias más concretas tendrán mayor relevancia que las características más indirectas. Basados en la priorización propuesta por Kilburn (1990) y su definición de factores es que se generó esta.

**Priorización:** 17>16>15>14>13>12=7>6>5=29=24=21=11>4>28=23=20=10>27>26=22=19=9=3>2>25=18=8=1

Siguiendo la lógica del método original, es que se elabora una priorización, de cada subcategoría con respecto a la otra, considerando las 29 planteadas. Es así como algunas poseen una importancia similar, representado por el signo igual (=) y otras poseen mayor o menor importancia que la otra, representado con el símbolo mayor (>) o menor (<). Con esta priorización es que se le otorgan los factores a cada subcategoría, representado en la Tabla 5.14. En algunos casos este factor es un número fijo y en otros un rango de valor, pues dentro de la misma subcategoría puede haber casos más o menos favorables. La asignación de factores para cada subcategoría fue basada en los factores expuestos por Kilburn (1990), manteniendo dentro de cada categoría el mínimo y el máximo valor.

Sin considerar el valor de base igual a 1 en cada categoría, que representa la no información en cada una de ellas. En la categoría ubicación existe un rango de 1,5-5 coherente con el rango de la metodología original de 1,3-5, en la categoría de mineralización se generó un rango de factores entre 2-10, concordante con la metodología original con el mismo rango de valor, en la categoría

de geofísica-geoquímica se aplica un rango de factores entre 2-4, un poco mayor al rango del método original de 2-3,5, pues en la propuesta se otorga un mayor detalle a la información aportada por esta categoría, finalmente en la categoría de patrones favorables el rango de factores es entre 2-4, con un valor máximo mayor al método original de 2-3, pues en el método propuesto, se consideran el doble de patrones favorables para cada tipo de depósito, con sus características específicas

**Tabla 5.14: Factor asociado a subcategorías. Kilburn Modificado.**

Número Subcategoría	Factor	Número Subcategoría	Factor	Número Subcategoría	Factor
1	1	11	4	21	4
2	1,5	12	5	22	2
3	2	13	6	23	3
4	3,5	14	7	24	4
5	4	15	8	25	1
6	4,5	16	9	26	2
7	5	17	10	27	2,5
8	1	18	1	28	3
9	2	19	2	29	4
10	3	20	3	-	-

### 5.2.2.3. Múltiplo y Aplicación

Por cada categoría, se debe elegir una subcategoría que represente al activo a valorizar de la forma más coherente, es así como se tendrán finalmente cuatro factores, los que, al multiplicarse entre sí, se obtiene el múltiplo de este método. Luego, para obtener el valor del activo en particular, se debe aplicar este múltiplo al valor de la propiedad minera (exploración y explotación), con un periodo de mantención de un año, sin considerar en los cálculos de esta el valor de la constitución de las concesiones mineras.

**Valor Activo** = (Valor propiedad minera de 1 año) x [(factor Ubicación) x (factor Mineralización) x (factor Geofísica-Geoquímica) x (factor Patrones Favorables)]

## 5.3. ENFOQUE DE MERCADO

En continuación con el enfoque planteado en los códigos internacionales, en este estudio, el enfoque de mercado busca el cálculo de valor de un activo, basado en el valor de transacción de un grupo de activos con similares características, tanto geológicas, como geopolíticas y medio

ambientales. Para los activos de esta cartera serán utilizados los métodos planteados en la sección 2.4.2.2.

### 5.3.1. Transacciones Comparables

Esta metodología puede ser aplicada a todo tipo de activos, sin discriminación por etapa de desarrollo, pues su principio fundamental, es el de aplicar la comparación cuando posea características similares, por ende, los criterios que definan estas características serán los relevantes a la hora de realizar la valorización. Tiene como objetivo construir un múltiplo en dólar por libra de Cu, para un grupo de activos de similares características entre sí. Para ese caso de estudio se dividirán en activos con igual nivel de desarrollo de exploración. Como se construye este método y los criterios a considerar, son explicados a continuación.

#### 5.3.1.1. Definición de Criterios

Como primera etapa para la elaboración de esta metodología, está el definir criterios generales de búsqueda de transacciones históricas, que permitan la comparación de esos activos transados con los de la cartera de proyectos que se quiere valorizar. Para posteriormente generar mayor detalle y agrupar estas transacciones a los diferentes grupos de la cartera. Los criterios generales son los siguientes:

**Países:** Lo primero es definir el origen de estas transacciones, deben ser las que, como criterio general, posean similar riesgo asociado al país en el cual se concreta esta transacción, en este caso, similares a Chile. Considerando en él, países que posean políticas públicas estables, código minero definido, países con historia minera relativamente madura y que genere una serie de certezas para todos los participantes de la transacción. La lista de países a considerar fue definida por la última publicación del *Fraser Institute Annual*, del año 2018 (Fraser, 2018). Seleccionando los 10 primeros países con el mejor índice de atracción de inversiones, este índice se compone de el índice de percepción de políticas y de los resultados del índice de potencial mineral con mejores prácticas, donde Chile se encuentra en el número cuatro, por ende, se considerarán como comparables con los activos en Chile, las transacciones de activos en estos 10 países: USA, Australia, Canadá, Chile, Perú, Finlandia, Irlanda, Suecia, Fiyi y Rusia. En orden de mejor a peor índice de atracción de inversiones.

**Tipo de transacción:** Como segundo criterio a considerar está el tipo de activo que se está transando, en este caso, como es una cartera de proyectos de exploración, donde cada proyecto posee un grupo de propiedades, tanto de exploración como explotación, con una serie de estudios asociados a estas, es que consideraran las transacciones tanto de Proyectos Mineros, como de Propiedades Mineras.

**Estado de transacción:** Para que el valor reportado de la transacción sea válido y comparable con el valor a originar de los activos de la cartera a valorizar, es que estos deben estar en un estado de Completado, pues muchas veces se reportan futuras transacciones, con especulaciones o valores que nunca llegan a concretarse, lo que podría sobre estimar o sub estimar el valor de un activo. Es por ello que este criterio es relevante y tajante.

**Commodity:** Este criterio depende directamente del *commodity* con principal interés en el o los activos a valorizar. Para el caso de esta cartera de proyectos, el *commodity* principal es el Cobre.

**Fecha:** Para poder ser comparables, las transacciones a considerar deben ser ejecutadas en un periodo actual, con condiciones de mercado similares asociadas a ello. Guiado entonces por el precio del cobre histórico, es que se considera como periodo actual, desde el primero de agosto de 2016 al primero de agosto del 2019, un periodo de 3 años, que corresponde al último ciclo del precio del cobre, con un promedio de 277,32 CUS\$/lb de Cu fino, calculado desde la información publicada por COCHILCO (Comisión Chilena del Cobre). La Figura 5.1, expone los valores históricos del Cu fino, desde el año 1999 al 2019.

**Estado de Avance:** Para poder ser comparables con la cartera a la cual pondremos a prueba este método de valorización, es que las transacciones deben estar dentro de la misma etapa en el ciclo de vida de un proyecto minero. Por ende para esta cartera en particular que está en una etapa de exploración previo a un estudio de pre factibilidad propiamente tal, es que se considerará los que estén dentro de lo que se considera exploración desde básica a avanzada, esto dentro de los criterios de búsqueda en S&P Global es reflejado en los siguientes: *Exploration, Target Outline, Grassroots, Scoping y Reserves Development*. *Exploration* es este caso será en estado de exploración, *Target Outline*, donde exista un prospecto delineado, *Grassroots*, como blancos de exploración inicial,

*Scoping*, como una evaluación preliminar de un proyecto minero y *Reserves Developmente*, como el estudio de los recursos o reservas en una etapa de exploración.



**Figura 5.1: Valor cobre agosto 1999-agosto 2019.** Línea roja segmentada marca el inicio del último periodo del precio de Cu. El cual es definido desde agosto del 2016 a agosto del 2019.

Estos criterios específicos de selección son aplicados en la plataforma de *S&P Global Market Intelligence*, obteniendo una lista con todas las transacciones que los cumplen, con la cual se establecen las clasificaciones y nuevos los filtros descritos a continuación.

### 5.3.1.2. Validación de Transacciones

Es necesario validar la veracidad de los criterios antes mencionados, dirigiéndose al registro de la transacción y los informes creados, hasta la fecha de la transacción. Excluir aquellos que no presenten la información del valor de la transacción, pues es fundamental para el cálculo del múltiplo de este método. Definir claramente que estén dentro de una etapa de exploración. Ya que, si bien el estado de avance demuestra que probablemente estén en una etapa de desarrollo, los informes pueden demostrar un mayor estado de avance. Se deben extraer las que se encuentran en un mayor estado de avance pues no serán comparables con esta cartera de proyectos en particular. Además, excluir las transacciones que no presenten la información del valor de la transacción o el porcentaje de esta misma, pues estos datos serán utilizados para la aplicación del método.

### 5.3.1.3. Agrupación de Transacciones

Se torna fundamental poder agrupar las transacciones antes obtenidas con los filtros de selección y validaciones. Para lograr generar los múltiplos necesarios en cada tipo de proyecto en esta cartera.

**Recursos y Reservas:** Se deben diferenciar las transacciones donde se declaran los recursos o reservas, que el activo tenga hasta el momento de la transacción y que se consideraron a la hora de obtener el valor de esta. Pues con estas transacciones es que se podrá obtener el múltiplo para la aplicación de este método.

### 5.3.1.4. Generación de Múltiplos

Para obtener el múltiplo para cada grupo de activos de la cartera de proyectos a valorizar, es necesario considerar una serie de valores, asociados a las transacciones ya agrupadas. A continuación, se explicará el paso a paso, para obtener el múltiplo de una transacción en particular. Este procedimiento se debe replicar en cada una de las transacciones que posean Recursos y Reservas.

- 1) Lo primero es pasar tanto los recursos como las reservas a Cu fino equivalente, esto se puede extraer directamente de la información que la transacción entrega o calcularlo multiplicando el tonelaje en millones de toneladas, por la ley de Cu equivalente, dividido en 100. Esto para cada tipo de recurso o reserva, y posterior a ello sumar el Cu fino equivalente de todas ellas, obteniendo el Cu fino equivalente total en millones de toneladas (MT).
- 2) Luego considerando el % de la transacción, es que se calcula el Cu fino equivalente transado en MT, multiplicando el Cu fino equivalente total, anteriormente originado, por el % de la transacción, dividido en 100. Así el Cu fino equivalente que vamos a utilizar para la generación del múltiplo considerará la cantidad real de metal de la transacción.
- 3) Ahora por un tema de facilitar las unidades de medida, se debe pasar desde millones de toneladas, a millones libras. Donde existen 2.204,62 libras por unidad de tonelada, por ende,

la multiplicación de este valor con el Cu fino equivalente transado dará como resultado el Cu fino equivalente transado en millones de libras (Mlb).

- 4) Para obtener el valor de una libra de Cu fino equivalente transado, es que se divide el valor de la transacción en dólares, por el Cu fino equivalente transado en Mlb. Lo que posteriormente se divide por 1 millón, para tener así el valor en dólares de una libra de Cu equivalente transado.
- 5) Finalmente, el ajuste se elabora multiplicando el valor obtenido anteriormente de los dólares de una libra de Cu fino equivalente transado, por el valor en dólares de la libra de Cu actual, dividido por el valor en dólares de la libra en la fecha que se generó la transacción.

Ahora se debe obtener la mediana de los múltiplos de las transacciones calculados, construyendo así el Múltiplo Final Ajustado. Con este múltiplo final generado y ajustado al valor del dólar actual, es que se aplica a los activos de la cartera de exploración. Habiendo en estos, calculado previamente la cantidad de libras de Cu fino equivalente, que estén reportadas en los informes.

#### 5.3.1.5. Aplicación Múltiplos

- 1) Lo primero es tener los activos de la cartera a valorizar, con la cantidad de libras de Cu fino equivalente calculadas. Esto se calcula de igual manera que en los pasos anteriores.
- 2) Se multiplica el valor (en dólares) del Múltiplo Final Ajustado, por la cantidad de libras de Cu fino equivalente de mi activo, y así para cada activo con igual estado de desarrollo. Obteniendo con ello, la valorización, por Transacciones Comparables.

Con ello concluye la valorización para los activos que posean reportes de recursos y reservas.

#### **5.3.2. Transacciones Comparables: Valor por Unidad de Área**

Se utilizan los mismos criterios y validación para determinar las transacciones a utilizar. La única diferencia es que en la etapa de agrupación de transacciones no se discrimina por las que tienen o no cálculos de R&R, en vez de eso, se extrae de los informes de las transacciones la información de la cantidad de hectáreas que se transaron. Por lo que tanto la construcción del múltiplo como la

aplicación, es de manera diferente. El múltiplo en este caso será el valor en dólares de la transacción para una hectárea.

#### 5.3.2.1. Generación de Múltiplos

El siguiente procedimiento, considera a todo tipo de transacciones donde los activos en este caso proyectos o propiedades mineras, tengan registro de las hectáreas que estos posean, como es un dato que tanto activos de bajo o algo desarrollo tienen, se pueden aplicar a todos.

- 1) Considerando el número de hectáreas del activo transado y el % del cual fue efectiva la transacción, es que se calcula el número real de hectáreas transadas. Multiplicando el número de hectáreas de la transacción, por el % transado, dividido 100.
- 2) Ahora para obtener el múltiplo según este método, se debe dividir el valor de la transacción en dólares, por el número de hectáreas transadas, calculado anteriormente. Así obtenemos cual es el valor en dólares de una hectárea, para una transacción en una etapa de desarrollo específica.

Se debe obtener la mediana de los dólares por hectárea de todas las transacciones, de los múltiplos de las transacciones que pertenezcan a una misma etapa de desarrollo. Con este Múltiplo Final de Área ya creado, es que se aplica a los activos de la cartera de exploración.

#### 5.3.2.2. Aplicación Múltiplos

- 1) Es necesario tener los activos de la cartera a valorizar con la cantidad de hectáreas calculadas, tanto de exploración como explotación para cada uno.
- 2) Se multiplica el valor del Múltiplo Final de Área, por la cantidad de hectáreas de mi activo, y así para cada activo. Obteniendo con ello la valorización, por Valor por Unidad de Área.

Con ello concluye la valorización para los activos que posean reportes de sus hectáreas.

## 5.4. MÉTODOS POR ACTIVO

En coherencia con lo anterior planteado, es que cada método es aplicable a diferentes etapas de desarrollo dentro de la exploración geológica.

El método MEE, calcula los costos asociados a la generación de información y la mantención del activo. Si bien es posible valorizar por este método en cualquier etapa de desarrollo, este solo será utilizado en los de etapas más tempranas, pues son estos los que, por su escasa información, no es posible elaborar un cálculo basado en un potencial geológico concreto y fundamentado. Por ende, se aplica a los activos en Exploración Geológica Básica y Exploración Geológica Básica-Seguimiento.

El método Kilburn Modificado, del mismo enfoque que el método anterior, logra expresar basado en los resultados de la información elaborada, el potencial de un activo, si bien también podría ser utilizado en todos los activos con diferentes niveles de desarrollo, este método logra mayor sentido en los que poseen mayor información, pues es más representativa de los prospectos o posibles cuerpos mineralizados que en la zona del activo se puedan presentar. Es por ello que se utiliza para esta cartera de proyectos, en los que estén en etapa de Exploración Geológica de Seguimiento y Seguimiento-Avanzada.

El método de Transacciones Comparables como la descripción del método explica, es aplicable a todo tipo de activos, pero en este caso como se utiliza un múltiplo basado en los recursos y reservas que estos tienen, es que se considera que desde la etapa Seguimiento-Avanzada, pueden tener datos concretos de ello, pues son las que consideran dentro de sus estudios sondajes tanto de aire reverso como de diamantina.

Método de Transacciones Comparables, de Valor por Unidad de Área, este al igual que el anterior no tiene restricciones en utilizarse en cualquier etapa de exploración, dentro de un proyecto minero y como se calcula basado en las hectáreas que tanto los activos de la cartera tienen, como el valor transado por hectárea en las transacciones comparables, es que para este caso de estudio se utilizara en todos los activos, que no posean valores de recursos y reservas.



## 6. EJEMPLOS DE VALORIZACIÓN

Para cada uno de los métodos planteados, y sus variaciones dentro del mismo, se explica la forma de aplicar estas con un ejemplo concreto de la cartera no prioritaria de CODELCO, para cada uno. Con los valores en cada caso y sus fundamentos.

### 6.1. MULTIPLE OF EXPLORATION EXPENDITURES: TENO SUR

El método *Multiple of Exploration Expenditures* (MEE), del enfoque de costos, es aplicado en los activos pertenecientes a Exploración Geológica Básica y Básica-Seguimiento. El activo Bloque Teno Sur, del grupo Pórfidos Zona Sur, pertenece a los de etapa Básica-Seguimiento.

Siguiendo el paso a paso mencionado en el apartado 5.2.1 es que se demuestra el cálculo de este método para este activo en particular.

#### 6.1.1. Cálculo de Concesión Minera

Con 14.100 ha de concesión de exploración, se debe calcular el número de pedimentos para concesiones de 100 y 400 ha, dividiendo estos dos números al total de hectáreas. Luego el valor unitario de constitución en cada caso, está definido y es fijo, con \$223.705 para pedimentos de 100 ha y \$722.265 para los de 400 ha. El valor unitario de patente anual, varía según el valor de la UTM, por ende, se calcula multiplicando el valor de la UTM en el momento a valorizar, por el tamaño de el pedimento (100 o 400 ha), dividido 50. El resumen de los valores obtenidos está expuesto en la Tabla 6.1.

**Tabla 6.1: Resumen valores de conceción de exploración, Teno Sur.** Valor actual de la constitución de un pedimento de 100 y 400 ha. Considerando el valor del dólar a \$680 y la UTM como \$48.741.

Concesión de Exploración		Valor Unitario			
		Constitución		Patente Anual	
ha	N° Pedimentos	\$	US\$	\$	US\$
100	141	223.705	328,98	97.482	143,36
400	35	722.265	1.062,15	389.928	573,42

Con 3.200 ha de explotación, se calcula el número de manifestaciones de igual manera que para los pedimentos de exploración. El valor unitario de constitución es fijo, con \$1.930.412 para

manifestaciones de 100 ha y \$3.326.542 para manifestaciones de 400 ha. El valor unitario de patente anual, varía según el valor de la UTM, por ende, se calcula multiplicando el valor de la UTM en el momento a valorizar, por el tamaño de la manifestación (100 o 400 ha), dividido 10. El resumen de los valores obtenidos está expuesto en la Tabla 6.2.

**Tabla 6.2: Resumen valores de concesión de explotación, Teno Sur.** Valor actual de la constitución de una manifestación de 100 y 400 ha. Considerando el valor del dólar a 680 pesos chilenos y la UTM como 48.741 pesos chilenos.

Concesión de Explotación		Valor Unitario			
		Constitución		Patente Anual	
ha	N° Manifestaciones	\$	US\$	\$	US\$
100	32	1.930.412	2.838,84	487.410	716,78
400	8	3.326.542	4.891,97	1.949.640	2.867,12

a) Concesión de Exploración:

Para este activo en particular se han mantenido las concesiones mineras por un total de 12 años, por ende, se considera que se constituyó la concesión minera cada dos años, hasta completar los 12 (es decir, se constituyó 6 veces). Es así, que el cálculo de constitución y patente anual para las concesiones de exploración, con pedimentos de 100 y 400 ha es de la siguiente manera:

- Constitución de exploración de 100 ha:

$$\frac{\text{Años de mantención} \times \text{valor unitario de constitución}}{2} = \frac{12 \times 328,98}{2} = \text{US\$ } 1.973,87$$

- Patente anual de 100 ha:

$$\text{Años de mantención} \times \text{valor unitario patente anual} = 12 \times 143,36 = \text{US\$ } 1.720,27$$

Luego se suman ambos valores obtenidos y se multiplican por el número de pedimentos:

$$(1.973,87 + 1.720,27) \times 141 = \text{US\$ } 520.873,49$$

Obteniendo con ello el costo de la concesión de exploración para el caso de 100 ha, en el activo Teno Sur.

- Constitución de exploración de 400 ha:

$$\frac{\text{Años de mantención} \times \text{valor unitario de constitución}}{2} = \frac{12 \times 1.062,15}{2} = \text{US\$ } 6.372,93$$

- Patente anual de 400 ha:

$$\text{Años de mantención} \times \text{valor unitario patente anual} = 12 \times 573,42 = \text{US\$ } 6.881,08$$

Luego se suman ambos valores obtenidos y se multiplican por el número de pedimentos:

$$(6.372,93 + 6.881,08) \times 35 = \text{US\$ } 467.203,81$$

Obteniendo con ello el costo de la concesión de exploración para el caso de 400 ha, en el activo Teno Sur. Ahora como este activo posee variados tamaños de pedimentos, es que se obtiene el promedio de los costos de concesión de exploración, de 100 ha y de 400 ha, lo que da un valor de \$US 494.038,65.



- b) Concesión de Explotación:

- Constitución de explotación de 100 ha:

El valor en este caso corresponde al valor unitario de constitución igual a US\$ 2.838,84. Pues solo se constituye una vez este tipo de concesión.

- Patente anual de 100 ha:

$$\text{Años de mantención} \times \text{valor unitario patente anual} = 12 \times 716,78 = \text{US\$ } 8.601,35$$

Luego se suman ambos valores obtenidos y se multiplican por el número de manifestaciones:

$$(2.838,84 + 8.601,35) \times 32 = \text{US\$ } 366.086,21$$

Obteniendo con ello el costo de la concesión de exploración para el caso de 100 ha, en el activo Teno Sur.

- Constitución de explotación de 400 ha:

El valor en este caso corresponde al valor unitario de constitución igual a US\$ 4.891,97. Pues solo se constituye una vez este tipo de concesión.

- Patente anual de 400 ha:

$$\text{Años de mantención} \times \text{valor unitario patente anual} = 12 \times 2.867,12 = \text{US\$ } 34.405,41$$

Luego se suman ambos valores obtenidos y se multiplican por el número de manifestaciones:

$$(4.891,97 + 34.405,41) \times 8 = \text{US\$ } 314.379,08$$

Obteniendo con ello el costo de la concesión de exploración para el caso de 400 ha, en el activo Teno Sur. Ahora como este activo posee variados tamaños de pedimentos, es que se obtiene el promedio de los costos de concesión de explotación, de 100 ha y de 400 ha, lo que da un valor de US\$ 340.232,65.



- c) Cálculo Final:

Ahora el valor final de costos de concesiones mineras, tanto de exploración como explotación, para el activo Teno Sur, es la suma de ambos promedios. Dando un valor igual a US\$ 834.271,298.

### 6.1.2. Cálculo de Gastos Facilitadores

No existe en el activo Teno Sur estudios de tipo facilitadores.

### 6.1.3. Cálculo de Gastos Estudios

**Mapeo Geológico:** Este activo posee dentro de su información creada cuatro estudios geológicos con mapas de distintas escalas. A continuación, se exponen los valores considerados promedios para los costos de personal, alimentación, pasajes, alojamiento y estudios, expuestos en la sección 5.2.1.

- Estudio 1:50.000: en el informe de este estudio se expresa explícitamente el número de días de terreno en el que se llevó a cabo, los cuales fueron un total de 14 días. Por lo que, siguiendo la metodología planteada, se considerarán en los gastos asociados a este estudio, 14 días de terreno y 14 días de gabinete, más un vuelo ida y vuelta para cada personal. Para un mapa de esta escala se necesitan: tres geólogos senior, tres ayudantes de geólogo, tres choferes y tres camionetas. La alimentación se considera de \$12.000 diarios por día de terreno, por persona (Rey B., comunicación personal, 2019). Finalmente, dentro de los gastos extras, está un viaje ida y vuelta en helicóptero.
- 1:25.000: el mapa elaborado en este estudio es de 40 km<sup>2</sup>, por lo que se deben calcular los días de terreno. Donde sí para un estudio a esta escala con un mapa de 600 km<sup>2</sup> necesita tres meses de terreno, por regla de tres simple un mapa a esta misma escala de 40 km<sup>2</sup> necesitará de seis días de terreno, por ende, seis de gabinete y un vuelo ida y vuelta por profesional. Para un mapa de esta escala se necesitan: dos geólogos senior dos geólogos junior, cuatro ayudantes, dos choferes y dos camionetas.
- 1:25.000: Para este estudio se mencionan los días de terreno, los que son 14, por ende 14 días de gabinete y un vuelo ida y vuelta por profesional. Además de dos geólogos senior dos geólogos junior, cuatro ayudantes, dos choferes y dos camionetas. Más los gastos del helicóptero, con un viaje ida y vuelta.
- 1:20.000: Para este estudio se mencionan los días de terreno, los que son tres, por ende, se consideran tres días de gabinete, un vuelo ida y vuelta. Además del mismo equipo que para un mapeo típico de 1:25.000. Dos geólogos senior, dos geólogos junior, cuatro ayudantes, dos choferes y dos camionetas. Más un viaje en helicóptero, ida y vuelta.

En la Tabla 6.3 se resume la información de cada estudio geológico a diferentes escalas, asociándoles un número de un al cuatro. La Tabla 6.4 expone los costos del personal necesario para cada estudio y la Tabla 6.5 los asociados a traslados, alojamientos y otros, además del costo total, de cada estudio, sumando los valores de la Tabla 6.4 y 6.5.

Los costos asociados a mapeos geológicos a distintas escalas del activo minero Teno Sur, suman un total de US\$ 127.073.

**Tabla 6.3: Estudios geológicos Teno Sur.** Resumen de información básica de cada estudio geológico.

Escala	Nº	km <sup>2</sup>	días terreno	días gabinete	nº de vuelos
1:20.000	1	225	3	3	1
1:25.000	2	15	14	14	1
1:25.000	3	40	6	6	1
1:50.000	4	108	14	14	1

**Tabla 6.4: Costos personal, estudios geológico Teno Sur.** Valores en dólar, considerando el valor de este como \$680.

Nº	Geol. Senior US\$	Geol. Junior US\$	Ayudante US\$	Chofer US\$
1	2.494	2.203	722	283
2	11.639	10.282	3.369	1.320
3	4.988	4.407	1.444	566
4	17.458	-	2.527	1.980

**Tabla 6.5: Costos extras, estudios geológicos Teno Sur.** Valores en dólar, considerando el valor de este como \$680. Se considera extras como el costo asociado al uso de helicóptero. Los costos totales, son la sumatoria de los cinco anteriores.

Nº	Camioneta US\$	Alojamiento US\$	Pasaje US\$	Alimentación US\$	Extras US\$	Costos total US\$
1	319	2.426	610	529	3.500	14.251
2	1.320	11.324	610	2.471	3.500	51.268
3	638	4.853	610	1.059	-	20.893
4	2.232	10.191	549	2.224	3.500	40.660

**Estudios petrográficos:** Este activo posee dentro de su información, 116 cortes transparentes, los cuales, según lo mencionado en el desarrollo del método, tienen un valor unitario de US\$ 70, y un costo total de US\$ 8.120, por la totalidad de los cortes transparentes.

**Geoquímica:** Este activo posee un total de 85 muestras con análisis en ICP. Lo que equivale a un total de US\$ 3.825.

**Costos totales:** Considerando todos los estudios realizados antes mencionados el activo Bloque Teno Sur, tiene un total de US\$ 139.018.

a) Múltiplo de Potencial:

Para este activo, se le otorgó un múltiplo de 1,5. Ya que dentro del área del activo presenta evidencia directa de un prospecto con potencial mineralizador, los estudios geoquímicos lograron observar anomalías positivas e importantes de Cu, además de presencia directa de minerales de cobre en áreas importantes. Sobre todo, en el prospecto Infiernillo. Posee características similares a el proyecto Don Manuel, donde en profundidad se emplaza una familia de pórfidos dioríticos y dacíticos (4,9 Ma) mineralizados, potásicamente alterados, cortando una secuencia de rocas andesíticas con alteración Ca-Na y potásica.

Por ende, se debe aplicar el múltiplo al valor total de los costos antes calculados, sumando los costos de concesión minera y estudios:

$$(834.271 + 139.018) \times 1,5 = \text{US\$ } 1.459.934$$

## 6.2. KILBURN: BLOQUE EL TOFO

El ejemplo para este método será el Activo Bloque El Tofo, el cual está dentro de los activos en etapa de Exploración Geológica de Seguimiento. Según la información obtenida de los informes realizados por y para CODELCO descrita en 3.1.1.7., es que se otorga las siguientes puntuaciones según lo descrito en la metodología en el apartado 5.2 (Tabla 6.6).

**Tabla 6.6: Aplicación método Kilburn Modificado, El Tofo.**

Categoría	Subcategoría	N°	Factor
Ubicación	Presencia de pequeña minería.	3	2
Mineralización	Intersecciones métricas >0,2% Cu equivalente 1 sondaje.	9	2
Geofísica-Geoquímica	Geoquímica: Anomalía y <i>commodity</i> principal en área importante.	24	4
Patrones Geológicos	Cuatro patrones favorables	29	4

**Ubicación:** Por estar cercano a las minas consideradas de pequeña minería: Desvío Norte, Pleito, Pajonales y Cristales. Los que se encuentran alineados NS con el activo y por ende pertenecientes a la misma franja metalogénica.

**Mineralización:** Según sondajes realizados en el prospecto Retamo, de este bloque, existen intersecciones métricas.

**Geofísica-Geoquímica:** En los estudios geoquímicos se comprobaron zonas con anomalías positivas de cobre, en áreas relevantes.

**Patrones Geológicos:** Posee litología favorable, pues presenta los tres tipos mencionados en la metodología. Presenta alteraciones con características favorables pues tiene las tres mencionadas, además de intersección de fallas con mineralización asociada y presencia probada de magnetita y oxidados de Cu.

Por último, el múltiplo obtenido de este método, es la multiplicación de cada uno de ellos

$$Ubicación \times Mineralización \times GeofGeoq \times P. Favorables = 2 \times 2 \times 4 \times 4 = 64$$

Se debe calcular el costo en propiedad minera, de exploración y explotación durante 1 año. Se sigue el procedimiento explicado en el apartado 5.2.1.1., sin considerar en él la constitución de pedimentos. Los años de amparo en este caso serán solo uno, dando como resultado: US\$ 25.510.

El cual se multiplica por el múltiplo anterior obteniendo el valor de método Kilburn Modificado para este activo. Finalmente, el valor del activo Bloque El Tofo por método de enfoque de costos Kilburn Modificado es de: US\$ 1.632.651.

### 6.3. KILBURN: BLOQUE GLORIA

Se pondrá como ejemplo al activo Bloque Gloria, el cual está dentro de los en etapa de desarrollo como Exploración Geológica de Seguimiento. Según la información obtenida de los informes realizados por y para Codelco, es que se otorga los siguientes factores, según lo descrito en la metodología (Tabla 6.7).

**Ubicación:** Por estar cercano a la mina Escondida, de gran minería.

**Mineralización:** No hay datos de sondajes o cálculo de volumen potencial, con leyes >0,2% Cu equivalente.

**Tabla 6.7: Aplicación método Kilburn Modificado, Gloria.**

Categoría	Subcategoría	Número	Factor
Ubicación	Presencia de gran minería	6	4,5
Mineralización	Sin datos de sondajes >0.2% Cu eq	8	1
Geofísica-Geoquímica	Anomalía positiva de elementos complementarios a <i>commodity</i> principal	21	4
Patrones Geológicos	Dos patrones favorables	27	2,5

**Geofísica-Geoquímica:** Geoquímica, según los informes presenta anomalías positivas de Cu.

**Patrones Geológicos:** Posee litología favorable, pues presenta la asociación mineralógica propuesta como favorables y además posee estructuras con mineralización de mena asociada.

Posteriormente se calcula según el porcentaje de ponderación para cada criterio, obteniendo lo siguiente Por último el múltiplo obtenido de este método, es la multiplicación de cada uno de ellos.

$$Ubicación \times Mineralización \times GeofGeoq \times P.Favorables = 4,5 \times 1 \times 4 \times 2,5 = 45$$

Se debe calcular el costo en propiedad minera, de exploración y explotación durante un año. Esto se realiza siguiendo el procedimiento explicado en el apartado 5.2.1.1., sin considerar en él la constitución de pedimentos. Los años de amparo en este caso serán solo uno, dando como resultado: US\$ 10.408.

El cual se multiplica por el múltiplo anterior obteniendo el valor de método Kilburn Modificado para este activo. Finalmente, el valor del activo Bloque Gloria por método de enfoque de costos Kilburn Modificado es de: US\$ 468.344.

## **6.4. TRANSACCIONES COMPARABLES: PAMPA AUSTRAL**

Siguiendo las etapas definidas y explicadas en el apartado 5.3.1. Se debe realizar:

### **6.4.1. Definición de Criterios**

**Países:** USA, Canadá, Australia, Chile, Perú, Rusia, Suecia, Irlanda, Finlandia y Fiji.

**Tipo de transacción:** Proyectos Mineros y Propiedades Mineras.

**Estado de transacción:** Completado.

**Fecha:** 1-08-2016 al 1-08-2019.

**Commodity principal:** Cobre.

Luego de la aplicación de todos estos criterios dentro de la plataforma de S&P *Global Market Intelligence*, es que se obtienen un total de 357 transacciones.

**Estado de avance:** *Exploration, Target Outline, Grassroots, Scoping, Reserves Development.*

Incluyendo el criterio de estado de avance, que restringe a las transacciones ejecutadas en una etapa de desarrollo dentro de exploración, quedan un total de 115 transacciones.

#### **6.4.2. Validación de Transacciones**

Se deben extraer las transacciones en las que no esté público el valor de la transacción o el porcentaje de la transacción se disminuye, con los que se elabora el múltiplo, además de validar estas en la información entregada. Quedando finalmente un total de 61.

#### **6.4.3. Agrupación de Transacciones**

**Recursos y Reservas:** Dentro de las 61 transacciones, 24 tienen recursos y/o reservas publicadas. (Tabla 6.8).

#### **6.4.4. Generación de Múltiplos**

Siguiendo los pasos explicados en el apartado 5.3.1.4. se necesita la información expuesta en la Tabla 6.9.

Continuando los pasos planteados, se obtiene el valor en centavos de dólar la libra, dividiendo el valor de la transacción en centavos por dólar, por la cantidad de libras de Cu fino transadas y se ajusta este valor, multiplicándolo por el valor de la libra de Cu (CUS\$) actual (1-08-2019) y dividiéndolo por el valor de la libra de Cu (CUS\$) a la fecha de la transacción (Tabla 6.10).

Tabla 6.8: Transacciones R&amp;R filtros de selección.

Nombre Target	Nº	Fecha de Transacción	País del Target	Estado Transacción	Commodity principal	Estado de Avance
Farellon and Maria Luisa projects	1	18-09-2018	Chile	Completada	Cobre	<i>Reserves Development, Target Outline</i>
Los Calatos project	2	24-10-2016	Peru	Completada	Cobre	<i>Prefeas/Scoping</i>
El Metalurgista property	3	12-01-2018	Peru	Completada	Cobre	<i>Reserves Development</i>
Six exploration properties	4	23-09-2016	Canada	Completada	Cobre	<i>Exploration, Operating, Reserves Development, Target Outline</i>
Marshall Lake	5	29-09-2016	Canada	Completada	Cobre	<i>Reserves Development</i>
Moonlight property	6	12-03-2018	USA	Completada	Cobre	<i>Prefeas/Scoping</i>
Axe project	7	09-12-2016	Canada	Completada	Cobre	<i>Reserves Development</i>
Hudvam and Wim properties	8	30-11-2018	Canada	Completada	Cobre	<i>Reserves Development</i>
Unkur project	9	19-03-2018	Russia	Completada	Cobre	<i>Prefeas/Scoping</i>
Kutch project	10	14-12-2017	Canada	Completada	Cobre	<i>Prefeas/Scoping</i>
Viscaria project	11	08-03-2019	Sweden	Completada	Cobre	<i>Prefeas/Scoping</i>
Lustdust property	12	22-09-2016	Canada	Completada	Cobre	<i>Reserves Development</i>
Okeover project	13	27-09-2016	Canada	Completada	Cobre	<i>Reserves Development</i>
Red Dog property	14	06-12-2017	Canada	Completada	Cobre	<i>Prefeas/Scoping</i>
Leigh Creek mine	15	21-11-2016	Australia	Completada	Cobre	<i>Prefeas/Scoping</i>
Thaduna project	16	22-08-2016	Australia	Completada	Cobre	<i>Prefeas/Scoping</i>
Leigh Creek project	17	06-03-2018	Australia	Completada	Cobre	<i>Prefeas/Scoping</i>
Saum deposit	18	28-09-2018	Russia	Completada	Cobre	<i>Reserves Development</i>
Poplar property	19	29-03-2017	Canada	Completada	Cobre	<i>Reserves Development</i>
Develin Creek property	20	13-09-2016	Australia	Completada	Cobre	<i>Reserves Development</i>
Tarutin	21	31-01-2017	Russia	Completada	Cobre	<i>Prefeas/Scoping</i>
Tarutinskoye deposit	22	18-08-2016	Russia	Completada	Cobre	<i>Prefeas/Scoping</i>
Malmyzh Project	23	09-10-2018	Russia	Completada	Cobre	<i>Reserves Development</i>
Tartana Project	24	18-04-2018	Australia	Completada	Cobre	<i>Target Outline</i>

**Tabla 6.9: Transacciones R&R Información necesaria.**

N°	Adquisición (%)	Valor transacción (US\$)	Toneladas de Cu fino (T)
1	50	50.000,00	2.676
2	51	15.870.530,28	1.364.674
3	100	855.048,84	39.826
4	100	613.415,38	680.606
5	31,25	1.322.095,62	3.719
6	100	720.000,00	1.066.849
7	100	22.766,28	269.800
8	100	746,22	89.930
9	40	10.283.776,85	88.000
10	100	24.078.181,76	267.000
11	100	28.403.325,75	608.800
12	100	268.980,37	40.300
13	60	890.176,83	161.448
14	100	55.282,36	150.000
15	100	73.703,55	19.700
16	65	2.283.117,93	79.600
17	100	2.311.392,05	36.900
18	20	6.793.960,91	4.280
19	100	747.426,98	762.501
20	49	45.174,72	22.148
21	25	10.035.520,61	7.450
22	25	13.723.489,91	7.450
23	51	200.000.000	2.881.500
24	100	400.690,03	22.000

Ahora para la obtención del múltiplo a aplicar, es que se debe generar la mediana entre estas, pero extrayendo los posibles *outlier*, que puedan modificar esta y sobre estimar o subestimar el múltiplo, es por ello que se extraerán las transacciones 7 y 8 como *outlier* negativos, que pueden subestimar el múltiplo y la transacción 5, 18, 21 y 22 como un *outlier* positivo que pueda sobre estimar el mismo. Obteniendo finalmente el valor de la mediana: 0,74009 CUS\$/lb.

#### 6.4.5. Aplicación de Múltiplos

En la cartera a valorizar solo existe un activo con un cálculo aproximado de recursos, basado en datos de sondajes y es el Bloque Pampa Austral, en el prospecto Allizon. En sus informes de habla de entre 50 y 70 MT de recursos a una ley de 0,3% de Cu. Si bien no es un dato confiable se utilizará a modo de ejemplo para la aplicación de esta metodología.

**Tabla 6.10: Transacciones R&R datos cálculos de múltiplos.**

N°	Libras de Cu fino transadas	Valor de la libra de Cu fino (US\$)	Valor C/lb de Cu fino (CUS\$)	Valor de CUS\$/lb de Cu en fecha de transacción	Valor ajustado CUS\$/lb de Cu fino
1	5.899.563,12	0,00848	0,84752	272,29	0,82959
2	3.008.587.593,88	0,00528	0,52751	209,58	0,67085
3	87.801.196,12	0,00974	0,97385	320,71	0,80933
4	1.500.477.599,72	0,00041	0,04088	218,40	0,04989
5	8.198.981,78	0,16125	16,12512	218,47	19,67239
6	2.351.996.642,38	0,00031	0,03061	311,03	0,02623
7	594.806.476,00	0,00004	0,00383	264,17	0,00386
8	198.261.476,60	0,00000	0,00038	282,95	0,00035
9	194.006.560,00	0,05301	5,30074	308,06	4,58614
10	588.633.540,00	0,04091	4,09052	304,95	3,57517
11	1.342.172.656,00	0,02116	2,11622	290,23	1,94341
12	88.846.186,00	0,00303	0,30275	218,43	0,36942
13	355.931.489,76	0,00250	0,25010	216,59	0,30776
14	330.693.000,00	0,00017	0,01672	296,60	0,01502
15	43.431.014,00	0,00170	0,16970	251,09	0,18014
16	175.487.752,00	0,01301	1,30101	214,64	1,61554
17	81.350.478,00	0,02841	2,84128	316,09	2,39579
18	9.435.773,60	0,72002	72,00216	280,32	68,46010
19	1.681.024.954,62	0,00044	0,04446	265,22	0,04468
20	48.827.923,76	0,00093	0,09252	210,53	0,11713
21	16.424.419,00	0,61101	61,10122	268,57	60,63711
22	16.424.419,00	0,83555	83,55541	217,84	102,23110
23	6.352.612.530,00	0,03148	3,14831	282,09	2,97465
24	48.827.923,76	0,00821	0,082062	210,53	1,03890

Se deben obtener las libras de Cu fino del activo, por lo que se considerarán 60 MT a 0,3% de Cu, obteniendo 180.000 T de Cu fino, ahora multiplicando este por 2.204,62 para pasar el valor a libras, se obtienen las 396.831.600 libras de Cu fino. Las que multiplicadas por el múltiplo y dividido por 100 para que el valor quede en US\$. Finalmente, la valorización para el activo Bloque Pampa Austral, por método de Transacciones Comparables sería de: US\$ 2.936.911

## 6.5. UNIDAD DE ÁREA: FAMILIANI-PEJERREYES

En continuidad con lo desarrollado en el apartado 6.4, hasta la parte b) de validación de las transacciones, es que existe una población total de 61 transacciones a aplicar esta metodología.

### 6.5.1. Agrupación de Transacciones

Ahora de estas 61 transacciones en total, se deben agrupar las que poseen dentro de sus informes el tamaño del activo transado. Quedando finalmente con 28 transacciones. En la Tabla 6.11 y 6.12, se expone la información relevante de cada una de las 28 transacciones.

### 6.5.2. Generación de Múltiplos

Siguiendo los pasos explicados en el apartado 5.3.2.1. se necesita la información expuesta en la Tabla 6.12.

Continuando los pasos planteados, es que se debe calcular el valor de hectáreas transadas, multiplicando el número de hectáreas del activo, por el porcentaje de la transacción de las tablas anteriores. Posterior a ello calcular el múltiplo, dividiendo el valor de la transacción en dólares, por las hectáreas transadas (Tabla 6.13).

Para la obtención del múltiplo a aplicar, es que se debe generar la mediana entre estas, pero extrayendo los posibles *outlier*, que puedan modificar esta y sobre estimar o subestimar el múltiplo, es por ello que se extraerán las transacciones N° 2, 7, 10 y 22 como *outlier* negativos, que pueden subestimar el múltiplo y la transacción N° 4 y 13 como un *outlier* positivo que pueda sobre estimar el mismo. Obteniendo finalmente el valor de la mediana: 77,49 US\$/ha

De acuerdo al listado de transacciones existe una variabilidad del orden de cinco dígitos en algunos casos, es que se elabora otro múltiplo para los activos que estén en una etapa de desarrollo más avanzado y que por ende se le haya creado más información relevante. Es así que un múltiplo que premia el estado de avance sería el utilizando los con múltiplos mayores a dos dígitos, por ende, incluyendo la transacción N°19, todas las transacciones mayores a esta se incluirán, en el cálculo de la mediana. Obteniendo un segundo múltiplo con un valor de 112,09 US\$/ha.

**Tabla 6.11: Transacciones Unidad de Área, filtros de selección n°1.**

Nombre Target	N°	Fecha de Transacción	País del Target	Estado Transacción	Commodity ppl	Estado de Avance
Lucky Mike project	1	22-02-2018	Canada	Completada	Cobre	<i>Target Outline</i>
Sparrowhawk property	2	01-04-2019	Canada	Completada	Cobre	<i>Exploration</i>
Pampa Union and Paciencia projects	3	09-07-2018	Chile	Completada	Cobre	<i>Target Outline</i>
Kay mine	4	30-01-2019	USA	Completada	Cobre	<i>Target Outline</i>
Virgin River property	5	10-12-2018	Canada	Completada	Cobre	<i>Exploration</i>
Mohave project	6	21-05-2019	USA	Completada	Cobre	<i>Target Outline</i>
Axe project	7	09-12-2016	Canada	Completada	Cobre	<i>Reserves Development</i>
Stu property	8	16-01-2019	Canada	Completada	Cobre	<i>Exploration</i>
Mineral claim tenures	9	08-09-2017	Canada	Completada	Cobre	<i>Target Outline</i>
Fraser Range projects	10	01-07-2019	Australia	Completada	Cobre	<i>Target Outline</i>
Aspen Grove project	11	12-09-2017	Canada	Completada	Cobre	<i>Target Outline</i>
Unca Creek project	12	27-03-2017	Australia	Completada	Cobre	<i>Prefeas/Scoping</i>
Kutcho project	13	14-12-2017	Canada	Completada	Cobre	<i>Prefeas/Scoping</i>
Lustdust property	14	22-09-2016	Canada	Completada	Cobre	<i>Reserves Development</i>
Okeover project	15	27-09-2016	Canada	Completada	Cobre	<i>Reserves Development</i>
Araya Breccia Copper project	16	30-11-2017	Chile	Completada	Cobre	<i>Exploration</i>
MASGLAS Los Azules project	17	08-07-2019	Chile	Completada	Cobre	<i>Exploration</i>
Highlands project	18	20-07-2018	Australia	Completada	Cobre	<i>Target Outline</i>
Bakar property	19	12-07-2019	Canada	Completada	Cobre	<i>Exploration</i>
Bali project	20	20-12-2018	Australia	Completada	Cobre	<i>Target Outline</i>
Exeter claim	21	13-05-2019	Chile	Completada	Cobre	<i>Target Outline</i>
Leigh Creek mine	22	21-11-2016	Australia	Completada	Cobre	<i>Prefeas/Scoping</i>
Churchill Dam project	23	26-09-2017	Australia	Completada	Cobre	<i>Target Outline</i>
Kay Mine	24	19-07-2017	USA	Completada	Cobre	<i>Exploration</i>
Crowl Creek project	25	08-06-2018	Australia	Completada	Cobre	<i>Target Outline</i>
Virgin River property	26	16-08-2016	Canada	Completada	Cobre	<i>Exploration</i>
Ichuna property	27	12-04-2017	Peru	Completada	Cobre	<i>Exploration</i>
Ilo Copper assets	28	17-07-2018	Peru	Completada	Cobre	<i>Exploration, Target Outline</i>

**Tabla 6.12: Transacciones Unidad de Área, información necesaria.**

Nº	Adquisición (%)	Valor transacción (US\$)	Hectáreas Target
1	13	31499,13	4003
2	100	7487,67	9913
3	80	215010	7061
4	100	290000	142,045
5	100	2252,27	1334
6	100	200000	1040
7	100	2276,63	4938
8	100	260195,02	1100
9	100	33093,23	350,36
10	70	59451,81	237800
11	40	239039,17	11237
12	100	381775,47	7290
13	100	24078181,76	17060
14	100	268980,37	9583
15	60	887159,28	6313
16	100	100000	103
17	100	463590	3800
18	100	346750,54	75300
19	100	191808,14	15687
20	100	124855,14	4100
21	100	50000	235
22	100	73703,55	93500
23	100	78874,46	10700
24	100	920000	2867
25	100	189629,58	27800
26	75	1410000	18400
27	100	150606,5	1000
28	100	5503940,19	36225

### 6.5.3. Aplicación de Múltiplos

Este método es aplicable a toda la cartera de proyectos a valorizar. Se aplica el múltiplo general, elaborado con todas las transacciones, para los activos de la cartera que estén en Exploración Geológica Básica y Básica-Seguimiento. Es así que tomando como ejemplo el Bloque Familiarani en la etapa de exploración básica, es que con sus 2.500 ha de propiedad minera totales se obtiene:

$$\text{Hectáreas activo a valorizar (ha)} \times \text{Múltiplo} (\$/\text{ha}) = 2.500 \times 56,86 = \text{US\$ } 193.725$$

**Tabla 6.13: Transacciones Unidad de Área, datos cálculo de múltiplos.**

Nº	Hectáreas transadas	Valor Dólar de 1 Ha
1	520,39	60,529853
2	9913	0,7553384
3	5648,8	38,062951
4	142,045	2041,6065
5	1334	1,6883583
6	1040	192,30769
7	4938	0,4610429
8	1100	236,54093
9	350,36	94,454932
10	166460	0,3571537
11	4494,8	53,181269
12	7290	52,369749
13	17060	1411,3823
14	9583	28,068493
15	3787,8	234,21492
16	103	970,87379
17	3800	121,99737
18	75300	4,6049208
19	15687	12,227203
20	4100	30,452473
21	235	212,76596
22	93500	0,7882733
23	10700	7,3714449
24	2867	320,89292
25	27800	6,8212079
26	13800	102,17
27	1000	150,61
28	36225	151,94

Aplicando el método a un activo como Pejerreyes de 17.277 ha totales, en etapa de Exploración Geológica de Seguimiento-Avanzada, es que utilizamos en múltiplo elaborado con los 21 mayores.

$$\text{Hectáreas activo a valorizar (ha)} \times \text{Múltiplo} (\$/\text{ha}) = 17.277 \times 112 = \text{US\$ } 1.936.579$$

## 7. RESULTADOS

Una cartera de proyectos mineros, la componen un listado de activos que pueden ser valorizados, individualmente o como un conjunto. Sus valores o rango de valores son comparables entre sí, pues se utilizan los mismos criterios en su valorización y por ende pueden ser rankeados dentro de una misma cartera de proyectos, con el propósito de establecer una prioridad dentro de esta lista de activos, posibles descartes, ayudar en la toma de decisiones, pudiendo visualizar que información podría originar un mayor aumento en el valor de cada proyecto en particular, entre otras utilidades.

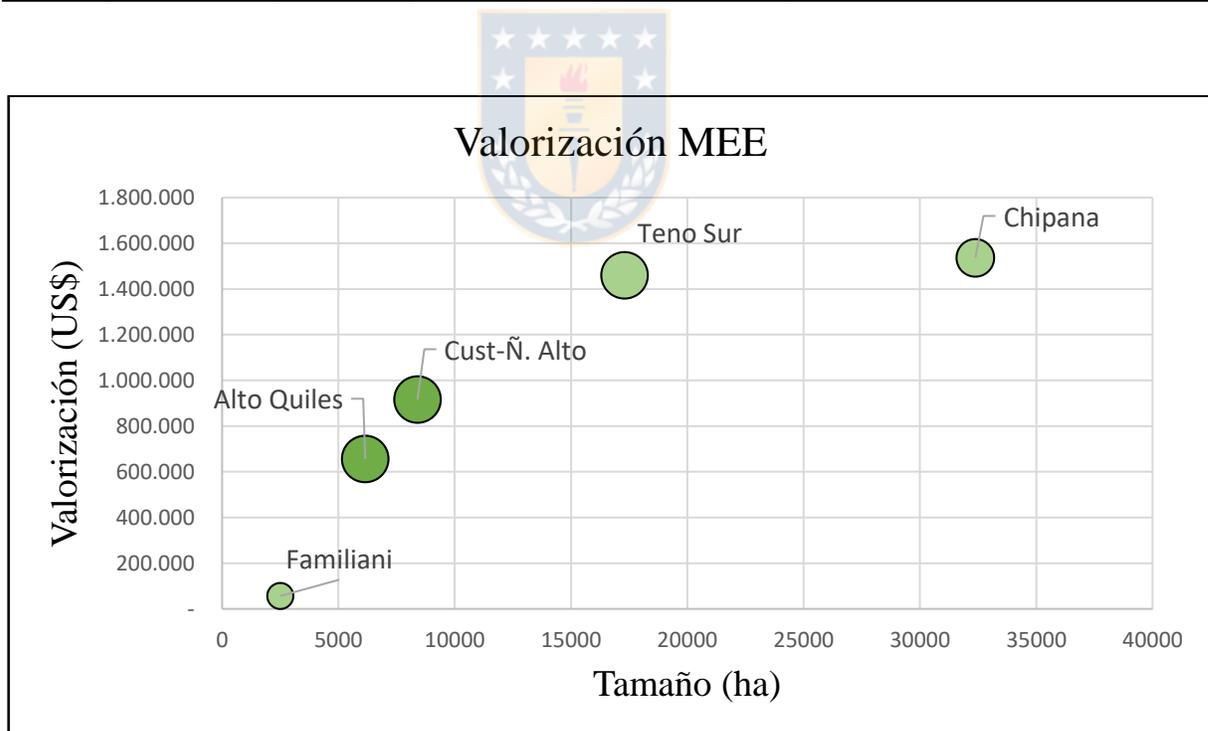
### 7.1. RESULTADOS ENFOQUE DE COSTOS

Dentro de este enfoque y siguiendo lo planteado durante el desarrollo de este estudio, se aplicaron dos metodologías distintas: el método *Multiple of Exploration Expenditures* (MEE) y el método Kilburn Modificado. El primero, MEE, fue aplicado a cinco activos, tres de Exploración Geológica Básica: Familiani, Chipana y Teno Sur y dos en etapa de Exploración Geológica Básica-Seguimiento: Alto de Quiles y Los Custodios-Ñuble Alto. Por su parte el método Kilburn Modificado fue aplicado a seis activos en total, tres en etapa de Exploración Geológica Seguimiento: Gloria, Desierto (compuesto por la valorización separada de los prospectos Brecha y Desierto Norte Pampa) y El Tofo y a tres activos de Exploración Geológica Seguimiento-Avanzada: Pejerreyes, Pampa Austral y Roberto. En la Tabla 7.1, se muestra el resultado de ambos métodos, con el múltiplo asociado en ambos casos al potencial geológico que estos tienen, explicados en el desarrollo de ambas metodologías. En el Anexo 1, y Anexo 2 se exponen los resultados detallados de los métodos MEE y Kilburn Modificado, respectivamente, para cada uno de los 12 activos valorizados de forma independiente y los valores considerados para cada etapa de desarrollo de los métodos.

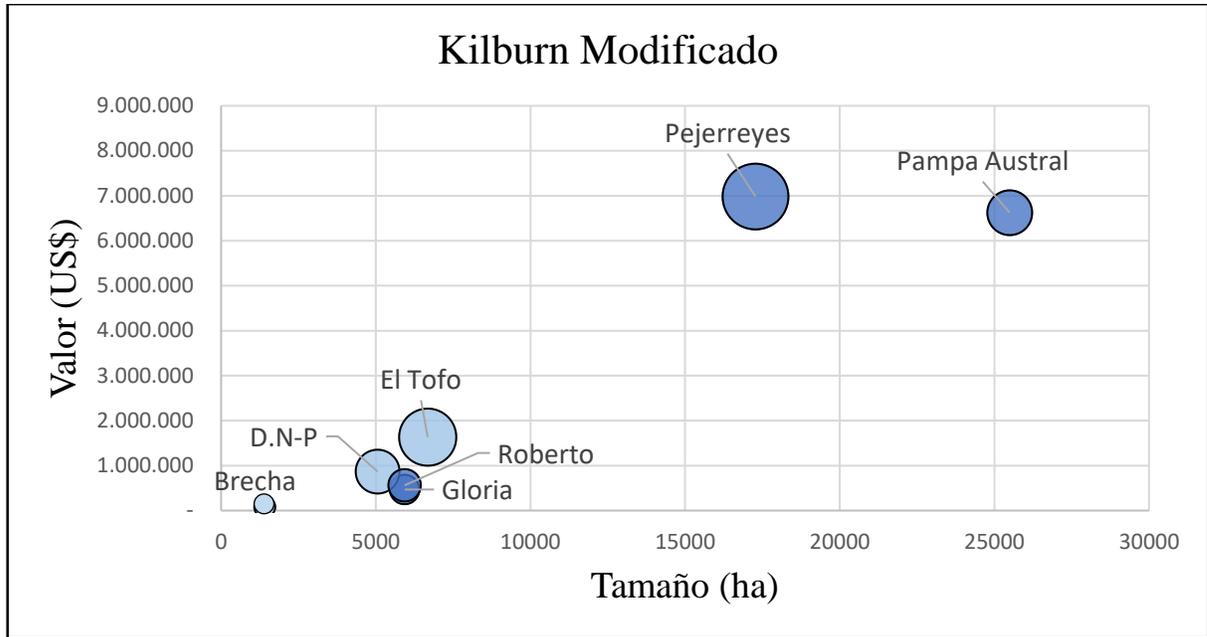
En la Figura 7.1 y 7.2 se grafican los valores obtenidos para los métodos MEE y Kilburn Modificado, respectivamente, versus el tamaño de cada activo. El valor del múltiplo de potencial está representado en ambos casos, con el tamaño de la burbuja. A modo de resumen de los resultados del enfoque de costos, es que la Figura 7.3 reúne los valores obtenidos por ambos métodos.

**Tabla 7.1: Resultados enfoque de costos cartera de exploraciones, CODELCO.** Los guiones (-) indican que no fue aplicada la metodología.

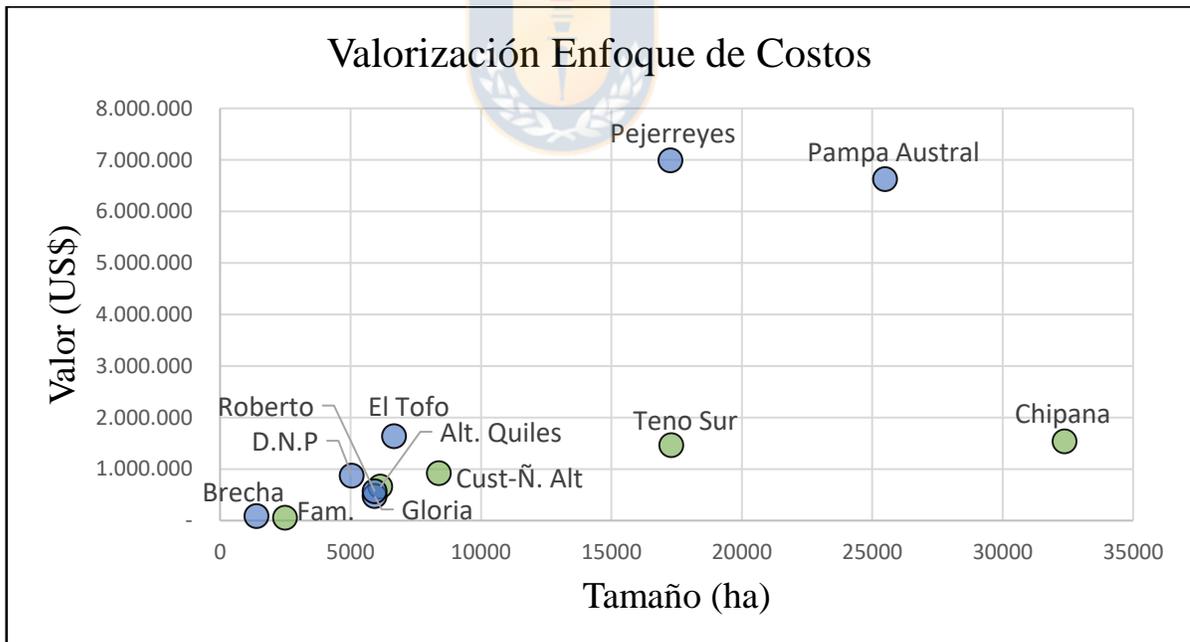
Bloque	Ha totales	Enfoque de Costos			
		<i>Multiple of Exploration Expenditures</i>		Kilburn Modificado	
		Múltiplo Potencial	Valorización US\$	Múltiplo Kilburn Modificado	Valorización US\$
Chipana	32.381	1	1.536.324	-	-
Familiani	2.500	0,5	56.390	-	-
Teno Sur	17.300	1,5	1.459.934	-	-
Alto de Quiles	6.150	1,5	656.068	-	-
Los Custodios Ñuble Alto	8.400	1,5	916.236	-	-
Gloria	5.932	-	-	45	468.344
Desierto	Brecha	1.410	-	8	80.853
	D. Norte-Pampa	5.059	-	32	866.787
El Tofo	6.679	-	-	64	1.632.651
Roberto	5932	-	-	54	562.012
Pejerreyes	17.277	-	-	84	6.982.492
Pampa Austral	25.497	-	-	40	6.622.200



**Figura 7.1: Gráfico resultados enfoque de costos, método MEE, cartera de exploraciones, CODELCO.** Cust-Ñ. Alto: Los Custodios Ñuble Alto. El color verde claro representa los activos en etapa de desarrollo menos avanzada, Exploración Geológica Básica y los de color verde oscuro, a los más avanzados, de Exploración Geológica de Básica-Seguimiento.



**Figura 7.2:** Gráfico resultados enfoque de costos, método Kilburn Modificado, cartera de exploraciones, CODELCO. D.N-P: Desierto Norte Pampa. El color azul claro representa los activos en etapa de desarrollo menos avanzada, Exploración Geológica de Seguimiento y los de color azul oscuro, a los más avanzados, de Exploración Geológica de Seguimiento-Avanzada.



**Figura 7.3:** Gráfico resultados enfoque de costos, cartera de exploraciones, CODELCO. Cust-Ñ. Alt: Los Custodios Ñuble Alto, D.N.P: Desierto Norte Pampa, Alt. Quiles: Alto de Quiles, Fam: Familiarani. En verde los activos en Etapa de Exploración Geológica Básica y Básica-Seguimiento, con método MEE y los azules en etapa Exploración Geológica Seguimiento y Seguimiento-Avanzada, con método Kilburn Modificado.

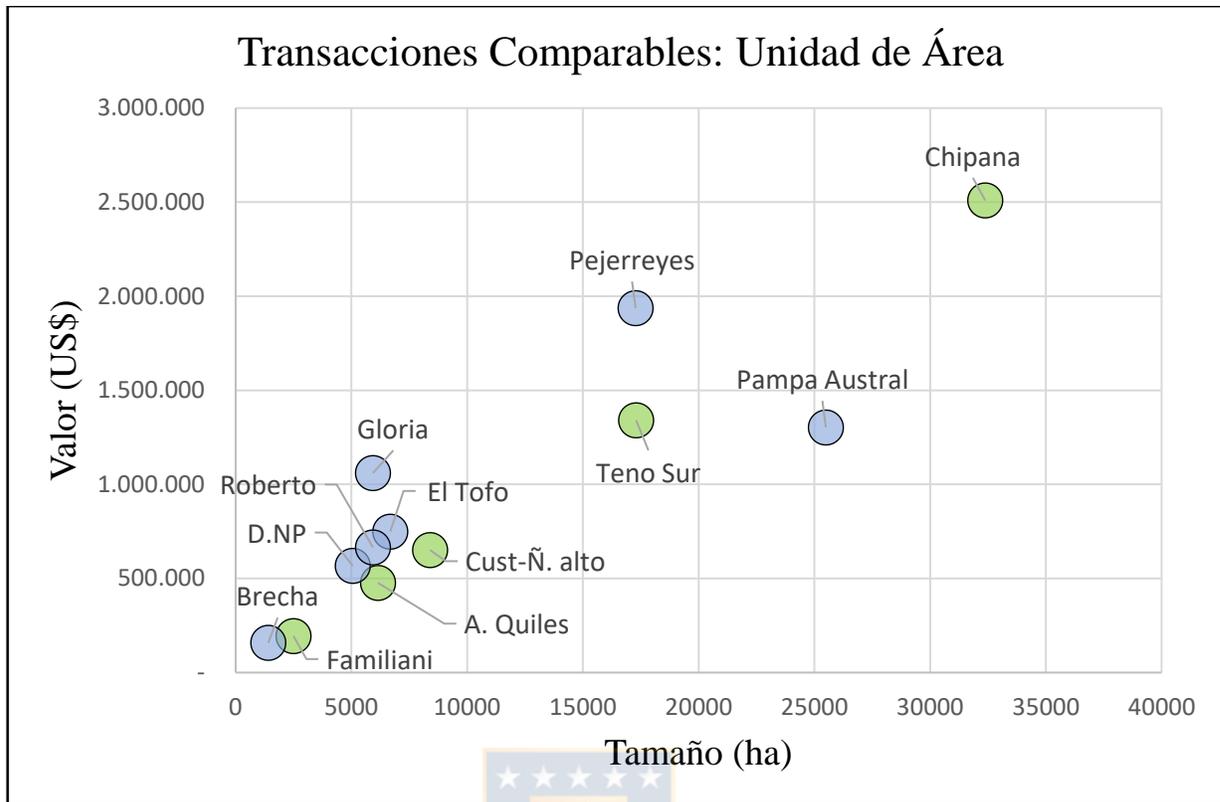
## 7.2. RESULTADOS ENFOQUE DE MERCADO

Dentro de este enfoque y en coherencia con lo planteado en el estudio, se aplicó el mismo método de Transacciones Comparables por Unidad de Área para toda la cartera de proyectos. Con valores independientes para los 12 activos, considerando el prospecto Brecha y Desierto Norte Pampa, ambos del Bloque Desierto, como dos activos independientes entre sí, por su lejanía espacial y por la diferencia de información de cada uno. En esta metodología se establecieron dos múltiplos diferentes, uno para los activos en una etapa con menos información y por ende en un menor desarrollo, pertenecientes a Exploración Geológica Básica y Exploración Geológica Básica-Seguimiento, y otro considerando los de mayor desarrollo, los en etapa de Exploración Geológica de Seguimiento y Exploración Geológica Seguimiento-Avanzada. En la Tabla 7.2, se muestra el resultado de la aplicación del método, con el múltiplo aplicado en ambos casos. En el Anexo 3, se muestran los resultados detallados para cada uno de los 12 activos valorizados de forma independiente.

En la Figura 7.4 se grafican los resultados obtenidos por esta metodología.

**Tabla 7.2: Resultados enfoque de mercado cartera de exploraciones, CODELCO.**

Bloque		Ha totales	Enfoque de Mercado	
			Múltiplo US\$/ha	Valorización T.C. Unidad de Área US\$
Chipana		32.381	77,49	2.509.204
Familiani		2.500	77,49	193.725
Teno Sur		17.300	77,49	1.340.577
Alto de Quiles		6.150	77,49	476.564
Los Custodios Nuble Alto		8.400	77,49	650.916
Gloria		5.932	112,09	1.060.147
Desierto	Brecha	1.410	112,09	158.047
	D.Norte- Pampa	5.059	112,09	567.063
El Tofo		6.679	112,09	748.649
Roberto		5.932	112,09	664.918
Pejerreyes		17.277	112,09	1.936.579
Pampa Austral		25.497	112,09	1.302.374



**Figura 7.4:** Gráfico resultados enfoque de mercado, cartera de exploraciones, CODELCO. Cust-Ñ. alto: Los Custodios Ñuble Alto, D.NP: Desierto Norte Pampa, A. Quiles: Alto de Quiles. En verde los activos en Etapa de Exploración Geológica Básica y Básica-Seguimiento y azules en etapa Exploración Geológica Seguimiento y Seguimiento-Avanzada.

### 7.3. RANKING

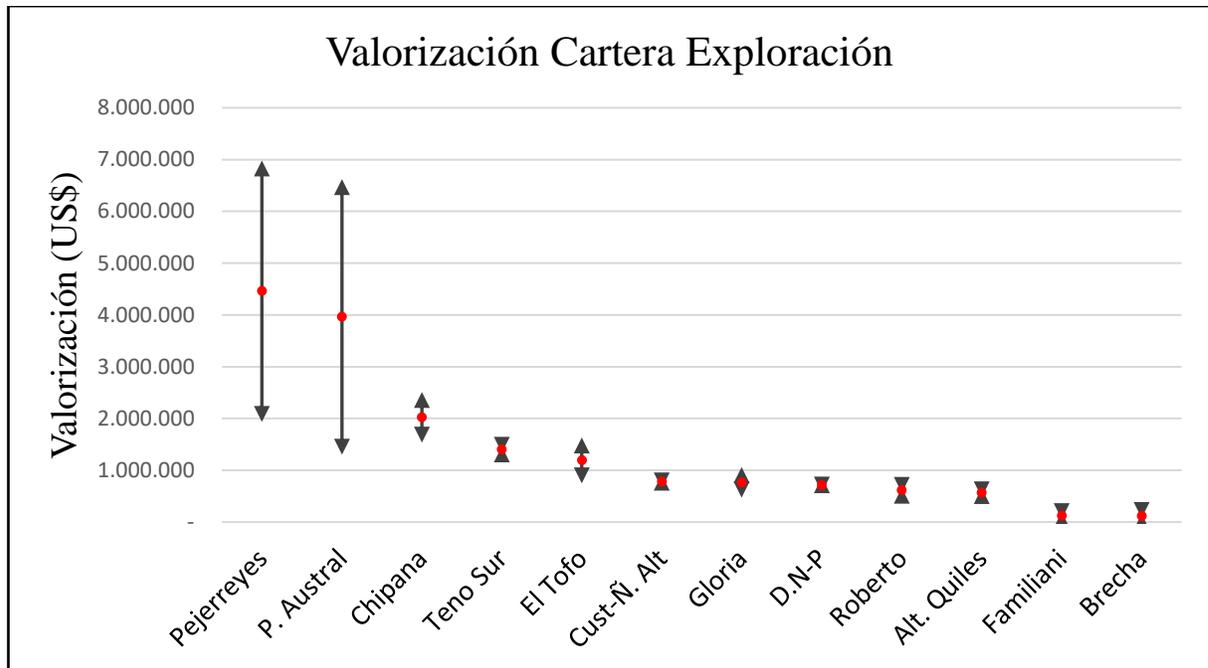
Como se planteó desde un comienzo, para realizar la valorización de un activo minero y en coherencia con lo mencionado en los códigos internacionales, es que se deben aplicar como mínimo dos enfoques de valorización y con ello una metodología que mejor valore el enfoque planteado. Es así que, a la cartera no prioritaria de exploración de CODELCO, se le aplicaron dos enfoques, el de costos y el de mercado, pues como se expuso en las bases de los códigos internacionales de valorización, son estos dos los que pueden ser utilizados en menores estados de desarrollo de un activo minero, concretamente en etapas de exploración. Es así que cada activo valorizado tiene dos valores, que conforman un rango de valor para cada uno, teniendo un valor máximo de valorización y uno mínimo. Para elaborar el *ranking* de la cartera es que se calcula la mediana entre estos dos valores extremos y así obtener un único número que represente el valor justo para cada activo. En

la Tabla 7.3 están los 12 activos valorizados de forma independiente, ordenados desde el con mayor valor al menor.

**Tabla 7.3: Ranking cartera no prioritaria de exploraciones, CODELCO.**

Ranking	Bloque	Max (US\$)	Min (US\$)	Media (US\$)
1	Pejerreyes	6.982.492	1.936.579	4.459.536
2	Pampa Austral	6.622.200	1.302.374	3.962.287
3	Chipana	2.509.204	1.536.324	2.022.764
4	Teno Sur	1.459.934	1.340.577	1.400.256
5	El Tofo	1.632.651	748.649	1.190.650
6	Los Custodios Ñuble Alto	916.236	650.916	783.576
7	Gloria	1.060.147	468.344	764.246
8	D. Norte-Pampa	866.787	567.063	716.925
9	Roberto	664.918	562.012	613.465
10	Alto de Quiles	656.068	476.564	566.316
11	Familiani	193.725	56.390	125.058
12	Brecha	158.047	80.853	119.450

En la Figura 7.5 se expresa el resultado final del *ranking*, con un gráfico de dispersión, con los valores máximos y mínimos de valor para cada activo valorizado y entre estos dos extremos, la mediana, utilizada para definir el lugar de cada activo en el *ranking* general.



**Figura 7.5:** Gráfico ranking, cartera de exploraciones, CODELCO. P. Austral: Pampa Austral, Cust-Ñ. Alt: Los Custodios Ñuble Alto, D.N-P: Desierto Norte Pampa, Alt. Quiles: Alto de Quiles. Las fechas representan el rango de dispersión entre el valor máximo de valorización y el mínimo. El punto rojo representa la mediana para cada activo, que define la posición relativa de este, dentro del ranking general.



## 8. DISCUSIONES

En Chile, las concesiones mineras, tanto de exploración, como de explotación, son consideradas un bien inmueble, donde el pago de una constitución, cada 2 años para las concesiones de exploración y única para las de explotación, más el pago de la patente anual, en ambos casos, te da el derecho sobre la zona concesible. Actualmente no existe algún artículo dentro del código de minería, que exija al dueño de una concesión minera realizar estudios exploratorios, de geología básica, seguimiento o avanzada. Provocando que existan zonas con potencial económico, que no continúen su desarrollo y avance en la cadena de valor de un activo minero. Esta característica de bien inmueble, limita además las transacciones de proyectos mineros a empresas con interés en construir mayor valor y avance en la cadena. El Estado en este sentido debiese tomar el rol de exigir a las empresas la generación de valor en las concesiones mineras con anomalías, prospectos, blancos o cuerpo mineralizados, recopilando esta información, para el aumento de la data a nivel país y el desarrollo del mismo.

Al no existir en Chile un código de valorización de activos mineros, estos son valorizados según el criterio de cada empresa, utilizando muchas veces solo uno de los tres enfoques de valorización y aplicando extractos de lo estipulado por los códigos de valorización internacionales. Esto, dependiendo del objetivo de cada empresa (comprar, vender o transar un activo), puede sobreestimar o subestimar el valor del activo. He ahí la importancia de crear estándares nacionales para la valorización, como los planteados en este estudio.

Cada activo perteneciente a la cartera no prioritaria de exploraciones de CODELCO, posee un valor de carácter multifactorial. En las distintas metodologías este puede depender de los costos asociados a la mantención del área donde está ubicado, a los estudios que han aportado información relevante en torno al hallazgo de un depósito mineral con carácter económico, a su contexto metalogénico, la presencia de mineralización importante alrededor del activo e incluso a el valor en que han sido transados activos de características similares. Es así que, por esta diferencia en torno al origen de la valorización, se aplican por activo valorizado, dos enfoques de valorización diferentes, obteniendo un rango de valor que considerará todos los aspectos antes mencionados. El objeto de estudio en este caso, fue una cartera de proyectos con información básica en exploraciones, en etapas tempranas en torno al ciclo de vida minero de un activo. Es por ello que,

para una mejor aproximación al cálculo de valor justo de los activos, se aplicó el enfoque de costos con el método MEE y Kilburn Modificado y el enfoque de mercado con el método de Transacciones Comparables, por Unidad de Área.

El método *Multiple of Exploration Expenditure* (MEE), es un método que logra expresar la inversión como generadora de valor. El mayor gasto para todos los activos valorizados, es la mantención de la propiedad minera, ésta en la mayoría de los casos es entre 12 y 20 años, por ende, habrá una relación directa entre el valor del activo y el tamaño de este, como se puede visualizar en la Figura 7.1, esta relación puede verse afectada por el del múltiplo del potencial. Es este múltiplo el que finalmente determinará el valor de la inversión en un determinado activo minero, en este aspecto, sondajes con mineralización probada podrían duplicar e incluso triplicar el valor invertido en el activo. Por otro lado, poca información o información con resultados desfavorables, es la que finalmente puede provocar una pérdida con respecto a la inversión producida en un activo. Un ejemplo claro es el activo Familiani, el cual disminuyó su valor final (asociado a la mantención de propiedad minera y estudios elaborados) a la mitad luego de aplicar el múltiplo potencial, esto debido a que la información elaborada no presenta evidencias claras de mineralización en el área del activo. Por el contrario, ambos activos pertenecientes a la Exploración Geológica Básica-Seguimiento (Alto de Quiles y Los Custodios-Ñuble Alto) y Teno Sur de Exploración Geológica Básica, aumentaron considerablemente su valor, pues los estudios que poseen dentro de sus áreas son coherentes y aportan información concreta sobre posible mineralización económica.

El método Kilburn indica claramente que los estudios y la información levantada, solo produce valor cuando aporta en el aumento de la probabilidad de hallazgo de mineralización de interés. El potencial geológico en este caso, debe ser evaluado por expertos que aseguren que está muy bien caracterizado, de modo que todas las variables se consideren. Existe una necesidad de construir un Kilburn Modificado, pues como lo plantea el autor original, el método Kilburn (1990), es una propuesta genérica, que necesita mayor detalle y modificaciones de las subcategorías, para poder ser aplicado a activos mineros con características específicas. Es así que el Kilburn Modificado viene a suplir esa necesidad, donde las cuatro categorías principales planteadas originalmente, tienen mayor detalle en las subcategorías desarrolladas. La valorización en este método está en mayor medida ligada al potencial geológico que estos tienen, representado a lo largo de sus 29 subcategorías, pudiendo elaborar múltiplos de potencial nulo, con un valor total de uno

(recuperando con ello solo un año de costos de propiedad minera, sin considerar los valores de constitución) e incluso llegar a un valor de múltiplo igual a 800 para un activo con el mayor potencial de acuerdo a los parámetros planteados (multiplicando por 800 el costo en propiedad minera). Si bien el que un activo se encuentre en una etapa más avanzada, implica mayor información producida y por ende se espera un mayor valor en el mismo, esto en algunos casos no se cumple. Es así como los activos valorizados Roberto y Gloria, a pesar de poseer sondajes dentro de sus estudios específicos, no obtuvieron los resultados esperados (leyes de Cu  $>0,2\%$ ), por ende contrario a sumarle valor al activo, le resta en comparación a los otros que si tienen mineralogía de interés económico. Sin embargo, serían proyectos que fácilmente se les pueden agregar valor a bajo costo, con una campaña de sondajes exitosa.

El método de Transacciones Comparables, está asociado a una serie de transacciones históricas, en un rango de tiempo coherente con la situación actual, de activos con características similares, las cuales deben definirse previamente y de forma rigurosa para ser comparables con el activo que se desea valorizar. Esta metodología, elabora un múltiplo asociado a los recursos y reservas de los activos del valor en dólares por libras de Cu o del *commodity* de interés, sin embargo en la cartera objeto de estudio, solo pudo aplicarse a un activo, el Bloque Pampa Austral, ya que es el único que dentro de sus informes presenta cálculos de volumen potencial de recursos minerales basado en campañas de sondajes, pero al ser un cálculo de recursos inferidos, es que su resultado no fue incluido en el *ranking* general. Pero es importante notar en su resultado una coherencia con los valores derivados de los otros dos métodos aplicados, el cual se acerca bastante a la media entre el valor del enfoque de costos, con el método MEE y el de mercado, con el de Transacciones Comparables por Unidad de Área, lo que validaría este método y su aplicación.

Cuando no existe dentro de la información elaborada cálculos de reservas o recursos, por estar en etapas de menor desarrollo, como lo es la cartera bajo estudio, es que se aplica el método de Transacciones Comparables por Unidad de Área, para valorizar según enfoque de mercado un activo minero. Este método busca un múltiplo que exprese el valor en dólares por unidad de hectárea. Para este estudio a modo de poder distinguir los activos con mayor avance dentro de la etapa de exploración es que se generaron dos múltiplos diferentes, uno general para los activos de menor desarrollo y uno considerando los valores más altos, para los de mayor avance, esto podría ser modificado haciendo más subdivisiones de múltiplos o estudiando cada transacción de modo

de agruparlas desde su origen por etapas de desarrollo más específicas y así generar múltiples diferenciados. El aplicar dos múltiplos diferentes, produce en términos concretos que el valor no sea absolutamente proporcional al tamaño del activo, pues activos con pequeñas diferencias de tamaños (ha), pero de disímiles etapas de exploración, pueden modificar esta relación directa. Es lo que pasa por ejemplo entre el activo Teno Sur y Pejerreyes, si bien el primero es de mayor tamaño que el segundo, es el activo Pejerreyes el que posee un mayor valor según este método, pues al estar en una etapa de Exploración Geológica Seguimiento-Avanzada, se le aplica el múltiplo mayor. Es por ello que en los activos que están en transición a una etapa más avanzada como la de básica-seguimiento, algo que podría agregar mucho valor al activo, sería pasarlo a la siguiente etapa, desarrollando los estudios que hagan falta para este hito.

Es el rango de valor generado para cada activo minero mediante la aplicación de dos enfoques distintos de valorización, el que determina la posición de estos, en el *ranking* de la cartera de proyectos bajo estudio. Esta valorización es determinada por la información de cada proyecto, distribuida en los distintos enfoques y metodologías de valorización. Por ende, el aumento de información en un proyecto en específico puede aumentar o disminuir el valor final. Es así como un activo de menor valor y posición en el *ranking*, puede aumentar su valor, agregando la información adecuada (estudios geológicos, geofísicos, geoquímicos, sondajes etc.), con resultados positivos en estos, en torno al potencial geológico y al hallazgo de mineralización económica. De forma contraria un activo de mayor valor y posición en el *ranking*, puede disminuir su valor, al agregar información que disminuya sus potenciales. En esta línea, se hace relevante el criterio experto en la toma de decisiones sobre los estudios a los que se someterá el activo a valorizar. Tanto para aumentar o mantener el valor, como para avanzar el proyecto a una etapa de desarrollo más avanzada, donde el interés sea, por ejemplo; pasar un proyecto de exploración básica a seguimiento o de seguimiento a avanzada.

Existe una relación directa entre el precio del cobre y el presupuesto en exploración de cobre a nivel global, esto puede evidenciarse sobreponiendo la Figura 2.3, que hace referencia al presupuesto de exploración en cobre histórico y la Figura 5.1, que grafica el precio del cobre desde 1999 a la fecha. Indicando una intermitencia en los proyectos de exploración, dependiente del estado de la economía a corto plazo. Para que un proyecto minero, llegue a ser explotado, pueden pasar alrededor de 20 años desde su descubrimiento, es decir, todo lo explorado hoy, podría tener

resultados en las próximas décadas, es así como una inconsistencia en los proyectos de exploración, si bien a corto plazo disminuye costos, a largo plazo disminuye drásticamente la opción de desarrollar un proyecto en etapas avanzadas e iniciar la posible operación del mismo.



## 9. CONCLUSIONES

Los activos mineros de la cartera de exploraciones no prioritaria de CODELCO, se pueden clasificar dentro de esta misma, en sub etapas, con un carácter más detallado que lo expuesto por el SIC-009 (Manual de Exploraciones CODELCO), considerando según el análisis de la información creada en cada uno, los activos que estarían en un estado de transición entre una etapa y otra. Es así que una Exploración Geológica Básica, queda finalmente dividida en Exploración Geológica Básica y en Exploración Geológica Básica-Seguimiento (esta última como la transición hacia una etapa de mayor desarrollo) y una Exploración Geológica de Seguimiento, se subdivide en una llamada de igual forma y en una Exploración Geológica Seguimiento-Avanzada (como la transición hacia una etapa de exploración avanzada).

Fue posible identificar el potencial geológico para cada activo de la cartera valorizada, especificando ese potencial en la información expuesta de cada bloque en la sección 3.1 del presente informe. Este potencial se reflejó en términos concretos en el enfoque de costos. Para el método MEE, con el múltiplo de potencial que va desde 0,5 a 3 o más, el cual considera la información geológica de cada activo y el potencial de hallazgo de mineralización económica respecto a los resultados de los distintos estudios realizados. En el método Kilburn Modificado, el potencial geológico es expresado con el múltiplo Kilburn, el que considera tanto el potencial de la zona aledaña al activo, como los estudios geoquímicos, geofísicos, mineralización económica probada y patrones geológicos favorables de cada tipo de depósito en particular. Para ambos métodos es este potencial el que tiene inferencia en el valor final de cada activo.

Se definieron los métodos a utilizar para cada activo, perteneciente a la cartera de proyectos, según las etapas en el desarrollo del ciclo minero a la que pertenecen. Se desarrolló cada método en particular, para su aplicación específica, defendiendo tanto los criterios, sus etapas, los parámetros utilizados entre otros. Para que, de esta forma, fueran aplicables a una cartera con las características específicas que esta tiene, una cartera de proyectos, de escasa información en términos generales y de etapas tempranas en la exploración, además de diversa en su origen geológico, asociado a exploraciones de diferentes tipos de depósitos, entre otras.

Con la elaboración del *ranking* de valorización de la cartera no prioritaria de proyectos de exploración de CODELCO, se confirma que una cartera de estas características, en una etapa inicial en el ciclo minero, puede ser valorizada, siguiendo los estándares internacionales, que los códigos, VALMIN, CIMVal y SAMVAL sugieren, utilizando dos métodos diferentes de enfoques de valorización diferentes para cada activo, que fuesen coherentes con la etapa dentro de la exploración a la que pertenecen. Los 12 activos fueron valorizados siguiendo los mismos criterios y en todos se aplicaron tanto el enfoque de costos, como el de mercado.

Esta valorización fue aplicada a activos mineros, pertenecientes a bloques, cada uno de ellos, pudiendo tener uno o más prospectos, que fuesen objetos de estudio. Es por ello, que si bien una zona del bloque puede tener información robusta, en términos generales, esto podría no representar fielmente a la información para todo el bloque, pues podrían existir zonas sin información geológica de mayor detalle. Por lo que se sugiere que para la valorización de algún activo en particular (sin el objetivo de *rankear* una cartera de proyectos con características diferentes), esta valorización debe ser aplicada a los prospectos específicos (blancos o cuerpos mineralizados), y por ende en zonas más acotadas, donde la información y los estudios realizados sean una fiel representación de toda el área.

Es posible que, en casos particulares, la etapa de desarrollo definida, no fuese tal, por lo mencionado anteriormente. En base a ello es que se sugiere para el enfoque de costos, la aplicación de ambos métodos para la totalidad de los activos de la cartera, MEE y Kilburn Modificado. Para finalmente, basándose en los resultados obtenidos, definir cuál de los dos puede representar de mejor manera el valor del activo. En el caso particular del método MEE, el ampliar su aplicación a los activos con mayor información implicaría aplicar los múltiplos de potenciales mayores a dos, con activos con información de sondajes de aire reverso o diamantina, con mineralización probada, es así que los costos invertidos en ellos se podrían duplicar e incluso triplicar en algunos casos.

El método de valorización Kilburn (1990), menciona un quinto factor, asociado al estado del mercado, el que podría aumentar o disminuir el múltiplo final asociado a este método. Se propone alternativo a ello, generar un quinto factor dentro del método Kilburn Modificado, el cual incluya subcategorías referidas al estado de la economía actual, cercanía a zonas protegidas ambientalmente, como monumentos nacionales, parques, santuarios, glaciares, entre otros,

cercanía a zonas cercanas a puertos o a disponibilidad de aguas etc. Todo lo referido a lo que pudiera otorgar valor o quitarlo y que no se haya considerado en las cuatro categorías establecidas. Pues un activo puede tener un gran valor de acuerdo a su potencial de hallazgo de un depósito económico, pero si está dentro de un parque nacional, al menos en Chile, ese proyecto es inviable y no posee el valor antes calculado. Por el contrario, un activo valorizado, que este cercano a la costa, a los puertos de acopio de mineral y con fuentes de agua disponibles, aumenta considerablemente su valor. Este quinto factor podría producir un valor más justo aún que el calculado.

En relación al enfoque de mercado, y el desarrollo del método de Transacciones Comparables, por Unidad de Área. Cabe destacar que todos los criterios de selección pueden ser modificados dependiendo de las características de los activos a valorizar o del detalle que se requiera en la valorización. En esta cartera de proyectos en particular era necesario elaborar una selección de transacciones en países con similares índices de atracción a la inversión que Chile, pues considera tanto el nivel de riesgo país, con el índice de percepción de políticas, como el índice de potencial mineral, referido a zonas más prospectivas, pero en el caso que este parámetro no fuese de relevancia para la empresa que realiza la valorización, podría ampliarse este criterio a todos los países o a una lista mayor que solo los 10 primeros. Así también con el *commodity* principal, el que para una empresa como CODELCO es el cobre, pero para otra puede ser diferente, el cual modificaría el listado de transacciones. Cabe destacar que dentro de la cartera de proyectos valorizada existe un grupo no menor de seis proyectos pertenecientes a depósitos explorados como IOCG o Estratoligados, los que por su origen y características pueden tener otros *commoditys* principales, como el Fe o el Au. Se sugiere construir en primera instancia una lista de transacciones comparables más específica para cada activo a valorizar, en caso de ser posible, hacer diferencia entre los activos explorados por depósitos IOCG-Estratoligados y Pórfidos-Epitermales, ya sea con los criterios iniciales de selección (como el *commodity* principal) o con una búsqueda más específica de transacciones de activos de proyectos o propiedades con características geológicas de este tipo de depósito en particular.

Considerando el resultado final de valorización para la cartera en términos generales, hubo poca dispersión de valores, tanto el máximo y mínimo valor, perteneciente a cada enfoque aplicado (Figura 7.4). Mientras menor es esta dispersión, más precisa es la valorización. Dos de los activos

presentaron una dispersión considerable, del orden de 5 millones de dólares entre el valor máximo y el mínimo, para cada uno. Esto se atribuye a que alguna de las metodologías aplicadas pudiera estar sobreestimada o subestimada. Por las características de ambos activos, es que se sugiere una subestimación en el método de transacciones comparables, pues en ambos casos, son activos con un potencial elevado, lo que, con el aumento en el múltiplo de las transacciones, probablemente no se logró representar ese potencial, el que si se vio reflejado en el método de Kilburn Modificado aplicado.

Es posible plantear que se pueden aplicar las metodologías y sus criterios expuestos a cualquier activo minero en etapas de exploración, haciendo las correcciones pertinentes, propias de cada cartera de proyectos y la información trazable disponible. Para activos más avanzados, serán aplicados los enfoques de mercado e ingresos, este último, si bien fue mencionado en el desarrollo de este estudio, no fue caracterizado, pues no se aplicó a ningún proyecto, ya que requiere de un mayor desarrollo en la información del activo para su correcta aplicación.

Cada activo dentro de la cartera no prioritaria de exploración de CODELCO, puede ser utilizado por su dueño de múltiples formas, es la variabilidad de esta cartera la que entrega esta posibilidad. Considerando el ranking elaborado, los activos Brecha y Familiani son los de menor valor, sumado a esto, que en ambos casos el potencial, representado por los múltiplos en Kilburn y MEE, respectivamente, son los menores dentro de toda la cartera, es por ello que activos con este tipo de características, desfavorables, podrían ser entregados a ENAMI (Empresa Nacional de Minería) para su uso en pequeña minería o finalizar el amparo de las propiedades mineras que encierran este tipo de activos. En el otro extremo, activos como Pejerreyes y Pampa Austral, que representan los dos valores más altos dentro del ranking general y que en el caso del activo Pejerreyes, representa además el con mayor potencial dentro de la cartera (representado por el múltiplo Kilburn construido en este), es que podrían ser traspasados a la cartera prioritaria de CODELCO, y con ello producir nuevos estudios que puedan delinear los cuerpos mineralizados ahí presentes y elaborar un modelo geológico. En caso de no poseer el tamaño necesario para ser desarrollado por la corporación, estos activos podrían ser asociables con empresas mineras, aumentando la información y por ende el valor de los activos y lograr un avance en la cadena de valor.

## REFERENCIAS

ANGLOAMERICAN. 2015. IV Proyecto Roberto, Informe Geológico. Informe Técnico (Inédito). Santiago.

ARAYA, J. 2009a. Análisis Geofísico-Geológico Regional del Potencial Exploratorio en el Bloque Desierto. Informe Técnico (Inédito). Santiago.

ARAYA, J. 2009b. Análisis Geofísico Regional del Potencial Exploratorio en el Bloque Pejerreyes. Informe Técnico (Inédito). Santiago.

ARAYA, J. 2009c. Exploración Básica FeOxCuAu, Bloque Alto de Quiles, Análisis Geofísico Regional del Potencial Exploratorio Cu-Fe-Au. Informe Técnico (Inédito). Santiago.

ARAYA, J. Y MÜNSTER, H. 2009. Análisis Geoquímico de Muestras de Superficie en el Bloque Desierto. Informe Técnico (Inédito). Santiago.

ARRIETA, M. 2015a. Informe de Reconocimiento Geológico Prospecto Zapallar Vale. Informe Técnico (Inédito). Santiago.

ARRIETA, M. 2015b. Exploración Básica Chile Pórfidos Cupríferos Zona Sur. Informe Geológico Prospectos Teno Sur y Peuco. Informe Técnico (Inédito). Santiago.

AURUM CONSULTORES. 2005a. Mapa Geológico Integrado entre Ovalle y Santiago 30°30' a 34° S, Escala 100.000. Informe Técnico (Inédito). Santiago.

AURUM CONSULTORES. 2005b. Mapa Geológico Integrado entre Ovalle y Santiago 30°30' a 34° S, Escala 100.000. Informe Técnico (Inédito). Santiago.

BAEZA, L. 2009. Franja Epitermal Jurase-Familiani Cluster Galileo. Informe Técnico (Inédito). Santiago.

BARRA, F.; REICH, M.; SELBY, D.; ROJAS, P.; SIMON, A.; SALAZAR, E. Y PALMA, G. 2017. Unraveling the Origin of the Andean IOCG clan: A Re-Os Isotope Approach. *Ore Geology Reviews*. Washington. D. C.

BELL, J. Y GUJ, P. 2012. Exploration Value Drivers and Methodologies. *Proyect Evaluation Conference*. Melbourne.

CH20235. 2015. Código para Informar sobre los Resultados de Exploración, Recursos Minerales y Reservas Minerales. 76 pp. Santiago.

CHURATA, E. 2014. Informe de Resultados Mapeo Geológico Escala 1:5.000 Sector Cerro Azul Programa Asociaciones de Exploración. Informe Técnico (Inédito). Santiago.

CHURATA, E.; BUCKWSKI, N.; SOTO, H. Y VILLALOBOS, J. 2015. Informe Cierre Campaña de Sondajes Diamantinos Sector Cerro Azul. Informe Técnico (Inédito). Santiago.

CIMVAL. 2011. Standars and Guidelines for Valuation of Mineral Properties, Spacial Committe of the Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum on Valuation of Mineral Properties. 35 pp. Ottawa.

CÓRDOVA, M. 2004a. Codelco Informe Geológico Bloque El Tofo. Informe Técnico (Inédito). Santiago.

CÓRDOVA, M. 2004b. Proyecto Exploración Básica. Informe Técnico (Inédito). Santiago.

CÓRDOVA, M. 2006. Proyecto Exploración Básica CuFeAu, Bloque Pejerreyes., Informe de Avance en la Generación de Nuevos Prospectos 2006. Informe Técnico (Inédito). Santiago.

CÓRDOVA, M. 2009a. Prospecto Vale Bloque El Tofo, Informe Geológico a Escala 1:25.000. Informe Técnico (Inédito). Santiago.

CÓRDOVA, M. 2009b. Proyecto Exploración Básica CuFeAu, Prospecto Retamo, Bloque El Tofo, Informe Geológico Pre-Sondajes. Informe Técnico (Inédito). Santiago.

CÓRDOVA, M. 2009c. Proyecto CuFeAu, Informe Geológico y Resultados de Sondajes, Prospecto Retamo, Bloque El Tofo. Informe Técnico (Inédito). Santiago.

CÓRDOVA, M. 2010. Proyecto Exploración Básica CuFeAu, Informe Geológico Prospecto El Quisco, Bloque Pejerreyes. Informe Técnico (Inédito). Santiago.

CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE, CODELCO. 2018. Manual para Proyectos de Exploración Geológica. Informe Interno (Inédito). 59 pp. Santiago.

FRASER. 2018. Suvey of Mining Companies 2018. Fraser Institute Annual: 86 pp. Vancouver.

FRIBLA, M. 2009. Exploración Básica FeOxCuAu, Bloque Pejerreyes, Proyecto Plazuela, Informe Recomendación de Sondajes. Informe Técnico (Inédito). Santiago.

FRIBLA, M. 2010. Bloque Alto de Quiles, Alteración y Mineralización Prospectos Puquios y Unicornio. Informe Técnico (Inédito). Santiago.

GAC. 2013. Scoping Ambiental Proyecto Plazuela. Región de Coquimbo. Informe Técnico (Inédito). Santiago.



GARAY, B. 1999. Prospecto Pampa Austral. Informe Geológico. Informe Técnico (Inédito). Santiago.

GARAY, B. 2011a. Blanco Allizon, Informe de Resultados de sondajes. Informe Técnico (Inédito). Santiago.

GARAY, B. 2011b. Antecedentes Geológicos Generales Prospecto Brecha Región de Atacama. Informe Técnico (Inédito). Santiago.

GARAY, B. 2011c. Prospecto Plazuela, Informe de Resultados de Sondajes 2010-2011. Informe Técnico (Inédito). Santiago.

GARAY, B. 2011d. Prospecto Puquios Revisión y Recomendaciones. Informe Técnico (Inédito). Santiago.

- GARAY, B. Y CERDA, A. 2009. Recomendación para Asociación, Bloque Chipana. Informe Interno (Inédito). 378 pp. Santiago.
- GARAY, B.; AGUIRRE, B.; IPINZA, M. Y HERVÉ, M. 2011. Exploración Básica de Seguimiento tipo Candelaria, Prospectos La Picota - Desierto Norte - Bayo- Añañuca- Quebrada Tabaco, Geología y Resultados de Sondajes. Informe Técnico (Inédito). Santiago.
- GARCÍA, G. 2010. Proyecto CuFeAu, Exploración Básica FeOxCuAu, Bloque Pejerreyes Informe Geológico Sector La Caldera. Informe Técnico (Inédito). Santiago.
- GARCÍA-GALLARDO, G. 2010. Proyecto CuFeAu, Bloque Pejerreyes, Informe Geológico Mapeo Escala 1:5000 Prospecto Atila. Informe Técnico (Inédito). Santiago.
- GEOLAB. 1996. Prospecto Infiernillo Lagunas de Teno. Informe Técnico (Inédito). Santiago.
- GIGGENBACH, W.F. 1997. The Origin and Evolution of Fluids in Magmatic-Hydrothermal Systems. *Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits*. Hubert, L. John Wiley and Sons Inc. Publication: 737-796.
- GRÖPPER, H. 2009. Exploración Básica FeOx CuAu, Bloque Desierto Región Atacama. Informe Técnico (Inédito). Santiago.
- GRÖPPER, H. 2010. Evaluación Geológica del Bloque de FeCuAu Alto de Quiles. Informe Técnico (Inédito). Santiago.
- GUSTAFSON, L.B. Y HUNT, J.P. 1975. The porphyry copper deposit at El Salvador, Chile. *Economic Geology*. Vol 70: 857-912 pp.
- HEIN, R. 1999a. Llano Gloria Norte, Exploración Básica de Seguimiento. Informe Técnico (Inédito). Santiago.
- HEIN, R. 1999b. Llano Campamento-Bayo, Exploración Básica de Seguimiento. Informe Técnico (Inédito). Santiago.

HERMOSILLA, N. 2010. Proyecto Área de Exploración Minera Plazuela, IV Región, Evaluación de Aspectos Patrimoniales y Arqueológicos. Informe Técnico (Inédito). Santiago.

JORC CODE. 2012. Australian Code for Reporting of Exploration Results, Minerals Resources and Ore Reserves. 44 pp. Camberra.

JORQUERA, F. 2016. Valorización de Activos Mineros Metálico de Cobre. Memoria para optar al Título de Geólogo. Universidad de Chile, Departamento de Geología (inédito): 94 pp. Santiago.

KILBURN, L. 1990. Valuation of Mineral Properties Wich do not Contain Exploitable Reserves. *Cim bulletin*. Vol. 83: 90-93.

LEY 18248 CÓDIGO DE MINERÍA. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, Santiago, Chile, 26 de septiembre de 1983.

LOWELL, D.J. Y GILBERT, J.D. Lateral and Vertical Alteration-Mineralization Zoning in. Vol 65: 373-407 pp.

MAKSAEV, V. 2001. Metalogénesis. Informe Interno (Inédito). 378 pp. Santiago.

MAKSAEV, V.Y ZENTILLI, M. 2002. Chilean strata-bound Cu (Ag) deposits: an Overview. Porter, T. M. PGC Publishing Adenaide: 185-205 pp. Canberra.

MILLÁN, A. 1998. Evaluación y Factibilidad de Proyectos Mineros. Editorial Universal: 395 pp. Santiago.

MMX. 2013. Proyecto de Exploración Desierto Zona Central, Contrato de Exploración y Promesa de Sociedad Compañía Contractual Minera los Andes y Minera MMX de Chile A.A. Informe Técnico (Inédito). Santiago.

MOREL, R. 2013a. Reconocimiento Geológico Prospecto Teno Sur. Informe Técnico (Inédito). Santiago.

- MOREL, R. 2013b. Reconocimiento Geológico del Prospecto Romeral Norte Área del Rio Teno. Informe Técnico (Inédito). Santiago.
- NAWEL. 2009. Proyecto Sondajes Blanco Retamo, Diagnóstico de Aspectos Culturales y Arqueológicos. Informe Técnico (Inédito). Santiago.
- NI 43-101. 2011. National Instrument 43-101 Standards of Disclosure for Mineral Projects. 44 pp. Ottawa.
- ONLEY, P. 1994. Multiples of Exploration Expenditure as a Basis for Mineral Valuation. Mineral Valuation Methodologies 1994. 191-197 pp. Camberra.
- PIQUER, J. 2003. Geología del Prospecto Infiernillo, Escala 1:25.000. Informe Técnico (Inédito). Santiago.
- PORTER, M. 1987. Ventaja Competitiva. Grupo Editorial Patria: 592 pp. Ciudad de México.
- RIVERA, O. 2011. Programa de Exploración Básica Pórfidos Cupríferos Zona Sur. Reconocimiento Geológico del Prospecto los Custodios. Informe Técnico (Inédito). Santiago.
- SAMREC CODE. 2016. The South African Code For The Reporting Of Exploration Results, Mineral Resources And Mineral Reserves. 88 pp. Municipio Metropolitano de Johannesburgo.
- SAMVAL. 2016. The South African Code For The Reporting Of Mineral Asset Valuation. 11 pp. Ciudad del Cabo.
- SAPAG, N. Y SAPAG, R. 1989. Preparación y Evaluación de Proyectos. MacGraw-Hill Interamericana de México, S.A.: 388 pp. Ciudad de México.
- SOUTHERN GEOSCIENCE. 2011. Aeromagnetic Radiometric Survey Review Salar Grande Preliminary Interpretation. Informe Técnico (Inédito). Santiago.
- VALMIN. 2015. The Code for the Technical Assessment and Valuation of Mineral and Petroleum Assets and Securities for Independent Expert Reports. 42 pp. Camberra.

WARD, M. Y LAWRENCE, R. 1998. Comparable Transaction Analysis the Market Place is always Right. *Short Course*. Canada.

YAÑEZ, G. 2008. Evaluación Geofísica de Pertenencia Minera, Prospecto Desierto. Informe Técnico (Inédito). Santiago.



# ANEXOS



## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo</b>		<b>Página</b>
1	ANEXO 1 MULTIPLE OF EXPLORATION EXPENDITURES .....	114
2	ANEXO 2 KILBURN MODIFICADO .....	122
3	ANEXO 3 TRANSACCIONES COMPARABLES, VALOR POR UNIDAD DE ÁREA.....	127



## ANEXO 1 MULTIPLE OF EXPLORATION EXPENDITURES

### BLOQUE CHIPANA

#### Cálculo Costos Propiedad Minera

Factores	Valores
UTM	\$48.741
Dólar	\$680
Años Protección	12
Superficie ha. Exploración	26.938
Superficie ha. Explotación	5.443

Concesión de Exploración		Valor Unitario			
		Constitución		Patente Anual	
ha	N° Ped.	Pesos	dólar	Pesos	dólar
100	269	223.705	329	97.482	143
400	67	722.265	1.062	389.928	573

Concesión de Explotación		Valor Unitario			
		Constitución		Patente Anual	
ha	N° Ma.	Pesos	dólar	Pesos	dólar
100	54	1.930.412	2.839	487.410	717
400	14	3.326.542	4.892	1.949.640	2.867

Constitución Exploración US\$	Patente Anuales US\$	Sumatoria US\$	Sumatoria x N° de pedimentos US\$	Promedio US\$
1.974	1.720	3.694	995.127	943.859,091
6.373	6.881	13.254	892.591	

Constitución Explotación US\$	Patente Anuales US\$	Sumatoria US\$	Sumatoria x N° de pedimentos US\$	Promedio US\$
2.839	8.601	11.440	622.690	578.714,468
4.892	34.405	39.297	534.739	

Sumatoria de Promedios US\$	1.522.573,56
-----------------------------	--------------

### Cálculo Costos Estudios

Geofísica	Estudio	Área km <sup>2</sup>	Costos US\$
	Magnetometría y Radiometría	250	13.750

## BLOQUE FAMILIANI

### Cálculo Costos Propiedad Minera

Factores	Valores
UTM	\$48.741
Dólar	\$680
Años Protección	12
Superficie ha. Exploración	2.100
Superficie ha. Explotación	400

Concesión de Exploración		Valor Unitario			
		Constitución		Patente Anual	
ha	N° Ped.	Pesos	dólar	Pesos	dólar
100	21	223.705	329	97.482	143
400	5	722.265	1.062	389.928	573

Concesión de Explotación		Valor Unitario			
		Constitución		Patente Anual	
ha	N° Ma.	Pesos	dólar	Pesos	dólar
100	4	1.930.412	2.839	487.410	717
400	1	3.326.542	4.892	1.949.640	2.867

Constitución Exploración US\$	Patente Anuales US\$	Sumatoria US\$	Sumatoria x N° de pedimentos US\$	Promedio US\$
1.974	1.720	3.694	77.577	73.580,2246
6.373	6.881	13.254	69.584	

Constitución Explotación US\$	Patente Anuales US\$	Sumatoria US\$	Sumatoria x N° de pedimentos US\$	Promedio US\$
2.839	8.601	11.440	45.761	42.529,0809
4.892	34.405	39.297	39.297	

Sumatoria de Promedios US\$	116.109,306
-----------------------------	-------------

### Cálculo Costos Estudios

Geofísica	Estudio	N°	Largo km	Costos US\$
	Perfiles AMT	2	5,6	39.200

## BLOQUE TENO SUR

### Cálculo Costos Propiedad Minera

Factores	Valores
UTM	\$48.741
Dólar	\$ 680
Años Protección	12
Superficie ha. Exploración	14.100
Superficie ha. Explotación	3.200

Concesión de Exploración		Valor Unitario			
		Constitución		Patente Anual	
ha	N° Ped.	Pesos	dólar	Pesos	dólar
100	141	223.705	328,97794	97.482	143,36
400	35	722.265	1.062,15441	389.928	573,42

Concesión de Explotación		Valor Unitario			
		Constitución		Patente Anual	
ha	N° Ma.	Pesos	dólar	Pesos	dólar
100	32	1.930.412	2.838,84	487.410	716,78
400	8	3.326.542	4.891,97	1.949.640	2.867,12

Constitución Exploración US\$	Patente Anuales US\$	Sumatoria US\$	Sumatoria x N° de pedimentos US\$	Promedio US\$
1.973,87	1.720,27	3.694,14	520.873,49	494.038,651
6.372,93	6.881,08	13.254,01	467.203,81	

Constitución Explotación US\$	Patente Anuales US\$	Sumatoria US\$	Sumatoria x N° de pedimentos US\$	Promedio US\$
2.838,84	8.601,35	11.440,19	366.086,21	340.232,647
4.891,97	34.405,41	39.297,39	314.379,08	

Sumatoria de Promedios US\$	834.271,298
-----------------------------	-------------

### Cálculo Costos Estudios

Estudio	Detalle	km <sup>2</sup>	días terreno	días gabinete	n° de vuelos
Mapa	1:20.000	225	3	3	1
Mapa	1:25.000	15	14	14	1
Mapa	1:25.000	40	6	6	1
Mapa	1:50.000	108	14	14	1

Costo Senior US\$	Costo Junior US\$	Costo Ayudante US\$	Costo Chofer US\$	Costo Camioneta US\$	Costo alojamiento US\$	Costo pasaje US\$	Costo Alimentación US\$	Extras US\$	Costos total US\$
2.494	2.203	722	283	319	2.426	610	1.694	3.500	14.251
11.639	10.282	3.369	1.320	1.320	11.324	610	7.906	3.500	51.268
4.988	4.407	1.444	566	638	4.853	610	3.388	-	20.893
17.458	-	2.527	1.980	2.232	10.191	549	2.224	3.500	40.660

Petrografía	Estudio	N°	Costos US\$
	Cortes	16	1.120
	Cortes	100	7.000

Geoquímica	Estudio	Muestras	Costos US\$
	ICP	20	900
	ICP	9	405
	ICP	46	2.070
	ICP y DRX	10	450

## BLOQUE LOS CUSTODIOS-ÑUBLE ALTO

### Cálculo Costos Propiedad Minera

Factores	Valores
UTM	\$48.741
Dólar	\$680
Años Protección	12
Superficie ha. Exploración	5.900
Superficie ha. Explotación	2.500

Concesión de Exploración		Valor Unitario			
		Constitución		Patente Anual	
ha	N° Ped.	Pesos	dólar	Pesos	dólar
100	59	223.705	329	97.482	143
400	15	722.265	1.062	389.928	573

Concesión de Explotación		Valor Unitario			
		Constitución		Patente Anual	
ha	N° Ma.	Pesos	dólar	Pesos	dólar
100	25	1.930.412	2.839	487.410	717
400	6	3.326.542	4.892	1.949.640	2.867

Constitución Exploración US\$	Patente Anuales US\$	Sumatoria US\$	Sumatoria x N° de pedimentos US\$	Promedio US\$
1.974	1.720	3.694	217.954	206.725,393
6.373	6.881	13.254	195.497	

Constitución Explotación US\$	Patente Anuales US\$	Sumatoria US\$	Sumatoria x N° de pedimentos US\$	Promedio US\$
2.839	8.601	11.440	286.005	265.806,756
4.892	34.405	39.297	245.609	

Sumatoria de Promedios US\$	472.532,149
-----------------------------	-------------

### Cálculo Costos Estudios

Estudio	Detalle	km <sup>2</sup>	días terreno	gabinete	N° vuelos
Mapa	1:25.000	36	5,4	5	1
Mapa	1:5.000	4	30	30	2

Costo Senior US\$	Costo Junior US\$	Costo Ayudante US\$	Costo Chofer US\$	Costo Camioneta US\$	Costo alojamiento US\$	Costo pasaje US\$	Costo alimentación US\$	Costos total US\$
4.323	3.819	1.299	509	574	4.368	610	94.500	110.002
12.470	-	1.805	-	1.595	4.853	244	1.059	22.025

Estudio	N°	Costos US\$
Cortes Pulidos	2	140
Cortes Transparentes	2	140

Estudio	N°	Costos US\$
ICP	41	1.845
ICP	21	945
ICP	9	405
ICP	62	2.790

## BLOQUE ALTO DE QUILES

### Cálculo Costos Propiedad Minera

Factores	Valores
UTM	\$48.741
Dólar	\$680
Años Protección	12
Superficie ha. Exploración	4.650
Superficie ha. Explotación	1.500

Concesión de Exploración		Valor Unitario			
		Constitución		Patente Anual	
ha	N° Ped.	Pesos	dólar	Pesos	dólar
100	47	223.705	329	97.482	143
400	12	722.265	1.062	389.928	573

Concesión de Explotación		Valor Unitario			
		Constitución		Patente Anual	
ha	N° Ma.	Pesos	dólar	Pesos	dólar
100	15	1.930.412	2.839	487.410	717
400	4	3.326.542	4.892	1.949.640	2.867

Constitución Exploración US\$	Patente Anuales US\$	Sumatoria US\$	Sumatoria x N° de pedimentos US\$	Promedio US\$
1.974	1.720	3.694	171.777	162.927,64
6.373	6.881	13.254	154.078	

Constitución Explotación US\$	Patente Anuales US\$	Sumatoria US\$	Sumatoria x N° de pedimentos US\$	Promedio US\$
2.839	8.601	11.440	171.603	159.484,053
4.892	34.405	39.297	147.365	

Sumatoria de Promedios US\$	322.411,694
-----------------------------	-------------

### Cálculo Costos Estudios

Estudio	Detalle	km	km <sup>2</sup>	días terreno	días gabinete	N° vuelos
Mapa	1:10.000	5x7 km	35	42	42	3
Mapa	1:10.000	5x6 km	30	36	36	2

Costo Senior US\$	Costo Junior US\$	Costo Ayudante US\$	Costo Chofer US\$	Costo Camioneta US\$	Costo alojamiento US\$	Costo pasaje US\$	Costo alimentación US\$	Total US\$
17.458	15.423	5.053		2.232	14.576	1.200	168	\$56.111
14.964	13.220	4.331		1.913	12.494	800	144	\$47.866

Estudio	km <sup>2</sup>	Costos US\$
Magnetometría terrestre	20	1.300
Magnetometría aérea	60	3.300

Estudio	N°	Costos US\$
ICP	72	3.240
ICP	70	3.150

## RESUMEN

Activo Exploración Básica	Costos Estudios US\$	Múltiplo Potencial	Valor US\$
Chipana	1.536.324	1	1.536.324
Familiani	112.780	0,5	56.390
Teno Sur	973.289	1,5	1.459.934

Activo Exploración Básica-Seguimiento	Costos Estudios US\$	Múltiplo Potencial	Valor US\$
Los Custodios-Ñuble Alto	610.824	1,5	916.236
Alto Quiles	437.379	1,5	656.068

## ANEXO 2 KILBURN MODIFICADO

### CATEGORÍA UBICACIÓN

Número	Factor	Subcategorías
1	1	Presencia de trabajos exploratorios (1 o +)
2	1,5	Presencia de pequeña minería
3	2	Pequeña minería (2 o +)
4	3,5	Presencia de mediana minería
5	4	Mediana minería (2 o +)
6	4,5	Gran minería
7	5	Gran minería (2 o +)

Factor	Pampa Austral	Desierto		El Tofo	Pejerreyes	Alto de Quiles
		Brecha	D. Norte-Pampa			
	2	2	4	2	3,5	3,5

Factor	Gloria	Los Custodios-Ñuble Alto	Roberto

### CATEGORÍA MINERALIZACIÓN

Categoría	Número	Subcategorías
2	8	Sin datos de sondajes >0.2% Cu equivalente
2	9	Intersecciones métricas >0.2% Cu equivalente 1 sondaje
2	10	Intersecciones métricas >0.2% Cu equivalente 2 sondajes
2	11	Intersecciones métricas >0.2% Cu equivalente 3 sondajes
2	12	Intersecciones de decenas de metros >0.2% Cu equivalente 1 sondaje
2	13	Intersecciones de decenas de metros >0.2% Cu equivalente 2 sondajes
2	14	Intersecciones de decenas de metros >0.2% Cu equivalente 3 sondajes
2	15	Intersecciones de centenas de metros >0.2% Cu equivalente 1 sondaje
2	16	Intersecciones de centenas de metros >0.2% Cu equivalente 2 sondajes
2	17	Intersecciones de centenas de metros >0.2% Cu equivalente 3 sondajes

Factor	Pampa Austral	Desierto		El Tofo	Pejerrelles	Alto de Quiles
		Brecha	D.Norte-Pampa			
	2	1	1	2	2	1

	Gloria	Los Custodios- Ñuble Alto	Roberto
Factor	1	1	1

## CATEGORÍA GEOFÍSICA-GEOQUÍMICA

Número	Factor	Subcategorías
18	1	Sin estudios
19	2	1 o más estudios geofísicos
20	3	1 o más estudio geofísico con contrastes
21	4	1 o más estudio con buena resolución y contrastes
22	2	Anomalía positiva de elementos complementarios a commodity principal
23	3	Anomalía positiva de commodity principal
24	4	Anomalía positiva de commodity principal en área importante

	Pampa Austral	Desierto		El Tofo	Pejerreyes	Alto de Quiles
		Brecha	D.Norte-Pampa			
Factor Geoquímica	4	4	4	4	4	4
Factor Geofísica	4	3	3	3	3	3

	Gloria	Los Custodios- Ñuble Alto	Roberto
Factor Geoquímica	4	4	4
Factor Geofísica	4	1	4

## CATEGORÍA PATRONES FAVORABLES

### IOCG-Estratoligados

Patrón Favorable 1	Mineralogía principal
x	Sin evidencia
x	Hematita-goetita
x	Hematita-magnetita
x	Magnetita, mushketovita
x	Sulfuro u oxidados de Cu
si	Magnetita y sulfuro u oxidados de Cu

Patrón Favorable 2	Litología
x	Depósitos recientes
x	Volcánica o Volcanoclástica, Sedimentaria (calcárea), Ígnea (1/3)
x	Volcánica o Volcanoclástica, Sedimentaria (calcárea), Ígnea (2/3)
si	Volcánica o Volcanoclástica, Sedimentaria (calcárea), Ígnea (3/3)

Patrón Favorable 3	Estructuras
x	Sin evidencia
x	Estructuras regionales (Sistemas de fallas)
x	Fallas secundarias (a estructuras regionales)
x	Fallas distritales
si	Intersección de fallas con mineralización asociada

Patrón Favorable 4	Alteraciones
x	Sin evidencia
x	Sódica-cálcica
x	Sódica-cálcica y Sericítica o Potásica
si	Sódica-cálcica y Sericítica y Potásica

Número	Factor	Subcategorías
25	1	Sin patrones favorables
26	2	1 patrón favorable
27	2,5	2 patrones favorables
28	3	3 patrones favorables
29	4	4 patrones favorables

	Pampa Austral	Desierto		El Tofo	Pejerreyes	Alto de Quiles
		Brecha	D. Norte-Pampa			
Valor Criterio Patrones Favorables	2,5	1	2	4	3	3

### Pórfidos-Epitermales

Patrón Favorable 1	Mineralogía
x	Sin evidencia
x	Limonita
x	Oxidados de Cu
x	Sulfuros de Cu
si	Oxidados de Cu + Sulfuros de Cu

Patrón Favorable 2	Litología
x	Depósitos recientes
x	Sedimentaria
x	Volcánica o Volcanoclástica
x	Intrusiva
x	Intrusivos ácidos
si	Intrusiva - Volcánica o Volcanoclástica

Patrón Favorable 3	Estructuras
x	Sin evidencia
x	Estructuras regionales (Sistemas de fallas)
x	Fallas distritales
si	Intersección de fallas con mineralización asociada

Patrón Favorable 4	Alteraciones
x	Sin evidencia
x	Propilítica
x	Argílica hidrotermal o silicificación
x	Fílica
x	Combinación 2 anteriores
x	Combinación 3 o + anteriores
x	Potásica
si	Intersección Potásica - Fílica

Número	Factor	Subcategorías
25	1	Sin patrones favorables
26	2	1 patrón favorable
27	2,5	2 patrones favorables
28	3	3 patrones favorables
29	4	4 patrones favorables

	Gloria	Los Custodios-Ñuble Alto	Roberto
Factor	2,5	2	3

## RESUMEN

	Pampa Austral	Desierto		El Tofo	Pejerreyes	Alto Quiles
		Brecha	D. Norte-Pampa			
Ubicación	2	2	4	2	3,5	3,5
Mineralización	2	1	1	2	2	1
Geofísica-Geoquímica	4	4	4	4	4	4
Patrones Favorables	2,5	1	2	4	3	3
Múltiplo	40,00	8,00	32,00	64,00	84,00	42,00
N° Hectáreas	25497	1410	5059	6679	17277	6150
Costo propiedad minera 1 año US\$	165.555	10.107	27.087	25.510	83.125	17.418
Valor Kilburn Modificado US\$	6.622.200	80.853	866.787	1.632.651	6.982.492	731.545

	Gloria	Los Custodios-Ñuble Alto	Roberto
Ubicación	4,5	1	4,5
Mineralización	1	1	1
Geofísica-Geoquímica	4	4	4
Patrones Favorables	2,5	2	3
Múltiplo	45,00	8,00	54,00
N° Hectáreas	9458	8400	5932
Costo propiedad minera 1 año US\$	10.408	26.377	10.408
Valor Kilburn Modificado US\$	468.344	211.020	562.012

## ANEXO 3 TRANSACCIONES COMPARABLES, VALOR POR UNIDAD DE ÁREA

N°	SNL Deal Key	Property ID(s)	Deal Primary Commodity	Deal Type	Completion/ Termination Date	Deal Status	Target
1	1371728	66781	Copper	Metals & Mining Property	22-02-2018	Completion	Lucky Mike project
2	1532159	67547	Copper	Metals & Mining Property	01-04-2019	Completion	Sparrowhawk property
3	1458801	49971	Copper	Metals & Mining Property	09-07-2018	Completion	Pampa Union and Paciencia projects
4	1488443	24499	Copper	Metals & Mining Property	30-01-2019	Completion	Kay mine
5	1517746	51798	Copper	Metals & Mining Property	10-12-2018	Completion	Virgin River property
6	1548598	38812	Copper	Metals & Mining Property	21-05-2019	Completion	Mohave project
7	218320	35150	Copper	Metals & Mining Property	09-12-2016	Completion	Axe project
8	1482499	82926	Copper	Metals & Mining Property	16-01-2019	Completion	Stu property
9	755139	36131	Copper	Metals & Mining Property	08-09-2017	Completion	Mineral claim tenures
10	847344	67516, 75860	Copper	Metals & Mining Property	01-07-2019	Completion	Fraser Range projects
11	756404	37193	Copper	Metals & Mining Property	12-09-2017	Completion	Aspen Grove project
12	221411	27710	Copper	Metals & Mining Property	27-03-2017	Completion	Unca Creek project
13	230396	25740	Copper	Metals & Mining Property	14-12-2017	Completion	Kutcho project
14	213528	25775	Copper	Metals & Mining Property	22-09-2016	Completion	Lustdust property
15	216363	26947	Copper	Metals & Mining Property	27-09-2016	Completion	Okeover project
16	1060464	38427	Copper	Metals & Mining Property	30-11-2017	Completion	Araya Breccia Copper project
17	1060516	38427	Copper	Metals & Mining Property	08-07-2019	Completion	Los Azules project
18	1440181	57450	Copper	Metals & Mining Property	20-07-2018	Completion	Highlands project
19	1570403	83423	Copper	Metals & Mining Property	12-07-2019	Completion	Bakar property
20	1496433	57585, 81389	Copper	Metals & Mining Property	20-12-2018	Completion	Bali project
21	206322	39413	Copper	Metals & Mining Property	13-05-2019	Completion	Exeter claim
22	220387	27708	Copper	Metals & Mining Property	21-11-2016	Completion	Leigh Creek mine
23	570765	56752	Copper	Metals & Mining Property	26-09-2017	Completion	Churchill Dam project
24	221252	24499	Copper	Metals & Mining Property	19-07-2017	Completion	Kay Mine
25	1141023	38454, 61917, 65645	Copper	Metals & Mining Property	08-06-2018	Completion	Crowl Creek project
26	196259	51798	Copper	Metals & Mining Property	16-08-2016	Completion	Virgin River property
27	221066	41928	Copper	Metals & Mining Property	12-04-2017	Completion	Ichuana property
28	753717	37837, 52160	Copper	Metals & Mining Property	17-07-2018	Completion	Ilo Copper assets

N°	Target Continent	Buyer	Buyer Country	Seller	Seller Country	Deal Announcement Date
1	North America	ArcPacific Resources Corp.	Canada	Nexgeo Inc.	South Korea	21-02-2018
2	North America	ArcWest Exploration Inc.	Canada	Private investor - Mr. Rolland Menard		22-01-2019
3	South America	Arena Minerals Inc.	Canada	Sociedad Quimica y Minera de Chile S.A.	Chile	01-11-2017
4	North America	Coesus Gold Corp.	Canada	Silver Spruce Resources Inc.	Canada	28-09-2018
5	North America	Denison Mines Corp.	Canada	Tarku Resources Ltd.	Canada	10-12-2018
6	North America	Dunedin Ventures Inc.	Canada	Bluestone Resources Inc.	Canada	04-03-2019
7	North America	Evrin Resources Corporation	Canada	Investor group	Canada	09-12-2016
8	North America	Granite Creek Copper Ltd.	Canada	Private investors - William Harris & Sue Craig	-	14-09-2018
9	North America	Happy Creek Minerals Limited	Canada	Undisclosed sellers	-	08-09-2017
10	Australia/Oceania	Independence Group NL	Australia	Rumble Resources Limited	Australia	02-10-2017
11	North America	Kaizen Discovery Inc.	Canada	ITOCHU Corporation	Japan	08-09-2017
12	Australia/Oceania	KGL Resources Limited	Australia	Natural Resources Exploration Pty Ltd	Australia	27-03-2017
13	North America	Kutcho Copper Corp.	Canada	Capstone Mining Corporation	Canada	15-06-2017
14	North America	Lorraine Copper Corporation	Canada	ALQ Gold Corporation	Canada	16-06-2016
15	North America	Lorraine Copper Corporation	Canada	Prophecy Development Corp.	Canada	22-09-2016
16	South America	MASCLAS Limited	Chile	Revelo Resources Corp.	Canada	27-11-2017
17	South America	MASCLAS Limited	Chile	Revelo Resources Corp.	Canada	27-11-2017
18	Australia/Oceania	Minotaur Exploration Limited	Australia	Syndicated Metals Limited	Australia	23-05-2018
19	North America	MK2 Ventures Ltd.	Canada	Investor group	-	02-05-2019
20	Australia/Oceania	Norwest Minerals Limited	Australia	TasEx Geological Services Pty Ltd.	Australia	30-04-2018
21	South America	Red Metal Resources Ltd.	Canada	Minera Stamford S.A.	Australia	18-06-2015
22	Australia/Oceania	Resilience Mining Australia Limited	Australia	PNX Metals Limited	Australia	31-10-2016
23	Australia/Oceania	Rivers gold Limited	Australia	Debnal Pty Ltd	Australia	04-08-2017
24	North America	Silver Spruce Resources Inc.	Canada	Cedar Forrest LLC	-	21-03-2017
25	Australia/Oceania	Talisman Mining Limited	Australia	Kidman Resources Limited	Australia	09-01-2018
26	North America	Tarku Resources Ltd.	Canada	Eagle Plains Resources Limited	Canada	04-02-2014
27	South America	Tartisan Resources Corp.	Canada	Duran Ventures Inc.	Canada	16-03-2017
28	South America	Westminster Resources Ltd.	Canada	Latin Resources Limited	Australia	06-09-2017

N°	Percent of Equity Ownership Acquired	Deal Value/1M	Reported Currency Code	Deal Value USD	Deal Commodities
1	13	0,04	CAD	31499,13	Copper, Gold, Lead, Molybdenum, Silver, Tungsten, Zinc
2	100	0,01	CAD	7487,67	Copper, Gold
3	80	0,14	CLP	215010	Copper, Gold, Silver
4	100	0,29	USD	290000	Copper, Gold, Lead, Silver, Zinc
5	100	0	CAD	2252,27	Antimony, Arsenic, Bismuth, Cobalt, Copper, Gold, Silver, U3O8
6	100	0,2	USD	200000	Copper, Molybdenum, Silver
7	100	0,03	CAD	2276,63	Bismuth, Copper, Gold, Molybdenum, Tungsten
8	100	0,35	CAD	260195,02	Copper, Gold, Silver
9	100	0,04	CAD	33093,23	Copper, Gold, Molybdenum, Rhenium, Silver
10	70	0,09	AUD	59451,81	Cobalt, Copper, Nickel
11	40	0,29	CAD	239039,17	Copper, Gold
12	100	0,5	AUD	381775,47	Copper, Gold, Lead, Silver, Zinc
13	100	30,89	CAD	24078181,76	Copper, Gold, Silver, Zinc
14	100	0,35	CAD	268980,37	Copper, Gold, Lead, Molybdenum, Silver, Zinc
15	60	1,18	CAD	887159,28	Copper, Molybdenum
16	100	64	CLP	100000	Copper, Gold, Molybdenum, Silver
17	100	0,32	CLP	463590	Copper, Gold, Molybdenum, Silver
18	100	0,47	AUD	346750,54	Cobalt, Copper, Gold, Lead, Silver, U3O8, Zinc
19	100	0,25	CAD	191808,14	Copper, Silver
20	100	0,18	AUD	124855,14	Copper, Gold, Lead, Silver, Zinc
21	100	0,09	CLP	50000	Cobalt, Copper, Gold, Silver
22	100	0,1	AUD	73703,55	Copper
23	100	0,1	AUD	78874,46	Copper, Gold, U3O8
24	100	0,92	USD	920000	Copper, Gold, Lead, Silver, Zinc
25	100	0,25	AUD	189629,58	Copper, Gold, Lead, Silver
26	75	1,41	USD	1410000	Copper, Gold, U3O8
27	100	0,49	PEN	150606,5	Copper, Silver
28	100	17,99	PEN	5503940,19	Copper, Gold, Iron Ore, Molybdenum, Silver, Zinc

Nº	Deal Consideration	Completion/ Termination Date	Eam-in?	Joint Venture?	Primary Reserves Acquired (tonne)	Price Paid per tonne of Reserves (\$/mt)	Primary Reserves Acquired (tonne)	Price Paid per tonne of Reserves (\$/mt)	Primary Reserves Acquired (tonne)	Price Paid per tonne of Reserves Equivalent (\$/mt)
1	Common Stock	22-02-2018	No	No	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2	Cash, Common Stock, Royalty Issued	01-04-2019	No	No	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3	Unclassified	09-07-2018	No	Yes	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4	Cash, Debt Assumed, Non-contingent Future Payment	30-01-2019	No	No	NA	NA	NA	NA	NA	NA
5	Cash, Royalty Issued	10-12-2018	No	No	NA	NA	NA	NA	NA	NA
6	Cash, Common Stock, Contingent Payments, Royalty Issued	21-05-2019	No	No	NA	NA	NA	NA	NA	NA
7	Capital Expenditure, Contingent Payments, Royalty Issued, Unclassified	09-12-2016	No	No	NA	NA	NA	NA	NA	NA
8	Common Stock, Options/Warrants, Royalty Issued	16-01-2019	No	No	NA	NA	NA	NA	NA	NA
9	Cash, Common Stock	08-09-2017	No	No	NA	NA	NA	NA	NA	NA
10	Capital Expenditure, Unclassified	01-07-2019	Yes	Yes	NA	NA	NA	NA	NA	NA
11	Cash	12-09-2017	No	No	NA	NA	NA	NA	NA	NA
12	Cash	27-03-2017	No	No	NA	NA	NA	NA	NA	NA
13	Cash, Common Stock	14-12-2017	No	No	210,000	147.1	210,000	147.1	210,000	72,516
14	Capital Expenditure, Cash, Common Stock	22-09-2016	No	No	NA	NA	NA	NA	NA	NA
15	Common Stock, Contingent Payments, Debt Assumed	27-09-2016	No	No	NA	NA	NA	NA	NA	NA
16	Cash, Non-contingent Future Payment, Royalty Issued	30-11-2017	No	No	NA	NA	NA	NA	NA	NA
17	Cash, Royalty Issued	08-07-2019	No	No	NA	NA	NA	NA	NA	NA
18	Cash, Common Stock	20-07-2018	No	No	NA	NA	NA	NA	NA	NA
19	Capital Expenditure, Cash, Common Stock, Royalty Issued	12-07-2019	No	No	NA	NA	NA	NA	NA	NA
20	Capital Expenditure, Unclassified	20-12-2018	No	No	NA	NA	NA	NA	NA	NA
21	Cash, Royalty Issued	13-05-2019	No	No	NA	NA	NA	NA	NA	NA
22	Contingent Payments	21-11-2016	No	No	NA	NA	NA	NA	NA	NA
23	Common Stock	26-09-2017	No	No	NA	NA	NA	NA	NA	NA
24	Cash, Common Stock	19-07-2017	No	No	NA	NA	NA	NA	NA	NA
25	Unclassified	08-06-2018	No	No	NA	NA	NA	NA	NA	NA
26	Capital Expenditure, Cash, Common Stock, Royalty Issued	16-08-2016	No	No	NA	NA	NA	NA	NA	NA
27	Cash, Common Stock, Contingent Payments, Royalty Issued	12-04-2017	No	No	NA	NA	NA	NA	NA	NA
28	Cash, Common Stock, Non-contingent Future Payment	17-07-2018	No	No	NA	NA	NA	NA	NA	NA