



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

**ROL ESTRATÉGICO DE LA INVERSIÓN JAPONESA, EN EL DESARROLLO
DE LA INDUSTRIA MINERA CHILENA**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGÍSTER EN GESTIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS**

RODRIGO DE JESÚS GARCÍA AUBERT

**PROFESOR GUÍA:
JUAN IGNACIO GUZMÁN BARROS**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
JOSÉ MIGUEL CRUZ GONZÁLEZ
ROBERTO ALEJANDRO ECCLEFIELD ESCOBAR**

**SANTIAGO DE CHILE
2021**

**RESUMEN DE LA TESIS PARA OPTAR AL
GRADO DE:** Magíster en Gestión y Dirección de
Empresas
POR: Rodrigo García Aubert
FECHA: enero de 2021
PROFESOR GUÍA: Juan Ignacio Guzmán Barros

ROL ESTRATÉGICO DE LA INVERSIÓN JAPONESA, EN EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA MINERA CHILENA

En la minería de cobre de Chile, 9 empresas japonesas participan en 13 de los mayores proyectos privados del país. En esta tesis se analiza el rol estratégico que tienen las empresas japonesas en la materialización de proyectos mineros en Chile, se identifica y cuantifica el valor que aportan y se proyecta su rol a 2030.

Para lo cual se plantea un marco teórico basado en una revisión bibliográfica especializada en industria minera, economía y finanzas. Para luego, a la luz de este marco teórico, analizar los datos disponibles relacionados con la estructura del mercado minero y de fundiciones, la participación de empresa japonesas en proyectos mineros en Chile y en el mundo y los factores que motivan un mayor nivel de integración de estas empresas en la minería chilena.

A partir del análisis anterior, se identifican las palancas de valor relacionadas con: Un aumento del poder en el mercado mundial de concentrados producto de la integración. Reducción de costos operativos en las fundiciones en la medida que aseguran un suministro estable de concentrados de cobre. Reducción del costo de capital de proyectos mineros en que participan a través de financiamientos más eficiente, al entregar señales valiosas a los bancos, capturando subsidios al financiamiento proveídos por el gobierno de Japón. Bajos costos de transacción en la asociación entre empresas japonesas y mineras, en la medida que mantienen una relación de alto entrelazamiento. Finalmente se plantea un modelo numérico para cuantificar las sinergias y palancas de valor identificadas, y se aplica dicho modelo a un caso de estudio correspondiente a la venta que realizó Teck Resources del 30% del proyecto Quebrada Blanca fase II a dos empresas japonesas.

Se concluye que el rol de las empresas japonesas en la minería chilena consiste en apalancar el desempeño económico de los proyectos mineros, reducir asimetrías de información y ejecutar la política estatal de abastecimiento de materias primas del gobierno japonés. Con la ventaja competitiva de tener acceso a un financiamiento preferente, una relación estrecha con empresas mineras internacionales y una buena reputación en la participación de proyectos mineros en Chile y en el mundo. Se proyecta que a 2030 Japón incrementaría marginalmente su nivel de integración logrando el objetivo de asegurar un 80% de concentrado de cobre , pero enfrentando desafíos relacionados con un menor beneficio marginal de la integración para la economía japonesa, mayor complejidad en proyectos mineros, madurez del sector minero chileno y mayor rivalidad con China.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Rodrigo y Laura y a Jorge mi jefe por los últimos 5 años.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Relevancia de la inversión privada en la minería de Chile	1
1.2. Situación actual de la propiedad de la minería.....	1
1.3. Rol de los inversionistas japoneses en la minería (problemática).....	2
1.4. Literatura relacionada.....	2
1.5. Estructura de la tesis.....	3
OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	5
1.6. Objetivo general y específicos	5
1.7. Metodología	6
1.7.1. Flujo de trabajo.....	6
1.7.2. Información y datos.....	6
1.7.3. Análisis de datos y resultados	6
2. COMPONENTE ESTRATÉGICO	8
2.1. Mercado de concentrados de cobre	8
2.1.1. Desempeño de las estrategias realizadas por las fundiciones	11
2.1.2. Capacidad, utilización y costos de producción	13
2.1.3. Fundiciones en Japón: Un suministro contante para asegurar retornos	19
2.1.4. Gestión de la calidad	24
3. COMPONENTE ECONÓMICO FINANCIERO.....	26
3.1. Modelo japonés de financiamiento de proyectos	26
3.1.1. Bancos y seguros estatales	27
3.1.2. Fundiciones y casas de <i>trading</i>	28
3.1.3. Estructura y modelo de negocio	31
3.1.4. Ejemplo numérico de venta de posición minoritaria.....	34
3.1.5. Efecto de la deuda en proyectos mineros	35

3.1.6.	Costo de capital en minería	37
3.1.7.	Asimetrías de información: Señalización.....	39
3.1.8.	Valor de la información.....	43
3.2.	Relación de largo plazo y confianza	45
3.3.	Contexto Portfolio Mundial de operaciones mineras	48
4.	CASO DE ESTUDIO	50
4.1.1.	Venta del 30% de Quebrada Blanca Fase II a Sumitomo	50
5.	CONCLUSIÓN.....	61
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	65
7.	GLOSARIO	68
8.	ANEXO	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.	Cuota de Mercado Competitivo Fundiciones	10
Tabla II.	Estadísticas de fundición por país (2019)	13
Tabla III.	Propiedad, producción, costo y capacidad de fundiciones japonesas en 2016.....	21
Tabla IV.	Balance comercial fundiciones y casas de <i>trading</i> de Japón 2016.....	23
Tabla V.	Penalidades por impurezas en fundiciones japonesas y proyección de producción de concentrados complejos.....	25
Tabla VI.	Instituciones estatales de Japón involucradas en el abastecimiento de materias primas	27
Tabla VII.	Ejercicio numérico VAN antes y después de asociación con minoritario.....	34
Tabla VIII.	Comparación de costo financieros en la minería chilena	35
Tabla IX.	Impacto en VAN por reducción en costo financiero	36
Tabla X.	Análisis de señales de calidad de proyectos mineros.....	41
Tabla XI.	Ejemplo numérico de probabilidades y valor de la información.....	44
Tabla XII.	Relación de empresas japonesas y mineras en proyectos mineros	48
Tabla XIII.	Resumen de montos y costo del crédito para QB2	51
Tabla XIV.	Parámetros Fundición (Sumitomo Metal Mining- Fundición Toyo).....	54
Tabla XV.	Parámetros proyecto QB2.....	55
Tabla XVI.	Parámetros financieros Teck	55
Tabla XVII.	Parámetros financieros de Sumitomo	56
Tabla XVIII.	Cálculo de sinergias	57
Tabla XIX.	Valorización de Sinergias	59
Tabla XX.	Resumen de conclusiones	61
Tabla XXI.	Casas de <i>Trading</i> de Japón	74
Tabla XXII.	Propietarios de Fundiciones Japonesas	76

Tabla XXIII. Empresas Mineras de Cobre de Clase Mundial asociadas a empresas japonesas...76

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración i.	Cuota de Mercado Total de Fundiciones	8
Ilustración ii.	Cargos totales de fundición y HHI	11
Ilustración iii.	Retorno total del accionista Fundiciones 2010-2020	12
Ilustración iv.	Balance de comercial de concentrados por país.....	14
Ilustración v.	Costo C1 de fundición (TC) por país en 2016	15
Ilustración vi.	Cash cost cargos por tratamiento por fundición (mercado total)	16
Ilustración vii.	Costo C1 Fundición (TC) Mercado Relevante.....	16
Ilustración viii.	Incremento de capacidad de fundición en China (2019-2023)	17
Ilustración ix.	Capacidad de fundición mundial (2019-2025).....	17
Ilustración x.	Margen Neto de Fundición Mercado Total.....	18
Ilustración xi.	Costo Fijo vs. Variable de fundición.....	18
Ilustración xii.	Préstamos estatales de Japón (JBIC) y China (Policy Banks) en Latinoamérica (2014).....	21
Ilustración xiii.	Productos de cobre manufacturados por Mitsubishi Materials Corporation..	29
Ilustración xiv.	Empresas Japonesas con participación en la minería chilena	30
Ilustración xv.	Estructura de financiamiento de proyectos mineros	31
Ilustración xvi.	Costo de capital y endeudamiento.....	38
Ilustración xvii.	Diagrama de señalización.....	40
Ilustración xviii.	Matriz de costos de transacción	47
Ilustración xix.	Fuentes de fondos para proyecto QB2	50
Ilustración xx.	Financiamiento del Proyecto QB2	51
Ilustración xxi.	Diagrama de señalización (Ejemplo Aplicado).....	82
Ilustración xxii.	Matiz de pagos y equilibrio de Nash.....	83

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1.	Índice de Lerner para un oligopolio	11
Ecuación 2.	Apalancamiento Operativo	19
Ecuación 2.	Cálculo de volumen para <i>off-take contract</i>	33
Ecuación 3.	Fórmula WACC (Costo de Capital Promedio Ponderado).....	34
Ecuación 4.	Duración de Macaulay, Duración Modificada y Sensibilidad VAN-WACC.....	36
Ecuación 5.	Fórmula modelo CAPM	38
Ecuación 6.	Teorema de probabilidad total y Teorema de Bayes	44

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A.	Cálculo de Retorno Total al Accionista de las principales fundiciones	71
Anexo B.	Cálculo del Grado de Apalancamiento Operativo.....	73
Anexo C.	Resumen de empresas privadas relacionadas.....	74
Anexo D.	Parámetros financieros de empresas mineras, casas de <i>trading</i> y fundiciones.	80
Anexo E.	Cálculo de TC, cargos totales y margen de fundición.....	81
Anexo F.	Ejemplo de señalización aplicado a financiamiento japonés	82

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Relevancia de la inversión privada en la minería de Chile

De acuerdo a Kuwayama (2015) la inversión extranjera en Chile ha sido clave para el desarrollo de su industria, en especial la minería. Se puede explicar parte relevante del crecimiento económico de Chile desde 1990-2010 producto del desarrollo de la minería de cobre y el encadenamiento productivo con otras industrias. Se estima que el 45% del PIB a 2010 se debe al desarrollo de la minería de cobre entre 1990 y 2010, al retorno de la democracia y la estabilidad macroeconómica de acuerdo con Meller *et al.* (2013). Cochilco (2020) establece que en ese período la producción de cobre aumentó +241% y el valor de las exportaciones de cobre un +580%, llegando a 5,4 millones de toneladas por año. En 2020 la minería privada representa el 72% de la producción, siendo la minería de capitales extranjeros el 59%. Mientras que, en 1990, la minería privada representaba el 22%. Este mayor crecimiento económico tiene contrapartida en 20 proyectos de nuevas minas que iniciaron operación en ese período. Entre 1990-2000, 12 proyectos entraron en operación, en el período 2001-2010, se construyeron 3 proyectos y en el período 2010-2020 5 proyectos¹. El auge se debió entre otras cosas a la disponibilidad de recursos mineros económicos inexplorados, la estabilidad macroeconómica del país, el estado de derecho, la disponibilidad de recursos humanos, señales del mercado y el apetito de los inversionistas locales y extranjeros por el metal Kuwayama (2015).

1.2. Situación actual de la propiedad de la minería

La propiedad de la gran minería en Chile se encuentra altamente concentrada, las cinco principales empresas (Codelco, BHP, Antofagasta Minerals, Anglo American y Glencore) representan el 83,6% de la producción a 2019, otros productores de la gran minería participan con un 12,2%, mientras que la pequeña y mediana minería un 4,2%.

- En Chile operan 10 de los 18 principales productores de cobre del mundo².
- Excepto por Spence, Mantos Blancos y Carmen de Andacollo, todas las empresas privadas de la gran minería de Chile productoras de concentrados de cobre tienen al menos un socio japonés.
- Los inversionistas japoneses están presentes como inversionistas minoritarios, 9 de las 12 fundiciones y principales casas de *trading* (*Sogo Shosha*) de Japón³.
- La primera incorporación de una empresa japonesa en minería de cobre en Chile fue *Mitsubishi Corporation* en Escondida en 1985, y la última fue *Mitsubishi Materials* en 2020 con Mantoverde. De acuerdo con S&P Global (2020) entre 1985 y 2020 se han registrado 20 operaciones de fusiones y adquisiciones en minería que involucran a empresas japonesas en Chile.

¹ En 1990 Escondida, en 1994. Candelaria, Cerro Colorado, Quebrada Blanca, El Abra y Michilla, en 1995, Zaldívar y Mantoverde en 1996, en 1998 Collahuasi, Radomiro Tomic y Lomas Bayas, Pelambres en el 2000, Spence en 2006, Tesoro 2001, Gaby en 2008, Esperanza en 2011, en 2013-2014, Ministro Hales, Sierra Gorda y Caserones, y finalmente Antucoya en 2015.

² Están presentes BHP, Glencore, Codelco, Freeport McMoran, Angloamerican, Antofagasta Minerals, Rio Tinto, Teck, KGHM y Barrick. No están presentes; Grupo México-Southern Copper, First Quantum, Norisk Nickel, Zijin Mining, Vale, KAZ Minerals, MMG y China Moly.

³ Están presentes las fundiciones Mitsubishi Electric, PPC (JX, Mitsui Mining), Sumitomo Metal Mining, Mitsubishi Materials y Nittetsu Mining. Las casas de *trading*, Mitsubishi Corp, Mitsui & Co, Marubeni Corp. y Sumitomo Corp. No están presentes, Furukawa Metals, Dowa Metals e Itochu Corp.

S&P Global (2020) también muestra que la presencia en términos de producción atribuida de inversionistas japoneses en la minería de Cobre en Chile (814 mil ton anuales) es más alta que en otros países mineros, como Perú (140 mil ton), EE. UU (128 mil ton), Canadá (10 mil ton) y Australia (8 mil ton). Además, es prácticamente el único grupo de inversionistas que actúa como minoritario (además de Río Tinto, Enami y Barrick).

1.3. Rol de los inversionistas japoneses en la minería (problemática)

La problemática abordada en esta tesis es que se desconoce el rol que juegan los inversionistas japoneses en la minería. Se sabe que no juegan el mismo rol que una empresa minera productora, a primera vista parece que buscan asegurar el suministro de materia prima para su industria de fundiciones, que sí bien es el objetivo principal, no lo es todo.

Normalmente estas empresas se han incorporado mediante subastas competitivas antes de iniciar la etapa de construcción de un nuevo proyecto que requiere fondos para financiarlo, además los precios pagados normalmente han incluido premios. El fundamento puede ser una sinergia entre minoritario y mayoritario, o en contraste debido al llamado *winner's curse*⁴ propuesto por Capen *et al.* (1971). Se analizarán fundamentos y casos que justifican una sinergia entre empresas japonesas y mineras.

Un aspecto crítico para la materialización de los proyectos mineros es asegurar un financiamiento eficiente para su construcción, lo que mejora significativamente el retorno del accionista. Los bancos y compañías de seguro deben tener la confianza de que el proyecto será exitoso. En esta medida, las señales percibidas por los bancos desde los patrocinadores son claves para obtenerlo. Se profundizará en las señales que el modelo japonés de financiamiento de proyectos mineros, entrega a los bancos que participan y el valor de esta estructura de financiamiento.

Hay que destacar la relación especial que existe entre operadores de clase mundial e inversionistas minoritarios japoneses, su asociación es de alcance global, única, de larga data, de mutuo beneficio y el valor de esta depende de diversos factores; especialmente cuando existen amenazas creíbles que favorecen la cooperación, proyectos de alta complejidad y restricciones internas para materializarlos. Se analizará el valor de la asociación.

1.4. Literatura relacionada

Para el desarrollo de esta tesis se revisará literatura académica relacionada con la problemática: Para entender el desarrollo de la industria minera en Latinoamérica y la influencia de la inversión extranjera entre 1990-2020 se revisarán los *papers* de Kamiya (2005) que contrasta el caso chileno y el peruano, el de Myers y Kuwayama (2016) que recopila la historia de integración económica de Japón con la región, específicamente en minería y el de Kuwayama (2015) que analiza la transición desde una relación puramente comercial entre Japón y Latinoamérica, a una relación de inversión extranjera directa con estructuras financieras sofisticadas y con el fundamento de

⁴ El concepto *winner's curse*, fue acuñado por un grupo de ingenieros de la empresa petrolera ARCOS. Donde en una subasta competitiva de valor común e información incompleta y asimétrica, el ganador ofrece un precio mayor al valor del real del activo, destruyendo valor para el comprador. Se hace patente cuando el comprador sobrestima la calidad del bien, mientras que el resto de los postores lo estiman de forma correcta y la diferencia entre el precio ganador y la ofrecida por los otros competidores es muy alta.

asegurar abastecimiento de materias primas, además de los efectos económicos de la integración para ambos.

Para entender el valor de asegurar un suministro confiable y de largo plazo de concentrados de cobre, así como la historia comercial; se revisará el libro de Humphreys (2015) que recopila la historia reciente de la industria minera global. Este libro detalla los principales hechos que justifican una mayor integración en la cadena de valor del cobre en los últimos 30 años, el rol de las fundiciones japonesas, de China como motor de la demanda y de las empresas mineras multinacionales como proveedores. Se revisará también el libro de Tilton y Guzmán (2016) en lo referente a la comercialización de minerales, poder de mercado y competitividad, para entender en la estructura existente en el mercado de concentrados de cobre, y las razones que justifican una integración vertical para el caso de las fundiciones japonesas.

Para entender como se ha realizado la integración de fundiciones japonesas en proyectos mineros, y el valor que ellas aportan, se revisarán las publicaciones de Brealy *et al.* (1996) y Yescombe (2014) sobre el funcionamiento y el valor de estructuras de *Project Finance*, en especial la participación de agencias de crédito a la exportación como JBIC en préstamos de largo plazo que involucran contratos de venta de concentrado como garantía a los prestamistas.

Luego para entender la forma en que las señales afectan el monto y costo del financiamiento bancario cuando existen asimetrías de información, se revisará el *paper* de revisión bibliográfica sobre teoría de señalización de Connelly (2011) y el libro de Vial y Zurita (2011). Para entender el efecto de la reputación en los costos de los créditos se revisará el *paper* de Arnoud y Anjan (1994) y para analizar el valor que tienen dichas señales para los prestamistas se revisará el *paper* sobre valor de la información de Howard (1966).

Para entender cómo se construye una asociación mutuamente beneficiosa y equilibrada en el largo plazo, entre empresas mineras controladoras y minoritarios japoneses, se revisará literatura sobre teoría de juegos, en particular el *paper* de Engle-Warnik y Slonim (2006) sobre juegos repetidos finitos e infinitos, el efecto de los castigos severos y amenazas creíbles en las decisiones de cooperación, las conclusiones de este *paper* se basa en un experimento empírico sobre el efecto de un juego infinito sobre el equilibrio cooperativo entre jugadores. Se revisará también literatura legal sobre acuerdos de accionistas, en especial los aspectos principales que deben tener para garantizar un gobierno corporativo alineado y con alto incentivo a la cooperación y que mitigue los conflictos de interés de Miliauskas (2013).

Finalmente, para concluir sobre la existencia y cuantificación de sinergias entre empresas japonesas minoritarias y mineras controladoras, se revisará la literatura sobre sinergias en procesos de fusiones y adquisiciones en específico la metodología que Garzella y Fiorentino (2014) proponen para el cálculo de sinergias financieras y operativas, que será aplicado al caso de estudio.

1.5. Estructura de la tesis

Esta tesis comienza con el contexto histórico y la motivación del problema; donde el crecimiento de la industria minera en Chile tiene como protagonistas secundarios a los inversionistas japoneses minoritarios, en su capacidad de aportantes de capital fresco a costos altamente competitivos, para la materialización de proyectos.

Luego, se plantea la problemática sobre el rol de las empresas japonesas como inversionistas minoritarios. A primera vista parece que están destruyendo valor como inversionistas financieros, pero lo que se intenta responder en esta tesis, a modo de hipótesis, es que existen sinergias cuantificables, de variadas magnitudes que dependen de diversos factores, que explican su rol como socios.

Luego se plantean los objetivos generales y específicos que tienen por finalidad entender el rol de la inversión japonesa en la minería chilena, la razón de su presencia, como lo logran, cuál es su proyección en el largo plazo, además de entregar una herramienta para la identificación de los factores que inciden en la magnitud del valor de la sinergia y un método para cuantificarla.

Para resolver la interrogante planteada en la sección 1.3, la tesis se divide de la siguiente manera:

En primer lugar, a modo de contextualización se realiza una revisión bibliográfica sobre el desarrollo de la industria minera en los últimos 30 años, para identificar tendencias relevantes respecto a la estructura del mercado de concentrados de cobre, enfocados en el poder de mercado, el efecto de rivalidad con China y la creciente escasez de fuentes confiables de concentrados limpios; los que justifican una mayor integración de las fundiciones con a las minas productoras de concentrados. Para luego analizar el proceso de integración de Chile y Japón y argumentar sobre el valor operacional de la integración vertical en este mercado.

En segundo lugar, en base a la información disponible de proyectos en Chile, de empresas mineras, instituciones de gobierno y la revisión bibliográfica de literatura académica, se argumentará sobre el valor del modelo japonés de financiamiento de proyectos. Se describirá la estructura estándar, la función de los bancos, compañías de seguro, las fundiciones y los inversionistas de capital. Con una reflexión sobre los factores que mejoran la eficiencia de esta estructura de financiamiento, como son el contexto macroeconómico de Japón, los incentivos que genera la estructura para mejorar la calidad de la información, el rol de las señales que entregan los patrocinadores a los prestamistas que reducen las asimetrías de información sobre el valor del proyecto, y que posibilitan financiamientos altamente eficientes.

En tercer lugar, se proyectará este modelo el tiempo, y la forma en que se equilibran los intereses entre inversionistas minoritarios y controladores; en particular la mitigación de conflictos y el rol de la relación de alcance global entre empresas mineras y japonesas. Se demostrará que el equilibrio duradero es de mutuo beneficio y es difícil de imitar.

Para concluir se realizará una matriz sobre los factores que habilitan y amenazan una sinergia entre las empresas mineras y los minoritarios japoneses para un proyecto específico; se propondrá una metodología para cuantificarla. Se aplicarán los conceptos de valor descritos anteriormente, para el caso de estudio de Quebrada Blanca Fase 2, proyecto minero controlado por Teck Resources, con un Capex de USD 4.700 millones, ubicado en la región de Tarapacá. En el cual, a fines de 2018, Sumitomo Metal Mining y Sumitomo Corporation adquirieron un 30% de participación a un costo de USD 1.200 millones.

OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

1.6. Objetivo general y específicos

Identificar el rol actual de las empresas japonesas en la inversión en minería, fundamentos que justifican una asociación valiosa, amenazas, desafíos, así como su rol futuro.

- Construir un marco teórico en base a la literatura sobre el mercado de minerales y fundiciones, para explicar la razón de su participación. (véase sección 2.1)
- Descripción de la estructura de propiedad de las principales mineras de Chile. Clasificación de las empresas japonesas involucradas, y de las compañías en que participan. (véase sección 3.1.2 y

- Anexo C)
- Entender la estructura financiera utilizada, el modelo de negocio y las ventajas que tienen frente a otros inversionistas. (véase sección 3.1.3 a 3.1.6)
- Aplicar teoría de señalización y valor de la información para el modelo japonés de financiamiento de proyectos mineros, para explicar el valor de la sinergia financiera. (véase sección 3.1.7 y 3.1.8)
- Aplicar teoría de juegos, para explicar el equilibrio en la asociación entre empresas japonesas y mineras. (véase sección 3.2 y 3.3)
- Construir una matriz con los factores que habilitan y amenazan el valor de la asociación con empresas japonesas en un proyecto específico, que permita cuantificar una sinergia. Y proyectar el valor de la asociación en el largo plazo. (véase sección 4 y 5)

1.7. Metodología

1.7.1. Flujo de trabajo

Se recopilarán los antecedentes bibliográficos, se planteará el problema y la metodología de resolución. Luego se definirán los fundamentos del valor de la asociación, agrupados en tres categorías:

- En el valor producto de la necesidad de asegurar un suministro estable de concentrados de cobre.
- En el valor de la información y de las señales que tienen como fin obtener un financiamiento eficiente de proyectos.
- El valor de la confianza en la asociación de controladores y minoritarios, y su equilibrio en el largo plazo.

Para terminar, se interpretarán los resultados, realizando una proyección de la asociación en el mediano y largo plazo en función de los factores de valor identificados, que se contrastarán con un caso de estudio y finalmente se realizarán las conclusiones relevantes.

1.7.2. Información y datos

Se recopilarán antecedentes relevantes para los objetivos de la tesis, información histórica de proyectos en Chile, sobre sus accionistas, información contable disponible con énfasis en las estructuras financieras utilizadas, estadísticas de empresas consultoras especializadas en el mercado de fundiciones, información pública de las empresas e instituciones financieras japonesas involucradas. Se revisará literatura académica sobre economía, finanzas; especialmente referente a inversión extranjera, mercado de metales, sinergias, señalización, valor de la información y teoría de juegos.

1.7.3. Análisis de datos y resultados

En base a la información pública recopilada, se analizará el estado actual y futuro de la industria de fundiciones en Japón, su capacidad actual y el volumen de concentrados asegurados en el mediano y largo plazo. En base a la información de las asociaciones materializadas en Chile entre empresas japonesas y mineras. Se definirá el modelo de negocios y se analizará la estructura básica

de asociación entre ellas, la interacción de los bancos y compañías de seguro para el financiamiento de proyectos. Incluyendo los roles de cada uno; funcionamiento de las estructuras de capital y deuda, acuerdos de accionistas, garantías y contratos de suministro.

Debido al alto costo financiero de un proyecto minero (típicamente intensos en capital y largos períodos de *payback*), es clave asegurar un financiamiento eficiente, la problemática está en que la calidad y el valor de un proyecto no son observables por las instituciones financieras; o dicho de otro modo existen asimetrías de información, por lo cual los bancos requieren una señal creíble respecto de valor del proyecto. Se utilizará literatura asociada a la economía que responde a los problemas de asimetrías de información, en particular teoría de señalización, la cual propone que las señales creíbles deben ser costosas para quienes las entregan sí es que son falsas y poco costosas sí son genuinas. Además, se aplicará el concepto de valor de la información, a las señales recibidas por los bancos y compañías de seguro que lo financian, para cuantificar su valor.

En una industria como la minera, donde constantemente se deben realizar inversiones para capturar mejoras en productividad, mantener y mejorar la calidad de los activos, es fundamental que los dueños mantengan una visión compartida y actúen con agilidad en la toma de decisiones evitando los disentimientos. La literatura económica resuelve el conflicto de los acuerdos utilizando teoría de juegos repetidos infinitos; donde la existencia de confianza fundamentada en amenazas creíbles juega un rol fundamental en mantener equilibrios cooperativos en el largo plazo. Utilizando esta teoría se analizará la efectividad de dichas amenazas en promover la cooperación y evitar los conflictos.

En base al análisis realizado sobre el mercado de concentrados de cobre, el financiamiento de proyectos y el valor de la asociación; se concluirá con la construcción de una matriz de factores que inciden en la existencia y valor de una sinergia entre empresas mineras controladoras y minoritarios japoneses y en base a la literatura financiera se propondrá una herramienta para cuantificarlas. Finalmente se aplicará dicha matriz a un caso de estudio, y se concluirá con el rol de los inversionistas japoneses como minoritarios en la industria minera.

2. COMPONENTE ESTRATÉGICO

2.1. Mercado de concentrados de cobre

En el mercado mundial de servicios de fundición de concentrado de cobre existe una alta concentración de mercado debido la existencia de minería integrada con fundiciones, un cartel de fundiciones en China con alta participación de mercado y contratos de abastecimiento de largo plazo especialmente de fundiciones japonesas, como se describe a continuación:

- Minería-Fundición Integrada (63% del mercado total): Se compone de empresas con foco minería que eligen mantener una porción de su producción minera integrada la fundición y refinera (Codelco, Glencore, Freeport, Southern Copper) que representan el 46% del mercado. De las fundiciones y casas de *trading* japonesas que tienen participación en minería de cobre con contratos de suministro de largo plazo, que representan el 9% del mercado. Y finalmente las fundiciones chinas que se encuentran parcialmente integradas con la minería local, que representan el 8% del mercado. Esta porción del mercado no compete en el mercado internacional de concentrados y no es parte del mercado relevante de fundiciones.
- Mercado relevante (37% del mercado total):
 - Cartel de fundiciones (CSPT-China, 20% del consumo de concentrados): Es el caso de las fundiciones chinas que se asocian para acordar términos de compra internacional de manera coordinada, fijando cargos mínimos y cuotas, el CSPT (*China Smelter Purchase Team*) está compuesto por 10 miembros y liderado por Jiangxi Copper; quien negocia los contratos anuales con las empresas mineras y establece los cargos mínimos de tratamiento para la importación de concentrados a China.
 - Fundiciones independientes o *custom smelter* (17% del consumo de concentrados): Es el caso de las fundiciones que no son partes de un cartel ni tienen un abastecimiento asegurado de largo plazo por integración vertical o por contrato, y negocian el suministro por medio de contratos temporales (típicamente anuales con opción de renovación) incluyendo a Aurubis, LS-Cable, Hindalco, Vedanta y Enami que representan el 14% del mercado total. Además de la porción correspondiente a fundiciones japonesas que compran concentrado de manera independiente utilizando su capacidad ociosa no contratada que representan el 3%.

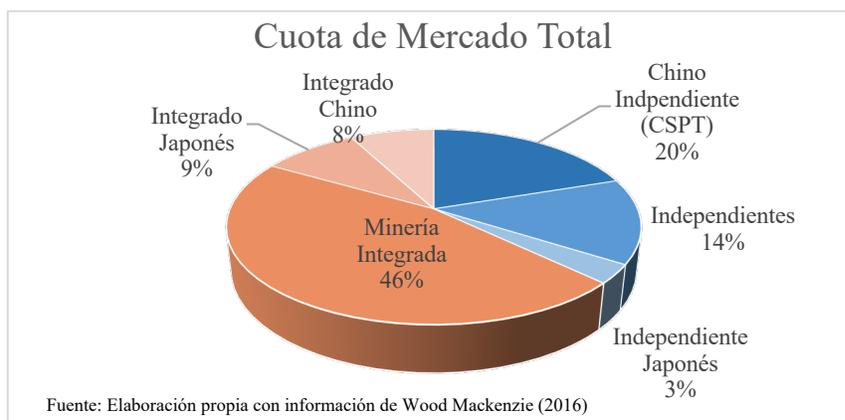


Ilustración i. Cuota de Mercado Total de Fundiciones

La porción integrada se considera cautiva (anaranjado en la Ilustración i) y no compite en el mercado como lo hacen las otras, representan el 63% del consumo. El mercado competitivo o relevante corresponde a las fundiciones independientes y el cartel de China, que representa el 37% restante (azulino en Ilustración i). Para calcular la concentración de la porción competitiva del mercado se supondrá que las fundiciones chinas independientes actúan como un solo competidor de manera coordinada y al resto de las fundiciones independientes fuera de China de forma particular, para efectos de simplificar el ejercicio se supondrá que fundiciones como Aurubis y NS-Nikko son 100% independientes, aunque en la realidad sí tienen contratos de largo plazo que hacen al mercado aún más concentrado.

El índice de concentración HHI (Índice de *Herfindahl-Hirschmann*) de la porción competitiva calculado en la Tabla I alcanza 0,32 y el C4 un 82%. El HHI se encuentra sobre el rango alto o mayor a 0,25 de acuerdo a las autoridades antimonopolio de EE.UU.⁵ y la U. E, lo que indica un alto poder de mercado de parte de China en el mercado de fundiciones y la existencia de un precio de mercado significativamente mayor al costo marginal, que es consistente con la realidad, donde el cargo total por fundición se encuentra en el rango de cUSD 23-31/lb⁶ (véase

⁵ De acuerdo a la [FTC de EE.UU](#)

⁶ Corresponde al recorrido inter cuartílico de cargos totales (cargo por tratamiento más bonos cobre, oro, plata y otros cargos aguas abajo) reportado por Wood Mackenzie (2016) para todas las fundiciones.

Anexo E.), mientras que el costo marginal de la porción competitiva del mercado entre cUSD 15-19/lb⁷ (véase Ilustración vii).

Tabla I. Cuota de Mercado Relevante de Fundiciones

#	Fundición o Grupo (Ubicación o nacionalidad propietario)	Tipo	Producción 2016 (Miles de ton Cu)	Cuota mercado relevante	HHI (CMR ²)
1	CSPT China (Cartel y seguidores)	Independiente China	2.660	54%	29%
2	Aurubis (Alemania)	Independiente	557	11%	1%
3	Sterlite Vedanta (India)	Independiente	501	10%	1%
4	Hindalco (India)	Independiente	358	7%	1%
5	LS Cable (Corea)	Independiente	272	5%	0%
6	Trafigura (Singapur)	Independiente	120	2%	0%
7	JX Nippon (Japón)	Independiente Japonés	94	2%	0%
8	Mitsubishi Materials (Japón)	Independiente Japonés	93	2%	0%
9	Sumitomo Metal Mining (Japón)	Independiente Japonés	82	2%	0%
10	ENAMI (Chile)	Independiente	76	2%	0%
11	Mitsui Mining Smelting (Japón)	Independiente Japonés	65	1%	0%
12	Furukawa (Japón)	Independiente Japonés	31	1%	0%
13	Dowa (Japón)	Independiente Japonés	28	1%	0%
14	Nittetsu (Japón)	Independiente Japonés	22	0%	0%
	Total		4.959		32%

Fuente: Elaboración propia en base a información de WoodMackenzie 2016 e Itochu Corp 2017

En la eventualidad de que las fundiciones japonesas y casas de *trading* fueran 100% independientes sin suministro asegurado y entraran a competir con toda su capacidad de fundición en el mercado mundial de concentrados, la participación de mercado de China caería del 54% al 43% y el HHI caería de 0,32 a 0,20 (considerado como un rango medio y aceptable por la legislación antimonopolios). En la Ilustración ii, se ejemplifica esta situación, suponiendo una elasticidad precio largo plazo de tratamiento de concentrados entre -0,8 como mínimo y -0,9 como máximo⁸; así el índice de Lerner (Ecuación 1) se encontraría en el rango 0,36-0,4 para la situación real al año 2016, mientras que en una situación similar, pero con todas las fundiciones japonesas sin suministro asegurado, el índice de Lerner se encontraría entre 0,23-0,25 ya que tendrían que competir en el mercado. Se concluye que las fundiciones japonesas se benefician al integrar las operaciones, ya que hacen al mercado que establece los precios de referencia menos competitivo y sus contratos de suministro de largo plazo se encuentran indexados al mercado de referencia. Para un mercado con cargos totales por fundición entre 23-31 cUSD/lb⁹, como se muestra en la Ilustración ii, la integración japonesa significa un sobre precio que se puede estimar entre 4,0 cUSD/lb como mínimo y 6,3 cUSD /lb como máximo.

⁷ Se considera el percentil 90-100 de la curva de costo *cash cost* neto del mercado relevante (véase Ilustración vii) y se excluye a Enami que presenta un *cash cost* neto de cUSD 22,8/lb, ya que es la única fundición independiente que opera con márgenes negativos, pese a lo cual continúa operando con cargos totales por cUSD 18,5/lb, si la empresa recibe subsidios equivalentes al a la pérdida reportada, entonces se supondrá que su costo marginal es menor o igual a su beneficio marginal para efectos del análisis económico.

⁸ Rango de elasticidad es tal que, sea consistente con los cargos por totales de tratamiento, el costo marginal y la concentración de mercado actual.

⁹ Un cargo total de fundición (incluyendo cargo por tratamiento, bonos y créditos) de cUSD 23/lb es equivalente a un TC benchmark de cUSD 13,6/lb o USD 79/TMS de concentrado (descontando cUSD 9,4/lb de bonos y créditos), un cargo total de fundición de cUSD 31/lb es equivalente a un TC benchmark de cUSD 21.6/lb o USD 125/TMS. Este rango es consistente con los cargos por tratamiento anuales y spot que entre 2013 y 2019 han estado en un rango entre USD 70/TMS como mínimo y USD 130/TMS como máximo. Véase

De acuerdo a las estadísticas de la aduana chilena en 2019¹⁰ se exportaron 13,1 millones de toneladas de concentrado con una ley promedio ponderado de 27% de contenido de cobre, la integración de las fundiciones japonesas significó un sobre costo anual promedio de USD 400 millones para Chile, solo si se considera el sobre precio por concepto de tratamiento, la integración también tiene efectos en los cargos por refinación, lo que podría incrementar el costo anual en 50%. Aunque el costo parece alto, la integración japonesa en la minería de Chile ha sido clave para el desarrollo de variados proyectos, por lo tanto, existe un beneficio que mitiga el efecto del sobre costo.

Ecuación 1. Índice de Lerner para un oligopolio

$$\frac{\text{Cargos Totales} - \text{Costo Marginal}}{\text{Cargos Totales}} = \frac{HHI}{|Elasticidad_p|}$$

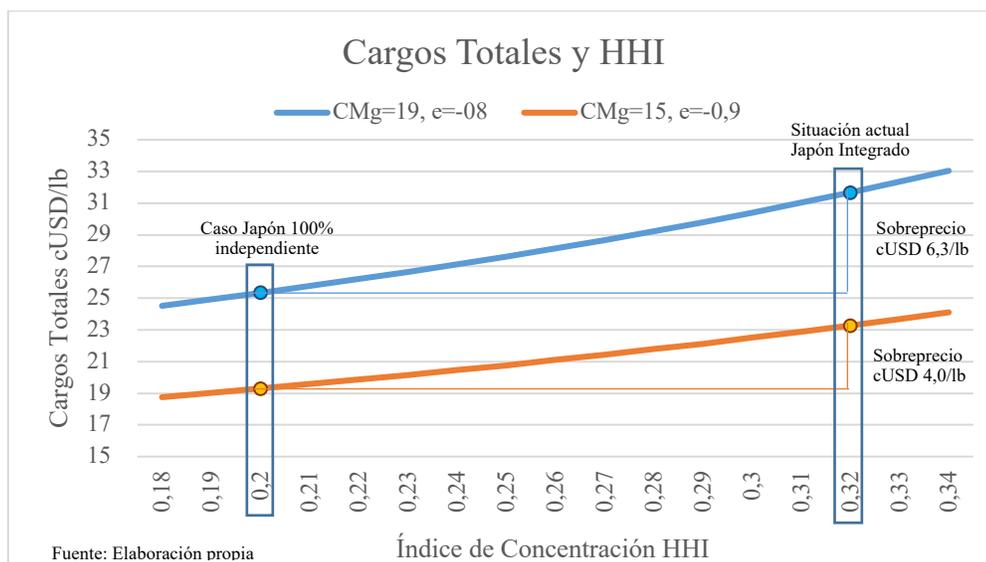


Ilustración ii. Cargos totales de fundición y HHI

Por otro lado, si la integración japonesa se incrementa en 100 mil toneladas anuales de cobre en concentrados, se incrementa el HHI del mercado relevante en 1,3%, el índice de Lerner en 0,015. Lo que implica un incremento en cargos totales de cUSD 0,55/lb; por lo tanto, nuevas integraciones marginales de empresas japonesas son beneficiosas para la industria de las fundiciones de ese país.

2.1.1. Desempeño de las estrategias realizadas por las fundiciones

A primera vista parece que este modelo de integración parece beneficioso para las fundiciones al incrementar los cargos totales por tratamiento y la tasa de ocupación, por lo que se evalúa el desempeño de las diferentes estrategias (Minería Integrada aguas abajo, fundiciones japonesas integradas, el cartel CSPT y fundiciones Independientes), tomando los datos de las principales fundiciones de cobre del mundo, las empresas listadas que las controlan; se calculó el desempeño medido como TSR (retorno total al accionista) para los períodos 2010-2015 y 2015-2020 (véase Anexo A.). El desempeño financiero de las empresas descritas permite agruparlas según las diferentes estrategias en las siguientes categorías:

¹⁰ [Base de datos 2019](#) de la aduana chilena

- Grupo de minería integrada: Son mineras con foco cobre, que incluye a Freeport McMoran y Southern Copper, se excluye a empresas mineras como Codelco, Antofagasta Minerals, BHP y Angloamerican ya que no están listadas, por tener un bajo grado de integración con fundiciones o ser altamente diversificadas.
- Grupo de fundiciones japonesas: Este incluye a Sumitomo Metal Mining, Mitsui Mining & Smelting, Mitsubishi Materials, Furukawa Electric y Nittetsu Mining, se excluye a las casas de *trading* japonesas, ya que no tienen participación en fundiciones de Japón.
- Grupo CSPT: Que incluye a las empresas chinas Daye, Yunan, Zijin Mining y Jiangxi Copper.
- Grupo fundiciones independientes: Este incluye a Aurubis y Boliden, que tienen su negocio principal enfocado en la fundición de concentrados de terceros.

Se incluye a otras empresas involucradas en el negocio de fundición, pero que no se pueden agrupar dentro de las categorías anteriores como Glencore, Hindalco, Tongling y JX Nippon.

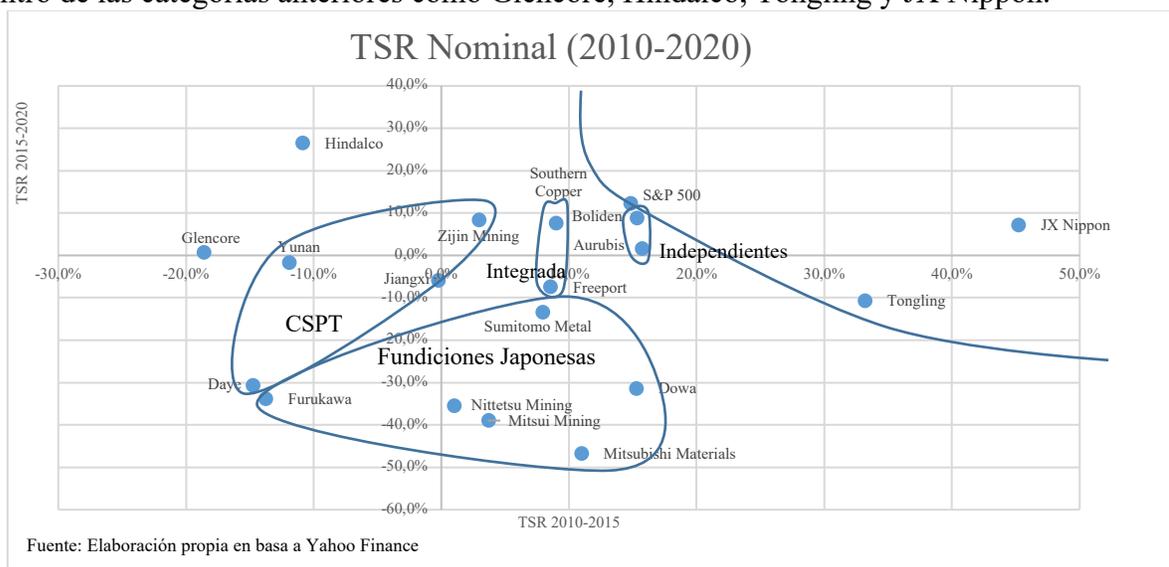


Ilustración iii. Retorno total del accionista Fundiciones 2010-2020¹¹

De la Ilustración iii, se observa que:

- Ningún grupo superó el desempeño 2010-2020 del índice S&P 500 (curva azul abierta).
- La estrategia de cartel del CSPT tuvo un desempeño promedio negativo en ambos períodos.
- La estrategia de integración hacia atrás de las fundiciones japonesas tuvo un desempeño promedio positivo entre 2010-2015, en parte debido a la exposición al superciclo de las materias primas y un desempeño negativo en 2015-2020 cuando el precio del cobre cayó y los proyectos en que participaban mostraron sobrecostos y deterioros.
- Las mineras integradas mostraron un alto desempeño en 2010-2015, y un menor desempeño entre 2015-2020, influenciadas por su exposición al ciclo del negocio minero. Aunque el desempeño en el decenio 2010-2020 fue mejor que para el grupo del CSPT y fundiciones japonesas.
- Las fundiciones independientes que compran concentrado de manera anticipada, que tratan concentrados complejos o buscan eficiencia operacional, mostraron un desempeño superior a las mineras integradas, al CSPT y las fundiciones japonesas.

¹¹ Información financiera disponible en finance.yahoo.com

- En el caso de Tongling, se observa un alto desempeño en el primer quinquenio; debido a que presenta un alto grado de integración mina-fundición, en el caso de JX Nippon, la empresa presenta un alto desempeño, en particular debido a su exposición a otros negocios, mientras que Glencore, es altamente diversificado (carbón, petróleo, minerales y agrícola), y en el caso de Hindalco, el cobre representa solo el 15% de sus ventas. En cada caso existen particularidades que explican la razón de la divergencia en sus resultados, respecto a sus competidores directos.

Lo que se puede concluir es que la integración expone a las fundiciones a riesgos del negocio minero como son sobre costos de construcción, operación y volatilidad precio de los metales y no existe una estrategia mejor que otra en términos de integración mina-fundición, cartel o independiente; y que dichas estrategias tienen un impacto real en el desempeño del negocio. Entonces, existe un *trade-off* entre nivel de integración, riesgo asociado y competitividad, un bajo nivel de concentrados asegurados podría ser una amenaza a la sustentabilidad económica de la fundición, mientras que un alto nivel de integración es altamente costoso, riesgoso y desincentiva la inversión en innovación en el negocio principal.

El modelo actual de integración japonesa parece no ser sostenible en el largo plazo, ya que el desempeño ha sido consistentemente deficiente, y solo se podría entender y proyectar por la existencia de estructuras que incentivan la integración, como sinergias operativas, financieras, subsidios y poder de mercado.

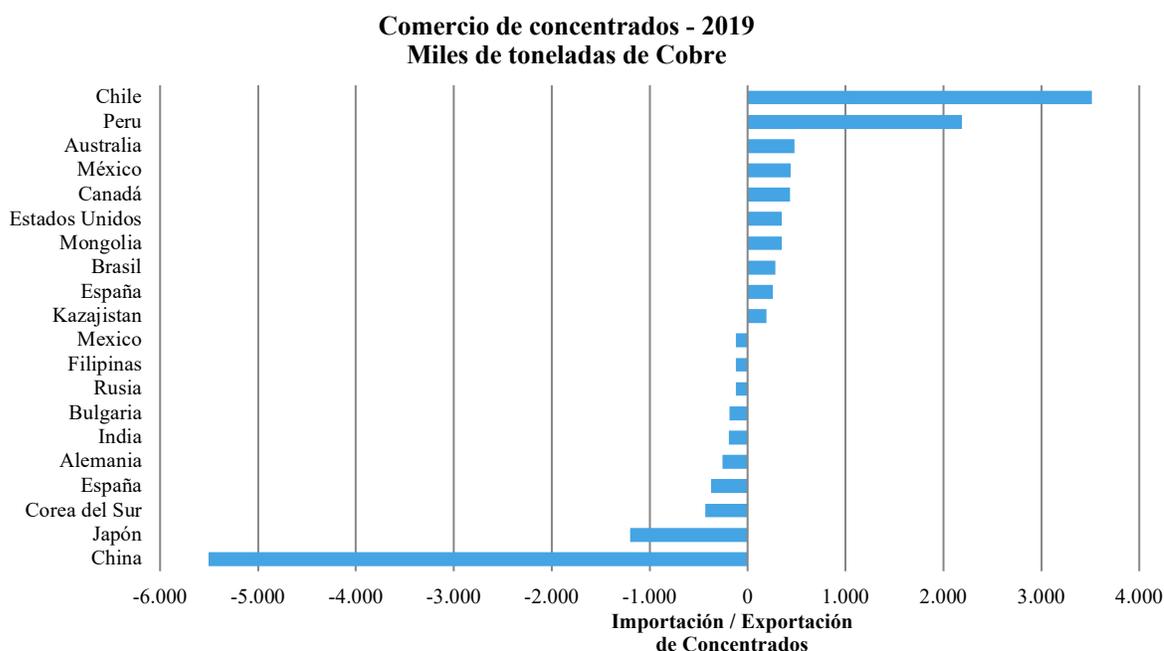
2.1.2. Capacidad, utilización y costos de producción

Se observa que en el mercado mundial de concentrado existen países con superávit, donde la oferta de concentrados es mayor a la capacidad de fusión (caso de Chile, Perú, Australia). Y países donde la capacidad de fusión es mayor que la producción de concentrados (China, Japón, Corea y España), y por lo tanto son altamente dependientes del suministro de concentrados extranjeros. Por lo tanto, el flujo de materias primas sigue la dirección desde países en superávit, a países en déficit. Respecto a la capacidad de fundición China, Chile y Japón concentran el 51% de la capacidad instalada mundial de fundiciones. En el caso de Japón, a pesar de no tener producción propia de concentrados de cobre, logran una mayor utilización de su capacidad de fundición que China y Chile que si son productores de cobre de mina.

Tabla II. Estadísticas de fundición por país (2019)

	País (Miles de ton de Cu)	Capacidad de fundición	% capacidad	Producción fundición	Factor de Utilización	Producción cobre mina	Consumo local	Dependencia Externa
1	China	5.716	30%	4.022	70%	1.837	11.586	84%
2	Chile	1.939	10%	1.608	83%	5.702	83	0%
3	Japón	1.923	10%	1.608	84%	-	1.005	100%
4	Zambia	1.243	7%	940	76%	1.154	7	0%
5	India	1.355	7%	800	59%	-	542	100%
6	Corea del Sur	678	4%	620	91%	-	781	100%
7	EE. UU	795	4%	586	74%	1.317	1.819	28%
8	Polonia	695	4%	560	81%	380	45	0%
9	Australia	525	3%	474	90%	928	45	0%
10	Alemania	593	3%	434	73%	-	1.210	100%
	Total	18.999	100%	14.476	76%	21.519	24.329	

Se observa de la Ilustración iv que Chile, Perú, Australia y México son los países con mayor superávit de concentrados, debido a que su capacidad de producción de concentrados es ampliamente mayor a su capacidad de fusión. La falta de desarrollo de fundiciones propias se debe entre otras cosas a que el negocio de fundición presenta rentabilidades menores que el negocio principal de una minera, por lo tanto, comúnmente cuando se evalúan opciones de desarrollo de una mina con o sin fundición; la primera opción entrega una rentabilidad mayor sobre todo cuando la empresa dueña del proyecto no tiene una ventaja tecnológica o experiencia en la operación de fundiciones. Aunque dependiendo del caso de negocio puede ser muy atractivo mantener una fundición integrada, cuando el concentrado contiene impurezas, es de baja ley o se puede utilizar el ácido sulfúrico para lixiviar óxidos Barr *et al.* (2005).



Fuente: Elaboración propia en base al anuario de Cochilco (2020)

Ilustración iv. Balance de comercial de concentrados por país

En el caso del negocio de fundiciones existe especialización en la tecnología y en la operación con mejoras significativas en productividad y costos cuando la tecnología es más nueva y cuando el operador es especialista en fundición. Esto se evidencia en que el cuarto cuartil de costo de fundición se encuentra dominado por minería integrada verticalmente aguas abajo y por fundiciones con tecnologías antiguas (véase Ilustración vi.). Mientras que en el primer cuartil se ubican fundiciones chinas y las que han sido construidas recientemente.

Respecto a los costos de fundición, se observa en la Ilustración v que China tiene la mayor participación y se encuentra entre el primer y segundo cuartil de costo, mientras que Japón se encuentra en el tercer cuartil. Existe una diferencia tecnológica, referida a que las fundiciones japonesas se desarrollaron en la década del '70 con tecnologías *Flash* y *Mitsubishi*, mientras que las Chinas lo hicieron en la década del 2000 con tecnología *bottom blown* y *side blown smelters*, que tiene ventaja en costo de operación. Las tecnologías Chinas ofrecen una mayor recuperación metalúrgica, mayor tasa de reacción, mejor control de gases, menor costo de inversión y mayor

vida útil, Cochilco (2015). En promedio el *cash cost* es 5 cUSD/lb mayor en Japón que en China, mientras que Chile tiene la segunda mayor capacidad de fundición, sin embargo, se ubica en el cuarto cuartil de costo principalmente debido a que su tecnología es antigua desarrollada en los años '60 y '70.

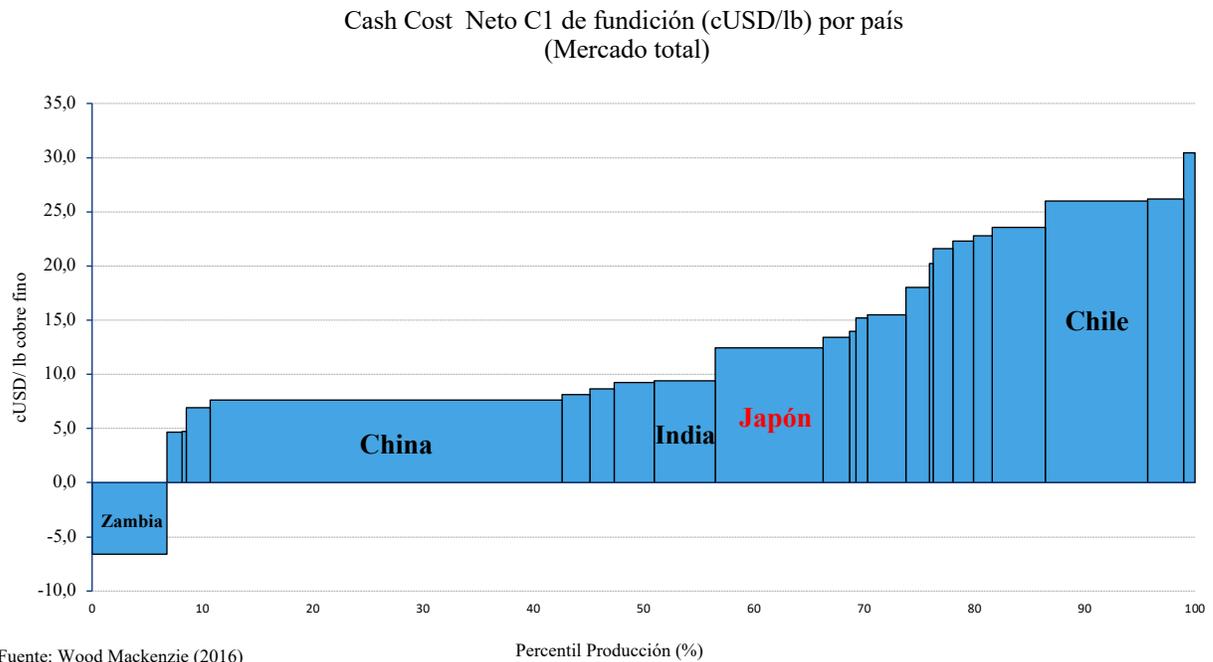


Ilustración v. Costo C1 de fundición (TC) por país en 2016

Se observa en la curva de costo por fundición del mercado total (incluyendo minería integrada), una diversidad donde ninguna fundición japonesa se encuentra en el primer cuartil de costo (donde predominan las fundiciones chinas), todas las fundiciones japonesas se encuentran en el segundo y tercer cuartil.

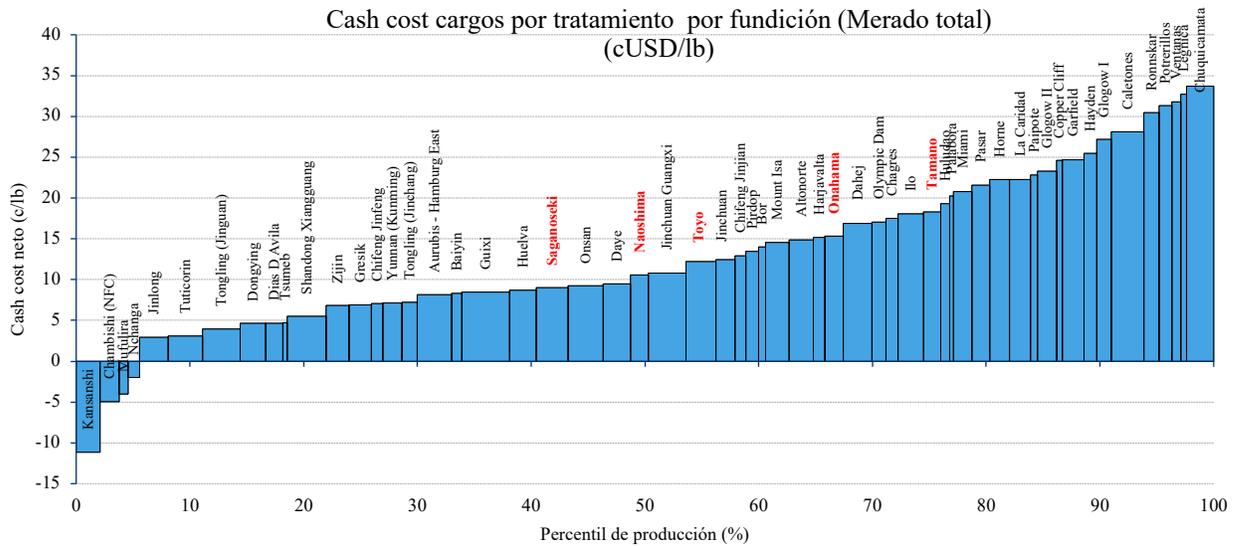


Ilustración vi. Cash cost cargos por tratamiento por fundición (mercado total)

Al considerar solamente la porción competitiva del mercado, es decir la porción relevante que determina los cargos por tratamiento de referencia, se observa que la porción independiente de las fundiciones japonesas se encuentra en el cuarto cuartil de costo. Esto se debe a que, en el total del mercado, las fundiciones integradas predominan en el cuarto cuartil, pero el mercado competitivo que es más pequeño ellas no participan, se observa que el costo C1 para el percentil 90-100 se encuentra entre 15-22 cUSD/lb, aunque en el caso de Enami es la única fundición independiente que tiene un costo reportado mayor a los cargos totales pese a lo cual continua funcionando lo que solo se puede explicar por la existencia de apoyo estatal (véase Ilustración x); por lo tanto el costo marginal relevante, para efectos de cálculo de índice de Lerner se podría estimar en un rango de 15-19 cUSD/lb.

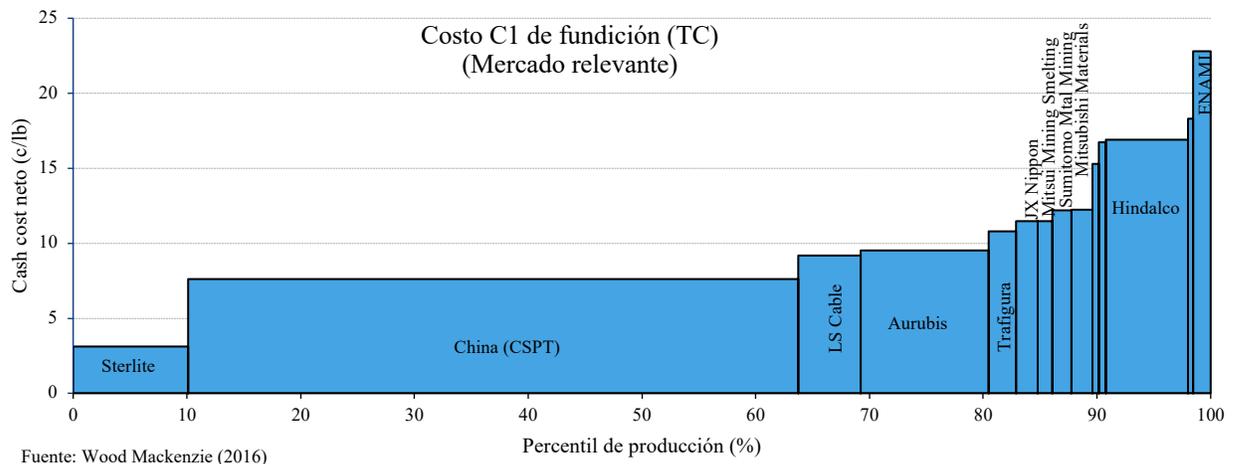
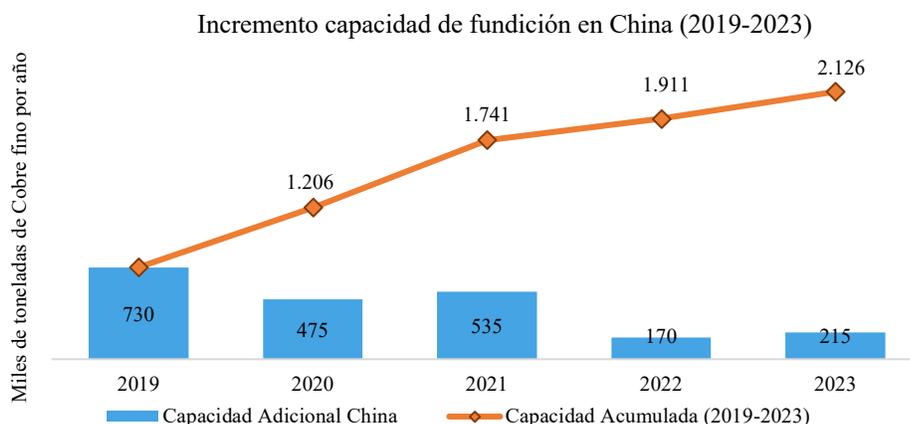


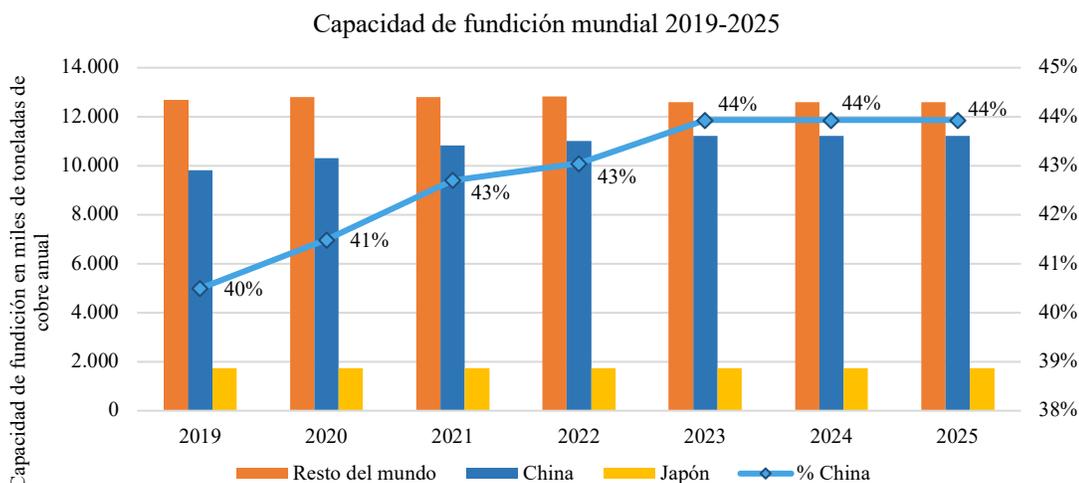
Ilustración vii. Costo C1 Fundición (TC) Mercado Relevante



Fuente: Wood Mackenzie (2019)

Ilustración viii. Incremento de capacidad de fundición en China (2019-2023)

De acuerdo a Wood Mackenzie (2019), China tiene plan de expandir su capacidad de fundición mediante la construcción de 2 nuevas fundiciones y la expansión de 15 instalaciones existentes, incrementando su capacidad de fundición en 2.1 millones de toneladas de cobre al año para 2023. Además, cuenta con otros proyectos probables no contabilizados en esta proyección por 735 mil toneladas adicionales. Mientras que Japón mantendrá su capacidad actual, sin nuevas fundiciones, expansiones, ni cierres pronosticados; a su vez el resto del mundo reducirá su capacidad en 115 mil toneladas al año. Como resultado se espera que China incremente su participación en términos de capacidad mundial hasta un 44%, incrementando su participación en el mercado relevante desde un 52% hasta un nivel entre 60% a 65%¹². Esta tendencia es una clara amenaza para las fundiciones independientes menos competitivas del mercado, como Enami, Hindalco y las fundiciones japonesas con capacidad no contratada.

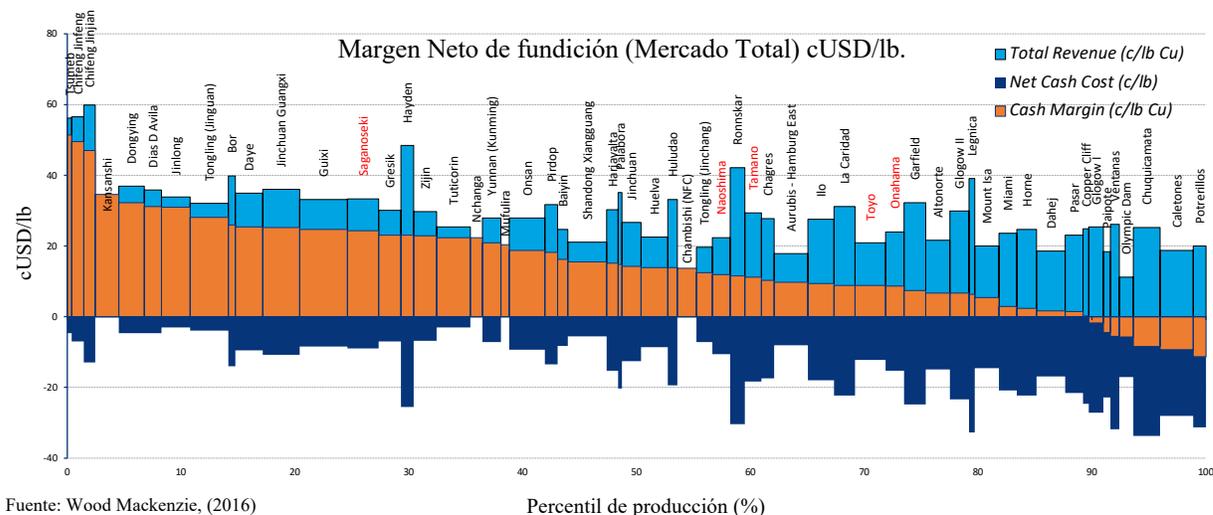


Fuente: Wood Mackenzie (2019)

Ilustración ix. Capacidad de fundición mundial (2019-2025)

¹² Suponiendo que la capacidad adicional de China será para atender el mercado independiente, que tendrá una utilización de 70%, y que las fundiciones que salen del resto del mundo tienen una utilización del 76%, equivalente a la utilización actual.

Al analizar los márgenes de venta se observa una diversidad de márgenes, donde las fundiciones japonesas son rentables, pero, salvo por Saganoseki, se encuentran en el tercer cuartil de la curva de margen neto, siendo entre 30-40% menos rentables que las fundiciones chinas, principalmente debido a diferencias tecnológicas. A su vez se observa fundiciones operando con márgenes negativos, principalmente minería integrada en Chile.



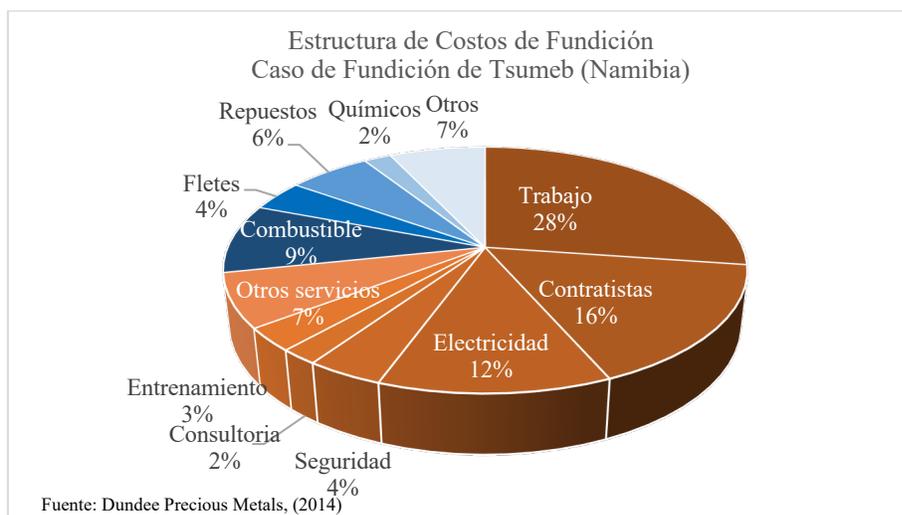
Fuente: Wood Mackenzie, (2016)

Percentil de producción (%)

Ilustración x. Margen Neto de Fundición Mercado Total

Respecto a la estructura de costos, se observa un alto nivel de costo fijo sobre los costos totales de fundición, los datos de Wood Mackenzie (2016), identifican a este costo como un 60-80% del costo total de fundición, dependiendo del grado de utilización; a menor utilización mayor será la porción de costo fijo sobre costo total de operación.

La relevancia de esto es que las fundiciones para ser rentables deben ser capaces de aumentar su nivel de utilización. En el caso específico de la fundición de Tsumeb de acuerdo a Dundee Precious Metal (2014), identifican que alrededor de un 71% de sus costos corresponden a costos fijos (en color café), mientras que solo el 29% de sus costos son variables (en color azulino).



Fuente: Dundee Precious Metals, (2014)

Ilustración xi. Costo Fijo vs. Variable de fundición

Un alto nivel de costo fijo implica un alto nivel de apalancamiento operativo o interpretado de otro modo una alta sensibilidad de la rentabilidad de un negocio frente a un cambio en la cantidad procesada.

Ecuación 2. Apalancamiento Operativo

$$\frac{\Delta\% \text{ Margen}}{\Delta\% Q} = \frac{(\text{Precio} - CV_{\text{unitario}})}{(\text{Precio} - CV_{\text{unitario}}) - \frac{\text{Costo Fijo}}{Q}}$$

Aplicando la Ecuación 2 de Brealey, Myers y Allen (2014) se obtiene que el grado de apalancamiento operativo para las fundiciones de Japón en 2016 varía entre 1,5 a 2,5, considerando costos fijos entorno al 70% (Véase Tabla III y Anexo B.). Es decir, un aumento de 1% en la cantidad de concentrado procesado aumentaría en hasta 2,5% la utilidad del negocio, por lo que convendría aumentar la cantidad de concentrado procesado para capturar economías de escala.

Dada la estructura del mercado de concentrados, alta concentración de mercado (HHI), posición de los diferentes países en la curva de costo (en particular China en el primer cuartil y Japón en el tercer cuartil), la amenaza de China y el alto apalancamiento operativo (altos costos fijos). Es que se justifica una mayor integración, para lograr sobre precios en el mercado de referencia (aumento de poder de mercado), mitigar la amenaza competitiva y lograr mayores niveles de utilización de las fundiciones. Aunque existen límites técnicos para las fundiciones japonesas, relacionados con el alto nivel de utilización actual, capacidad de fundición sin proyección de crecimiento, restricciones ambientales de emisiones, límites al tratamiento de impurezas y metales pesados.

2.1.3. Fundiciones en Japón: Un suministro contante para asegurar retornos

Japón es el cuarto mayor consumidor mundial de cobre, tiene la tercera mayor capacidad instalada de fundición (véase Tabla II) y es el segundo mayor importador de concentrado (véase Ilustración iv). Durante el siglo XX fue un importante productor de cobre mina en concentrados, sin embargo, desde la década de 1970 sus reservas comenzaron a agotarse, la ley a caer, el ordenamiento ambiental se volvió más estricto, el tipo de cambio se apreció, los costos de desarrollo crecieron y las operaciones se volvieron inviables. La producción de cobre de mina cayó de 120.000 ton de cobre en concentrados en 1971, 60.000 ton en 1980, 12.900 ton en 1990 hasta cerrar su última operación en 2001 de acuerdo a Kunitomo (2005).

Producto del armisticio de 1945 y la nueva constitución pacifista de 1949, Japón perdió todas sus colonias en el pacífico y la posibilidad de mantener un ejército permanente. A diferencia de las otras potencias industrializadas de la segunda mitad del siglo XX, Japón ya no podía asegurar los suministros de materias primas por medio de influencia geopolítica o militar; la única alternativa viable eran la comercialización y el desarrollo de proyectos por medio de inversión extranjera.

De acuerdo a Humphreys (2015) y Ministry of Economy Trade and Industry METI (2018); en 1973, para la primera crisis del petróleo, Japón vio afectada su economía por los recortes de producción de los países árabes. Y al ser uno de los países con mayor dependencia extranjera de materias primas; el gobierno decidió impulsar una política pública para mitigar la amenaza de suministro y asegurar una serie de materias primas para su industria. Y aunque instituciones de apoyo a las exportaciones como JEXIM, OEFC existían desde los años ‘50, desde la década de los

'70 se consolidó la inversión extranjera de Japón como misión principal de estas instituciones; principalmente en los sectores de petróleo, mineral de hierro, carbón térmico y metalúrgico. Lo que tuvo como consecuencia la integración con proveedores mineros de Australia, Brasil y Chile; y petroleros de medio-oriente y sudeste asiático.

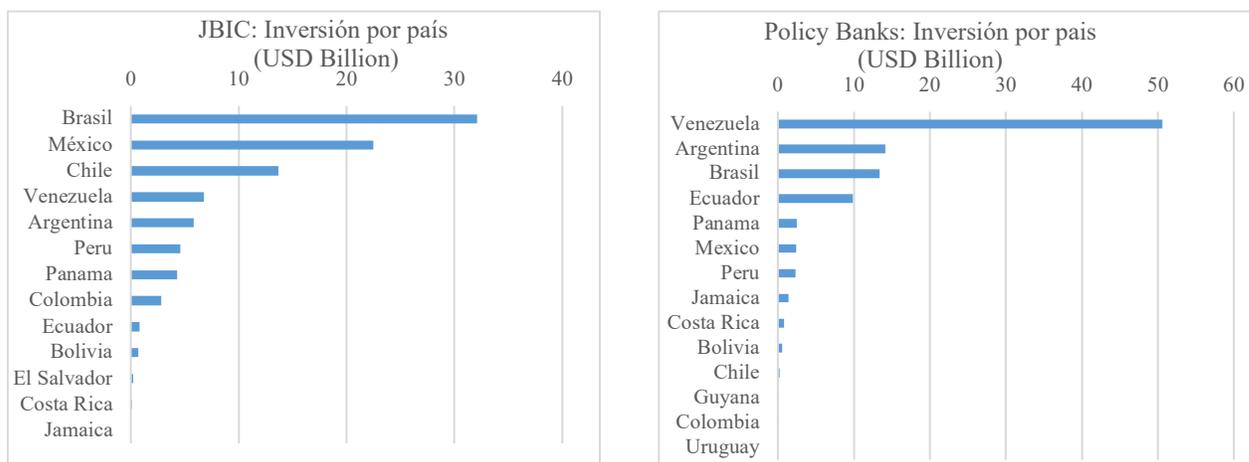
Pero las fundiciones enfrentaban una problemática competitiva, necesitaban asegurar un alto nivel de utilización, sin presionar los cargos por tratamiento, y así abastecer la creciente demanda interna de cobre, que en 1955 era del orden de 100.000 toneladas, en 1965 425.000, en 1975 875.000, en 1985 1.400.00, alcanzando la máxima demanda en 1990 con 1.750.000 Kunitomo (2005). JOGMEC (2018) clasifica los 40 metales estratégicos para Japón, según relevancia económica para la industria local, el valor anual de consumo y riesgo de suministro. Los metales más relevantes económicamente y con mayor valor anual de consumo son el Hierro, Aluminio y Cobre y respecto al riesgo de suministro de metales bases el cobre, el plomo y el Zinc son los que presentan el mayor riesgo de abastecimiento (en ese orden).

Para el Gobierno japonés la relación con Latinoamérica es de alta prioridad, Myers y Kuwayama (2016) el primer ministro Shinzo Abe destacó en su visita de 2014 los fuertes lazos con la región, y la influencia de Japón por sobre China. Relaciones diplomáticas con Chile desde 1865 y China solo desde 1960; alto nivel de integración de Brasil, México y Chile con Japón, el 75% del comercio de Japón con la región es con esos tres países. En términos comerciales la región provee metales, petróleo y alimentos; mientras que Japón provee tecnología, realiza inversión en la región (la FDI japonesa en la región es mayor que la China y coreana) y entrega asistencia oficial por medio de ODA (*official development assistance*). La integración económica se ha favorecido gracias a acuerdos tipo EPA-FTA, los convenios tributarios y el activo rol del banco de fomento de Japón JBIC.

Respecto al desarrollo económico Chileno-Japonés, según Kamiya (2005), este se desarrolló tempranamente fundamentado en el éxito de los proyectos mineros emblemáticos como Escondida (con Mitsubishi), Candelaria (Sumitomo) y Pelambres (Marubeni-Mitsubishi). Lo que significó para Japón incrementar la integración comercial con Chile, en contraste con el caso peruano, frenado por el conflicto y la inestabilidad política en los años '80-'90. Episodios como el caso Petroperu y Marubeni sobre un fallido proyecto de oleoductos, el *default* de la deuda de gobierno peruano con bancos japoneses, el asesinato de funcionarios de JICA y el Banco de Tokio-Mitsubishi y los rehenes de la embajada de Japón en Lima; lo que significó el detente en la integración de Perú con Japón. Como consecuencia Chile se convirtió en el principal proveedor de cobre para Japón, mientras que la minería de cobre en Perú se desarrolló de manera tardía.

El rol de las instituciones privadas y públicas de Japón, ha sido clave en la integración del país asiático con Latinoamérica Kuwayama (2015), especialmente con Brasil, México y Chile; donde destaca la inversión en manufactura de automóviles, minería de cobre, hierro, petróleo, gas y carbón; y el comercio de materias primas y tecnología. A diferencia de China, que ha optado por una integración con otros países como Venezuela y Argentina, con foco primario en comercio y secundario en inversión en infraestructura. La integración en inversión se evidencia en el nivel de inversión realizada por los bancos de fomento de Japón (JBIC) relativo al de China (Policy Banks), en cada país de Latinoamérica (véase Ilustración xii).

Ilustración xii. Préstamos estatales de Japón (JBIC) y China (Policy Banks) en Latinoamérica (2014)



Fuente: Kuwayama (2015)

Respecto a las fundiciones japonesas, existen 5 fundiciones activas (hasta el cierre de la fundición de Kosaka en 2003 eran 6), pertenecientes a 7 empresas cuyo negocio principal es la producción de cátodos para la industria local. Se observa en la Tabla III que existe un *interlocking* entre los propietarios de las fundiciones, que se produce porque los accionistas de Tamano son accionista de Saganoseki y de Onahama; y un accionista de Onahama es accionista de Naoshima; la única fundición que no presenta interlocking es Toyo controlada por Sumitomo Metal Mining. Por lo tanto, existe peligro de flujo de información entre fundiciones y riesgo de coordinación; por ejemplo, en las estrategias de suministro y los contratos de compra venta.

Los cargos por tratamiento cobrados por cada una son similares entre 15,2 y 16,8 cUSD/lb (equivalentes a 87-97 USD/TMS cuando el *benchmark* era 97 USD/TMS), pero los márgenes son muy diferentes, producto de diferencias tecnológicas, tamaño, utilización, eficiencia operacional, recuperación metalúrgica y créditos por subproductos.

Tabla III. Propiedad, producción, costo y capacidad de fundiciones japonesas en 2016

Propietario	Fundición-Tecnología-Año de inicio de operación				
	Naoshima Mitsubishi-1973	Onahama Reverbero-1965 Mitsubishi-2007	Saganoseki Flash-1970	Tamano Flash-1972	Toyo Flash-1971
JX Nippon			67%	42%	
Mitsui Mining			33%	21%	
Sumitomo Metal					100%
Mitsubishi Materials	100%	56%			
Dowa		32%			
Furukawa		13%		16%	
Nittetsu				20%	
(A) Costo total fundición (cUSD/lb.)	18,0	23,3	11,7	22,1	16,9
(B) Créditos (cUSD/lb)	7,5	8,1	2,7	3,8	4,8
(C) Costo Neto (A-B)	10,5	15,2	9,0	18,3	12,1
(D) Cargo por tratamiento (cUSD/lb)	15,2	15,9	16,8	16,4	16,2

(E) Bonos (cUSD/lb)	7,2	8,1	16,5	13,0	4,7
(F) Ingresos totales (D+E)	22,4	24,0	33,4	29,4	21,0
(G) Margen Neto (F-C)	11,9	8,7	24,4	11,2	8,8
Grado de Apalancamiento operativo ¹³	1,8	2,25	1,5	2,5	2,4
Producción 2016 (Kt.)	235	222	398	304	450
Capacidad (Kt.)	304	269	528	316	506
Utilización	77%	83%	75%	96%	89%

Fuente: Elaboración propia en base a Yamazaki (2018) y Wood Mackenzie (2016).

En la Tabla IV se observa que en 2016, las fundiciones Japonesas produjeron 1,6 millones de toneladas de cobre fino para una capacidad de tratamiento de 1,94 millones de toneladas, del cual 630.000 toneladas es suministro asegurado proveniente de las participaciones de las fundiciones en minas de cobre en Chile, Perú, EE. UU, Canadá y Australia (véase

¹³ Se estima un costo fijo sobre costo total entorno al 70%.

Anexo C.). A su vez las casas de *trading* suministraron 574.000 toneladas provenientes de sus participaciones en minas de cobre fuera de Japón. Finalmente, las fundiciones debieron comprar a terceros un total de 416.000 toneladas.

Tabla IV. Balance comercial fundiciones y casas de *trading* de Japón 2016

Producción Anual Asegurada de concentrados (miles toneladas de cobre fino)		Consumo de concentrado por fundición 2016							Venta de casas de <i>trading</i> a fundición	Compra a terceros	Suministro total
		Superavit (Deficit)	Naoshima	Onahama	Saganoseki	Tamano	Toyo				
Propietarios de fundiciones	JX Nippon	170	(224)			265	129		(130)	94	394
	Mitsui Mining	42	(155)			133	64		(90)	65	197
	Sumitomo Metal	254	(196)					450	(114)	82	450
	Mitsubishi Materials	137	(222)	235	124				(128)	93	359
	Dowa	4	(67)		70				(39)	28	70
	Furukawa	4	(74)		28			49	(43)	31	77
	Nittetsu	9	(53)					61	(31)	22	61
	Casas de <i>Trading</i>	Mitsubishi Corp	241	241						241	
Marubeni		136	136						136		
Mitsui & Co.		132	132						132		
Sumitomo Corp.		57	57						57		
Toyota Tsucho		7	7						7		
Total		1.193	(416)	235	222	398	304	450	574	416	1.609

Fuente: Elaboración propia en base a reporte privado Itochu Corporation (2017)

Respecto a la perspectiva de largo plazo, en 2018 el gabinete del gobierno liderado por el primer ministro Shinzo Abe, puso como objetivo asegurar al menos 80% del Cobre, Zinc y Plomo para 2030. De acuerdo al plan de recursos estratégicos Ministry of Economy Trade and Industry METI (2018), a 2017 Japón ya había asegurado un 50% de estos metales por medio de inversión en minería. En el caso del cobre sobre un total de 1,94 millones de toneladas de cobre, se requiere asegurar 1,53 millones para alcanzar la meta de 80%, a 2016 se han asegurado 1,19 millones de toneladas equivalente a un 61%. Por lo que se requerirán al menos 348 mil toneladas de cobre anual para lograr el objetivo.

- En el período 2020-2030, de acuerdo a Wood Mackenzie (2019) entrará en operación la expansión de Quebrada Blanca, con una producción promedio de 250.000 toneladas por año, donde empresas japonesas mantienen un 30% de participación; Quellaveco con una producción de 300.000 ton al año donde Mitsubishi Corporation mantiene un 40%; Mantoverde con una producción de 75.000 toneladas al año donde Mitsubishi Materials mantendría un 30% de participación, esta empresa además tiene el 20% del proyecto Zafranal que se espera una producción de 120.000 toneladas.
 - Nuevas minas aportarán 241,000 toneladas anuales a las ya aseguradas.
- También se proyectan expansiones marginales en operaciones existentes en: Collahuasi (proyecto 210ktpd + 4ta y 5ta línea) sumando a la producción un total 330.000 ton anuales

donde Mitsui & Co y Mitsui Mining Smelting mantienen un 12% equivalentes a 39.600 ton por año. Centinela incrementará su producción de cobre en concentrados en 195.000 ton al año (Proyecto Esperanza Sur y concentradora 2) donde Marubeni mantiene un 30% de participación equivalente a 58.500 toneladas adicionales. Minera Candelaria incrementará su producción en 60.000 ton donde Sumitomo Metal Mining y Sumitomo Corporation mantienen un 20% de participación equivalente a 12.000 ton al año y Sierra Gorda con un incremento de 18.000 ton donde las mismas compañías mantienen un 45% equivalentes a 18.000 ton.

- Expansiones de minas existentes aportarán 118.200 ton por año
- Se esperan caídas en los siguientes yacimientos: En Escondida 118.000 ton, donde Mitsubishi y JX Nippon mantienen un 12,5%, en Los Bronces una caída de 74.000 donde Mitsubishi y Mitsui mantienen un 29,9%, en Antamina una caída de 40.000 ton donde Mitsubishi mantiene un 10%, en Cerro Verde de 55.000 ton al año donde Sumitomo mantiene un 21%, el cierre de El Soldado que aporta 53.000 ton donde Mitsubishi y Mitsui mantienen un 29,9%, en Morenci una caída de 41.000 ton donde Sumitomo mantiene un 28% y Ojos del Salado una caída de 29.000 donde Sumitomo mantiene un 20%
- Caídas en producción reducirán el volumen asegurado en 85.550 para 2030.

El incremento neto esperado es de 273.650 toneladas, al requerirse 348.000 toneladas para alcanzar el objetivo mínimo del gobierno de Japón, todavía faltan al menos 74.350 toneladas. Se puede concluir que todavía existe espacio de inversión para suplir esa diferencia, aunque es limitado por la capacidad de fundición de Japón y las restricciones ambientales.

2.1.4. Gestión de la calidad

Al igual que varios países, Japón posee altos estándares respecto a las emisiones de las fundiciones con restricciones a la fijación de metales pesados en la tierra, el agua y los alimentos, lo que limita la calidad del concentrado con impurezas que se importa y procesa. En el caso del arsénico las fundiciones japonesas tienen como objetivo mantener un promedio de 0,1% de arsénico en el concentrado tratado y no elevar el nivel de arsénico procesado anual. Esto limita la capacidad real de tratamiento de una fundición; aunque el gobierno no limita el arsénico contenido en el concentrado importado como lo hace China (hasta 0,5% As en el caso Chino).

Además, el suministro asegurado en Escondida (por Mitsubishi y JX Nippon), Collahuasi (por Mitsui), Pelambres (por Mitsubishi, JX Nippon, Marubeni) y Northparkes (por Sumitomo) muestra tendencia al alza en el contenido de arsénico y una caída en la ley del cobre del concentrado, superando la meta objetiva y se espera que entre 2020 y 2024 la producción mundial de concentrado con arsénico sobre 0,2% se elevará un 20%. Yamazaki (2018).

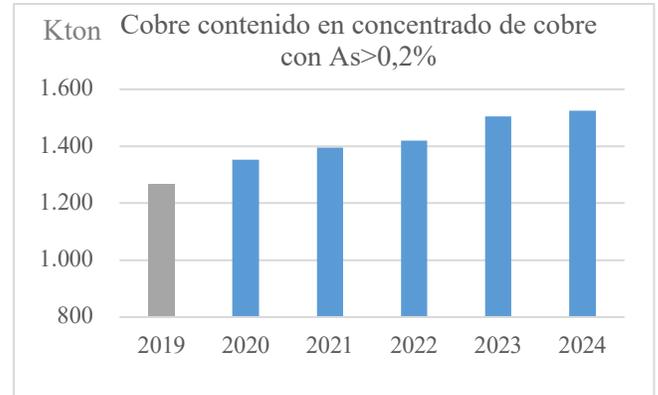
Por otro lado, existen penalidades respecto al contenido de arsénico de los concentrados, que limitan aún más la importación de concentrados con impurezas. Tratar el arsénico es costoso, las fundiciones cobran entre 3-4 USD/Kg de arsénico contenido en el concentrado entre 0,1-0,9% de contenido; el costo para tratar concentrados con arsénico sobre 1% se incrementa a un rango USD 5-18 USD/Kg. El límite al arsénico incentiva la permuta y la mezcla de concentrados con alto nivel de impurezas por concentrados limpios en el mercado secundario, además la capacidad de tratamiento de concentrados con alto nivel de arsénico es limitada. Por lo tanto, la opción de abastecimiento es la inversión minoritaria en proyectos que producen concentrados limpios, de esta

manera es posible elevar la capacidad de tratamiento de las fundiciones que cuentan con límites de tratamiento de impurezas.

Tabla V. Penalidades por impurezas en fundiciones japonesas y proyección de producción de concentrados complejos

Impureza	Mínimo para activar penalidad	Penalidad por unidad
As	0,1-0,2%	\$ 3-4/DMT/0,1%
Sb	0,05-0,1%	\$ 0,5-1/DMT/0,01%
Bi	0,05-0,1%	\$ 0,5-1/DMT/0,01%
F	300ppm	\$ 1/DMT/100ppm
Cl	0,05%	\$ 0,5-1/DMT/0,01%
Hg	10-20ppm	\$ 1-3/DMT/10ppm
Zn	2-3%	\$ 1-2/DMT/1%
Ni	0,5-1%	\$ 2-3/DMT/1%
Pb	1-2%	\$ 1-2/DMT/1%

Fuente: Metal Economics Research Institute, Japón 2016



3. COMPONENTE ECONÓMICO FINANCIERO

A continuación, se detallará sobre los participantes y la estructura financiera utilizada para la ejecución de proyectos mineros en Chile donde participan empresas japonesas.

3.1. Modelo japonés de financiamiento de proyectos

Se define *project finance* como un:

“Un método para obtener financiamiento de deuda a largo plazo para proyectos importantes a través de la ingeniería financiera, basada en préstamos contra el flujo de efectivo generado por el proyecto únicamente; depende de una evaluación detallada de los riesgos de construcción, operación e ingresos de un proyecto, y su asignación entre inversores, prestamistas y otras partes a través de acuerdos contractuales y de otro tipo.” Yescombe (2014).

El *project finance* estándar que es utilizado en concesiones de infraestructura, como carreteras, puertos, aeropuerto, generación eléctrica tiene las siguientes características:

- Alto nivel de apalancamiento (60%-70% deuda sobre activos), que mejora significativamente el desempeño financiero del proyecto desde la perspectiva de los dueños.
- Separación de responsabilidades del proyecto respecto a sus dueños y el financiamiento bancario, mediante sociedades anónimas o de responsabilidad limitada de propósito único.
- Flujos de caja altamente predecibles, con condiciones contractuales de construcción, de suministro de materia prima y de venta asegurados en el largo plazo; con bajos costos de quiebra y denominados en divisa extranjera.
- Alto nivel de control financiero por parte de los prestamistas durante la vida del préstamo.

En el caso de la minería y otros sectores como las refinerías de petróleo, debido al mayor riesgo de construcción, puesta en marcha y exposición al precio de *commodities*; el financiamiento de proyectos tipo *project finance* tiene las siguientes características:

- El nivel de apalancamiento es normalmente menor al que se puede lograr en proyectos de infraestructura tradicional, la capacidad de deuda se dimensiona bajo criterios más estrictos.
- Se exige una garantía de los dueños hasta que el proyecto logra finalizar la construcción, estabilizar su operación, balance y flujo de caja, denominada *completion guarantee*.
- Menor cantidad de instituciones financieras especializadas en *project finance* mineros, y una alta presencia de instituciones públicas relacionadas a gobiernos de países productores y compradores de metales.

Es común que en la estructuración de *finance* mineros participen entidades públicas que incluyen tanto a Bancos de fomento estatal, como son JBIC de Japón, KfW de Alemania, Export-Import Bank de Corea, EDC de Canadá, Policy Banks de China, EFIC de Australia. Además de compañías de seguros y agencias de crédito a la exportación (*Export Credit Agencies-ECA's*) como NEXI de Japón, Hermes-UfK de Alemania y K-Sure de Corea.

En el caso de la minería privada chilena a 2019; Japón a través de sus instituciones privadas (MUFG, SMBC, Mizuho) y públicas (JBIC, NEXI) es el mayor participante en préstamos vigentes de *project finance*¹⁴.

3.1.1. Bancos y seguros estatales

Como política pública desde la década de 1970 el gobierno japonés mantiene una institucionalidad enfocada en la cooperación público-privada para el abastecimiento de materiales estratégicos y venta de sus productos al extranjero; dichas instituciones fueron reformadas y reagrupadas en la década del 2000 para incrementar el nivel de seguridad de suministro de materiales estratégicos. Las principales instituciones que tienen como misión promover la inversión en el extranjero para garantizar un suministro estable de recursos naturales son:

Tabla VI. Instituciones estatales de Japón involucradas en el abastecimiento de materias primas

Institución	Descripción y Misión	Herramientas	Requisitos
Japan Bank for International Cooperation JBIC	Es el banco de fomento exterior del Gobierno Japonés (desde 1999) reemplazó a JEXIM y OECF. Misión: Asegurar recursos naturales estratégicos, desarrollo de negocios internacionales (infraestructura, <i>oil & gas</i> , metales), preservar medioambiente y responder a conflictos financieros de interés nacional fuera de Japón. Activos (2019): 159 USD bn, Créditos: USD 122 bn. 20% en región LATAM (USD 24bn). Definición de recursos estratégicos METI (2018): Mineral de hierro, petróleo, gas, cobre, zinc y plomo.	① Créditos de exportación de productos japoneses. ② Créditos de importación de materiales estratégicos. ③ Financiamiento parcial o total de inversión de empresas japonesas en el extranjero y desarrollo de recursos naturales. ④ Créditos soberanos ⑤ Alternativas a créditos: garantías, securitizaciones, participación accionaria, subsidios de tasa de interés.	① Proyecto asociado a la industria japonesa fuera del país o vinculado a recursos naturales estratégicos ② Riesgos equilibrados y proyectos bancables (equilibrio en riesgo de devaluación, demanda, cumplimiento ambiental) ③ Cumplimiento de LCC (Low cost cycle): Proyecto de bajo costo, en primero o segundo cuartil de costo.
Japan, Oil Gas and Metal Corporation JOGMEC	Agencia de materiales estratégicos del gobierno japonés (desde 2004), continuadora de MMAJ y JNOC. Misión: Implementar políticas públicas para asegurar recursos naturales necesarios para la industria japonesa. Unidades de estrategia de metales, exploración, área financiera, tecnológica, ambiental y de inventario estratégico.	① Inversión directa en exploración temprana de recursos naturales y transferencia de propiedad a empresas japonesas ② Financiamiento (créditos, participación y garantías) de exploración avanzada y desarrollo de proyectos con empresas japonesas involucradas.	① Potencial de metales base (Cu, Zn, Pb) o metales raros (Ni, Co, REE, Li), Gas y Petróleo. ② Para exploración temprana JV con empresa de exploración internacional y para exploración avanzada asociado a empresa japonesa.
Nippon Export and Investment Insurance NEXI	Es la agencia de nacional de crédito a la exportación (<i>ECA</i>) de Japón (desde 2001), previamente parte de <i>METI</i> . Misión: Proveer seguros de exportación, inversión y créditos a empresas japonesas sobre riesgos políticos y comerciales con coberturas parciales o totales (USD 150 bn en compromisos, es la <i>ECA</i> más grande del <i>G7</i>). Apalancar créditos internacionales, reducir costos financieros para materializar proyectos relevantes para la industria japonesa, especialmente en países en desarrollo.	① Seguros comerciales y créditos de exportación de productos japoneses. ② Seguros de créditos comerciales. ③ Seguro de inversión en el extranjero.	① Vinculados a productos japoneses, materias primas estratégicas e inversiones japonesas en el exterior.

Fuente: JBIC (2015); NEXI (2017); JOGMEC (2018)

JBIC y NEXI han sido instituciones claves para el desarrollo de proyectos mineros en Latinoamérica, han habilitado la entrega de créditos a costos competitivos Myers y Kuwayama (2016). Por otro lado, la macroeconomía japonesa favorece la inversión privada en el exterior debido a la estabilidad del tipo de cambio, las bajas tasas de interés, superávit comercial, baja

¹⁴ En base a la información recopilada desde la [comisión para el mercado financiero](#).

rentabilidad en activos locales, baja inflación, altos impuestos corporativos en Japón en comparación a otros países y el impulso de las *Abenomics* como política monetaria y fiscal expansiva para estimular la inversión y reducir el costo de los créditos.

JBIC y NEXI juegan un rol complementario, pero diferente. En proyectos mineros, se observa a JBIC como un banco que entrega un financiamiento directo tanto a nivel de *project finance* como de *acquisition finance* con tasas y condiciones preferenciales para proyectos que cumplan con los criterios de inversión del banco. Mientras que NEXI involucra a los bancos privados, tanto locales como internacionales, entregando un seguro para que ellos participen de forma indirecta; cubriendo riesgos políticos y *default*, actuando como garante de los créditos; también provee seguros equivalentes a los inversionistas que adquieren participación en proyectos mineros. Lo que se obtiene de esta figura es una alianza público-privada para el financiamiento de proyectos, donde diferentes funciones y responsabilidades se dividen entre los participantes del crédito sindicado que permiten estimar de mejor manera los riesgos asociados al crédito.

De acuerdo a JOGMEC (2018), el objetivo de la política estatal de integración de recursos naturales que involucra a esta institución, a JBIC y NEXI es:

- Reducir riesgo de suministro en períodos de déficit de materias primas, evitar recortes de producción de la industria manufacturera al mantener un suministro asegurado y un inventario estratégico.
- Mitigar los efectos económicos de la volatilidad de los precios de materias primas.
- Mitigar riesgo competitivo de consolidación en la industria minera proveedora y rivalidad con otros compradores.

Las otras instituciones son los bancos privados de Japón, como el Banco de Tokio-Mitsubishi MUFG, el Sumitomo Mitsui Banking Corporation (SMBC) y el Banco Mizuho. Estos bancos, además de encontrarse entre los más grandes del mundo, tienen unidades activas de *project finance* especializadas en las áreas de infraestructura, energía eléctrica, petróleo-gas y minería; trabajando de forma muy cercana con las instituciones estatales y empresas privadas japonesas, al igual que con empresas multinacionales. Estos bancos poseen sucursales en los principales países de Latinoamérica; además se encuentran en el ranking top 10 en créditos *project finance* a nivel mundial Yescombe (2014).

3.1.2. Fundiciones y casas de *trading*

Del lado del patrimonio o patrocinantes de un proyecto minero, en el caso de la minería se observa la participación de dos tipos de empresas privadas de Japón.

Por un lado, las empresas que mantienen una participación importante en el negocio de fundición, como son Sumitomo Metal Mining, Mitsubishi Materials, Mitsui Mining & Smelting, JX Nippon y Nittetsu (véase

Anexo C.). Estas poseen un negocio altamente integrado entorno al cobre y otros metales, con participación en minería, fundición y manufactura de componentes, partes y piezas para abastecer la industria exportadora japonesa (maquinaria, automóviles, circuitos integrados y electrónica). Los productos finales pueden variar desde materiales semi manufacturados como barras de cobre, hasta especializados como superconductores utilizados en equipos de imagen por resonancia magnética (MRI) como se muestra en la Ilustración xiii.

Ilustración xiii. Productos de cobre manufacturados por Mitsubishi Materials Corporation



Fuente: Reporte Anual 2019 Mitsubishi Materials Corporation (2019)

Por otro lado existen las llamadas *Sogo Shosha* (総合商社), o casas de *trading* que son grandes conglomerados de alcance global, que en 2020 suman activos por USD 290 mil millones, son únicas en su tipo, involucradas en una diversidad de negocios comerciales, de inversión local y extranjera, incluyendo metales, minería, energía, maquinaria, químicos, alimentos, forestal, bienes raíces, infraestructura, tecnología (ver

Anexo C.). En ellas destaca Itochu Corporation, Mitsubishi Corporation, Mitsui & Co, Sumitomo Corporation, Marubeni Corporation, Sojitz y Toyota Tsusho.

En Chile, 9 fundiciones y casas de *trading* se encuentran presentes en 13 operaciones; y asociadas a 11 grupos mineros.

Ilustración xiv. Empresas Japonesas con participación en la minería chilena



Fuente: Elaboración propia en base a S&P Global (2020)

La historia de las casas de *trading* y las fundiciones comienza en el siglo XVII, donde se iniciaron los llamados *Zaibatsu*, que eran conglomerados empresariales. El primero fue Sumitomo, fundada por Masatomo Sumitomo en 1630, en principio fundiendo y procesando cobre que evolucionó a un grupo diversificado. Mientras que Mitsui se inició en 1673 como tienda de empeño y productos generales fundada por Takatoshi Mitsui; ambas adquirieron notoriedad compitiendo en actividades bancarias, comerciales e industriales. Luego en el siglo XIX surgió Mitsubishi fundada en 1870 por Iwasaki Yataro como negocio naviero que luego se expandió a modo de integración vertical a los astilleros y la minería de carbón, y finalmente el grupo Yasuda surgido como casa de cambio. Estos serían los nuevos *Zaibatsu*, luego se internacionalizaron abriendo agencias comerciales en San Francisco, Nueva York y Londres. En paralelo, en 1858, surgieron las empresas comercializadoras Itochu y Marubeni, ambas fundadas por el comerciante de textil Chubei Ito de Osaka, siendo las únicas *Sogo Shosha* que no descienden de los tradicionales *Zaibatsu*.

Hasta la segunda guerra mundial estos grupos controlaban la mayor parte de la industria pesada, el comercio y la banca del país; y durante el conflicto tuvieron una gran influencia en el militarismo del archipiélago y el abastecimiento de la industria. Durante la ocupación americana de Japón, se dictó la separación y desmantelamiento de los *Zaibatsu* y se crearon unidades de negocio separadas, pero que nuevamente se volvieron a reagrupar (aunque Yasuda desapareció) compartiendo cierta relación periódica, inversiones y negocios conjuntos. Y aunque algunos miembros conservan un nombre común no comparten propiedad ni derechos políticos; a estos grupos se les denomina *Keiretsu* que incluyen a:

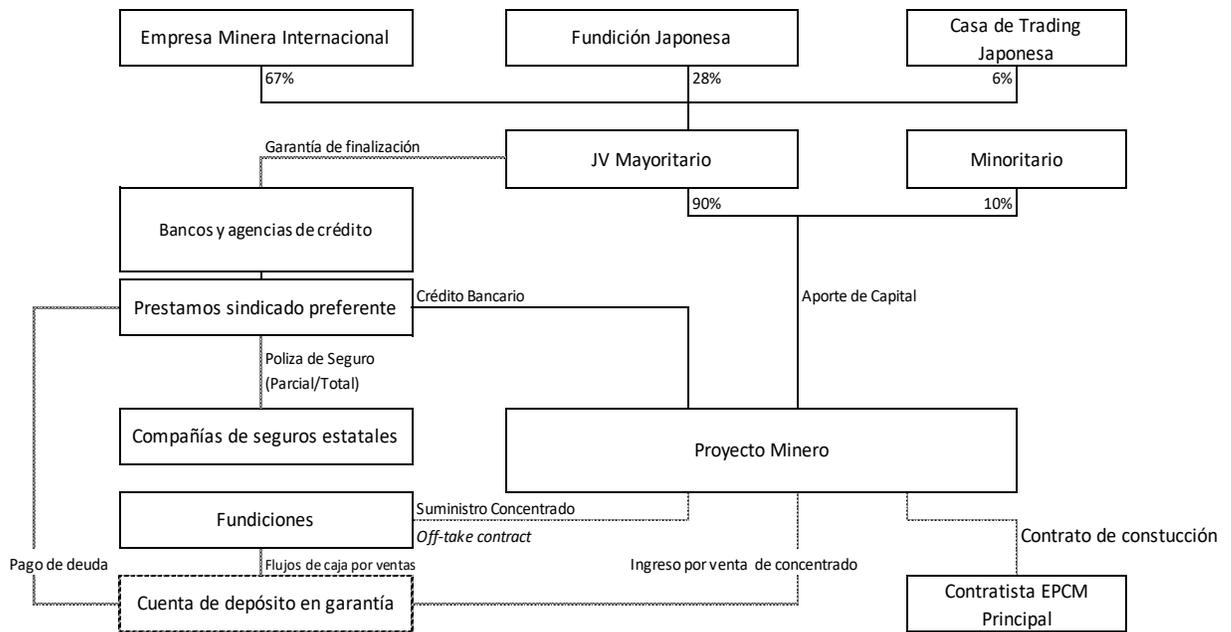
- *Mitsubishi Keiretsu*: Bank of Tokyo Mitsubishi-MUFG (Banco), Mitsubishi Corporation (Comercialización), Mitsubishi Materials (Manufactura), JX Nippon-Eneos (Energía y Manufactura).
- *Mitsui Keiretsu*: Sumitomo Mitsui Banking Corporation (Banco), Mitsui & Co. (Comercialización), Mitsui Mining & Smelting (Manufactura).
- *Sumitomo Keiretsu*: Sumitomo Mitsui Banking Corporation (Banco), Sumitomo Corporation (Comercialización), Sumitomo Metal Mining (Manufactura)
- *Fuyo Keiretsu*: Mizuho Bank (Banco), Marubeni Corporation (Comercialización)
- *DKB Keiretsu*: Mizuho Bank (Banco), Furukawa Electric (Manufactura), Itochu Corporation y Sojitz (Comercialización).

En el caso de la minería chilena se observa la tendencia a la inversión asociada a los *Keiretsu*, como es el caso de empresas del *Keiretsu* Mitsubishi en Escondida y Pelambres, del *Keiretsu* Sumitomo en Quebrada Blanca, Sierra Gorda y Candelaria y del *Keiretsu* Mitsui en Collahuasi y Caserones. Aunque también existe inversión realizada fuera de los grupos tradicionales, como es el caso de Angloamerican sur.

3.1.3. Estructura y modelo de negocio

En la minería privada chilena, se observa una estructura muy similar entre las diferentes operaciones para el financiamiento de proyectos, que incluye a las instituciones descritas en el punto anterior, como son empresas mineras internacionales, fundiciones japonesas, casas de *trading* de Japón, bancos privados (japoneses y no japoneses), bancos públicos de fomento, agencias de crédito a la exportación, compañías de seguro estatales. En el siguiente esquema se describe, de manera simplificada, la forma en que cada una de las instituciones actúa en el financiamiento de un proyecto minero.

Ilustración xv. Estructura de financiamiento de proyectos mineros



Fuente: Elaboración propia en base a JBIC (2015) y Teck (2019)

- **Empresa Minera Internacional:** Es la dueña y operadora del proyecto, decide buscar socio minoritario que aumente el valor del proyecto y disminuya el riesgo.
- **Fundición japonesa:** Actúa como socio minoritario y como comprador final del concentrado de cobre. Tiene sinergias con el proyecto minero, como son el uso de la capacidad ociosa de la fundición, aumentar el poder en el mercado de concentrados, sinergias financieras a nivel de *project finance* y *acquisition finance* y en muchos casos una relación estrecha de confianza con la minera, basada en proyectos pasados, asociación de propiedad y de cliente-proveedor; lo que reduce los costos de transacción en la asociación. Estas fundiciones tienen alta experiencia en el sector, en procesos de *M&A* y *due diligence* exhaustivos, con equipos técnicos propios especializados en este tipo de transacciones.
- **Trading House:** Actúa como socio minoritario, y como intermediario en el mercado de concentrados de cobre, cobrando comisiones por venta. Al igual que la fundición presenta sinergias financieras, en gran medida debido a un menor costo de capital y por otro lado por los apoyos estatales del gobierno japonés para la estructuración de *project* y *acquisition finance*; tienen equipos propios o contratados especializados para transacciones y *due diligence*.
- **SPV (Special Purpose Vehicle):** Son vehículos de inversión, donde se estructura el financiamiento bancario de un proyecto, participan los socios y donde el único activo es el proyecto minero. Por otro lado, establece la separación de responsabilidades entre los dueños y el proyecto.
- **Bancos:** Son las instituciones financieras que proveen las porciones de financiamiento que constituyen un *project finance*, típicamente son bancos internacionales; ya sean de fomento público como JBIC o KfW o privados como el MUFG y BNP Paribas. Para estructurar un financiamiento, se organiza un sindicato de bancos; que se dividen los roles: el líder o coordinador global, otro encargado de la documentación y asuntos legales, el coordinador de *due diligence*, el banco agente de las ECA's y compañías de seguro, el banco técnico que desarrolla el modelo económico. De acuerdo con Yescombe (2014), la estructuración de *project*

finance requiere de equipos bancarios especializados, es de alto costo y el proceso de cierre financiero corresponde al proceso más complicado de una transacción de esta naturaleza y mientras más compleja es la transacción más costos y más puede tardar.

- Agencias de Crédito (*ECA's*) y seguros estatales: Los *project finance* al no estar asegurados por los dueños luego del inicio de la operación comercial, son altamente riesgosos para los proveedores de créditos, es por esto por lo que los bancos requieren de seguros externos para poder participar. Las *ECA's* (*Export Credit Agencies*) proveen esos seguros, que cubren riesgo político y *default*, estas son agencias estatales que apoyan el comercio internacional con foco en el desarrollo de la industria del país al que pertenecen. En el caso de la minería actúan como prestamistas y aseguradores tanto de los bancos que financian los proyectos como de los socios de este, y típicamente exigen contratos de suministro (*off-take contracts*) para asegurar los flujos de caja del proyecto y favorecer a su industria nacional. El volumen del *off-take contract* a asegurar y financiar dependerá del: Volumen de materia prima producida por el proyecto, la porción de concentrado que se debe ceder como garantía, el plazo del crédito, el precio del metal y el criterio de descuento de la institución financiera. Por ejemplo, un proyecto minero que produce 250,000 ton de cobre anual, solicita un crédito *ECA* con seguro estatal por USD 2,500 millones, el precio del cobre es USD 3,0/lb (USD 6.610/ton), el período del crédito es 12 años y el criterio de descuento de la institución financiera es 25%; entonces como se calcula en la Ecuación 4, para financiar el proyecto se debe firmar un *off-take contract* por el 50,4% (V%) de la producción de concentrados por 12 años.
- Fundiciones (Clientes): En el caso de los *project finance*, las instituciones que proveen los créditos exigen que existan contratos de suministro con fundiciones (con prioridad a las fundiciones de países relacionadas con los proveedores de créditos), al menos en un monto tal que permita servir la deuda comprometida, por un plazo equivalente a esta. Las fundiciones además dan la señal de que el producto es de calidad, al comprometerse a comprarlo en el largo plazo, se fijan las condiciones de venta y se reduce la incertidumbre comercial. Por otro lado, el pago por concepto de compraventa de concentrado, se realiza a una cuenta de depósito en garantía; que es administrada por un banco agente bajo las reglas de *CSA* (*Common security agreement*), para resguardar el pago a los prestamistas a lo largo de la vida del crédito, lo que en muchos casos limita la independencia financiera de la empresa minera durante el período del crédito.
- Contratista principal: Es el desarrollador principal del proyecto, tiene la responsabilidad de desarrollar la ingeniería, comprar los materiales, gestionar la construcción, los subcontratos e iniciar la puesta en marcha. El contratista principal emite los estados de pago y los reportes de avance; para liberar los fondos comprometidos por los bancos y los dueños del proyecto. En algunos casos se utilizan empresas externas que auditan los avances y cambios en el proyecto, de manera de ir liberando los fondos de financiamiento del proyecto conforme se alcanzan los hitos, de acuerdo con lo acordado en el contrato principal de construcción.

Ecuación 3. Cálculo de volumen para *off-take contract*

$$V\% \times 250,000 \left[\frac{\text{ton cu}}{\text{año}} \right] \times 12 [\text{años}] \times 6.610 \left[\frac{\text{USD}}{\text{ton cu}} \right] \times 25\% = 2,500 [\text{USD millones}]$$

$$V\% = 50,4\%$$

$$50,4\% \times 250,000 \left[\frac{\text{ton cu}}{\text{año}} \right] = 126.070 \left[\frac{\text{ton cu}}{\text{año}} \right]$$

3.1.4. Ejemplo numérico de venta de posición minoritaria

Para analizar esta estructura de asociación de una minera con un minoritario se realizará el siguiente ejercicio numérico. Se supondrá que el dueño de un proyecto minero que tiene un costo de construcción (Capex) de USD 1.000 millones, con una TIR de proyecto que distribuye Normal ($\mu = 10\%$, $\sigma = 3\%$) y 30 años de LOM, no tiene acceso a endeudamiento y tiene un costo de capital propio (WACC, véase Ecuación 4) de 11%. El proyecto generará 106 millones de flujo libre de caja anual, pero tendrá un VAN de -70 millones para el dueño, por lo que no conviene hacerlo.

Ecuación 4. Fórmula WACC (Costo de Capital Promedio Ponderado)

$$WACC = K_e \frac{\text{Capital}}{\text{Activos}} + K_d \frac{\text{Deuda}}{\text{Activos}} [1 - T_c]$$

Sin embargo, encuentra un socio minoritario que está dispuesto a comprar un 35% de la propiedad del proyecto, además este socio tiene un costo de capital promedio ponderado para este proyecto menor con una WACC de compra de 8% (tiene mejor acceso a deuda, su negocio es altamente diversificado, no tiene proyectos más atractivos o presenta un riesgo sistemático menor). La empresa minera al vender un 35%, a un precio de \$ 63 millones; ahora enfrenta un menor Capex, por el efecto del monto recaudado por la venta y una menor participación en el financiamiento de la construcción del proyecto (solamente un 65%). El efecto es que la TIR del proyecto desde la perspectiva de la empresa minera, que antes era 10%, aumenta a 11,3%, a su vez el VAN del proyecto desde la perspectiva de la empresa minera que antes era negativo (-\$70 millones) aumenta a \$11,1 millones. Por lo tanto, un proyecto que no era factible anteriormente se vuelve factible, debido al menor costo de capital del socio minoritario.

Tabla VII. Ejercicio numérico VAN antes y después de asociación con minoritario

Capex	-\$1.000
Flujo Caja Libre Anual	\$106
TIR Proyecto	$\mu = 10\%$ $\sigma = 3\%$
LOM	30
WACC Minera	11,0%
VAN @ 11%	-\$70

		WACC Comprador Minoritario			
		7%	8%	9%	10%
Porcentaje Vendido a Minoritario	20%	10,9%	10,6%	10,3%	10,0%
	25%	11,3%	10,8%	10,3%	10,0%
	30%	11,7%	11,0%	10,4%	10,0%
	35%	12,2%	11,3%	10,6%	10,0%
	40%	12,9%	11,6%	10,7%	10,0%

TIR proyecto después de la venta
(perspectiva minera)

Precio de venta 35%	\$63
TIR proyecto post venta perspectiva minera	11,3%
VAN proyecto post venta @ 11% perspectiva minera	\$11,16

	VAN Esperado	Desviación Estándar	VaR @ 95%
Caso solo	- \$ 70	\$ 200	- \$ 399
Caso asociado	\$ 11	\$ 220	- \$ 351

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, una empresa minera gana al asociarse con un minoritario con una tasa de descuento menor, o que valora más el proyecto. Aumentando el VAN, la TIR; y disminuyendo la desviación estándar de los flujos, el valor en riesgo (VaR) aumenta de -\$399 a -\$351 millones (realizado con una simulación de Montecarlo). Esto es en el caso que no existe deuda; si sumamos el efecto que tiene un financiamiento más competitivo, mejora aún más el valor del proyecto.

Se podría pensar de que se trata de un juego de suma cero, o sea de que lo que gana la minera, lo pierde el comprador, pero el comprador efectivamente tiene un costo alternativo o de capital menor que la minera para el mismo proyecto y además podrían existir sinergias operativas y financieras relevantes que justifican una mayor valorización por parte del minoritario.

3.1.5. Efecto de la deuda en proyectos mineros

Las empresas mineras financian sus pasivos de largo plazo de diversas maneras, en el caso de Codelco y Antofagasta Minerals han emitido bonos corporativos en el extranjero principalmente para refinanciar sus operaciones que ya se encuentran estabilizadas. Pero a nivel de proyectos individuales se privilegia el *project finance*, o sea créditos bancarios preferentes no garantizados por los dueños, sino que por la venta de concentrado y la capacidad del proyecto de generar flujos de caja. Como se mencionó anteriormente esta estructura tiene la ventaja de elevar el nivel de deuda a nivel del activo y evitar la necesidad de entregar garantías corporativas luego del inicio de la operación, sin afectar la clasificación de riesgo de la matriz u otras restricciones corporativas.

Tabla VIII. Comparación de costo financieros en la minería chilena

Deuda Bancaria Preferente No Garantizada "Project Finance"	
No japonesa	Japonesa

Empresa Minera	Socio Japonés	Crédito JBIC	Monto USD Millones	Premio Tasa Libor	Monto USD Millones	Premio Tasa Libor
Quebrada Blanca	Sí	Sí	\$ 1.328	1,47%	\$ 1.172	0,73%
Pelambres	Sí	Sí			\$ 1.300	1,03%
Escondida	Sí	Sí	\$ 575	1,35%	\$ 2.331	1,05%
Codelco	No	Sí	\$ 3.314	2,13%	\$ 224	0,75%
Caserones	Sí	Sí			\$ 440	0,51%
Centinela	Sí	No	\$ 165	0,95%	\$ 132	0,98%
Antucoya	Sí	No			\$ 349	2,49%

Fuente: CMF (2020)

En la Tabla VIII se seleccionaron todas las operaciones y proyectos mineros chilenos que a 2020 mantienen deuda preferente o senior no garantizada (tipo *project finance*) y que cuentan con datos de monto y costo de deuda publicados en la CMF, de esos todos contaban con deuda con instituciones japonesas. De la evidencia se desprende un ahorro en costo de la deuda entre 0,3% y 1,3% en tasa de interés al comparar créditos equivalentes tipo *project finance* japoneses y no japoneses para una misma operación minera.

Para valorizar el efecto en el VAN de un proyecto con un ahorro financiero similar al descrito, se utilizará la fórmula del costo de capital promedio ponderado (Véase Ecuación 4) y la fórmula de duración de Macaulay y los siguientes corolarios.

Ecuación 5. Duración de Macaulay, Duración Modificada y Sensibilidad VAN-WACC

$$D_{Mac} = \frac{\sum_{t=1}^n Flujo\ Caja\ Anual_t (1+r)^{-t}}{\sum_{t=1}^n Flujo\ de\ Caja\ Anual_t (1+r)^{-t}} \quad (Duración\ de\ Macaulay)$$

$$\frac{\Delta\% \text{ Valor Activo Financiero}}{\Delta r} = \frac{-D_{Mac}}{(1+r)} \quad (Duración\ Modificada)$$

$$\frac{\Delta\% \text{ VAN Proyecto}}{\Delta WACC} = \frac{-D_{Mac}}{(1+WACC)} \times \frac{VAN + Capex}{VAN} \quad (Sensibilidad\ VAN - WACC)$$

Para realizar un ejercicio numérico del efecto de una reducción en el costo de la deuda sobre el VAN de un proyecto minero, se supondrá un costo de capital del patrimonio de la minera de 12% (Ke), un apalancamiento deuda sobre activos del 50% (D/A), una tasa de impuestos igual a 30% (Tc), un costo de deuda con Libor Swap 10 años igual a 0,52% más un premio por riesgo de 1,5% (Kd), un VAN de \$ 1.000 y un Capex de \$3.000.

Se concluye que para proyectos que general flujos con duración de Macaulay entre 15-20 años, el impacto en el VAN de una reducción en el costo de la deuda puede ser entre 5,9%-32,4%, dependiendo del descuento obtenido y la duración de los activos.

Tabla IX. Impacto en VAN por reducción en costo financiero

D	E	10	Reducción de costo de crédito							
			-1,5%	-1,3%	-1,1%	-0,9%	-0,7%	-0,5%	-0,3%	-0,1%
			19,7%	17,1%	14,4%	11,8%	9,2%	6,6%	3,9%	1,3%

11	21,6%	18,8%	15,9%	13,0%	10,1%	7,2%	4,3%	1,4%
12	23,6%	20,5%	17,3%	14,2%	11,0%	7,9%	4,7%	1,6%
13	25,6%	22,2%	18,8%	15,3%	11,9%	8,5%	5,1%	1,7%
14	27,5%	23,9%	20,2%	16,5%	12,9%	9,2%	5,5%	1,8%
15	29,5%	25,6%	21,6%	17,7%	13,8%	9,8%	5,9%	2,0%
16	31,5%	27,3%	23,1%	18,9%	14,7%	10,5%	6,3%	2,1%
17	33,5%	29,0%	24,5%	20,1%	15,6%	11,2%	6,7%	2,2%
18	35,4%	30,7%	26,0%	21,3%	16,5%	11,8%	7,1%	2,4%
19	37,4%	32,4%	27,4%	22,4%	17,4%	12,5%	7,5%	2,5%
20	39,4%	34,1%	28,9%	23,6%	18,4%	13,1%	7,9%	2,6%

Fuente: Elaboración propia

Este ejemplo numérico, muestra como una reducción en la tasa de interés de un crédito puede afectar positivamente el valor del VAN de un proyecto. Suponiendo que la capacidad de endeudamiento del proyecto es similar tanto con o sin estructura financiera.

Aunque en la realidad el *project finance* japonés no solo reduce el costo del crédito, sino que puede aumentar la capacidad de endeudamiento de una compañía, en particular por la entrega de seguros de crédito a través de NEXI. Por lo tanto, los bancos pueden relajar sus criterios de riesgo al utilizar un seguro como este y aumentar los montos de préstamo; lo que puede mejorar aún más el efecto en el VAN de una estructura como la analizada. En el ejemplo anterior sí se aumenta la capacidad de endeudamiento de un proyecto de 50% a 51%, tiene un efecto promedio en VAN de +6,9%; mientras que reducir la tasa de interés en -0,1% tiene un efecto promedio en VAN de +2,23%, para proyectos con duración de Macaulay entre 15 y 20.

3.1.6. Costo de capital en minería

Al observar en la Ilustración xvi, los parámetros de riesgo sistemático y endeudamiento de las compañías mineras, de las casas de trading y las fundiciones japonesas, se puede concluir que:

- La actividad minera presenta un nivel de endeudamiento (Deuda/Valor de empresa) corporativo promedio menor (22%) a las casas de *trading* (55%) y fundiciones japonesas (51%). (véase Anexo D.)
- La actividad minera (Beta= 1,1) en promedio tiene mayor riesgo sistemático que las casas de *trading* (Beta= 0,9), lo que se traduce en un costo de capital promedio ponderado mínimo mayor para la minera que para la casa de trading.
- Las fundiciones (Beta= 1,31) en promedio muestran un riesgo sistemático mayor a la actividad minera y las casas de *trading*.
- La actividad minera no tolera un nivel de endeudamiento alto sin afectar su nivel de riesgo sistemático. En otras palabras, el mercado castiga el precio de las acciones de una minera cuando su endeudamiento se incrementa (Caso de Teck y Freeport), por lo que el nivel de endeudamiento óptimo para una minera es menor que para una casa de trading y para las fundiciones japonesas.

Costo de capital, endeudamiento y riesgo de crédito

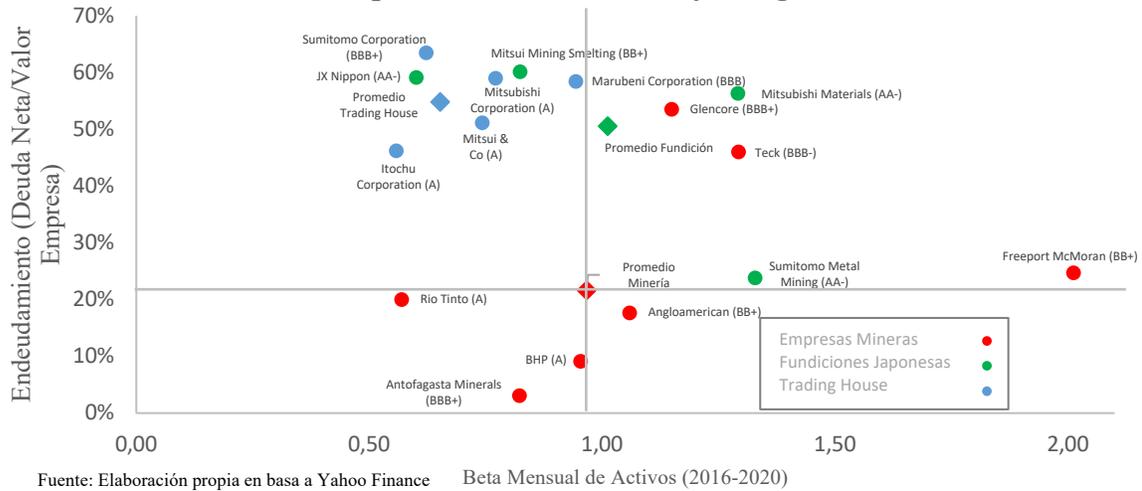


Ilustración xvi. Costo de capital y endeudamiento

De lo anterior se fundamentan las sinergias financieras entre mineras y casas de *trading*; basadas en las limitaciones de endeudamiento y costo de capital que presentan las mineras, que agregan valor al asociarse con otras empresas.

Si se consideran los siguientes parámetros¹⁵ de cálculo del costo de capital de los activos:

- Tasa libre de riesgo= 1,9% (Bono de gobierno de EEUU 10 años, 2016-2020)
- Premio de mercado= 5,5% (Premio real anual S&P 500 sobre bono de gobierno, 2016-2020)

Aplicando el modelo CAPM, se obtiene el costo de capital promedio mínimo con deuda:

Ecuación 6. Fórmula modelo CAPM

$$r = r_f + (r_m - r_f)\beta$$

- Costo capital promedio Minería= 7,95% ($\beta = 1,1$)
- Costo capital promedio *Trading House*= 6,85% ($\beta = 0,9$)
- Costo capital promedio Fundición japonesa= 9,1% ($\beta = 1,31$)

Lo anterior implica que existe una diferencia de al menos 1,1% en costo de capital mínimo entre mineras y casas de *trading*, y una diferencia entre 4%-12% de incremento en el valor para la minera en un proyecto asociado, dependiendo de la duración de los activos y del porcentaje a adquirir del proyecto.

Las empresas japonesas no solo acceden a financiamientos altamente competitivos a nivel de *project finance*, sino que también lo hacen a nivel de holding a través de *acquisition finance*. JBIC y NEXI entregan créditos y seguros por hasta el 50% del costo de adquisición de acciones de un proyecto minero, reduciendo aún más el costo de capital. Lo que explicaría en parte la razón por la

¹⁵ Los parámetros de tasa libre de riesgo y premio de mercado son los promedios observados entre 2016-2020 de acuerdo con [Bloomberg](https://www.bloomberg.com).

cual las fundiciones japonesas, que presentan un beta mayor a la minería están dispuestas a invertir de manera altamente competitiva; aunque también se explica por las sinergias operativas y comerciales mencionadas anteriormente (véase sección 2.1). Se podría estimar una reducción en el costo de capital de las fundiciones de entre 20%-30% al utilizar estructuras de *acquisition finance* que financien el 50% de una adquisición a un costo de deuda de 5% de tasa de interés.

3.1.7. Asimetrías de información: Señalización

Cuando un proyecto minero avanza en sus estudios de factibilidad comienzan a cuantificarse los riesgos y calidad del proyecto, en términos de su geología (leyes, geotecnia, metalurgia, impurezas, créditos), diseño y planificación minera (diseño, perfiles, fases), sus costos (ubicación, infraestructura necesaria, energía, agua, servicios, equipos, REM, desempeño, productividad), impacto ambiental y comunitario (polvo, caminos, agua, comunidades, *footprint*, arqueología). A medida que avanza el estudio y se adquiere mayor información, la incertidumbre se reduce; hasta el punto de que la información y estudios son suficientes para que un proyecto sea bancable, es decir de que los dueños actuales se encuentren dispuestos a sacrificar recursos en construir el proyecto, que nuevos socios quieran ser parte y que los bancos estén dispuestos a prestar dinero a un costo competitivo. Hasta que el costo marginal de adquirir nueva información (costo en tiempo, nivel de riesgo deseado y recursos) sea igual al beneficio marginal en términos de riesgo, costo de capital y bancabilidad del proyecto (cantidad de recursos y reducción de tasas de deuda y capital).

- El problema es que los accionistas actuales, nuevos y los bancos tienen una alta dificultad de reconocer la calidad y valor del proyecto. Y sí desconocen el valor real, entonces no asignarán los recursos de manera eficiente.
- Para asignar los recursos de forma eficiente. El objetivo es que los socios y los bancos financien proyectos de alta calidad, y no los de baja calidad.
- Además, la administración del proyecto tiene un alto incentivo a esconder los riesgos y solo mostrar información beneficiosa de este (*framing*) o porque desconoce la información; entonces podría haber información oculta o asimétrica.
- Sí se considera que el dueño actual tiene gran parte de sus costos hundidos en el proyecto, y la construcción de este se financiará en gran parte con deuda y con la incorporación de un nuevo socio; este nuevo socio tiene un alto incentivo a realizar un *due diligence* exhaustivo, porque es el que más riesgo toma al aportar nuevo capital (el dueño actual aportará una menor proporción de nuevo capital, y los bancos de todas maneras exigirán una garantía durante la etapa más riesgosa del proyecto y tendrán acceso preferente a los flujos de caja); existe un alto incentivo del socio minoritario para hacer un *due diligence* costoso y exigente, ya que el beneficio esperado de este es mayor que su costo ponderado por la probabilidad de éxito en la adquisición.
- Por lo anterior se requieren señales fuertes tanto para los accionistas actuales, los bancos y nuevos socios.

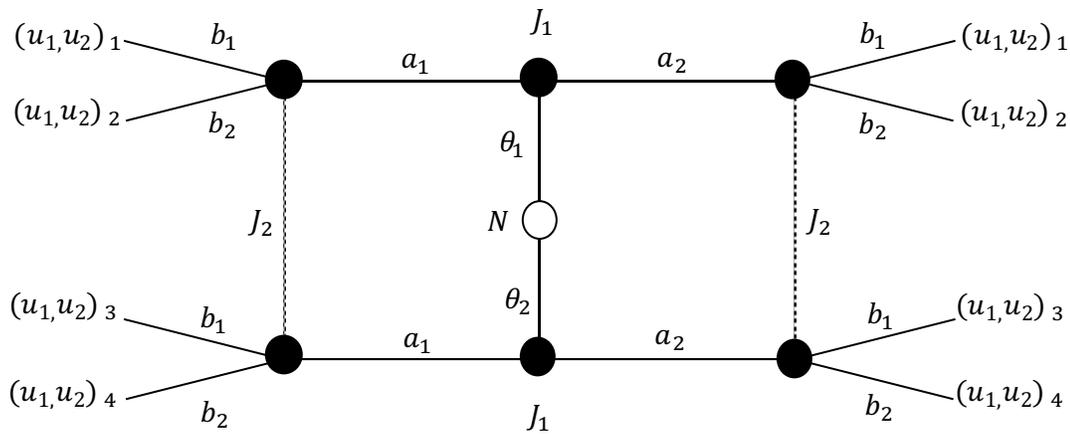


Ilustración xvii.

Diagrama de señalización

Fuente: Vial y Zurita (2011)

Para ejemplificar esto, se considera el diagrama en la Ilustración xvii; que corresponde a un juego de señalización con información asimétrica. Donde interactúan el Jugador 1 (J1) y el Jugador 2 (J2); el J1 conoce la calidad del proyecto que puede ser alta (θ_1) o baja (θ_2), pero J2 la desconoce. J2 requiere una señal de J1 para saber si el proyecto es de buena calidad o de baja calidad, las señales que puede entregar J1 pueden ser a_1 o a_2 . Luego J2 al ver una de las dos señales mostradas por J1; puede actuar de dos maneras comprando el proyecto (b_1) o no lo compra (b_2). Por lo tanto, existirán 4 pagos posibles $(u_1, u_2)_i$ para J1 y J2.

- $(u_1, u_2)_1$ dado que el proyecto es tipo θ_1 y J2 eligió b_1
- $(u_1, u_2)_2$ dado que el proyecto es tipo θ_1 y J2 eligió b_2
- $(u_1, u_2)_3$ dado que el proyecto es tipo θ_2 y J2 eligió b_1
- $(u_1, u_2)_4$ dado que el proyecto es tipo θ_2 y J2 eligió b_2

Para que el J2 conozca la calidad del proyecto alta (θ_1) o baja (θ_2), solamente al observar la señal a_1 o a_2 . Las señales deben ser claras, por ejemplo, J2 al ver la señal a_1 sabe que el proyecto es de calidad alta. Una señal a_1 potente, es tal que sea de tipo separadora respecto a las otras señales, que el J1 no tenga incentivo a mostrar esa señal si el proyecto es de baja calidad; y que le convenga más mostrar la señal a_1 cuando el proyecto es θ_1 ; y mostrar la señal a_2 cuando el proyecto es θ_2 . Sin incentivo a desviarse, el que exista un equilibrio de señales claras, depende de la matriz de pagos, o sea de que dar señales falsas sea siempre más costoso para el J1 que entregar señales verdaderas, y que por otro lado la señal sea valiosa para el que la recibe ya que mejora la certeza sobre la calidad del proyecto. (véase Anexo F para un ejemplo numérico)

De acuerdo a Vial y Zurita (2011), existen señales separadoras, agrupadoras y parcialmente agrupadoras o separadoras. Esta división depende del nivel de certeza de la señal. Si una señal puede significar varias cosas entonces es una señal agrupadora (si existen dos estados θ , y pudiera significar cualquiera de los dos) o parcialmente agrupadora (si habiendo más de dos estados θ , pudiera significar más de dos de ellos). Mientras que si una señal solamente indica un solo estado de la naturaleza entonces es una estrategia separadora, o parcialmente separadora si una señal significa una cosa, y otra señal pudiera significar dos o más cosas diferentes. Por lo tanto, la calidad

de la señal dependerá de la credibilidad o verosimilitud de esta para señalar un estado θ de la naturaleza.

Se analizarán seis señales relevantes, que podrían ayudar a conocer la calidad de un proyecto minero:

Tabla X. Análisis de señales de calidad de proyectos mineros

	Proyecto Alta Calidad E(VAN) > 0	Proyecto Calidad Media E (VAN) =0	Proyecto Baja Calidad E (VAN) < 0	Conclusión
① Minera anuncia búsqueda de socio minoritario	Elegirá hacer el proyecto de alta calidad de manera independiente, salvo que existan restricciones internas o sinergias con un minoritario.	La empresa estará indiferente entre asociarse (compartiendo el riesgo) o realizarlo de manera independiente. Dependerá de las restricciones internas, nivel de sinergias y costos de transacción.	Si el proyecto es de baja calidad, con alta probabilidad el potencial comprador lo descubrirá (Due Diligence) y la búsqueda fracasará. Será una señal negativa para los dueños actuales y los bancos. La minera evitará buscar un socio, si sabe que el proyecto es de baja calidad.	La estrategia es parcialmente agrupadora, al ver la señal de anuncio de búsqueda de un socio, el proyecto podría ser de alta o media calidad, sin certeza sobre su tipo. La interpretación de la señal dependerá de la existencia de restricciones internas, potenciales sinergias y costos de transacción.
② Minera anuncia que realizará el proyecto de forma independiente	En ausencia de restricciones internas y sinergias, la empresa realizará el proyecto de manera independiente, capturando mayor valor. Evitando costos de transacción de la asociación.	La empresa estará indiferente entre asociarse o realizarlo de manera independiente. Dependerá de las restricciones internas, sinergias y costos de transacción.	Es altamente improbable que una empresa minera señalice que construirá un proyecto de baja calidad de forma independiente si sabe que la calidad del proyecto es mala, pues destruye valor (VAN <0).	La estrategia es parcialmente agrupadora, al ver la señal de realizar el proyecto de manera independiente podría ser de alta o media calidad, sin certeza de su tipo. La interpretación de la señal dependerá de la existencia de restricciones internas, potencial sinergias y costos de transacción.
③ Minera anuncia una venta 100% del activo	No venderá un proyecto que para ellos tiene un mayor valor que el que el mercado le asigna. Salvo que existan restricciones internas creíbles. Como un cambio de foco estratégico (Caso de venta de Disputada de las Condes por Exxon)	Al ser de calidad media, la empresa estará indiferente entre venderlo o mantenerlo. Dependerá de las restricciones internas y costos de transacción.	Existe probabilidad que el potencial comprador en el proceso de due diligence descubra la baja calidad proyecto, y la venta fracase. Pero también la posibilidad de que el comprador no note la baja calidad y lo compre, pensando que es un proyecto de calidad media.	La estrategia es parcialmente agrupadora, al ver la señal no se tiene certeza de su tipo. La interpretación de la señal dependerá de la existencia de restricciones internas, potencial sinergias y costos de transacción.
④ Consultora confirma que el proyecto es de alta calidad	Independiente de la reputación y de quien haya contratado a la consultora, si el proyecto es de alta calidad; siempre la consultora confirmará la alta calidad del proyecto.	Si la consultora es contratada por la empresa minera, es altamente probable que confirme la alta calidad del proyecto pese a que sabe que la calidad es media o baja. La consultora podría tener incentivo a mostrar solo información positiva (framing). Si la consultora es contratada por el socio minoritario, es más difícil de que confirme la calidad del proyecto, pero dependerá de sus incentivos, del nivel de acceso a la información; y el costo de entregar una señal falsa (reputación).		La estrategia es agrupadora, al ver la señal de la consultora, no se tiene certeza de su tipo. Dependerá de: Reputación de la consultora, incentivos (quien la contrata y premios por resultado del estudio), nivel de acceso a información.

<p>⑤ Socio anuncia la compra sin restricciones de una posición minoritaria en el proyecto</p>	<p>El minoritario luego de un proceso de <i>due diligence</i> exhaustivo y costoso descubre que el proyecto es de alta calidad, decidirá comprarlo y sin mayores restricciones. La señal es bien recibida por los bancos que financiarán el proyecto y los dueños actuales de la empresa minera.</p>	<p>Sí el minoritario descubre que el proyecto es de media calidad, pero aun así decide comprarlo, será una señal altamente costosa ya que el proyecto no cumplirá con su promesa de calidad. En el corto plazo la señal podría ser bien recibida por los bancos que financiarán el proyecto y los dueños actuales de la empresa minera; pero en el largo plazo significará un daño reputacional y una decisión de alto costo.</p>	<p>Un minoritario nunca anunciará una compra si conoce la baja calidad del proyecto. Porque en este caso una señal falsa es altamente costosa.</p>	<p>La estrategia es separadora, al ver la señal de anuncio de compra sin grandes restricciones, los dueños actuales y los bancos podrán inferir que el proyecto es de alta calidad y financiarán el proyecto. Sobre todo, porque la posición minoritaria es la que toma el mayor riesgo en un proyecto (más que el mayoritario y el banco) y tiene un alto incentivo a realizar un <i>due diligence</i> costoso y detallado.</p>
<p>⑥ Entrega de garantía por préstamos financiero</p>	<p>La empresa minera y el socio minoritario entregarán una garantía corporativa a los bancos, sin problema, si saben que el proyecto es de alta calidad. Salvo que existan restricciones corporativas para hacerlo.</p>	<p>Sí el proyecto es de calidad media, los dueños del proyecto no estarán indiferentes de entregar la garantía. En muchos casos limitarán la garantía del préstamo, u optarán por otra alternativa de financiamiento.</p>	<p>Los dueños del proyecto difícilmente entregarán una garantía corporativa, si saben que el proyecto es de baja calidad. Sí el proyecto fracasa ellos serán responsables de pagar el préstamo.</p>	<p>La estrategia es separadora, al ver la voluntad de entregar una garantía corporativa por el préstamo. Los bancos interpretarán la señal como un proyecto de alta calidad. "Sí el proyecto es bueno, entonces los dueños deberían entregar una garantía"</p>

Fuente: Elaboración propia

La señal de compra de parte del minoritario es clara sí:

- El precio de compra es a firme y confirma el valor del proyecto.
- El comprador es una empresa de alta reputación, con experiencia en asociaciones similares.
- El comprador ha realizado un *due diligence* detallado y satisfactorio, con consultores de renombre.

Pero es menos clara si:

- El precio de compra es significativamente menor al esperado antes del anuncio.
- El precio de compra contempla pagos contingentes relativos al desempeño del proyecto.
- La transacción contempla cláusulas de salida u otro tipo de opciones de parte del comprador.

La señal de entrega de garantías es clara:

- Si la garantía es entregada por todos los accionistas con regla *pari passu*, pero se debilita si la garantía es entregada de manera no equitativa o condicional, salvo que existan restricciones internas.

A su vez para quién interpreta la señal, de acuerdo a Connelly *et al.* (2011) puede tener un significado diferente dependiendo del contexto en que esta se entrega, en el caso de la minería se observa la existencia de restricciones internas que alteran la interpretación. La señal de búsqueda de un socio; se puede interpretar de manera diferente cuando la empresa minera cuenta con los recursos para materializar el proyecto de manera independiente y decide no hacerlo solo, que cuando teniendo un proyecto robusto, enfrenta restricciones internas de la empresa minera como son:

- Alto endeudamiento (Mayor a 30% Deuda/Valor Empresa): La empresa minera necesita mantener un balance robusto, y la única manera de desarrollar el proyecto es con un socio.
- Clasificación de riesgo en revisión con perspectiva negativa, o sin grado de inversión (menor o igual a BB+): La empresa no puede endeudarse a un costo competitivo, la única alternativa es tener un socio en el proyecto.
- Restricciones financieras generales (compromiso de pago de dividendos, *M&A*'s en progreso): El gobierno corporativo de la minera impone restricciones de uso de capital que no permiten realizar el proyecto de manera autónoma.
- Imposibilidad de estructurar un financiamiento competitivo (empresa poco conocida, sin experiencia): Necesita de un socio con experiencia y buena reputación para poder estructurar un financiamiento competitivo.
- Imposibilidad de entregar una garantía corporativa, por ejemplo, por ser empresas estatales, fondos de inversión o empresas familiares sin otros activos: Requiere de un socio que entregue una garantía, para poder estructurar el financiamiento.
- Cuenta con otros proyectos que comprometen recursos humanos y financieros; que exigen a la empresa asociarse.

Es muy relevante este punto, porque un minoritario busca adquirir solo proyectos de alta calidad; los cuales normalmente se encuentran disponibles para una asociación, solo cuando el mayoritario enfrenta restricciones internas. Por esto es clave para un socio minoritario diferenciar cuando un mayoritario tiene una restricción interna y cuenta con un proyecto de alta calidad, que cuando no es así.

3.1.8. Valor de la información

De acuerdo al *paper* de Howard (1966), las señales tienen valor en la medida que reducen la incertidumbre sobre los estados de la naturaleza posible. Para los bancos las señales son valiosas por que mejoran la certeza sobre el proyecto que están financiando, y agregan valor en la medida que son más aversas al riesgo; y significa que un banco puede entregar financiamientos más competitivos que mejoran el desempeño económico de un proyecto. Una señal de compra no indica que el proyecto sea exitoso, pero sí aumenta la verosimilitud de éxito (probabilidad de éxito dividido en la probabilidad de fracaso), la señal de compra indica que comprador piensa que el proyecto es de alta calidad en base a toda la información disponible y conclusión del *due diligence*, el comprador no tiene incentivo a engañar a los que interpretan la señal. Aunque también el comprador puede estar equivocado por la existencia información que es desconocida por todos.

En el siguiente ejemplo numérico se toma un ejemplo similar al analizado anteriormente; donde existen dos estados de la naturaleza:

- Un proyecto es de calidad alta θ_1 o baja calidad θ_2 , con una probabilidad conocida de ocurrencia $\pi = 65\%$ para θ_1 y $1 - \pi = 35\%$ para θ_2 .
- Un inversionista decide comprar el proyecto señalizando a_1 , históricamente el 90% de los proyectos que resultaron ser de alta calidad los ha comprado (señalizando a_1), y solo el 10% de los proyectos de alta calidad los ha rechazado (señalizando a_2); mientras que el 70% de los proyectos de baja calidad los ha rechazado (señalizando a_2) y el resto los ha comprado (señalizando a_1). Este inversionista tiene buena reputación y ha tenido un alto nivel de certeza

en los proyectos que ha comprado, tiene gran experiencia y es altamente exhaustivo en su proceso de selección y *due diligence*.

Tabla XI. Ejemplo numérico de probabilidades y valor de la información

Señal	Compra proyecto $a_1 \theta$	No compra proyecto $a_2 \theta$	Π $P(\theta)$	P (θ / a_1)	P (θ / a_2)
Calidad					
Alta θ_1	90%	10%	65%	85%	21%
Baja θ_2	30%	70%	35%	15%	79%
P (Total)	69%	31%	1	100%	100%

Fuente: Elaboración propia en base a Howard (1966)

Ecuación 7. Teorema de probabilidad total y Teorema de Bayes

$$P(a_i) = P(a_i | \theta_1)P(\theta_1) + P(a_i | \theta_2)P(\theta_2)$$

$$P(\theta | a_i) = \frac{P(a_i | \theta)P(\theta)}{P(a_i)}$$

Cuando un banco calcula la utilidad esperada de un crédito y solo conoce la probabilidad de ocurrencia π ; tendrá una mayor incertidumbre sobre si el proyecto es bueno o no, que si ve la señal del inversionista que compra el proyecto. Luego de ver la señal del inversionista que tiene gran reputación, volverá a calcular una probabilidad revisada utilizando la fórmula de Bayes y de probabilidades totales (Ecuación 7), incorporando el nivel de confiabilidad histórico de que ha observado del inversionista (90/10 para proyectos de alta calidad y 30/70 para proyectos de baja calidad). Y en este caso una probabilidad de ocurrencia de 65% de proyectos de alta calidad, se incrementa a 85% al ver la señal de compra del proyecto; por lo tanto, la señal de compra reduce el riesgo del banco que financia el proyecto. Y si antes su utilidad esperada se basaba en probabilidades de 65/35 (razón de verosimilitud), ahora eso se incrementó en base 85/15 solo al ver la señal de compra. El cambio en valor de la utilidad esperada es lo que se denomina valor económico de la información y es valor que en cierta medida se traduce en financiamientos más competitivos.

Se puede concluir que las buenas señales tienen la particularidad de aumentar el valor esperado de un proyecto riesgoso para quienes las reciben. La reputación del que entrega la señal es clave para este análisis, al igual que el incremento de la certeza antes de recibir la señal y luego de esta.

De acuerdo a Arnoud y Anjan (1994), la reputación es clave para la obtención de créditos bancarios y el costo de este. Estos autores destacan que existe un sesgo relativo a las malas experiencias. Donde solo la mala reputación de un cliente bancario, incluso de manera incidental; perjudica la obtención de créditos y el costo financiero por un largo tiempo. Mientras que no se observan diferencias significativas entre clientes con reputación normal, buena o sobresaliente. Por lo tanto, las empresas más capaces de estructurar un financiamiento de proyecto eficiente son aquellas que no han tenido conflictos con instituciones bancarias, pérdidas de grados de inversión o han caído en cesación de pagos en el pasado; por otro lado, entregar una señal falsa a un banco sobre la calidad de un proyecto tiene consecuencias en la reputación y en futuros créditos.

Empresas con buena reputación histórica en proyectos mineros, que entregan señales claras sobre la calidad de un proyecto, pueden lograr apalancar financiamientos bancarios más competitivo. En

el caso chileno, las empresas japonesas han jugado ese rol, generando una reputación importante; entregando señales costosas con la compra de participaciones minoritarias, lo que permite reducir los costos de financiamiento y materializar proyectos.

3.2. Relación de largo plazo y confianza

A partir de los datos en el

Anexo C. basados en S&P Global (2020), se puede concluir que existe una estrecha relación entre empresas mineras de categoría mundial y las empresas japonesas integradas a la cadena de valor, que comenzó en la década del '60 con el desarrollo de mineral de hierro en la zona noroeste de Australia (Pilbara) y que se extendió en la década del '80 hacia carbón y cobre.

- Es una relación ininterrumpida y en crecimiento de más de 50 años.
- Que difícilmente se verá interrumpida, ya que se proyecta en el largo plazo basado en una gran base de recursos minerales.
- Las principales mineras internacionales no tienen otra relación que se iguale a la que tienen con estas empresas.
- Este entrelazamiento tiene las siguientes particularidades:
 - Propiedad cruzada: Mitsui & Co tiene el 5% de Vale y nombra un director, Sumitomo Metal Mining tiene propiedad indirecta en Teck y elige 2 directores, Mitsubishi tiene propiedad directa en Invercap, CAP y CMP, eligiendo miembros del directorio en cada una.
 - Socios en proyectos mineros: 52 proyectos mineros tipo JV entre empresas japonesas y mineras identificados.
 - Cliente-proveedor: Después de China, estas empresas japonesas son los principales clientes de las empresas mineras.
 - Amplio ámbito geográfico y de productos: Australia, Chile, Perú, Canadá y EEUU; en cobre, hierro y carbón.

Es una relación única, valiosa, muy difícil de imitar y bien organizada para capturar valor; y para otros países como China es muy difícil de lograr una posición equivalente, debido a que activos de estas características son escasos y requieren largos períodos para su desarrollo. La estrategia de China ha sido, por el lado de los recursos minerales, desarrollarse en regiones diferentes a donde se encuentran empresas japonesas; incluyendo minería local y en África, donde existe mayor riesgo país, pero donde también tienen mayor influencia geopolítica Humphreys (2015). Y por el lado de la comercialización, han incrementado su poder de compra a través de carteles de importación de metales.

Un punto relevante es que una relación estrecha, como la descrita, con alto nivel de entrelazamiento tiene la ventaja de reducir los costos de transacción, como son:

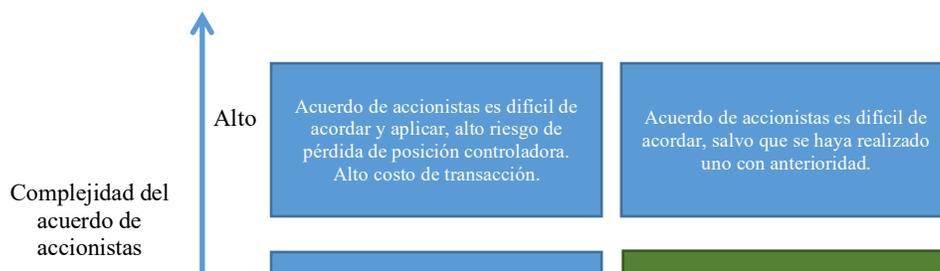
- Evitar mecanismos altamente complejos en el pacto de accionistas para reducir desalineamientos en el gobierno corporativo: La confianza fundada en una relación fuerte reduce la necesidad de generar mecanismos estrictos y complicados para evitar desalineamientos en los gobiernos corporativos. De acuerdo a Miliauskas (2013), estos mecanismos incluyen, *Tag-Along*, *Drag-Along*, *ROFR*, *ROFO*, supermayorías, voto independiente en transacciones relacionadas, *deadlock*, derechos a retiro. Que tienen como objetivo motivar la cooperación y evitar desalineamientos, se hacen necesarios cuando existen asimetrías de poder o desconfianzas entre los dueños. Pero son difíciles de acordar y de aplicar, rigidizan la relación entre los dueños, además pueden ocasionar conflictos con serias repercusiones en la toma de decisiones y en las unidades operativas de las empresas. Por lo tanto, una alternativa basada en una combinación de mecanismos más simples y mayor entrelazamiento puede reducir los costos de transacción, incentivar la cooperación y mejorar el desempeño del gobierno corporativo.

- Términos de asociación replicables y estandarizados: La experiencia en un proyecto pasado es fácilmente replicable al siguiente. Es más rápido y menos costoso aceptar los términos de asociación si estos ya han sido negociados anteriormente por las mismas partes, se han perfeccionado y han resultado exitosos. Además, existe una mayor predictibilidad en la conducta corporativa del socio mayoritario y minoritario; evitando así mecanismos conflictivos.
- La existencia de amenazas creíbles incentiva la cooperación, al estar altamente entrelazados; es muy alto el riesgo de iniciar un conflicto de proporciones; que podría amenazar con bloqueo en las decisiones corporativas no solo a nivel de un proyecto, sino que con el portafolio de operaciones completo. De acuerdo a Engle-Warnick y Slonim (2006), las amenazas creíbles en juegos repetidos indefinidos, incentivan equilibrios cooperativos de largo plazo. Debido a que cualquier desalineamiento que beneficie a uno y perjudique a otro puede ser castigado severamente por el perjudicado por medio de rondas de castigo, por lo tanto, ambos intentarán cooperar en equilibrios donde ambos ganen y evitaren conductas que perjudiquen al otro. Sobre todo, cuando el juego es indefinido o infinito, la conducta es observable, se castiga fácilmente, la amenaza de castigo es creíble y altamente perjudicial.
- En muchos casos un acuerdo de accionistas es difícil o imposible de acordar, porque la condición demandada por el minoritario, para resguardar sus intereses, pone en riesgo la posición controladora del mayoritario y la fluidez del gobierno corporativo del proyecto. Y en muchos casos al ser una condición necesaria para la compra, esta no se puede realizar, aunque el precio de la transacción sea atractivo para ambos.

Cuando existe un proyecto de alta calidad que se desea realizar de manera asociada, tanto a nivel de empresa minera como fundición o casa de *trading* japonesa; es más fácil y menos costoso obtener una decisión de inversión a nivel corporativo cuando esta se realiza de manera conjunta empresas que han tenido buena relación en el pasado, existe mayor conocimiento conductual que cuando se trata de empresas desconocidas.

A continuación, se resume en una matriz de complejidad del acuerdo de accionistas y nivel de entrelazamiento, lo discutido anteriormente:

Ilustración xviii. Matriz de costos de transacción



Fuente: Elaboración propia

3.3. Contexto Portfolio Mundial de operaciones mineras

Al analizar el portafolio de proyectos compartidos se observa un intenso *interlocking* entre mineras y empresas japonesas, lo que puede significar un alto riesgo de flujo de información y coordinación entre ellos, se puede ver en los llamados *Joint Ventures*, como son Antamina, Escondida, Anglo American Sur y Collahuasi, donde las 5 principales compañías mineras de alcance internacional se entrelazan con empresas japonesas especialmente con Mitsubishi Corporation y Mitsui & Co. Además, la relación se concentra en los mayores activos mineros del mundo en términos de producción y valor de las reservas.

Como se mencionaba en el punto anterior, este entrelazamiento favorece la cooperación a nivel de gobiernos corporativos y reduce los costos de transacción para nuevos proyectos, lo que se evidencia en la expansión de asociaciones de este tipo en los últimos 30 años. Al analizar una asociación en un proyecto, será más fácil hacerlo, en términos de costos de transacción si ya existe una asociación anterior. Por ejemplo, será más fácil para BHP asociarse con Mitsubishi, Mitsui o Itochu en un proyecto minero que con Sumitomo o Marubeni, al igual que para esas tres empresas es más fácil hacerlo con BHP que con Teck o Freeport McMoran donde no existe entrelazamiento o experiencia previa de asociación. Así mismo será más fácil para BHP tener de minoritario a una empresa japonesa, con un menor riesgo de conflicto por el control que con Rio Tinto, con el cual el control puede ser más problemático.

Es complejo cuantificar el efecto que un alto nivel de entrelazamiento puede tener en una asociación y la reducción de costos que podría significar, pero puede ser muy valioso para ambos el extender este tipo de asociaciones.

Tabla XII. Relación de empresas japonesas y mineras en proyectos mineros

BHP	Rio Tinto ("RTZ")	Anglo American	Glencore	Antofagasta Minerals ("AMSA")	Teck	Freeport McMoran ("FMI")
-----	-------------------	----------------	----------	-------------------------------	------	--------------------------

Mitsubishi Corporation (Mitsubishi Shoji Kaisha-"MSK")	① Escondida ② Antamina ③ Carbón Metalúrgico Este Australia	① Escondida ② Iron Ore Company of Canada	① Anglo American Sur ② Quellaveco	① Antamina ② Clermont	① Pelambres	① Antamina	
Mitsui & Co Ltd., (Mitsui Bussan Kaisha-"MBK")	① Yandi ② Jimblebar ③ Newman ④ Area C ⑤ West Angelas ⑥ Carbón Metalúrgico Este Australia	① Robe River ② West Angelas	① Collahuasi ② Angloamerican Sur ③ Dawson ④ Capcoal ⑤ Moranbah	① Collahuasi	① Pelambres (hasta 2018)		
Itochu Corporation ("ITC")	① Yandi ② Jimblebar ③ Newman ④ Area C. ⑤ Worsley (hasta 2015)			① Carbón Este Australia (Oak Creek)			
Marubeni Corporation ("MC")			① Jelinbah ② Lake Vermont	① Hail Creek	① Pelambres ② Centinela ③ Antucoya		
Sumitomo Corporation ("SC")				① Carbón Este Australia ② Clermont		① Quebrada Blanca ② Pogo (hasta 2008)	① Morenci ② Cerro Verde ③ Candelaria (hasta 2015)
JX Nippon ("JXN")	① Escondida	① Escondida		① Bulga	① Pelambres		
Mitsui Mining & Smelting ("MMS")			① Collahuasi				
Sumitomo Metal Mining ("SMM")						① Quebrada Blanca ② Pogo (hasta 2008) SMM tiene propiedad en Teck y elige 2 miembros en el directorio.	① Morenci ② Cerro Verde ③ Candelaria (hasta 2015)
Mitsubishi Materials Corporation ("MMC")	① Escondida	① Escondida			① Pelambres	① Zafranal	

Fuente: Elaboración propia en base a S&P Global (2020).

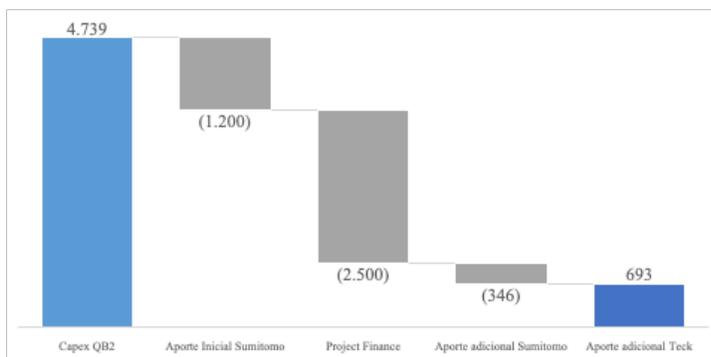
4. CASO DE ESTUDIO

Para efectos de aplicar los puntos mencionados en los Capítulos 2 y 3 sobre la integración de empresas japonesas en la minería del cobre, se realizará un caso de estudio de una transacción reciente que cuenta con suficiente información pública para poder realizar una estimación simplificada de las posibles sinergias existentes bajo el marco teórico analizado anteriormente. El objetivo del caso de estudio es cuantificar el efecto relativo de las principales palancas de valor en la asociación y el grado de importancia que cada una tiene en el valor de un proyecto. Ya que no se cuenta con el modelo financiero detallado de un proyecto, se utilizarán fórmulas financieras de estimación que simplifican el análisis, que ayudan a entender la magnitud de los efectos de la integración entre empresas mineras y japonesas. Se seleccionó el caso de la venta de una porción minoritaria del proyecto Quebrada Blanca 2, ya que se cuenta con información pública de Teck y los estados financieros publicados en la CMF.

4.1.1. Venta del 30% de Quebrada Blanca Fase II a Sumitomo

Luego de cuatro meses desde el inicio del anuncio de la intención de asociarse, en diciembre de 2018, Teck Resources de Canadá, dueño del 90% del proyecto Quebrada Blanca fase II (el 10% restante es propiedad de Enami), anunció la venta de una porción minoritaria del 30% de su participación a dos empresas japonesas, Sumitomo Metal Mining (25%) y Sumitomo Corporation (5%). El precio pagado fue de USD 800 millones por la venta de las acciones, más USD 400 millones por concepto de un aumento de capital. Fondos que serán utilizados para financiar los costos de construcción de este, lo restante será financiado con la caja existente en la compañía, aportes adicionales de los socios y un préstamo bancario Teck (2019).

Ilustración xix. Fuentes de fondos para proyecto QB2



Fuente: Teck (2019)

En mayo de 2019, Teck Resources anunció un acuerdo de financiamiento tipo *project finance* en cuatro porciones con bancos de fomento estatal, agencias de crédito a la exportación y bancos comerciales de USD 2.500 millones por una duración de hasta 12 años y medio. Las fuentes para financiar el proyecto se detallan en la Ilustración xix, donde Teck solo realiza un aporte equivalente

al 14,6% del costo total del proyecto, pero mantiene el 60% de la propiedad del proyecto. Como se detalla en la Tabla XIII, entidades estatales de Japón (JBIC-NEXI), Corea (Kexim), Alemania (KfW-UfK) y Canadá (EDC), proveerán créditos y seguros. Kexim, UfK y NEXI aseguran el cumplimiento del crédito a los bancos privados y estatales asociados a la porción de financiamiento. Además, participarán 6 bancos privados, el Banco de Montreal (BoM), ING, BNP Paribas, Mizuho, Banco de Tokio-Mitsubishi MUFG y el Sumitomo Mitsui Banking Corporation (SMBC).

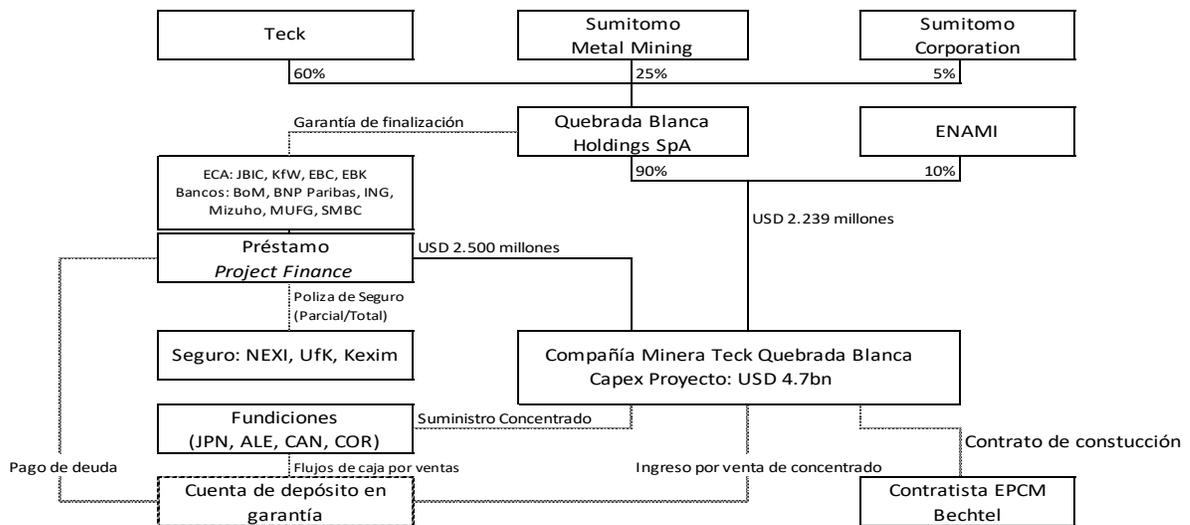
Tabla XIII. Resumen de montos y costo del crédito para QB2

		Agente Asegurador	Comercial	Kexim	UfK	NEXI
		Duración	Sin Seguro	Con seguro	Con Seguro	Con Seguro
		Costo Anual (libor +)	8,5 años	12,5 años	12,5 años	12,5 años
Bancos Estatales de Fomento y ECA	EDC		\$660			
	KEXIM			\$240		
	KfW				\$155	
	JBIC					\$900
Bancos Privados	BoM		\$40	\$27	\$24	
	ING		\$40	\$27	\$24	
	BNP Paribas		\$40	\$27	\$24	
	Mizuho		\$40	\$27	\$24	
	MUFG		\$40	\$27	\$24	
	SMBC		\$40	\$27	\$24	
Total			\$900	\$400	\$300	\$900

Monto Total del crédito \$2.500
 Costo total (libor+) 1,13%

Fuente: Elaboración propia en base Comisión del Mercado Financiero Teck (2020)

Ilustración xx. Financiamiento del Proyecto QB2



Fuente: Elaboración propia en base Comisión del Mercado Financiero Teck (2020)

Como se muestra en la Ilustración xx, las líneas de crédito mantendrán una garantía de finalización hasta que termine la construcción del proyecto, que serán entregadas por Teck, Sumitomo Metal Mining y Sumitomo Corporation de manera proporcional. Al inicio de la operación comercial los bancos devolverán la garantía a los dueños del proyecto, y las líneas aseguradas serán garantizadas por Kexim, UfK y NEXI de acuerdo a la Tabla XIII. Quienes a su vez aseguran los flujos de caja por medio de *off-take contracts* con fundiciones seleccionadas por los agentes aseguradores (con prioridad a fundiciones de Japón, Alemania, Corea y Canadá) en un volumen de suministro de concentrados suficientes para repagar la deuda en un período de 12 años. Los flujos de caja provenientes de las ventas asociadas a los *off-take contracts* serán depositados en una cuenta de depósito en garantía, que tiene como misión resguardar el pago de la deuda y mantener la continuidad operacional del proyecto.

Por otro lado Sumitomo Metal Mining tiene propiedad accionaria indirecta en Teck Resources, a través del *holding* Temagami Mining Corporation, en la cual mantiene el 49,38% de la propiedad (el resto está en manos de la familia Keevill). Esta a su vez es dueña del 55,29% de las acciones serie A (serie con 100 votos por acción) y del 0,13% de las acciones serie B (serie con 1 voto por acción) que representan el 0,87% del total de acciones de Teck, pero el 32% de los derechos de voto Teck (2018), lo que le da derecho a SMM de elegir 2 de los 13 directores en la empresa.

Para efectos de calcular un valor estimado de la sinergia se fijarán las siguientes variables paramétricas de cálculo:

Sumitomo Metal Mining (SMM) es una empresa japonesa, cuyo negocio principal es la fundición de cobre y la participación minoritaria en minería donde mantiene un suministro asegurado de 254.000 toneladas anuales de cobre en concentrados (véase

- Anexo C.).
- Es además propietaria del 100% de la fundición de Toyo (ubicada al Oeste de Japón en la isla de Shikoku), con capacidad de fusión de 506.000 toneladas de cobre en concentrados al año; con una producción en 2016 de 450.000 toneladas de cobre fino (992 millones de libras) de las cuales 196.000 toneladas las adquiere por medio de terceros (véase Tabla III Y Tabla IV) lo que tiene un costo de USD 5/TMS (toneladas métrica seca) por conceptos de comisión por intermediación y costos propios (incluido en el costo variable) y el resto por su suministro asegurado.
- El concentrado tratado en la fundición de Toyo actualmente tiene un alto contenido de arsénico de 0,2%¹⁶ (supuesto para el caso de estudio), lo que tiene un costo de pretratamiento de USD 2/kg de arsénico (véase sección 2.1.4), al año procesa 3.333 ton de arsénico muy cercano al límite ambiental permitido para la fundición de Toyo.

El costo unitario total (antes de créditos) de la fundición en 2016 es USD 97/TMS de concentrado mientras que los cargos totales son USD 133/TMS (véase

- Anexo E.), de este costo 70% corresponden a costos fijos y el resto a variables.
- Debido a la estructura del mercado, por cada 100,000 ton adicionales de integración entre minas y fundiciones, el precio anual de los contratos aumenta en cUSD 0,55/lb por efecto de la menor competitividad entre las fundiciones independientes (véase sección 2.1).

Los parámetros operativos y comerciales de la fundición de SMM se resumen a continuación en la Tabla XIV:

Tabla XIV. Parámetros Fundición (Sumitomo Metal Mining- Fundición Toyo)

				Referencia
A	Capacidad de fundición	506.000	ton cu/año	Tabla III
B	Producción total	450.000	ton cu/año	Tabla III
C		992,1	Millones de libras de Cu fino	B x 2.204/1.000
D	Suministro asegurado a largo plazo	254.000	ton cu/año	Anexo c
E	Arsénico promedio tratado	0,20% ¹⁶	% As.	Supuesto
F	Costo fijo/Costo total	70% ¹⁷	%	Supuesto
G	Cargos Totales (TC+Au+Ag+S+Energía)	\$133	USD/TMS concentrado	WoodMackenzie 2019 -Anexo E
H	Costo total de fundición	\$97	USD/TMS concentrado	WoodMackenzie 2019 -Anexo E
I	Incremento TC	\$0,55	cUSD/lb/100,000 ton integradas	Sección 3.1
J	Costo tratamiento Arsénico	\$2,00	USD/kg As en conc	Sección 3.1.4
K	Costo Comercialización	\$5 ¹⁸	USD/TMS concentrado	Supuesto

- El proyecto QB2 se planea ejecutar en un plazo de 34 meses, con Bechtel como contratista principal en modalidad EPCM, se espera un costo de construcción de USD 4.739 millones.
- Teck espera una TIR cercana al 15% sobre los flujos después de impuestos del proyecto, en base a una vida de la mina de 28 años, produciendo en promedio 256.000 toneladas de cobre fino en concentrados al año los primeros 10 años, con un costo cash cost neto a cátodo C1 de USD 1,28/lb los primeros 5 años y de USD 1,37/lb promedio durante la vida de la mina, posicionándose en el segundo cuartil de la curva de costo con una ley de cobre en concentrados de 27% con un contenido de arsénico de 200 ppm (información de Teck y S&P Global).

Los parámetros del proyecto QB2 se resumen en la Tabla XV

¹⁶ Estimado en base al contenido de Arsénico en el concentrado proveniente de Cerro Verde 1.200 ppm (según aduana de Perú) y Northparkes 3.500 ppm según Yamazaki (2018).

¹⁷ Supuesto en base a información de Wood Mackenzie (2016) y Dundee Precious Metal (2014).

¹⁸ Supuesto en base a experiencia de Itochu Corporation.

Tabla XV. Parámetros proyecto QB2

				Referencia
L	Capex proyecto	\$4,739	USD mm	Teck 2019
M	Tir Esperada	15% ¹⁹	%	Supuesto
N	LOM	28	años	Teck 2019
O	Producción cobre en concentrados promedio anual	256.000	(ton cu/año)	Teck 2019
P	Ley Cu concentrado	27%	%	S&P Global
Q	Arsénico promedio	0,02%	%	S&P Global
R	Enami (sin dilución)	10,00%	%	Teck 2019

- En 2018 Teck mantenía un creciente endeudamiento cercano al 25% de deuda sobre el valor económico de la empresa (Deuda Neta CAD 3.785 millones, Capitalización de mercado CAD 11.350 millones²⁰), y una rebaja en su clasificación de riesgo categoría desde 2015 (BB+ sin grado de inversión²⁰) lo que dificultaba su acceso al crédito corporativo.
- Además mantenía compromisos de capital relacionado con su participación de 21.3% en el proyecto de arenas petrolíferas de Fort Hills en Canadá con un costo total de USD 17 mil millones Suncor (2019), además de otros proyectos como Zafranal y San Nicolás (S&P Global); debido a lo cual enfrentaba restricciones internas de uso de capital y endeudamiento que motivaron el desarrollo del proyecto QB2 de manera asociada.
- La beta de los activos de Teck es de 1,29²⁰ la tasa libre de riesgo es 1,9%, el premio por riesgo de mercado es 5,5% (véase sección 4.1.3) y el costo de endeudamiento para efectos de un *project finance* para QB2 es de libor + 1,52% con una capacidad de deuda de USD 2.350 millones²¹.

Los parámetros financieros de Teck se resumen en la Tabla XVI.

Tabla XVI. Parámetros financieros Teck

				Referencia
S	Tasa libre de riesgo	1,9%	%	Sección 4.1.3
T	Premio mercado (Real)	5,5%	%	Sección 4.1.3
U	Endeudamiento	25%	Deuda Neta/Valor Empresa	Yahoo Finance
V	Beta activos Teck	1,29	veces	Yahoo Finance
W	Libor swap 10 años Mayo 2019	2,5%	%	Yahoo Finance
X	+ Margen Banco	1,5%	%	Supuesto
Y	Kd (Banco Comercial)	4,0%	%	W + X

¹⁹ Supuesto en base a la información en la presentación de Teck (2019).

²⁰ Fuente: Yahoo finance 2020.

²¹ Supuesto consistente con la porción no japonesa en la Tabla XIII, ponderando el balance a la tasa de interés marginal de libor + 1,55%, supuesto del caso de estudio es un nivel de endeudamiento para el proyecto QB2 de hasta 50% deuda/activos del proyecto antes de *project finance* con instituciones japonesas.

Z	Impuesto Corporativo	30%	%	Supuesto
AA	D/A	50%	%	Supuesto

- Para Sumitomo Metal Mining y Sumitomo Corporation (en adelante “Sumitomo”) la adquisición del 30% del proyecto, significa asegurar un suministro equivalente a un tercio del concentrado producido por el proyecto; debido a que Enami tiene una cláusula de no dilución del 10% que lo exime de aportar capital y garantías, pero también del derecho preferente de compra de concentrado Teck (2019).
- El costo de capital relevante para Sumitomo para la compra de las acciones es consistente con una beta de los activos de 1,33²⁰ y con una línea de crédito proveída por JBIC y NEXI para la adquisición de hasta el 25% de las acciones del proyecto a un costo de 4,36% (supuesto del caso de estudio).
- Por otro lado puede acceder al subsidio de financiamiento de proyectos de JBIC y NEXI, tanto para créditos con tasas reducidas, como seguros por hasta el 90% del riesgo comercial y político para los créditos privado; lo que reduce la tasa promedio ponderada del *project finance* en -0,38% y aumenta la capacidad de deuda hasta USD 2.500 millones o 53% Deuda/Activos²², a cambio se debe ceder el 50% de la producción en un *off-take contract* con las fundiciones seleccionadas por los bancos y seguros como garantía por el plazo de la deuda (supuesto del caso de estudio, véase sección 4.1.3).

Los parámetros financieros de Sumitomo se resumen a continuación en la Tabla XVII

Tabla XVII. Parámetros financieros de Sumitomo

AB	Porción asegurada concentrado	33%	%	Teck 2019
AC	Porcentaje vendido a Empresa Sumitomo	30%	%	Teck 2019
AD	Beta Sumitomo	1,33	veces	Yahoo Finance
AF	Porción adquirida con financiamiento preferencial	25%	%	Supuesto
AG	Costo financiamiento preferencial	4,36%	%	Supuesto
AH	Descuento Tasa Project finance	-0,38%	%	Supuesto
AI	D/A*	53%	%	Teck 2019

De parte de Sumitomo Metal Mining existen sinergias a partir de la integración del suministro de concentrados del proyecto QB2 producto de un mayor apalancamiento operativo que reduce el costo fijo unitario de fundición, un aumento del cargo por tratamiento por un aumento en la concentración y poder de mercado, ahorros por menores costos de tratamiento de impurezas y en menores comisiones y costos de comercialización.

Mientras que Teck captura sinergias financieras por la venta a un minoritario a un mayor valor, un beneficio por el descuento de la tasa y aumento de la capacidad de deuda producto de un *project*

²² Resultado es consistente con el costo de deuda en la tabla XIII reportado por Compañía Minera Teck Quebrada Blanca a la CMF en 2020.

finance más competitivo enlazando subsidios estatales del gobierno japonés y las señales de alta calidad del proyecto luego de la venta a Sumitomo. Por otro lado, Teck evita elevar su costo de endeudamiento corporativo y reduce sus compromisos de capital, mientras busca recuperar su grado de inversión (lo que se logra en 2019 luego de esta transacción), el efecto es un incremento de la TIR, del VAN y una menor exposición al riesgo financiero del proyecto.

Además, existe una sinergia intangible que tiene que ver con la reducción de costos de transacción entre los socios, dado que Teck y Sumitomo mantienen una relación estrecha, donde Sumitomo mantiene propiedad y derechos políticos en la directiva de Teck, además las 3 compañías fueron socios en la Mina Pogo de Canadá, además Sumitomo Metal Mining ha sido cliente de Teck como comprador de concentrados. Existe un alto nivel de incentivo a la cooperación entre socios, factor necesario para el éxito del proyecto común, elemento difícilmente replicable por otros compradores.

Para efectos del cálculo de la sinergia, al no contar con un modelo financiero exacto del proyecto QB2, se estimará el valor de las sinergias en base a flujos de caja libre como anualidades equivalentes consistentes con el Capex, la vida de la mina, la TIR y el VAN reportado por Teck (2019). En base a ese flujo de caja se determinará el efecto de cambios en la tasa de descuento, por efecto de la venta a Sumitomo y la estructuración de un *project finance* con instituciones japonesas.

A continuación en la Tabla XVIII, se detalla el cálculo de cada uno de los puntos mencionados:

Tabla XVIII. Cálculo de sinergias

	Ahorro en tratamiento de arsénico			Fórmula hoja de cálculo	
AK	Concentrado Asegurado por Sumitomo en QB2	316.049	(ton conc-cu/año)	$O \times AB / P$	
AL	Concentrado procesado total después de venta	1.874.074	(ton conc-cu/año)	A/P	
AM	Arsénico tratado antes del proyecto	3.333	(ton /año)	$B \times P / E$	
AN	Arsénico tratado de QB2	63	(ton /año)	$AK \times Q$	
AO	Arsénico tratado después del proyecto	3.179	(ton /año)	$(AL-AK) \times E + AN$	
AP	Costo de tratamiento después del proyecto	\$6.358.519	USD/año	$J \times AO \times 1.000$	
AQ	Costo de tratamiento antes del proyecto	\$6.666.667	USD/año	$J \times AM \times 1.000$	
AR	Ahorro anual	\$308.148	USD/año	$AQ-AP$	
	Ahorro en costos fijos de fundición				
AS	Apalancamiento operativo	2,90	Cambio % Margen/ Cambio % en cantidad	$[G-(H(1-F))]/[G-H]$	Fórmula apalancamiento operativo
AT	Aumento % uso fundición	12%	%	$A/B-1$	
AU	Aumento % margen fundición	36%	%	$AS \times AT$	
AV	Aumento margen fundición	12,90	USD/TMS concentrado	$AU \times (G-H)$	

AW	Aumento total de margen	\$25,586,573	USD/año	$[(B/P)+AK] \times AV$	
VAN Teck antes de la venta a Sumitomo					
AX	FCL anual 90% del proyecto	\$0,646	USD mm	$\text{Pago (N, L, -M)} \times (1-R)$	Fórmula anualidad
AY	WACC Activos Teck	9,0%	%	S+TxV	Fórmula WACC
AZ	VAN Teck @ 9,0%	\$1,800	USD mm	$-[L]+[VA (AY, N, AX)]$	Fórmula anualidad
Venta del 30% a Sumitomo					
BA	WACC compra por Sumitomo	8,0%	%	$(S+T \times AD) \times (1-AF) + (AF \times AG)$	
BB	VAN @ 8,0% del 90% del proyecto	\$2,400	USD mm	$-[L+ VA (BA, N, AX)]$	
BC	Precio de compra del 30%	\$0,800	USD mm	$BB \times AC/(1-R)$	
BD	Nuevo Capex Teck	\$2,359	USD mm	$[L \times (1-AB-R)/(1-R)] - BC$	
BE	Nuevo FCL anual Teck	\$0,431	USD mm	$[AX \times (1-AB-R)/(1-R)]$	
BF	Nueva TIR Teck	18%	%	Tasa (N, -BE, BD)	Fórmula anualidad
BG	Nuevo VAN Teck @ 9,0%	\$2,000	USD mm	$VA (AY, N, -BE)-BD$	Fórmula anualidad
BH	Valor Sinergia por venta del 30%	\$0,200	USD mm	BG-AZ	
Parámetros financieros antes de deuda japonesa					
BI	WACC promedio (Teck, Sumitomo)	8,66%	%	$[BA \times (AB/1-R)] + [AY \times (1-\{AB/1-R\})]$	Fórmula WACC
BJ	Ke implícita	15%	%	$[BI-(Y \times AA \times (1-Z))/(1-AA)]$	Fórmula WACC
Project finance con deuda japonesa					
BK	WACC con deuda japonesa	8,15%	%	$[BJ \times (1-AI)] + [(Y + AH) \text{fax} (1-Z)]$	Fórmula WACC
BL	Reducción WACC	-0,51%	%	BI-BK	
BM	Sensibilidad VAN/WACC	30	$(\Delta\% \text{ VAN})/(\Delta \text{ WACC})$	$\text{Duración.Mod(Hoy());Hoy()+365, 25*N;M;BA;1)/(BB/[BB+L])$	Fórmula Duración Modificada y sensibilidad VAN/WACC
BN	Aumento VAN	15,48%	%	BM x -BL	
BO	Valor Sinergia	\$0,310	USD mm	BG x BN	

USD mm: Miles de millones de dólares

De acuerdo con Garzella y Fiorentino (2014) para calcular las sinergias se debe tomar el valor presente de esta y ponderarlo por la probabilidad de ocurrencia, que para este caso se asigna un 80% de probabilidad de ocurrencia a los eventos de aumento de poder de mercado, suministro más limpio de concentrado, ahorros de comercialización y reducción de costo fijo unitario, porque se espera una mayor variabilidad de los parámetros reales. En el caso de la sinergia de Teck se asigna un 100% de probabilidad, debido a que los dos eventos de sinergia tienen una alta certeza de ocurrencia; debido a que la venta una vez que es anunciada y se cumplen las condiciones precedentes se debe realizar la venta en las condiciones descritas, y en el caso del descuento

producto de la reducción en el costo de capital este resulta real debido a que el costo de capital es conocido antes del inicio del proyecto.

- De los cálculos se desprende un valor de sinergia esperado bajo los supuestos detallados anteriormente de USD 289 millones para Sumitomo, y de USD 510 millones para Teck.
- Se observa que las sinergias que más valor tienen son las financieras, relacionadas con la reducción del costo del *project finance* y aumento de la capacidad de deuda, con USD 310 millones, y por el lado de Sumitomo el apalancamiento operativo en las fundiciones, con USD 283 millones producto de una mayor eficiencia en los costos fijos de operación.

Respecto a la sinergia producto del alto nivel de entrelazamiento entre Teck y Sumitomo, se observa que existe una relación de propiedad, donde Sumitomo tiene participación y derechos políticos en Teck, existe una historia de cooperación en proyectos anteriores.

- Esta relación facilita la confianza y el flujo de información en los proyectos, en el caso específico del proceso de adquisición de QB2, Sumitomo al tener 2 miembros en el directorio de Teck resources, tiene acceso único al caso de negocio desde la perspectiva del vendedor, lo que reduce las asimetrías de información entre comprador y vendedor, luego los bancos al ver que Sumitomo confirma el valor del activo a través de la señal de compra, sabiendo que Sumitomo tiene un mayor acceso y conocimiento sobre la calidad del proyecto, pueden concluir que la probabilidad de éxito del proyecto es alta, lo que se traduce en un financiamiento más competitivo, evidencia de esto es que el bajo costo de financiamiento (véase Tabla VIII).
- Otro punto relevante, es que el proceso de venta fue rápido comparado con procesos similares, en parte atribuido a que los costos de transacción entre Teck y Sumitomo son relativamente bajos (costo de realizar un *due diligence*, de acceso a la información, de acordar las condiciones de asociación y la incertidumbre sobre el acuerdo de venta) comparado con otros oferentes.

La valorización de las sinergias se presentan en la Tabla XIX

Tabla XIX. Valorización de Sinergias

		Valor presente de la sinergia	Probabilidad de ocurrencia		
BP	Aumento poder mercado	\$58	80%	USD Millones	$VA (AQ, N, [AL \times AK \times I \times AL \times P \times 220,46])$
BQ	Concentrado más limpio	\$3	80%	USD Millones	$VA (BA, N, AR)/10^6$
BR	Menor costo de comercialización	\$17	80%	USD Millones	$VA (BA, N, -[K \times AK])/10^6$
BS	Reducción de costo fijo unitario de fundición	\$283	80%	USD Millones	$VA (BA, N, -AW)/10^6$
BT	Capturado por Sumitomo	\$361	\$289	USD Millones	
BU	Sinergia Venta Minoritario	\$200	100%	USD Millones	BH x 1.000
BV	Reducción de costo de Project Finance	\$310	100%	USD Millones	BG x BN x 1.000
	Capturado por Teck	\$510	\$510	USD Millones	

Señales y valor de la información	Incluido en parámetro reducción de tasa línea AH	USD Millones
Valor asociación	No es posible calcularlo	USD Millones

5. CONCLUSIÓN

A continuación, se resumirán los puntos más relevantes analizados en esta tesis por medio de una matriz, en la cual se establecen las razones que habilitan sinergias entre empresas mineras chilenas y empresas inversoras japonesas, en torno a los ejes de abastecimiento de concentrado, financiamiento de proyectos, señalización y asociación histórica, para así definir el rol que juegan en la minería y las amenazas a las que se exponen.

Tabla XX. Resumen de conclusiones

	Factores habilitantes	Amenazas
① Valor de asegurar suministro	<p>El valor del suministro asegurado es capturado por la fundición al mejorar su posición competitiva y dependerá del:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Nivel de apalancamiento operativo: Nivel de la capacidad ociosa y costo fijo sobre costo total de fundición, capacidad técnica y ambiental de fundición. Al asegurar suministro se reduce el costo fijo unitario. 2) Poder de mercado: A mayor nivel de concentración de la industria mundial de fundiciones mayor es la sensibilidad precio TC a la integración de suministro. (+100,000 ton Cu/año asegurado en Japón, TC aumenta en cUSD 0,55/lb.) Se espera un mayor nivel de concentración a 2030 en el mercado de fundiciones, con la expansión de capacidad en China. 3) Impurezas: A mayor nivel de impurezas en el abastecimiento contratado, mayor es la necesidad de asegurar concentrados limpios, en particular si las impurezas son restricciones para el uso de capacidad ociosa de fundición. 4) Comercialización: Se evitan los costos de intermediación ya sea propios o de terceros. 	<p>El modelo de integración también puede amenazar la sustentabilidad del negocio principal de fundición:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Bajo incentivo a la actualización y desarrollo tecnológico: al estar altamente integrados cae el nivel de competitividad de fundición en el largo plazo, se reduce el desarrollo de conocimiento propio tanto en el sector minero como de fundición. Alta amenaza de nuevos entrantes, en especial China, reducción de costos de los competidores y salida de las operaciones más ineficientes. 2) Mayor exposición al riesgo minero: Riesgos ajenos al negocio de fundición tales como ambiental, social, construcción y precio del cobre. Modelo integrado mostró mal desempeño entre 2015-2020, es difícil pensar que sea repetible en el largo plazo. 3) Exposición a la maldición del ganador: en subastas competitivas se destruye valor, cuando se termina pagando más por un activo.
② Valor del modelo japonés de financiamiento de proyectos	<p>Valor capturado por la minera y la empresa japonesa al reducir el costo de capital del proyecto por medio de subsidios estatales a través de JBIC y NEXI, del tipo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Subsidios al Crédito Project Finance: hasta 130 puntos base menores que otros créditos, con efecto en el VAN de hasta +30%, dependiendo de la duración del proyecto y la razón de VAN sobre Capex. 2) Seguros para Créditos Project Finance: Permite aumentar la capacidad de endeudamiento de un proyecto. +1% en endeudamiento (Deuda/Activos) aumenta el VAN en +6,9%. 3) Subsidios para la adquisición de participación minoritaria: Créditos bancarios de JBIC para la adquisición de hasta un 50% del valor de las acciones de un proyecto minero, por parte de empresas japonesas, reduce la WACC de compra del minoritario en hasta -30% 4) WACC del minoritario: Sí el minoritario tiene un costo de capital menor al del vendedor (mejor acceso al crédito, menor riesgo sistemático de sus activos, menor costo alternativo), entonces valorará más el proyecto que el mayoritario y la venta será beneficiosa para ambos. <p>Mejora desempeño financiero del proyecto: Al aplicar 1)-4) se reduce sustancialmente el costo de capital del proyecto, el mayoritario mejora el VAN, la TIR y valor en riesgo (VaR). Mejora en relación riesgo-retorno para la empresa minera.</p>	<p>Continuación de apoyo estatal dependerá de:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Rivalidad con otras economías que ofrecen subsidios similares: China, Alemania, Canadá. Para Japón puede ser muy atractivo controlar un volumen significativo de materias primas, y utilizarlo como herramienta diplomática y de control geopolítico especialmente cuando el cobre es un material de alta relevancia económica y cuenta con riesgo de suministro. 2) Balance macroeconómico Japonés y apoyo político: Alto endeudamiento, déficit fiscal, impuestos al alza y bajo crecimiento económico, puede significar una reducción en este tipo de políticas públicas. 3) Beneficios marginal de suministro asegurado capacidad de fusión altamente satisfecha y demanda interna de metales balanceado con el suministro asegurado, intensidad de uso de cobre en Japón va en retroceso, aunque podría repuntar por efecto de la electromovilidad y la transición energética. <p>Alta probabilidad de que el modelo cambie a uno con menor apoyo estatal del gobierno de Japón. Y que China incremente su nivel de integración mina-fundición, ya sea como socio, como comprador de largo plazo o prestamista.</p>

<p>③ Valor de la señalización</p>	<p>Para que los habilitadores del financiamiento del proyecto como son los socios minoritarios, los bancos, compañías de seguro y entidades estatales tengan mayor certeza sobre la calidad del proyecto y reduzcan el costo de este; deben existir señales fuertes de calidad. Con las siguientes características:</p> <p>1) Costosa: La señal debe ser costosa para ser creíble, para demostrar que el proyecto tiene la calidad que se señala. Por ejemplo adquisición de las acciones del proyecto, entregar garantías corporativas a los bancos que entregan el crédito, realizar un due diligence exhaustivo con los mejores expertos de la industria, son señales costosas que pueden entregar mayor certeza sobre la calidad del proyecto.</p> <p>2) Claras y separadoras: La señal no puede ser confusa, debe ser clara y debe poder ser capaz de separar los proyectos de alta calidad de aquellos de baja y media calidad.</p> <p>3) Reputación del señalizador: Un factor que mejora la credibilidad de la señal es la reputación del que la realiza, se espera que una experiencia o conducta anterior se replique en el futuro. Una señal es más valiosa dependiendo de quién la realice.</p> <p>El valor de la señalización es capturado por la minera, la empresa japonesa minoritaria; y también por los bancos y compañías de seguro ya que reducen asimetrías de información.</p>	<p>Pero existen amenazas a estas señales:</p> <p>1) Framing: El vendedor tiene incentivo a solo divulgar información beneficiosa, pero esconde la información perjudicial; por lo tanto el comprador actúa en base a información sesgada si no realiza un due diligence exhaustivo.</p> <p>2) Restricciones internas: Las empresas enfrentan restricciones internas (financieras, gobierno corporativo, recursos humanos) que dificultan la interpretación de señales, las empresas deben ser transparentes respecto a sus restricciones para hacer a sus señales más creíbles; por otro lado los compradores deben ser capaces de interpretar estas restricciones.</p> <p>3) Información desconocida: En la complejidad de proyectos, existe información que es desconocida para todos, que puede poner en riesgo la calidad de un proyecto. Por lo que una señal de calidad podría esconder un proyecto que al ejecutarlo resulta ser deficiente.</p> <p>4) Sesgos de confirmación: Una empresa juzga la calidad de un proyecto comparándola con su experiencia en otros proyectos similares, esperando de forma optimista que se repita. Esperan un costo de construcción y operación similar a los anteriores, o que precio del cobre actual continúe en el futuro. Lo que podría subestimar o sobrestimar el valor de un proyecto.</p>
<p>④ Valor de la asociación</p>	<p>Un mayor nivel de entrelazamiento tiene mayor valor en la medida que reduce los costos de transacción relacionados con:</p> <p>1) Menor necesidad de mecanismos complejos en acuerdos de accionistas: Son difíciles o imposibles de acordar, sobre todo cuando los contratantes son desconocidos y existe incertidumbre conductual. En cambio, cuando existe un alto nivel de entrelazamiento, existe menor necesidad de mecanismos complejos.</p> <p>2) Mejora la predictibilidad conductual y confianza entre mayoritario y minoritario: Se pueden tener mayor certeza sobre la conducta del minoritario y mayoritario, cuando existe experiencia previa y menor incentivo a perjudicar a la otra parte.</p> <p>3) Aumenta las amenazas creíbles para evitar desalineamientos: Un alto nivel de entrelazamiento aumenta la existencia de amenazas creíbles, mientras mayor es el entrelazamiento mayor es el castigo por desviarse, reduce la necesidad de mecanismos complejos y favorece la cooperación.</p> <p>3) Facilita las decisiones de los gobiernos corporativos para realizar la inversión: En un alto nivel directivo, es más rápido y menos costoso justificar una asociación cuando el socio es conocido que cuando no lo es, existe mayor certeza sobre la conducta del socio</p> <p>Un alto entrelazamiento genera valor que es capturado por ambos, y puede convertirse en una ventaja competitiva sustentable, en la medida que facilita la asociación, permite ejecutar proyectos valiosos, que son escasos, se convierte en una relación difícil de imitar y bien organizada.</p>	<p>Existe dificultad de cuantificar el valor de la asociación, en términos de sinergia.</p> <p>Y un alto nivel de entrelazamiento también podría significar un alto nivel de dependencia, lo que podría bloquear a la empresa al no poder ejecutar proyectos que no sean realizados de manera conjunta. Especialmente cuando existe acceso a información confidencial y alta influencia en el gobierno corporativo.</p>

Rol de las empresas japonesas:

- Disminuir las asimetrías de información respecto a la calidad de los proyectos mineros.
- Apalancar el valor de un proyecto desde la perspectiva del controlador, mejorando su desempeño económico y disminuyendo el riesgo.
- Ejecutar la política público-privada de abastecimiento de concentrados para Japón mediante la integración de suministro y utilización de incentivos estatales.

Ventajas competitivas de empresas japonesas como socios minoritarios en proyectos mineros

- Acceso a financiamiento en condiciones preferentes, a un costo menor que sus competidores.
- Relación única y estrecha con empresas mineras internacionales, perdurable en el tiempo y difícil de imitar por otros competidores.
- Buena reputación y experiencia en el proceso de selección y asociación en proyectos mineros, aportando señales valiosas que son difíciles de imitar por otros competidores.

Proyección de largo plazo:

Existe una alta probabilidad de éxito de que Japón alcance el objetivo de asegurar el 80% del cobre para sus fundiciones a 2030, debido a la entrada en operación de nuevas minas y expansiones de operaciones existentes en donde participan empresas japonesas, y que ese suministro se mantenga en el largo plazo. Pero se evidencian amenazas a la integración:

- Menor beneficio marginal de integración minera de las fundiciones japonesas, el volumen asegurado de concentrado de cobre ya supera la demanda interna actual de cobre fino de Japón con poco efecto en la economía japonesa de asegurar mayores volúmenes. Aunque un suministro asegurado de cobre mayor a la demanda interna, puede ser una herramienta geopolítica relevante, especialmente para enfrentar la amenaza de China que es el mayor importador de concentrado de cobre.
- Proyectos mineros son de menor calidad, más complejos, más riesgosos y costosos que antes, existe menor apetito por riesgo, especialmente por las empresas japonesas que han enfrentado proyectos fallidos.
- Menor nivel de sinergia operativa en la medida que las fundiciones japonesas enfrentan restricciones medioambientales y de capacidad.
- Mayor nivel de competencia en la adquisición de acciones de empresas mineras, se espera que China aumente su nivel de integración internacional, especialmente en geografías más complejas, en la medida que incrementa su capacidad de fundición de bajo costo de operación.
- Alto nivel de madurez de la minería del cobre en Chile, menor tasa de descubrimiento, menor crecimiento de la producción y agotamiento de los recursos de mayor calidad. Existe menos espacio para seguir creciendo, por lo tanto, la competencia por el suministro se extenderá hacia nuevas geografías.

Aporte de la tesis:

Como se plantea en la sección 1.6 objetivos generales y específicos, esta tesis busca dar a conocer y analizar el rol que las empresas japonesas desempeñan en la minería, identificando las empresas y las razones por las cuales participan en la minería de cobre de Chile (véase

Anexo C), esto a la luz del marco teórico planteado entorno a los ejes de:

- Mercado de metales, fundiciones y estrategias de abastecimiento. (véase sección 2.1)
- Financiamiento de proyectos apalancado por las políticas de abastecimiento de gobierno japonés. (véase sección 3.1.1 a 3.1.6)
- Las señales que entregan empresas japonesas especializadas en la adquisición de participación en proyectos. (véase sección 3.1.7)
- El valor del entrelazamiento histórico de las empresas japonesas y mineras que favorece un equilibrio cooperativo en el largo plazo entre ellas y reduce los costos de transacción. (véase sección 3.2 y 3.3)

Además, se entrega una metodología cuantitativa simple, que permite estimar el valor de cada una de las palancas de valor identificadas en la asociación, aplicándolo a un caso de estudio real (QB2, véase sección 4). Para finalizar con una proyección de largo plazo del modelo de integración, que permite entender la estrategia de abastecimiento de Japón al año 2030.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Arnoud W, A. B. y Anjan V, T. (1994) “Moral Hazard and Secured Lending in an Infinitely Repeated Credit Market Game”, *International Economic Review*, 35(4), pp. 899–920. doi: 10.2307/2527003.
- Barr, G. *et al.* (2005) “On-Site Processing Vs. Sale of Copper Concentrates”, *Alta, CESL*, pp. 1–16. Disponible en: <http://www.teck.com/media/CESL-Publication-Copper-On-Site-vs-Cu-Con-Sales-Alta-2005.pdf>.
- Brealey, R. A., Cooper, I. A. y Habib, M. A. (1996) “Using Project Finance To Fund Infrastructure Investments”, *Journal of Applied Corporate Finance*, 9(3), pp. 25–39. doi: 10.1111/j.1745-6622.1996.tb00296.x.
- Brealey, R. A., Myers, S. C. y Allen, F. (2014) *Principios de finanzas corporativas*. Décima edición. Editado por K. Estrada Arriaga. México D.F: McGraw Hill/Interamericana editores.
- Capen, E., Clapp, R. y Campbell, W. (1971) “Competitive Bidding in High-Risk Situations”, *JPT, Journal of Petroleum Technology*, 23, pp. 641–653. doi: 10.2118/2993-pa.
- Cochilco (2015) “Tecnologías en fundiciones de cobre”, pp. 1–27. Disponible en: www.cochilco.cl.
- Cochilco (2017) “Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales (1994-2016)”, p. 170. Disponible en: www.cochilco.cl.
- Cochilco (2020) “Producción de Cobre de mina por empresa anual 1960-2020 (Chile)”. Disponible en: www.cochilco.cl.
- Cochilco (2020) " Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Minerales 2000-2019". Disponible en: www.cochilco.cl.
- Connelly, B. L. *et al.* (2011) “Signaling theory: A review and assessment”, *Journal of Management*, 37(1), pp. 39–67. doi: 10.1177/0149206310388419.
- Dundee Precious Metal (2014) “Creating a 3rd revenue stream securing chelopech”, pp. 1–56. Disponible en: https://s21.q4cdn.com/589145389/files/doc_presentations/2014/DPM-Tsumeb-Site-Visit_June-2014.pdf.
- Engle-Warnick, J. y Slonim, R. L. (2006) “Inferring repeated-game strategies from actions: Evidence from trust game experiments”, *Economic Theory*, 28(3), pp. 603–632. doi: 10.1007/s00199-005-0633-6.
- Garzella, S. y Fiorentino, R. (2014) “A synergy measurement model to support the pre-deal decision making in mergers and acquisitions”, *Management Decision*, 52(6), pp. 1194–1216. doi: 10.1108/MD-10-2013-0516.
- Howard, R. A. (1966) “Information Value Theory”, *IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics*, 2(1), pp. 22–26. doi: 10.1109/TSSC.1966.300074.
- Humphreys, D. (2015) *The Remaking of the Mining Industry*. First edit. London: Palgrave Macmillan UK. doi: 10.1057/9781137442017.
- Itochu Corporation (2017) *Copper Overview (Private Report)*.

- Japan Bank for International Cooperation (JBIC) (2015) “JBIC Project Finance Initiative”, (2), pp. 97–98. Disponible en: https://www.jbic.go.jp/wp-content/uploads/page/2013/08/43966/2015_project_finance_en.pdf.
- Jogmec, Y. K. (2018) “Jogmec’s approach for critical metals and efforts for stable supply”, *JOGMEC*. Disponible en: https://irtc.info/wp-content/uploads/2018/11/06-Presentation-for-IRTC-Meeting_JOGMEC.pdf.
- Kamiya, M. (2005) “Japanese investment in Peru : limits of developmental investment”, *Journal of the Graduate School of Asia-Pacific Studies*. Tokyo, 9, pp. 195–212. Disponible en: <https://mpira.ub.uni-muenchen.de/14463/>.
- Kunitomo, H. (2005) “Japan’s Metal Mining Policy and the Role of JOGMEC”, *JOGMEC*. Disponible en: http://mric.jogmec.go.jp/public/kouenkai/2005-05/JOGMEC_Kunitomo2.pdf.
- Kuwayama, M. (2015) “Japan Latin America Relations Then and Now - The Japan Model of Economic Engagement: Opportunities for Latin America and The Caribbean”, *Revista digital mundo asia pacifico*, 4(7), pp. 6–42. doi: 10.17230/map.v4.i7.01.
- Meller, P. *et al.* (2013) *La viga maestra y el sueldo de Chile: mirando el futuro con los ojos del cobre*. Segunda Ed. Editado por J. A. Pacheco. Santiago: Uqbar Editores.
- Miliauskas, P. (2013) “Shareholders’ agreement as a tool to mitigate corporate conflicts of interests”, *International Journal of Private Law*, 6(2), pp. 109–131. doi: 10.1504/IJPL.2013.053011.
- Ministry of Economy Trade and Industry METI (2018) “Japan’s Fifth Strategic Energy Plan (provisional translation)”, *Ministry of Economy Trade and Industry*, p. 91. Disponible en: https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/others/basic_plan/5th/pdf/strategic_energy_plan.pdf.
- Mitsubishi Materials Corporation (2019) “Integrated Report 2019”. Disponible en: https://www.mmc.co.jp/corporate/en/ir/pdf/integrated_report2019.pdf.
- Myers, M. y Kuwayama, M. (2016) “A new phase in Japan-Latin America and the Caribbean Relations”, *The Dialogue*, (February). Disponible en: <https://www.thedialogue.org/wp-content/uploads/2016/02/Dialogue-Japan-LAC-Relations-WEB.pdf>.
- NEXI (2017) *Introduction to NEXI activity*. Disponible en: <https://www.br.emb-japan.go.jp/files/000489343.pdf>.
- S&P Global (2020) “Metal Market Intelligence Research Library”. Disponible en: <https://platform.marketintelligence.spglobal.com/>.
- Suncor (2019) “Suncor Energy Q4 2018 Investor Information”. Disponible en: <https://www.suncor.com/-/media/project/suncor/files/investor-centre/investor-relations-presentations-2018>.
- Teck (2019) “Global Metals , Mining & Steel Conference”. Disponible en: www.teck.com/media/20190514_BofAML-Conference-Final.pdf.
- Teck (2020) *Estados Financieros Quebrada Blanca Junio 2020*. Disponible en: www.cmfchile.cl.
- Tilton, J. E. y Guzmán, J. I. (2016) *Mineral economics and policy*. First edition. New York, NY:

RFF Press, Resources for the future.

Vial, B. y Zurita, F. (2011) *Microeconomía*, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Wood Mackenzie (2016) “Copper Smelter Cash Cost Databook”.

Wood Mackenzie (2019) “Copper Smelter Database”. Disponible en: www.woodmac.com.

Yamazaki, N. (2018) “Trends of Arsenic in Copper Raw Materials and its Technical Countermeasure in the Copper Industry”, *International Seminar on Impurities in Copper Raw Materials*. Metal Economics Research Institute, Japan, pp. 2–4.

Yescombe, E. R. (2014) *Principles of project finance*. 2nd editio, *Journal of Petrology*. 2nd edition. Cambridge, Massachusetts: Academic Press.

7. GLOSARIO

- *Abenomics*: Es una política macroeconómica, de expansión fiscal y monetaria, impulsada por el primer ministro Shinzo Abe para incentivar el crecimiento económico de Japón.
- *Acquisition finance*: Es el financiamiento bancario utilizado para la adquisición de acciones o la toma de control de una institución.
- *AMSA*: Grupo Antofagasta Minerals
- *Asimetrías de información*: Es cuando dos o más jugadores tienen acceso a diferente nivel de información sobre la calidad de un bien o servicio.
- *Benchmark*: Se refiere a un precio de referencia de un bien, en el caso de los cargos por tratamiento de fundición, el benchmark anual se refiere al TC/RC acordado entre las principales fundiciones chinas y mineras de cobre del mundo.
- *Bn*: Abreviatura que se refiere a *Billion* en inglés o mil millones en español.
- *CAP*: Compañía de Aceros del Pacífico.
- *Casas de Trading*: Se refiere a las compañías japonesas cuyo negocio principal es la comercialización de productos, tanto de materia prima como productos finales, se les llama *Sogo Shosha*.
- *Cash Cost (o CI)*: Es el costo de efectivo, se refiere al costo por unidad de producto que incluye todos los costos directos asignados del ciclo de producción, no se incluyen depreciaciones ni gastos asignados de la casa matriz, y se restan del costo los créditos por subproductos.
- *CMF*: Es la comisión para el mercado financiero de Chile, es la institución supervisora para la emisión de valores, seguros y operaciones bancarias.
- *CMP*: Compañía Minera del Pacífico.
- *Cochilco*: Comisión del Cobre de Chile
- *Codelco*: Corporación del Cobre de Chile
- *Common security agreement*: Es un acuerdo de valores común, se refiere a las reglas que rigen a una cuenta de depósito en garantía, comúnmente utilizada para que los prestamistas de un crédito tengan acceso preferente a los flujos de caja de un proyecto.
- *Completion guarantee*: Es la garantía exigida por los bancos que participan como prestamistas de un *project finance* a los dueños del proyecto, por la cual los dueños se comprometen a pagar el préstamo si el proyecto fracasa, esta garantía finaliza cuando la construcción del proyecto se culmina, se inicia la operación comercial y se alcanzan los parámetros operacionales y financieros necesarios para que la compañía sea sustentable.
- *CSPT*: Chinese Smelter Purchase Team
- *Custom smelters*: Se refiere a las fundiciones que se abastecen de concentrados de cobre de terceros no relacionados.
- *DD*: Se refiere a due diligence o debida diligencia, es el proceso de investigación realizado por un oferente en materia técnica, financiera, contable, legal, tributario, ambiental y social de un activo real antes de adquirirlo, con el fin de confirmar la calidad de este.
- *Deadlock*: es el derecho de los miembros del pacto de adquirir, con o sin descuento, un paquete accionario de un grupo de accionistas disidentes; cuando dicho grupo bloquea consistentemente las decisiones del otro grupo, evita que exista obstruccionismo por parte de minoritarios en la toma de decisiones.
- *Default*: Es una suspensión de pagos, cuando un prestatario incumple las obligaciones legales contraídas en un contrato de crédito.

- Derecho a retiro: cuando un accionista asociado al pacto tiene el derecho de vender sus acciones cuando se cumplen ciertas condiciones de disidencia entre los miembros del pacto, evita abusos de poder de parte de los controladores.
- *Drag Along*: Es la opción que tiene un accionista que desea vender, de hacerlo obligando al resto de los accionistas asociados al pacto de vender en las mismas condiciones, lo que facilita una venta del paquete controlador.
- *ECA*: Abreviatura de *Export Credit Agency*, son agencias nacionales para promover la exportación de sus productos y la importación de materias primas.
- *EDC*: Agencia de crédito a la exportación de Canadá.
- EE. UU: Estados Unidos de América
- *EFIC*: Agencia de crédito a la exportación de Australia.
- Enami: Empresa Nacional de Minería
- *EPA*: Se refiere a un acuerdo de asociación económica en inglés.
- FCL: Se refiere a flujo de caja libre.
- *FDI*: Se refiere a inversión extranjera directa en inglés.
- *Footprint*: Se refiere al terreno necesario para ejecutar un proyecto minero extendido.
- *FTA*: Se refiere a tratado de libre comercio en inglés.
- G7: Son las 7 naciones más industrializadas del mundo, Alemania, Canadá, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón y Reino Unido.
- HHI: Es el Índice de Herfindahl-Hirshman, que indica el índice de concentración de una industria, y se calcula como la suma de los cuadrados de la participación del mercado relevante de cada participante.
- *Interlocking*: Se refiere a cuando existe relación de propiedad cruzada o activos comunes entre competidores de un mercado, la literatura de economía industrial lo considera como un riesgo potencial de coordinación y flujo de información entre competidores.
- JBIC: Japan Bank for International Cooperation
- JEXIM: Abreviatura del *Japan Export-Import Bank*, reemplazado por JBIC en 1999.
- JICA: Es la Agencia de Cooperación Internacional de Japón.
- JNOC: Japan National Oil Corporation
- *Keiretsu*: Son grupos económicos de Japón, involucrados en diferentes ámbitos como la banca, la industria y la comercialización, en algunos casos mantienen propiedad cruzada y trabajan de manera coordinada.
- KfW: Es el banco alemán de desarrollo.
- K-Sure: Agencia de créditos y seguros de exportación de Corea del Sur.
- Latam: Región de Latinoamérica
- M&A: Se refiere a fusiones y adquisiciones en inglés.
- METI: Abreviatura del Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón.
- *Libor*: *London Interbank Offered Rate*, es la tasa de interés de referencia para créditos bancarios denominados en dólares americanos.
- MMAJ: Era el Metal Mining Agency of Japan, ahora parte de Jomec.
- NEXI: Agencia de créditos y seguros de exportación de Japón.
- ODA: Se refiere a Ayuda Oficial de Desarrollo en inglés.
- OECF: Overseas Economic Cooperation Fund of Japan
- *Off-take contract*: Es un contrato de suministro donde una parte se obliga a entregar un producto o servicio, y la otra se compromete a adquirirlo en la forma y plazo estipulado por el contrato.

- *Pari-Passu*: Se refiere a que los derechos y obligaciones se deben entregar de manera proporcional a la participación de los socios.
- *Payback*: Se define como el número de períodos necesarios, cuyos flujos de caja son equivalentes al costo de desarrollo del proyecto.
- *Project finance*: Se refiere a una estructura de deuda a nivel de proyectos, de alto endeudamiento y con menor responsabilidad de los dueños de este sobre la responsabilidad sobre el crédito, se fundamenta en los flujos de caja.
- QB2: Abreviatura del proyecto minero Quebrada Blanca Fase II.
- ROFO: Es el *Right of First Offer*, es la opción de los accionistas asociados al pacto de comprar acciones que uno de ellos desea vender antes de que sean adjudicadas a un comprador, evita la venta realizada fuera del pacto.
- ROFR: Es el *Right of First Refusal*, es la opción de los accionistas asociados al pacto de comprar las acciones que ya han sido adjudicadas a un comprador a un precio mayor o igual a este, evita la entrada de miembros indeseados al pacto.
- S&P 500: Índice bursátil de EE. UU que agrupa a 500 grandes empresas.
- *Special purpose vehicle (SPV)*: Los vehículos de propósito especial, son sociedades de inversión de propósito único y de responsabilidad limitada a los flujos de caja del proyecto, entorno a la cual se estructura un *project finance*.
- Súper mayoría: Son los quórum necesarios para vetar o aprobar decisiones asociadas a materias reservadas que requieren altos quórum, comúnmente se utilizan quórum de 2/3 de los votos en la asamblea de accionistas; lo que le otorga a un accionista minoritario derecho a vetar, solo con 1/3 de los votos, ciertas decisiones de un controlador, lo que equilibra el poder en el gobierno corporativo en favor de los minoritarios.
- *Tag Along*: Es la opción que tienen los minoritarios asociados a un pacto de accionistas de participar en la venta que realiza el controlador en igualdad de condiciones y en proporción a su participación, evita dejar a los minoritarios fuera de una venta por control o sin un controlador de su confianza.
- TC: Se refiere a *Treatment Charges*, es el cargo cobrado por una fundición a una empresa minera como peaje por tratar y fundir concentrados de cobre.
- TMS: Tonelada métrica seca
- *Trade-off*: Se refiere a que una decisión que mejora, por un lado, la posición competitiva de una organización, también tiene costos para esta que pueden deteriorar su posición, por ejemplo, tomar riesgos que normalmente son ajenos a un negocio particular, para mejorar el desempeño esperado de ese negocio; pero significa que se está asumiendo un mayor riesgo.
- UE: Unión Europea
- UfK: Agencia de créditos y seguros de exportación de Alemania.
- VAN: Abreviatura de Valor Actual Neto.
- Voto independiente: Es la condición por la cual se aprueban transacciones entre relacionados entre la empresa y alguno de sus dueños, en cuyo caso la transacción debe ser votada solo por los directores no relacionados con la transacción, evita transacciones que perjudiquen a los socios no relacionados.
- WACC: Es la abreviatura de costo de capital promedio ponderado en inglés.
- *Zaibatsu*: Fueron grupos económicos de Japón, involucrados en diferentes ámbitos como la banca, la industria y la comercialización, con propiedad cruzada y trabajando de manera coordinada, existieron hasta 1947; luego fueron continuados por los *Keiretsu*.

8. ANEXO

Anexo A. Cálculo de Retorno Total al Accionista de las principales fundiciones

Fundiciones Japonesas (Empresas Japonesas listadas con participación en fundiciones de cobre)

Compañía	Fundición	Participación	Producción Miles ton Cu 2019		Retorno Total Accionista		
			Por fundición	Total	2010-2015	2015-2020	Total
Mitsubishi Materials	Naoshima	100%	342				
	Onahama	56%	197	539	11%	-47%	-18%
	Gresik (INDO)	61%	186				
Sumitomo Mining	Metal Toyo	100%	450	450	8%	-14%	-2%
	Jinglong (CN)	27%	124				
JX Nippon	Saganoseki	66%	300				
	Hibi	42%	110	410	45%	7%	41%
	Gresik (INDO)	5%	15				
Mitsui Mining & Smelting	Saganoseki	33%	150	205	4%	-39%	-19%
	Hibi	21%	55				
Dowa	Onahama	32%	112	112	15%	-31%	-10%
Furukawa	Onohama	13%	45	87	-14%	-34%	-24%
	Hibi	16%	42				
Nittetsu Mining	Hibi	20%	53	53	1%	-36%	-19%

Fundiciones Chinas (Empresas listadas miembros del CSPT)

Compañía	Fundición	Participación	Producción Miles ton Cu		Retorno Total Accionista		
			Por fundición	Total	2010-2015	2015-2020	Total
Jiangxi Copper	Guixi	100%	970	970	-0,3%	-5,9%	-2,5%
Tongling Non Ferrous	Tongling	100%	416	698	33,1%	-10,7%	13,7%
	Jinglong	61%	282				
Hubei Daye	Daye	100%	500	500	-14,8%	-30,7%	-22,6%
Zijin Mining	Zijin	100%	305				
	Jilin	100%	139	467	2,9%	8,3%	5,2%
	Heilong	100%	23				
Yunnan Copper	Yunnan	100%	208	208	-11,9%	-1,8%	-7,0%

Fundiciones Independientes (Empresas listadas con participación en fundiciones independientes)

Compañía	Fundición	Participación	Producción Miles ton Cu		Retorno Total Accionista		
			Por fundición	Total	2010-2015	2015-2020	Total
Aurubis	Hamburg (GER)	100%	460				
	Lünen (GER)	100%	186	996			
	Pirdop (BUL)	100%	350				
Hindalco	Dahej	100%	400	400			
Boliden	Ronnskar	100%	230	230			

Minería Integrada de cobre (Empresas mineras listadas con foco cobre que cuentan con integración mina-fundición)

Compañía	Fundición	Participación	Producción Miles ton Cu		Retorno Total Accionista		
			Por fundición	Total	2010-2015	2015-2020	Total
Glencore	Altonorte	100%	375				
	Mt. ISA	100%	300				
	Pasar	78%	258				
	Horne	100%	225	1350	-18,6%	0,7%	-7,4%
	Mufulira	73%	161				
	Kamenogorsk	70%	56				
Freeport McMoran	Altantic	100%	300				
	Miami	100%	255	630	8,6%	-7,4%	0,8%
	Gresik	25%	75				
Southern Copper (Grupo México)	Ilo	100%	314				
	Caridad	100%	247	711	9,0%	7,6%	8,3%
	Hayden	100%	150				

Fuente: Elaboración propia en base a información de Yahoo Finance, S&P Global (2020) y Wood Mackenzie (2019)

Anexo B. Cálculo del Grado de Apalancamiento Operativo

Caso 1: TC + Créditos +Bonos

36 cUSD/lb		Costo Fijo/Costo total								
		60%	63%	65%	68%	70%	73%	75%	78%	80%
Costo Total antes de créditos (cUSD/lb.)	7	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	9	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3
	11	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4
	13	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5
	15	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6
	18	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8
	20	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	2,0
	22	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3
	24	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6

Caso 2: TC + Créditos +Bonos

25 cUSD/lb		Costo Fijo/Costo total								
		60%	63%	65%	68%	70%	73%	75%	78%	80%
Costo Total antes de créditos (cUSD/lb.)	7	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
	9	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
	11	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
	13	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9
	15	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3
	18	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9
	20	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,0
	22	5,4	5,6	5,8	5,9	6,1	6,3	6,5	6,7	6,9
	24	19,1	19,9	20,7	21,4	22,2	22,9	23,7	24,4	25,2

Fuente: Elaboración propia

Anexo C. Resumen de empresas privadas relacionadas

Tabla XXI. Casas de Trading de Japón

Empresa / Proyecto Minero (Cobre) / Participación	Volumen de Producción total (Atribuida)	Principales Negocios	Parámetros Financieros
<p>Mitsubishi Corporation "MSK"</p> <p>① Escondida (BHP, Chile) 8.25% ② Los Bronces (Angloamerican, Chile) 20.40% ③ Antamina (BHP, Glencore y Teck, Perú) 10.00% ④ Los Pelambres (AMSA, Chile) 5.00% ⑤ El Soldado (Angloamerican, Chile) 20.40% ⑥ Quellaveco (Angloamerican, Perú) 40.00%</p> <p><u>NO COBRE:</u> Iron Ore Company of Canada (JV con Rio Tinto) 10 Minas Carbón Este de Australia (JV con BHP) Clermont Carbón (Glencore) CAP y CMP (Chile)</p>	<p>① 1,200(99.0) ② 335 (68.3) ③ 449 (44.9) ④ 363 (18.2) ⑤ 54 (11.0) ⑥ Preproducción <u>Total: 2,401 (241.4)</u></p>	<p>Producción y comercialización de gas natural, mineral de hierro, carbón metalúrgico y acero. Petróleo, minería de cobre, servicios de ingeniería, manufactura y venta de automóviles, alimentos, tiendas de conveniencia, forestal, infraestructura, TI, energía y bienes raíces.</p> <p>Chile: Escondida, Pelambres, Anglo Sur, Cermaq Salmones, CAP-CMP, Central Cochrane, Astex y Mitsubishi Motors Chile.</p>	<p>Market Cap USD 36.427 millones EBITDA USD 7.753 millones Deuda USD 52.709 millones Riesgo A2 (Moody's) A (S&P) Beta (5 años) 0,85</p>
<p>Marubeni Corporation "MC"</p> <p>① Los Pelambres (AMSA, Chile) 9.21% ② Centinela Sulfide (AMSA, Chile) 30.00% ③ Centinela Oxide (AMSA, Chile) 30.00% ④ Antucoya (AMSA, Chile) 30.00%</p> <p><u>NO COBRE:</u> Hierro Roy Hill (HPP, Posco, Aus) Minas de Carbón este Australia (Peabody, Jellinbah, Intergen)</p>	<p>① 363 (33.4) ② 196 (58.8) ③ 75 (22.5) ④ 72 (21.6) <u>Total: 706 (136.3)</u></p>	<p>Bienes raíces, forestal, alimentos, fertilizantes, químicos, energía, cobre, petróleo, gas, mineral de hierro, carbón, agua potable e industrial, buques y aeronaves.</p> <p>Chile: Pelambres, Centinela y Antucoya; Aguas Nuevas, Aguas Décima, Gas Valpo, Desaladora Codelco (en proceso de adjudicación).</p>	<p>Market Cap USD 10.554 millones EBITDA USD 2.892 millones Deuda Neta USD 14.838 millones Riesgo Baa2 (Moody's) BBB (S&P) Beta (3 años) 1,33</p>
<p>Mitsui & Co Ltd., "MBK"</p> <p>① Collahuasi (Angloamerican, Glencore, Chile) 11.03% ② Los Bronces (Angloamerican, Chile) 9.50% ③ El Soldado (Angloamerican, Chile) 9.50% ④ Caserones (PPC, Chile) 22.63%</p> <p><u>NO COBRE:</u> Hierro Yandi, Jimblebar, Newman (BHP, Australia) Hierro Robe River, West Angelas (RTZ, Australia) Hierro participación 5% CVRD Carbón Varios (Anglo, Engie, EMR, BHP, Australia) Carbón Moatize (CVRD, Mozambique) Bayovar Fosfatos (Mosaic, Perú)</p>	<p>① 565 (62.3) ② 335 (31.8) ③ 54 (5.1) ④ 146 (33.0) <u>Total: 1,100(132.2)</u></p>	<p>Producción y comercialización de mineral de hierro, carbón metalúrgico y térmico, cobre, níquel, crudo de petróleo, gas natural, GLP, generación eléctrica, maquinaria, ferrocarriles, automóviles, buques, distribuidoras de gas, plantas desoladoras, Salmones, forestal y leasing.</p> <p>Chile: Collahuasi, AngloSur, Caserones, Desaladora Spence, Bridgestone Chile, Toyota Chile, MAF, Bosques Cautín, Transpacific Fiber, Hertz-Mitta, Multiexports.</p>	<p>Market Cap USD 30.258 millones EBITDA USD 4.910 millones Deuda Neta USD 31.778 millones Riesgo A3 (Moody's) A (S&P) Beta (5 años) 1,01</p>

Sumitomo Corporation "SC"	<p>① Morenci (FMI, EE.UU) 3.0%</p> <p>② Cerro Verde (FMI, Perú) 4.2%</p> <p>③ Candelaria (FMI, Chile) 4.0%</p> <p>④ Ojos Del Salado (FMI, Chile) 4.0%</p> <p>⑤ Northparkes (China Moly, Australia) 6.7%</p> <p>⑥ Sierra Gorda (KHGM, Chile) 13.5%</p> <p>⑦ Yanacocha (Newmont, Perú) 5.0%</p> <p>⑧ QB2 (Teck, Chile) 5.0%</p> <p><u>NO COBRE:</u></p> <p>Hierro Itaitaiucu (Usiminas, Brasil)</p> <p>Minas de carbón del este (Glencore, Australia)</p> <p>Níquel Ambatovy (Sherritt, Madagascar)</p> <p>Zinc San Cristobal (SMM, Bolivia)</p> <p>Zinc Tizapa (Peñoles, Mexico)</p> <p>Uranio Mynkuduk (APPAC, Kazajistán)</p>	<p>① 459 (13.8)</p> <p>② 455 (19.1)</p> <p>③ y ④ 146(5.84)</p> <p>⑤ 40 (2.7)</p> <p>⑥ 108 (14.6)</p> <p>⑦ Factibilidad</p> <p>⑧ 250 (12.5) En desarrollo</p> <p><u>Total: 1,230 (57.1)</u></p>	<p>Producción y comercialización de mineral de hierro, carbón metalúrgico y térmico, cobre, níquel, crudo de petróleo, gas natural, Manganeso, Zinc, Plomo, productos agrícolas, químicos, generación eléctrica, maquinaria, automóviles, forestal y leasing.</p> <p>Chile: Candelaria, Sierra Gorda, Quebrada Blanca, Interacid, Volterra y Summit Agro.</p>	<p>Market Cap USD 15.705 millones</p> <p>EBITDA USD 3.476 millones</p> <p>Deuda Neta USD 27.365 millones</p> <p>Riesgo Baa1 (Moody's) BBB+ (S&P)</p> <p>Beta (5 años) 0,98</p>
Toyota Tsusho "TT"	<p>① Gibraltar (Taseko, Canadá) 12.5%</p> <p><u>NO COBRE:</u></p> <p>Carbón Bulga (Glencore, Australia)</p> <p>Litio Salar Olaroz (Orocobre, Argentina)</p> <p>Estaño Ashmmach (Kasbah, Marruecos)</p> <p>Yodo Algorta (Chile)</p>	<p>① 57 (7.1)</p>	<p>Comercialización de metales no ferrosos y aceros industriales, repuestos, gestión logística, automóviles, maquinaria, camiones, generación eléctrica, gas natural, petróleo, químicos, componentes electrónicos, alimentos, seguros además de una fuerte presencia en África.</p>	<p>Market Cap USD 10.413 millones</p> <p>EBITDA USD 3.018 millones</p> <p>Deuda Neta USD 9.874 millones</p> <p>Riesgo A3 (Moody's) A (S&P)</p> <p>Beta (5 años) 1,37</p>
Itochu Corporation "ITC"	<p><u>NO COBRE:</u></p> <p>Hierro Yandi, Jimblebar, Newman (BHP, Australia)</p> <p>Hierro Namisa (CSN, Brasil)</p> <p>Minas de carbón del este (Glencore, Australia)</p> <p>Carbón Maules Creek (Whiteheaven, Australia)</p> <p>Carbón MGM, SGM (Indonesia)</p> <p>Carbón La Loma (Drummond, Colombia)</p> <p>PMG Platreef (Ivanhoe Mines, Sudáfrica)</p> <p>Participación 10% CITIC (Las Bambas, Kakua Kamao)</p>		<p>Producción y comercialización de mineral de hierro, carbón térmico-metalúrgico, metales no ferrosos, combustible nuclear, aceros industriales, energía eléctrica, crudo de petróleo, derivados, gas natural, GLP, metanol, fertilizantes, químicos, maquinaria, automóviles, camiones, aeronaves, buques, ferrocarriles, refinerías, tiendas de conveniencia, alimentos, infraestructura, agua potable, TI, seguros, forestal, textiles y bienes raíces.</p>	<p>Market Cap USD 38.392 millones</p> <p>EBITDA USD 7.904 millones</p> <p>Deuda Neta USD 33.041 millones</p> <p>Riesgo A3 (Moody's) A (S&P)</p> <p>Beta (5 años) 0,74</p>

Tabla XXII. Propietarios de Fundiciones Japonesas

Empresa / Minera / Participación (los colores indican alianzas estratégicas)	Volumen de Producción total (Reservada)	
<p>JX Nippon "JXN"</p> <p>① Escondida (Chile) 3.0% ② Los Pelambres (Chile) 15.79% ③ Caserones (Chile) 67.8%×77.37%</p>	<p>① 1,200 (36.0) ② 363 (57.3) ③ 146 (76.5) Total: 1,709 (169.8)</p>	<p>Market Cap USD 11.293 millones EBITDA USD 7.140 millones Deuda Neta USD 16.230 millones Riesgo AA- (JCR) Beta (5 años) 1,09</p>
<p>Mitsui Mining & Smelting "MMS"</p> <p>① Collahuasi(Chile) 0.97% ② Caserones (Chile) 32.2%×77.37%</p>	<p>① 565 (5.5) ② 146 (36.3) Total: 711 (41.8)</p>	<p>Market Cap USD 2.323 millones EBITDA USD 880 millones Deuda Neta USD 3.510 millones Riesgo BB+ (JCR) Beta (5 años) 1,17</p>
<p>Sumitomo Metal Mining "SMM"</p> <p>① Morenci (EE.UU) 25.0% ② Cerro Verde (Perú) 16.8% ③ Candelaria (Chile) 16.0% ④ Ojos Del Salado(Chile) 16.0% ⑤ Northparkes (Australia) 13.3% ⑥ Sierra Gorda(Chile) 31.5% ⑦ QB2 (Chile) 25.0%</p> <p>Otros: Figesbal (EBG, Niquel-Cobalto, N. Caledonia), Cote (IAM, Oro, Canada), Hishikari (Oro, Japón), Taganito/Coral Bay (MBK, Sojitz, Niquel, Filipinas)</p>	<p>① 460(115.0) ② 455(76.4) ③ 146(23.4) ④ Ídem ⑤ 40 (5.32) ⑥ 108(34.0) ⑦ Pre-producción Total: 1,209 (254.1)</p>	<p>Market Cap USD 8.658 millones EBITDA USD 1.098 millones Deuda Neta USD 2.709 millones Riesgo AA- (JCR) Beta (5 años) 1,55</p>
<p>Mitsubishi Materials Corporation "MMC"</p> <p>① Escondida (Chile) 1.25% ② Los Pelambres (Chile) 10.0% ③ Copper Mountain(Canada) 25.0% ④ Zafranal (Perú) 20.0% ⑤ Mantoverde (Chile) 30.0%</p> <p>Otros: Warkworth (Carbón, Yancoal, NSC, Australia)</p>	<p>① 1,200(15.0) ② 363 (36.4) ③ 343(85.8) ④ Factibilidad ⑤ NA Total: 1,906 (137.2)</p>	<p>Market Cap USD 1.378 millones EBITDA USD 420 millones Deuda Neta USD 1.775 millones Riesgo A- (JCR) Beta (5 años) 1,8</p>
<p>DOWA</p> <p>① Gibraltar (Canadá) 6.25%</p> <p>Otros: Tizapa (Zinc, Peñoles, México), Los Gatos (Plata, SSM, México)</p>	<p>① 57(3.6)</p>	<p>Market Cap USD 1.751 millones EBITDA USD 343 millones Deuda Neta USD 1.046 millones Riesgo A (JCR) Beta (5 años) 1,34</p>
<p>Nittetsu</p> <p>① Atacama Kozan (Chile) 60%</p>	<p>① 14.1 (8.5) *</p>	<p>Market Cap USD 368 millones EBITDA USD 117 millones Deuda Neta Sin deuda Riesgo A- (JCR) Beta (5 años) 0,77</p>

Tabla XXIII. Empresas Mineras de Cobre de Clase Mundial asociadas a empresas japonesas.

Empresa / Operación Minera-Producto (Socios, País) / Participación			Volumen de Producción total anual	Parámetros Financieros
BHP	① Oeste de Australia (Yandi, Newman, Jimplebar, Area C)-Hierro (ITC, MBK, Australia)	85%	① 267 millones ton (Fe)	Market Cap USD 134.848 millones EBITDA USD 20.244 millones Deuda USD 13.538 millones Riesgo A2 (Moody's) A (S&P) Beta (5 años) 1,01
	② Escondida-Cobre (MSK, MMC, JXN, RTZ, Chile)	57,5%	② 1,2 millones de ton (Cu)	
	③ Samarco-Hierro (Vale, Brasil)	50%	③ Detenido por accidente	
	④ Antamina-Cobre (Glencore, Teck, MSK, Perú)	33,75%	④ 448 mil ton (Cu)	
	⑤ Resolution-Cobre (RTZ, EE.UU)	45%	⑤ Sin producción	
	⑥ BHP Mitsubishi-Carbón(MSK, Australia)	50%	⑥ 63,1 millones de ton (Carbón)	
	⑦ Cerrejón-Carbón (Glencore, Anglo, Colombia)	33%	⑦ 27 millones de ton (Carbón)	
	⑧ BHP Mitsui-Carbón(MBK, Australia)	80%	⑧ 9,5 millones de ton (Carbón)	
	Otros (100% BHP): Jansen (Factibilidad, Potasa, Canadá), McArthur (Carbón, Aus), Spence, Cerro Colorado, Olympic Dam (Cobre, Chile-Australia), Activos de petróleo (Aus, EEUU)			
Rio Tinto "RTZ"	① Escondida-Cobre (MSK, MMC, JXN, BHP, Chile)	30%	① 1,2 millones de ton (Cu)	Market Cap USD 76.086 millones EBITDA USD 19.024 millones Deuda USD 4.175 millones Riesgo A2 (Moody's) A (S&P) Beta (5 años) 0,65
	② Robe River-Hierro (MBK, Nippon Steel, Australia)	53%	② 27 millones de ton (Fe)	
	③ Sangaredi-Alumina (Alcoa y otros, Guinea)	22,95%	③ 13,7 millones de ton (Bauxita)	
	④ Oyu Tolgoi-Cobre (Gob, Mongolia)	34%	④ 150 mil ton (Cu)	
	⑤ Resolution-Cobre (BHP, EE.UU)	55%	⑤ Sin producción	
	⑥ Iron Ore Co. of Canada (MSK, Gob, Canada)	58,72%	⑥ 18 millones de ton (Fe)	
	⑦ West Angelas-Hierro (MBK, Nippon Steel, Aus)	50%	⑦ 34 millones de ton (Carbón)	
	Hope Downs-Hierro (Hancock PP, Australia), Channar -Hierro (Sinosteel-Australia), Eastern range (Baoshan, Aus). Otros (100% RTZ): Hamersley (Hierro), Weipa (Bauxita), La Graja (Cobre), Hunter Valley (Yancoal, Aus), Bingham Canyon (Cobre, EEUU)			
Anglo American	① Collahuasi-Cobre (Glencore, MBK, MMS, Chile)	44%	① 565 mil de ton (Cu)	Market Cap USD 29.539 millones EBITDA USD 9.823 millones Deuda USD 6.360 millones Riesgo Ba1 (Moody's) BB+ (S&P) Beta (5 años) 1,19
	② Cerrejón-Carbón (BHP, Glencore, Colombia)	33,33%	② 27 millones de ton (Carbón)	
	③ Los Bronces-Cobre (Codelco, MSK, MBK, Chile)	50,06%	③ 335 mil ton (Cu)	
	④ Dawson-Carbón (MBK, Australia)	51%	④ 7,7 millones de ton (Carbón)	
	⑤ Quellaveco-Cobre (MSK, Perú)	60%	⑤ Sin producción	
	⑥ Capcoal-Carbón (MBK, Aus)	70%	⑥ 8,9 millones de ton (Carbón)	
	⑦ Moranbah-Coal (MBK, Nippon Steel, others, Aus)	50%	⑦ 7 millones de ton (Carbón)	
	⑧ Jellinbah/L. Vermont-Coal (MC, Sojitz other, Aus)	23,33%	⑧ 14 millones de ton (Carbón)	
	Otros (100% Anglo): Minas Rio (23 Mill ton de Hierro al año, Bs), Grosvenor (Carbón, Aus), Barro Alto (Níquel, Bs), Goedehoop (Carbón, Sudáfrica), Khwezela (Carbón, Sudáfrica) Woodsmith (Potasa, UK).			

Glencore	<p>① Collahuasi-Cobre (Anglo, MBK, MMS, Chile) ② Antamina-Cobre (BHP, MSK, Teck, Perú) ③ Hunter Valley-Carbón (Yancoal, Australia) ④ Cerrejón-Carbón (BHP, Anglo, Colombia) ⑤ Hail Creek-Carbón (MC, Nippon Steel, SC, Aus) ⑥ Oaky Creek-Carbón (ITC, SC, Aus) ⑦ Bulga-Carbón (JXN, Nippon Steel, TT, JFE, Aus) ⑧ Clermont- Carbón (SC, MSK, otros, Aus) ⑨ Minas de Cromo (Merafe, Sudáfrica)</p> <p>Otros (100% Glencore): Lomas Bayas (Cobre, Chile), Antaccapay (Cobre, Perú), Kamoto, Mutanda (Cobre, Cobalto, RDC), Mufulira (Cobre, Zambia), Mt Isa/Cobar (Cobre, Australia). (1 mill ton de Cu)</p>	<p>44% 33,75% 49% 33,33% 84,67% 55% 68,25% 37,1% 79,5%</p>	<p>① 565 mil de ton (Cu) ② 448 mil ton (Cu) ③ 14 millones de ton (Carbón) ④ 27 millones de ton (Carbón) ⑤ 9 millones de ton (Carbón) ⑥ 4 millones de ton (Carbón) ⑦ 1.4 millones de ton (Carbón) ⑧ Sin producción ⑨ N/A</p> <p>Producción atribuida: Cu: 1,4 millones de ton Zn: 1,1 millon de ton Co: 35 mil ton Ni: 178 mill ton Au: 1 millon de Oz</p>	<p>Market Cap USD 29.280 millones EBITDA USD 9.665 millones Deuda USD 33,787 millones Riesgo Ba1 (Moody's) BBB+ (S&P) Beta (5 años) 1,58</p>
Antofagasta Minerals ("AMSA")	<p>① Pelambres-Cobre (JXN, MMC, MC, MSK, Chile) ② Centinela-Cobre (MC, Chile) ③ Antucoya-Cobre (MC, Chile) ④ Zaldívar-Cobre (Barrick, Chile)</p> <p>Otros (exploración): Twin Metals, Rekko Diq (Barrick)</p>	<p>60% 70% 70% 50%</p>	<p>① 357 mil ton (Cu) ② 247 mil ton (Cu) ③ 71 mil ton (Cu) ④ 94 mil ton (Cu)</p> <p>Producción atribuida: Cu: 485 mil ton Mo: 8 mil ton Au: 140 mil Oz Ag: 2,1 mill Oz</p>	<p>Market Cap USD 13.310 millones EBITDA USD 2.382 millones Deuda Neta USD 424 millones Riesgo BBB+ Beta (5 años) 0,84</p>
Teck	<p>① Quebrada Blanca-Cobre (SMM, SC, Enami, Chile) ② Antamina-Cobre (BHP, MSK, Glencore, Perú) ③ Greenhills-Carbón (Posco, Canada) ④ Elkview-Carbón (Nippon Steel, Posco, Canadá) ⑤ Fort Hills- Oil Sands (Suncor, Total, Canadá) ⑥ Carmen de Andacollo-Cobre (Enami, Chile)</p> <p>Otros (100% Teck): Highland Valley Copper (Cobre, Chile), Fording river, Line creek, Cardinal River (Carbón Canadá)</p> <p>SMM tiene el 7% de la propiedad de Teck Resources</p>	<p>60% 22,5% 70% 50% 20% 90%</p>	<p>① 250* mil ton (Cu) ② 448 mil ton (Cu) ③ 6,3 millones de ton (Carbón) ④ 6,2 millones de ton (Carbón) ⑤ 194 mill barriles-día (Crudo) ⑥ 67 mil ton (Cu)</p> <p>Producción atribuida: Cu: 284 mil ton Zn: 704 mil ton Pb: 102 mil ton Ag: 13 mill Oz</p>	<p>Market Cap USD 7.573 millones EBITDA USD 2.457 millones Deuda USD 6.469 millones Riesgo Baa3 (Moody's) BBB- (S&P) Beta (5 años) 1,71</p>

Freeport McMoran ("FMI")	① Grasberg-Cobre (Gob, Indonesia) ② Morenci-Cobre (SMM, SC, EEUU) ③ Cerro Verde-Cobre (SMM, SC, CMB, Peru) ④ El Abra- Cobre (Codelco, Chile)	81,28% 72% 53,56% 51%	① 556 mil ton (Cu) ② 430 mil ton (Cu) ③ 476 mil ton (Cu) ④ 91 mil ton (Cu)	Market Cap USD 22.219 millones EBITDA USD 3.195 millones Deuda USD 7.386 millones Riesgo Ba1 (Moody's) BB+ (S&P) Beta (5 años) 2,36
	Otros (100% FMI): Bagdad, Sierrita, Miami, Safford, Tohono, Chino, Climax, Ajo (Cobre- Moly, EEUU). (320 mil ton Cu)	Producción atribuida: Cu: 1,38 millones de ton Au: 2,2 millon Oz Mo: 37 mil ton Ag: 8 mill Oz		

Fuente: Elaboración propia en base a S&P Global e Itochu Corp.

Anexo D. Parámetros financieros de empresas mineras, casas de *trading* y fundiciones.

Empresa (Miles de Millones de USD)	A	B	A+C	B / (A+B)				
	Capitalización de mercado	Deuda	Valor de empresa	Rating Crédito	Beta Acciones	Impuestos	Beta Activos	Endeudamiento
BHP	134,8	13,5	148,3	A	1,01	30%	0,95	9%
Rio Tinto	76,0	19,0	95,0	A	0,65	30%	0,57	20%
Angloamerican	29,5	6,3	35,8	BB+	1,19	30%	1,06	18%
Glencore	29,3	33,7	63,0	BBB+	1,58	30%	1,15	54%
Antofagasta Minerals	13,3	0,4	13,7	BBB+	0,84	30%	0,82	3%
Teck	7,5	6,4	13,9	BBB-	1,71	30%	1,29	46%
Freeport McMoran	22,2	7,3	29,5	BB+	2,36	30%	2,01	25%
Mitsubishi Corporation	36,4	52,7	89,1	A	0,85	30%	0,60	59%
Itochu Corporation	38,4	33,0	71,4	A	0,74	30%	0,56	46%
Marubeni Corporation	10,5	14,8	25,3	BBB	1,33	30%	0,94	58%
Mitsui & Co	30,2	31,7	61,9	A	1,01	30%	0,74	51%
Sumitomo Corporation	15,7	27,3	43,0	BBB+	0,9	30%	0,62	63%
JX Nippon	11,3	16,2	27,5	AA-	1,09	30%	0,77	59%
Mitsubishi Materials	1,4	1,8	3,2	AA-	1,8	30%	1,29	56%
Sumitomo Metal Mining	8,7	2,7	11,4	AA-	1,55	30%	1,33	24%
Mitsui Metal Smelting	2,3	3,5	5,8	BB+	1,17	30%	0,82	60%
Promedio Minería							0,96	22%
Promedio <i>Trading</i> House							0,65	55%
Promedio Fundición Japón							1,01	51%

Fuente: Yahoo Finance (2020)

Anexo E. Cálculo de TC, cargos totales y margen de fundición

Fundición de Toyo- Sumitomo Metal Mining (Caso TC USD 125/TMS)

Costos (cUSD/lb)		Cargos (cUSD/lb)			
Trabajo	2,5	Cargo TC	21,6	TC	125 USD/TMS
Energía	5,7	Crédito Azufre	3,6	RC	12,5 cUSD/lb.
Mantenimiento	4,9	Crédito energía	1,1	lb/ton	2.204,6
Insumos	2,9	Bono cobre	2,3	Ley Concentrado	27%
Servicios	0,8	Bono Plata	0,4	Pagables	97%
		Bono Oro	0,4		
		Otros	1,6	TC	0,216 USD/lb
Total (cUSD/lb)	16,8	Total (cUSD/lb)	31	RC	0,125 USD/lb
Total (USD/TMS)	97,00	Total (USD/TMS)	179	TC+RC	0,341 USD/lb

Fundición de Toyo- Sumitomo Metal Mining (Caso TC USD 79/TMS)

Costos (cUSD/lb)		Cargos (cUSD/lb)			
Trabajo	2,5	Cargo TC	13,6	TC	79 USD/TMS
Energía	5,7	Crédito Azufre	3,6	RC	7,9 cUSD/lb.
Mantenimiento	4,9	Crédito energía	1,1	lb/ton	2.204,6
Insumos	2,9	Bono cobre	2,3	Ley Concentrado	27%
Servicios	0,8	Bono Plata	0,4	Pagables	97%
		Bono Oro	0,4		
		Otros	1,6	TC	0,136 USD/lb
Total (cUSD/lb)	16,8	Total (cUSD/lb)	23	RC	0,079 USD/lb
Total (USD/TMS)	97,00	Total (USD/TMS)	133	TC+RC	0,215 USD/lb

Fuente: WoodMackenzie (2019)

Anexo F. Ejemplo de señalización aplicado a financiamiento japonés

Se supondrá un proyecto minero adquirido por una empresa japonesa (J1), y necesita convencer a los bancos japoneses (J2) que el proyecto es de alta calidad θ_1 para que entreguen un préstamo b_1 . Los bancos conocen la probabilidad de ocurrencia de $\theta_1=65\%$, pero desconocen la calidad de este proyecto. Para lo cual la empresa japonesa (J1) puede entregar dos señales al momento de la adquisición; pagar un premio a_1 o adquirirlo sin premio a_2 .

- Un proyecto de alta calidad (θ_1) financiado por los bancos (b_1) tendrá un valor de 110 para el J1.
- El costo de hacer el proyecto sin la deuda b_2 para el J1 es de 20.
- El costo de entregar la señal de premio a_1 , cuando el proyecto es de baja calidad θ_2 es de 10 para el J1. Para un proyecto de alta calidad, entregar un premio no resulta costoso para J1.
- El valor para los bancos de financiar un proyecto de alta calidad, dado que han observado la señal de premio a_1 es de 10.
- Los bancos (J2) valoran la señal de premio a_1 en 11, y si financian un proyecto de baja calidad tendrá un costo de 10. Por otro lado, si deciden no participar obtendrán 0.

Así la matriz de pagos será:

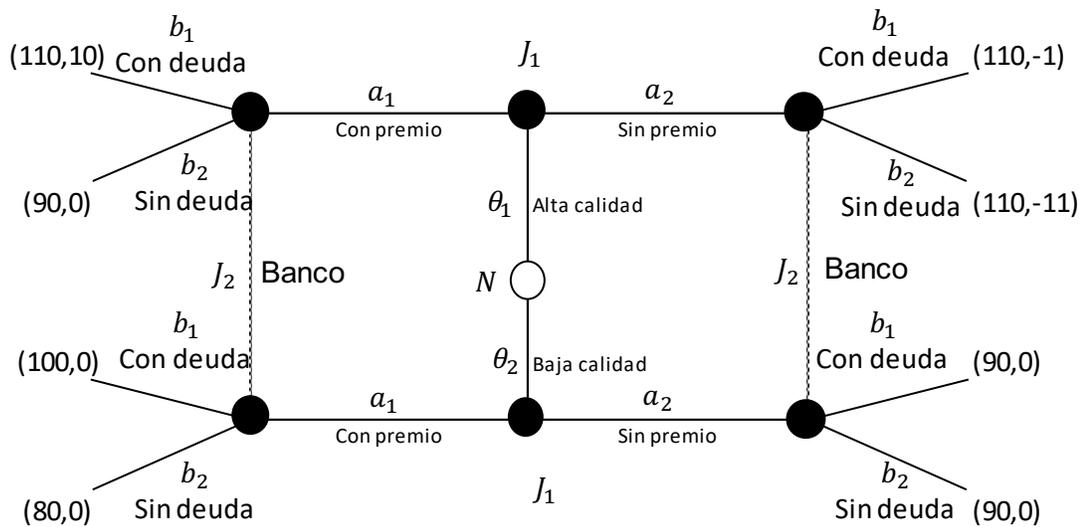


Ilustración xxi. Diagrama de señalización (Ejemplo Aplicado)

Este problema se resuelve ponderando cada estrategia y su respectivo pago por su probabilidad de ocurrencia y se busca un equilibrio de Nash, por ejemplo, que el J1 pague un premio c (con premio) cuando el proyecto es de alta calidad, y no pagar premio cuando es de baja calidad s (sin premio) es una estrategia cs (con premio, sin premio para proyectos de alta y baja calidad). Mientras que la estrategia del banco de participar en la deuda p (participan en la deuda) cuando observa el premio c y no participa en la deuda n cuando no se entrega el premio es una estrategia cs cruzada con pn .

	pp	pn	np	nn
cc	(106.5,6.5)	(99.5,6.5)	(93.5,0)	(86.5,0)
cs	(110,2.65)	(103,6.5)	(97,-3.85)	(90,0)
sc	(106.5,-0.65)	(93.5,0)	(99.5,-0.65)	(90,0)
ss	(110,-4.5)	(103,-0.65)	(97,-3.85)	(90,0)

Ilustración xxii. Matiz de pagos y equilibrio de Nash

Se observa en la Ilustración xxii que existen 3 equilibrios de Nash, (cs,pn), (sc,nn) y (ss,nn). En los últimos dos se observa que la estrategia de señalización de jugador 1 no logra convencer a los bancos de participar en el proyecto, y aunque son equilibrios de Nash no son óptimos de Pareto. Se observa que la estrategia (cs,pn) entrega un pago mayor para ambos que las otras 2 estrategias, por lo que es una estrategia más deseable que las anteriores y por lo tanto un Pareto óptimo.

Se concluye del ejemplo, que existe un equilibrio separador, cuando el costo de entregar una señal falsa es alto, de entregar una señal verdadera es bajo y cuando dicha señal es valorada por quién la recibe.