



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

**PLAN DE NEGOCIOS PARA EXPANDIR EN CHILE LA PRESENCIA DE UN CENTRO
INTERNACIONAL DE EXCELENCIA EN INNOVACIÓN MINERA**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN GESTIÓN PARA LA
GLOBALIZACIÓN**

CRISTÓBAL IGNACIO GONZÁLEZ CABRERA

**PROFESOR GUÍA:
ANDREA VICTORIA NIETO EYZAGUIRRE**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
DANIEL ANTONIO ESPARZA CARRASCO
GERARDO OCTAVIO DÍAZ RODENAS**

**SANTIAGO DE CHILE
2020**

RESUMEN

PLAN DE NEGOCIOS PARA EXPANDIR EN CHILE LA PRESENCIA DE UN CENTRO INTERNACIONAL DE EXCELENCIA EN INNOVACIÓN MINERA

El centro de excelencia en innovación minera (CEMI), actualmente tiene operaciones en Canadá, logrando con éxito en doce años de operación aportar al desarrollo de la industria minera en dicho país. Actualmente, CEMI desea explorar la opción de expandir su presencia a otros países, siendo Chile un destino a considerar, tanto por su trayectoria minera, como por la necesidad que tiene el país por desarrollar la industria minera en torno a la innovación.

El propósito de este estudio es realizar un plan de negocios para la estrategia de expansión de CEMI en Chile, el cual se diseñó basado en las necesidades de la industria minera chilena, propuesta de valor de CEMI y oportunidades para ingresar al mercado.

En el reporte se recurrió a publicaciones para analizar la industria minera y stakeholders mineros en Chile, desde donde se obtienen tendencias y necesidades de la industria minera. Luego, se presenta un diagnóstico completo de CEMI, destacando los servicios y la propuesta de valor. Posteriormente, se efectuó un estudio de mercado que consistió en seis entrevistas semiestructuradas realizadas a instituciones relevantes del ecosistema minero, con el objetivo de determinar cualitativamente si las necesidades de la industria se ajustan a la propuesta de valor de CEMI. Con esta información se diseña la estrategia de expansión, modelo de negocios usando metodología canvas y finalmente el plan de negocios.

Los resultados muestran que la propuesta de valor y foco estratégico de CEMI están alineados con las necesidades de las empresas mineras, así como también con la estrategia de Chile para el desarrollo de la industria minera, principalmente en los puntos de mejorar la productividad y sustentabilidad.

La estrategia de expansión muestra que CEMI debe prestar servicios de asesoría, principalmente en las etapas de: desarrollo, pruebas, escalamiento, implementación y comercialización de productos o servicios; forjando su entrada mediante alianzas, consorcios y comercialización de productos o servicios que hayan tenido éxito en Canadá.

La evaluación económica muestra que, para un horizonte de evaluación de 5 años, una inversión de \$149 millones y una tasa de descuento del 20%, el proyecto generará un VAN de \$188 millones, una TIR del 42% y un PRC de 3,4 años.

Estos resultados servirán para que CEMI considere la opción de expandirse internacionalmente a Chile de entre varias alternativas que tienen en carpeta, puesto que el proyecto es factible técnica y económicamente, lo que significaría una valiosa ayuda para el desarrollo de las empresas mineras chilenas y la industria en general.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que de alguna u otra manera contribuyeron para que este trabajo se llevara a cabo.

A mi familia por su constante apoyo y motivación, no solo en este momento, sino que en todas las etapas de mi vida.

Y en especial a mi compañera de vida Carola y a mi hijo Agustín, por el tremendo sacrificio que han hecho acompañándome en mi crecimiento. El amor que me dan, la energía y alegría, son lo que me motiva e inspira a soñar y trabajar por un futuro mejor.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS	1
1.1.1 Objetivo General	1
1.1.2 Objetivos específicos	1
1.2 METODOLOGÍA	1
1.3 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	2
1.4 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	3
2. ANTECEDENTES DE LA INDUSTRIA MINERA Y SU ENTORNO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN EN CHILE	4
2.1 INDUSTRIA MINERA	4
2.2 INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN EN CHILE	5
2.2.1 Estructura institucional en torno a Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI)....	5
2.2.2 Ranking Global de innovación	6
2.2.3 Fomento a la Ciencia, tecnología e innovación	7
2.3 INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN EN MINERÍA EN CHILE .	7
2.3.1 Inversión en Investigación y desarrollo en minería	7
2.3.2 Propiedad Intelectual.....	8
2.3.3 Fomento a la ciencia, tecnología e innovación en minería	9
2.4 PLAN ESTRATÉGICO PARA LA INDUSTRIA MINERA	10
3. ANÁLISIS DE STAKEHOLDERS	12
3.1 DIAGRAMA DE STAKEHOLDERS	12
3.2 ANÁLISIS DE EMPRESAS MINERAS	12
3.2.1 Empresas mineras y producción de cobre	12
3.2.2 Productividad.....	13
3.3 ANÁLISIS DE LOS CENTROS DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN	15
3.3.1 Centros internacionales	15
3.3.2 Centros Nacionales	16
3.4 ANÁLISIS DE PROVEEDORES MINEROS	19
3.4.1 Caracterización de las empresas proveedoras de la industria minera	19
3.4.2 Exportación de empresas proveedoras	21
3.4.3 Comportamiento de empresas proveedoras en torno a la innovación	23
3.4.4 Capacidades y habilidades tecnológicas de los proveedores mineros.....	24
3.5 ANÁLISIS AL GREMIO DE PROVEEDORES	25
3.6 NECESIDADES Y BARRERAS PARA NO INNOVAR	27
3.6.1 Evaluación del programa de proveedores PPCM	27
3.6.2 Barreras.....	29
3.6.3 Principales necesidades	30
4. DIAGNÓSTICO DE CEMI	32
4.1 CAPACIDADES Y HABILIDADES	32
4.1.1 Estrategia y Contribución	32
4.1.2 Alianzas	33
4.1.3 Casos de éxito-	34
4.2 ALCANCE DE SERVICIOS-	36

4.3	PROPUESTA DE VALOR	38
4.4	ANÁLISIS FODA	39
4.5	ANÁLISIS PESTEL	40
5.	ESTRATEGIA DE NEGOCIO	43
5.1	ESTUDIO DE MERCADO	43
5.1.1	Disponibilidad de Fondos	43
5.1.2	Alianzas y áreas de innovación.....	44
5.1.3	Capacidades en torno a la innovación de las pymes.....	45
5.1.4	Vinculación con la industria.....	46
5.2	OPORTUNIDAD PARA EXPANDIR PRESENCIA EN EL MERCADO CHILENO	49
5.3	ESTRATEGIAS DE EXPANSIÓN	51
5.4	MODELO DE NEGOCIOS	54
6.	PLAN DE MARKETING	56
6.1	COMERCIALIZACIÓN Y VENTA	56
6.2	ESTRATEGIA COMPETITIVA	57
6.3	PROMOCIÓN	57
7.	PLAN DE OPERACIÓN E IMPLEMENTACIÓN	60
7.1	OPERACIÓN	60
7.2	IMPLEMENTACIÓN	60
7.3	ORGANIZACIÓN	62
7.3.1	Estructura.....	62
7.3.2	Diferencias culturales.....	63
8.	PROYECCIÓN FINANCIERA Y ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	64
8.1	ESTIMACIÓN DE INGRESOS	64
8.2	ESTIMACIÓN DE COSTOS	65
8.3	ESTADO DE RESULTADO	66
8.4	EVALUACIÓN ECONÓMICA	67
8.5	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	68
9.	CONCLUSIONES	69
10.	BIBLIOGRAFÍA	73
11.	ANEXOS	76
11.1	ANEXO A: BIENES Y SERVICIOS EXPORTADOS POR PROVEEDORES MINEROS	76
11.2	ANEXO B: FONDOS PÚBLICO Y PRIVADO	77
11.3	ANEXO C: ENCUESTA DE INNOVACIÓN PARA PROVEEDORES	78
11.4	ANEXO D: ENTREVISTA A STAKEHOLDER DE LA INDUSTRIA MINERA ..	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Mesa directiva de CEMI.....	2
Tabla 2. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología entre Australia y Chile.	8
Tabla 3. Patentes referentes a la industria minera e inscritas en INAPI.....	8
Tabla 4. Producción de cobre por región (tmf), año 2008 – 2017.....	13
Tabla 5. Descripción de los principales centros de investigación y desarrollo que operan en la industria minera en Chile.....	17
Tabla 6. Focos y áreas de trabajo de los principales centros de I+D chilenos.	17
Tabla 7. Concentración de proveedores por categoría en 2014.....	20
Tabla 8. Distribución de gastos en bienes-servicios pagados a proveedores en etapa de operación, 2014.....	20
Tabla 9. Tamaño de empresa en función del ingreso y número de trabajadores.....	21
Tabla 10. Empresas proveedoras que exportan y monto asociado por año entre 2012-2016.	22
Tabla 11. Monto exportado en 2016.	22
Tabla 12. Resumen con las características de los principales gremios de proveedores mineros.....	26
Tabla 13. Portafolio de proyectos del PPCM 2010-2015 según estatus.....	28
Tabla 14. Tiempo promedio por etapa en proyectos participantes en el PPCM.	28
Tabla 15. Principales necesidades de proveedores y empresas mineras en torno a la innovación.	31
Tabla 16. Análisis FODA de CEMI.....	39
Tabla 17. Oportunidades para expandir presencia en el mercado chileno.	50
Tabla 18. Lienzo canvas para el modelo de negocios de CEMI en Chile.	55
Tabla 19. Principales eventos mineros que tendrán lugar en Chile durante el año 2020.	59
Tabla 20. Proyección de trabajos anual, acorde al tipo de servicio del centro en Chile.	65
Tabla 21. Proyección de ingresos para la operación del centro en Chile (millones de pesos)	65
Tabla 22. Proyección de costos para la operación de CEMI en Chile (millones de pesos)	66
Tabla 23. Flujo de caja para la operación del centro en Chile (millones de pesos)	67
Tabla 24. Análisis de sensibilidad del VAN del proyecto en base a variación de ingresos y costos	68
Tabla 25. Análisis de sensibilidad del VAN del Proyecto en base a variación de las cantidades que afectan los ingresos.	68
Tabla 26. Principales bienes exportados en 2016.	76

Tabla 27. Principales servicios exportados en 2016.....	76
Tabla 28. Principales fondos público y privado para fomentar la investigación, desarrollo e innovación. Fuente: Elaboración propia.	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción de Cobre en Chile entre 1950-2015.	4
Figura 2. Pronóstico de la demanda global de cobre sobre la producción comprometida y no comprometida.....	5
Figura 3. Estructura institucional en torno a la CIT en Chile.....	6
Figura 4. Representación visual del top ten en creación de start-up mineras.	9
Figura 5. Número de start-up operativas por país. Fuente: Sirinanda, 2018.....	9
Figura 6. Diagrama de stakeholders que interactúan en el ecosistema de innovación minera en Chile.	12
Figura 7. Top 20 año 2018, Minas chilenas que más cobre producen (ktmf).	13
Figura 8. Productividad Minería del cobre en Chile (base 2000=100).....	14
Figura 9. Ley promedio por yacimiento en Gran minería del cobre.....	14
Figura 10. Índice de factores productivos (Base 2000=100).	15
Figura 11. Foco de los centros internacionales de excelencia, de acuerdo con el servicio y etapa del proceso.	16
Figura 12. Foco de los centros según la etapa del proceso e investigación.	18
Figura 13. % de empresas proveedoras según región.....	21
Figura 14. Capacidades y habilidades de innovación de empresas proveedoras mineras en Chile.	24
Figura 15. Gremios con potencial para generar una alianza.....	27
Figura 16. Sectores con los que CEMI tiene alianzas.	33
Figura 17. Proceso de innovación de CEMI y los servicios prestados.	36
Figura 18. Ejemplo de tríptico para promoción del centro	58
Figura 19. Organigrama para el primer año de funcionamiento.	62
Figura 20. Organigrama para la implementación y operación de CEMI en Chile.....	63

1. INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

Desarrollar un plan de negocios para expandir la presencia en el mercado chileno de un centro internacional de excelencia en innovación minera.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar el ecosistema para los centros de innovación minera en Chile.
- Identificar los principales stakeholders y sus necesidades.
- Identificar las competencias, capacidades y propuesta de valor de CEMI
- Diseñar una estrategia de expansión de presencia para CEMI en Chile.
- Realizar el plan de operaciones e implementación para la estrategia de expansión
- Realizar evaluación económica del plan de negocios

1.2 METODOLOGÍA

Para establecer una estructura de informe y seleccionar los tópicos más relevantes a desarrollar, se tomará como referencia publicaciones referentes a innovación en la industria minera; como, por ejemplo: “la encuesta de innovación a empresas proveedoras de la gran minería” (Cantalops, J., & Monsalve, 2017 y 2018); “Roadmap tecnológico 2015-2035” (FUCH & Alta Ley, 2016); “Del programa de proveedores a la innovación abierta en Minería” (Meller & Parodi, 2017) y “Attracting foreign R & D through international centres of excellence: Early experiences from Chile” (Klerkx & Guimon, 2017).

A partir de las publicaciones revisadas, se arma el estado de innovación en torno a la minería, identificando los principales stakeholder, sus características y necesidades. Luego a partir de información directa, se realiza el diagnóstico de CEMI en base a sus capacidades y competencias para evaluar su ingreso en el mercado chileno.

Para validar la información y diseñar un plan de expansión de CEMI en el mercado chileno, se realizaron entrevistas semiestructuradas a los principales stakeholder, utilizando una plantilla de preguntas.

A partir de las entrevistas, la información recopilada de publicaciones y el diagnóstico de CEMI, se plantean alternativas de expansión, las cuales se evalúan en un plan de negocios, utilizando el modelo de negocios canvas.

Posteriormente, se plantea un plan de implementación y operación, el que se somete a una evaluación económica para ver la factibilidad económica de la estrategia propuesta basado en indicadores como el VAN, TIR y PRC.

1.3 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

El centro de excelencia en innovación minera (CEMI por sus siglas en inglés), es un centro sin fines de lucro, de origen canadiense y establecido en 2007. Tiene como propósito apoyar a las empresas mineras a lograr un mejor rendimiento operativo, económico y sustentable. Para esto, se encargan de fortalecer innovaciones comercialmente viables para mejorar la seguridad, la productividad y el desempeño ambiental. Para lograr el propósito, CEMI tiene alianzas con todos los sectores vinculados

a la minería: Ministerio de Minería, Universidades y Centros de investigación.

Además, CEMI desarrolla la innovación a partir de una organización madura que proviene de los distintos sectores de la minería, lo cual promueve una mejor vinculación con la industria.

Actualmente el centro tiene alianzas con treinta compañías mineras, setenta y dos empresas proveedoras mineras, dieciséis agencias gubernamentales y diecisiete centros de I+D.

Los principales servicios son la asesoría técnica-comercial para pymes, exploración y vigilancia tecnológica, gestión de proyectos de I+D, investigación y desarrollo, soporte de comercialización de productos y servicios

En términos de aporte a la industria, CEMI ha logrado levantar fondos por US\$ 12,2 millones en colaboración con empresas mineras, centros de investigación y consultorías, además de US\$ 12,2 millones destinado al apoyo y desarrollo de innovación de pymes.

La organización está compuesta por profesionales del sector público y privado, lo que ha facilitado la participación en la implementación de soluciones. A continuación, en la Tabla 1, se muestra una lista con la conformación de la mesa directiva:

Nombre	Cargo en la industria	Nombre	Cargo en la industria
Roger Emdin	Presidente del directorio, CEMI. Vice Presidente de Operaciones, Harte Gold	Rizwan Haq	Vicepresidente interino Vicepresidente de investigación, ciencia e ingeniería
Peter Edmunds	Consultor Senior, Atlas Copco Mining & Rock Excavation	Alicia Woods	Gerente general, Marcotte Mining Machinery Services Inc.
Christine Kaszycki	Representante ministerial, Ministry of Northern Development & Mines	Peter Xavier	Vicepresidente, Glencore's Sudbury Integrated Nickel Operations
Melanie Paradis	Consultor Senior, Earncliffe Strategy Group	Brian Buss	Asesor externo de la mesa directiva, BWB Consulting Services Inc.
Samantha Espley	Director de Minería Tecnología e innovación, Vale Base Metals	Magdi Habib	Asesor externo de la mesa directiva. Director General, CANMET MINING

Tabla 1. Mesa directiva de CEMI.

Fuente: Sitio web de CEMI (2019). Consultado en Julio 2019, desde <https://www.cemi.ca>

El equipo de trabajo está conformado por: Douglas Morrison - CEO, Sherry Greasley - vicepresidente de operaciones, Charles Nyabeze - Vicepresidente de Desarrollo de

negocios, Mike Richer - Administrador TI, Pat Dubreuil – Director de I+D, y Diane Lepage – Coordinadora administrativa programa UDMN.

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Actualmente, CEMI a través de la vicepresidencia de desarrollo de negocios y principal contraparte para el presente estudio, está buscando expandir su presencia internacional, para aumentar el conocimiento del centro en el mundo e incrementar el “Know-how”, donde éste último es considerado uno de los principales activos que tiene el centro, y al expandirse internacionalmente permitirá usar este know-how, así como también adquirir más conocimientos. Desde esta búsqueda es que nace la justificación del presente estudio, en donde CEMI requiere un estudio para evaluar la expansión de la presencia del centro en Chile, puesto que CEMI ve en Chile un país no solo con potencial para ampliar sus redes internacionales, sino que también con potencial de innovación y diversificar la cadena de valor en torno a la extracción de materia prima.

En países con igual o menor cantidad de recursos minerales, han sabido bajar la dependencia económica de sus recursos minerales, aumentando la complejidad de sus productos o servicios en toda la cadena de valor del proceso minero, luego el tema propuesto toma relevancia pues considera aumentar la presencia de un centro internacional en Chile para desarrollar la industria minera en toda su cadena de valor.

2. ANTECEDENTES DE LA INDUSTRIA MINERA Y SU ENTORNO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN EN CHILE

2.1 INDUSTRIA MINERA

La minería, tanto metálica como no metálica, es uno de los sectores más importantes de la economía chilena. Entre los primeros minerales están; el cobre, el oro, la plata, el zinc y el plomo, destacando ampliamente al cobre como el principal metal extraído y exportado. En la industria minera del cobre, los depósitos pueden ser polimetálicos, produciendo no solo cobre sino también otros minerales como subproductos. Chile tiene un predominio de depósitos de cobre con molibdeno, pero también se encuentran oro, plata y otros metales.

Las empresas que lideran los ingresos en la industria minera en Chile son; CODELCO, Antofagasta Minerals, CAP, SQM, AngloAmerican y BHP Billiton, con ingresos netos estimados de US\$ 26 mil millones en 2015, equivalente al 73.7% de los ingresos netos totales del sector. El sector presenta un grado de concentración medio a alto. Algunos de los segmentos están dominados por una sola compañía nacional: Mina Invierno es el jugador dominante en la minería del carbón; SQM en litio, yodo y potasio; y CAP en la minería de hierro. En otros sectores, sin embargo, hay jugadores más grandes. La minería del cobre, por ejemplo, está dominada por la estatal CODELCO, seguida de cerca por las empresas privadas Antofagasta Minerals, BHP Billiton y Anglo American (EMIS, 2016).

En toda su historia, Chile ha tenido un papel importante en el mercado mundial del cobre. Como se aprecia en la Figura 1, en los últimos 65 años ha habido un aumento exponencial en la producción de cobre, pasando en tan solo 20 años de producir 1.1 MTon en 1980 a 4.6 MTon en el 2000. Esto se explica principalmente por la llegada de capital extranjero para invertir en megaproyectos mineros.

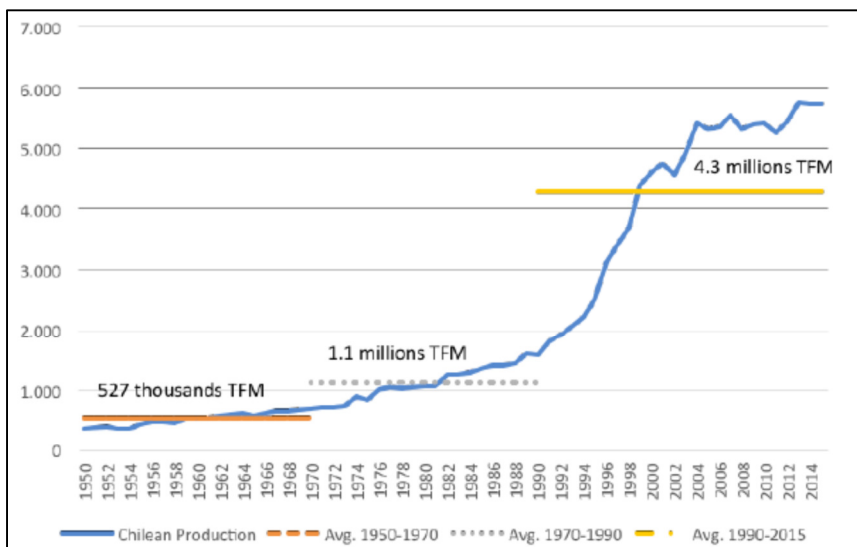


Figura 1. Producción de Cobre en Chile entre 1950-2015.

Fuente: Replicado de CNP, 2017.

En 2018, las regiones que produjeron más cobre fueron: Antofagasta con 3,2 MTon (54%), Tarapacá 0,6 MTon (11%), Atacama 0,5 MTon (8%) y Coquimbo 0,5 MTon (8%) (SERNAGEOMIN, 2018).

Las exportaciones totales de cobre en 2018 alcanzaron los US \$ 35.352 mil millones. A nivel mundial, Chile representa el 28% de la producción total (Cochilco, 2019).

Con respecto al pronóstico de la demanda mundial, según CRU International (2018) y tal como se muestra en la Figura 2, la producción minera existente disminuirá desde 20 MTon a menos de 12 MTon en 2034, lo que provocará un déficit en el suministro estimado en 15 MTon. Esto se debe a que se espera que más de 200 minas de cobre agoten sus reservas antes de 2035, y que no habrá suficientes proyectos mineros de cobre en carpeta para sustentar el gap (EMIS, 2016).

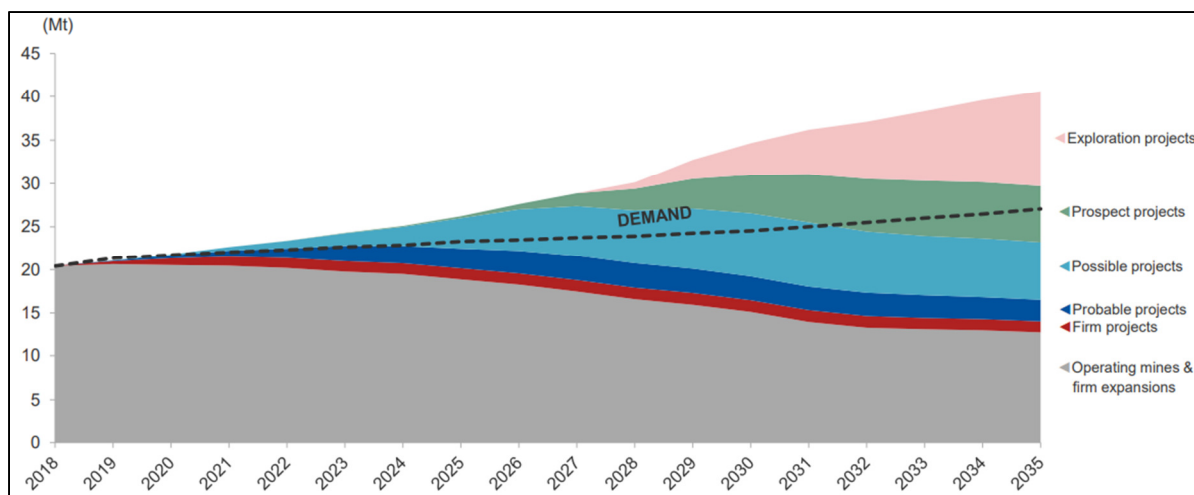


Figura 2. Pronóstico de la demanda global de cobre sobre la producción comprometida y no comprometida.

Fuente: Replicado de CRU International (2018).

2.2 INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN EN CHILE

2.2.1 Estructura institucional en torno a Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI)

La estructura institucional en torno al CTI, tiene 5 niveles; nivel estratégico, diseño de políticas, agencias de implementación, instrumentos y beneficiarios (ver Figura 3).

En el nivel estratégico, está el consejo nacional de innovación (CNID) que se encarga de asesorar a la presidencia en materia de políticas públicas de ciencia, tecnología e innovación.

La implementación de política se asigna a servicios o agencias, quienes ejecutan programas e iniciativas que emanan de la política. Las principales son CORFO y CONICYT. Después, estos organismos se relacionan con los beneficiarios a través de instrumentos o programas, y son además los encargados de diseñar los concursos y todo el proceso de conexión con empresas, emprendedores, personas, universidades y centros de investigación.

También casi de manera transversal entre niveles, están el Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC) y el Fondo de Inversión Estratégico (FIE). Ambos instrumentos están radicados en el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. Dado que estos fondos, tienen una condición de secretaría técnica del Comité de Ministros, tiene en la práctica un rol de coordinación del sistema público de CTI, velando por la de su condición de secretaría técnica del comité de ministros, tiene en la práctica un rol de coordinación del sistema público de CTI.

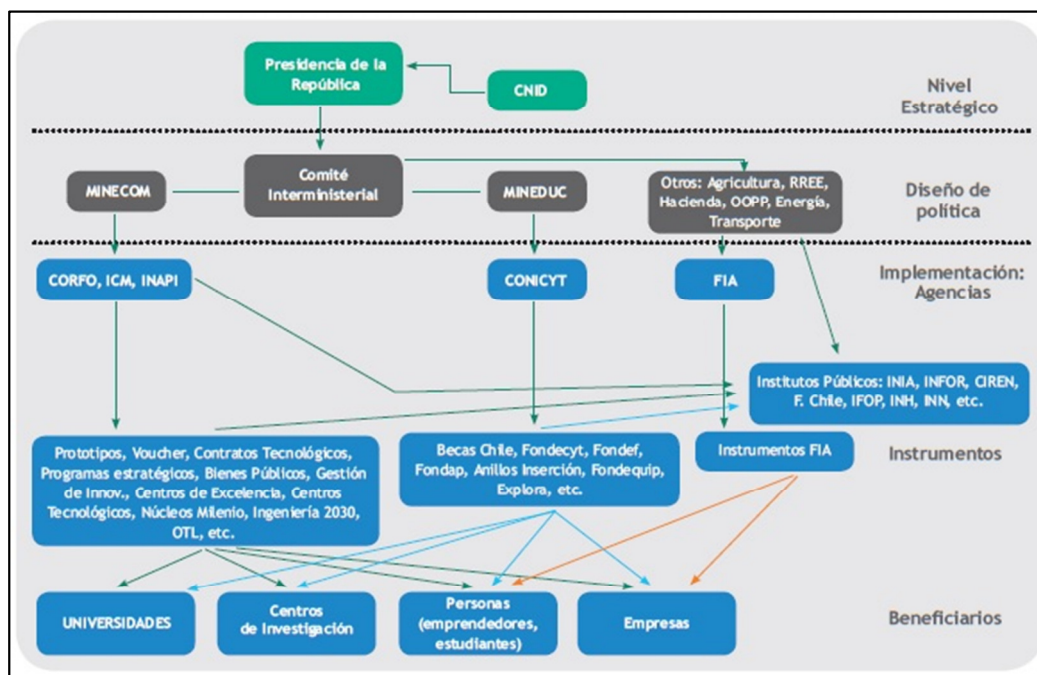


Figura 3. Estructura institucional en torno a la CIT en Chile.
Fuente: Replicado de Balbontín, Roeschmann, & Zahler, 2018, p. 11)

2.2.2 Ranking Global de innovación

De acuerdo con el último ranking global de innovación WIPO, INSEAD, & Cornell University, (2019), Chile ocupa el puesto 51, por debajo del año pasado, pero sigue en la cima de la región por cuarto año consecutivo, además está en los primeros 50 lugares en tres pilares: instituciones (39), infraestructura (50), y sofisticación del mercado (49).

El mayor avance de Chile fue en la sofisticación de mercado, específicamente en clasificaciones más altas en crédito.

Se destaca un mayor rendimiento en educación (60) con mejoría en el gasto en educación, financiación del gobierno por alumno, y esperanza de vida escolar (vigésimo).

A su vez, Chile avanza en creación de conocimiento (56), con mejores clasificaciones en patentes. En creatividad online avanzó (58), gracias a una medición mejorada de la creación de aplicaciones móviles introducidas este año.

Las áreas débiles, son en la sofisticación de negocios (53), particularmente en importaciones de alta tecnología e importaciones de servicios TIC (88), ambas partes referentes a la absorción de conocimiento (49). Las debilidades de producción para Chile son; exportaciones de servicios de TIC, exportación de diseños industriales originales y bienes creados en Chile. Lo anterior se relaciona con la baja capacidad que tiene el país para generar valor agregado en sus productos y por consiguiente la baja capacidad de innovación.

2.2.3 Fomento a la Ciencia, tecnología e innovación

En 2017, el gasto en ciencia, tecnología e innovación representó un 0,36% del PIB. Esta proporción se ha mantenido relativamente estable en la presente década, y en los últimos 10 años la única variación significativa ocurrió entre los años 2008 y 2009, cuando pasó de un 0,27% a 0,35%. En efecto, el año 2009 se aumentó el presupuesto del Fondo de Innova Chile en un 20% y de CONICYT en un 53% (Balbontín, Roeschmann, & Zahler, 2018).

La investigación e innovación es fomentada por instrumentos que generalmente se canalizan a través de programas, entidades o asociaciones. La mayoría de las iniciativas gubernamentales son administradas por CORFO y CONYCI. Se contabilizan 14 fondos que disponen sobre CLP\$ 40 millones para iniciativas de CTI (Ver Anexo 11.1).

Respecto al marco legal, está la Ley N°20.241, que tiene como objetivo contribuir a mejorar la capacidad competitiva de las empresas chilenas, mediante el establecimiento de un incentivo fiscal para la inversión en I + D que permita a estas entidades reducir sus impuestos de primera categoría sobre el 35% de los recursos asignados a actividades de investigación y desarrollo, con un límite de US\$ 1,2 millones. La ley también respalda actividades contratadas por completo a un Centro de I+D especializado, que esté registrado en Corfo. ("Ley Incentivo I + D: Ley N ° 20.570", 2012).

2.3 INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN EN MINERÍA EN CHILE

2.3.1 Inversión en Investigación y desarrollo en minería

Dado que la industria minera es importante para el país, se espera que la inversión en torno al desarrollo de la industria sea importante. Pero en el caso chileno, la inversión en investigación, desarrollo e innovación no ha sido suficiente, especialmente en comparación con el caso australiano. En todos los indicadores, Australia supera en más de diez veces a Chile, donde la mayor diferencia se da en el capital humano disponible para la investigación, el cual es difícil mejorar, ya que preparar a los investigadores requiere mucho tiempo (Ver Tabla 2).

Esta situación ha provocado en Chile una mayor participación de organizaciones sin fines de lucro y universidades. Por su parte, el Gobierno de Chile está implementando políticas públicas destinadas a mejorar el ecosistema y financiar proyectos de innovación.

Indicador	Australia	Chile
Gasto en I+D (% PIB)	2,2%	0,3%
Gasto Privado en I+D(% I+D total)	61,1%	29,6%
Gasto Universidades en I+D (% I+D total)	24,2%	38,5%
Gasto Público en I+D (% I+D total)	12,1%	3,7%
Gasto Privado sin fines de lucro en I+D (% del I+D total)	2,6%	28,2%
Gasto Privado en I+D por trabajador (US\$ PPP)	1.039	39
Número de Investigadores (total)	92.649	5.440
Investigadores en Sector Privado (n°)	36.309	1.298
Investigadores en Sector Público (n°)	8.283	292
Investigadores en Educación Superior (n°)	53.588	3.274

Tabla 2. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología entre Australia y Chile.
Fuente: Replicado de CNP, 2017

En cuanto al tipo de investigación, según Calvo, Beltrán y Martínez (2017), el 86% de las empresas mineras realizan investigación en ingeniería y tecnología, donde el porcentaje por tipo de investigación es; 10% en investigación básica, 38% en investigación aplicada y 52% en desarrollo experimental.

En resumen, el tipo dominante de investigación es el desarrollo aplicado y experimental, esto junto con la escasez de investigadores en Chile, sugiere que se necesitan colaboraciones más potentes para complementar la investigación básica, fortalecer el desarrollo y la aplicación de innovaciones.

2.3.2 Propiedad Intelectual

La minería junto con los sectores químico y farmacéutico, son los sectores que más contribuyen a la generación de patentes en Chile. En el caso minero, CodelcoTech, es el principal generador de patentes en la industria minera (ver Tabla 3). Sin embargo, solo una minoría de empresas aparentemente innovadoras confía en la protección intelectual (PI) para resguardar sus innovaciones. Los factores más importantes que explican esto son: el costo, la complejidad esperada del registro y las altas tarifas implicadas. De hecho, algunas “METS” (proveedores de equipos, tecnologías y servicios para la minería) prefieren cláusulas de “secretos comerciales”. En porcentaje, un 55% de empresas encuestadas tienen secretos comerciales y el 88% considera la PI del producto o servicio al momento de evaluar nuevas oportunidades de negocio, pero, aun así, no la emplea para sus propios productos. (Bravo-Ortega & Price-Elton, 2019).

Año	Patentes de empresas extranjeras	Patentes de empresas locales		
		Total patentes locales	Patentes solo Codelco	
			Cantidad	% Respecto a patentes locales
2009	85	59	11	19%
2011	130	49	2	4%
2012	187	41	1	2%
2013	188	41	2	5%
2014	200	55	10	18%
2015	177	67	4	6%
2016	169	43	1	2%
2017	117	39	8	21%

Tabla 3. Patentes referentes a la industria minera e inscritas en INAPI.
Fuente: Bravo-Ortega et al., 2019.

2.3.3 Fomento a la ciencia, tecnología e innovación en minería

A continuación, se nombran los principales programas, organizaciones y asociaciones que hay en Chile para fomentar la ciencia, tecnología e innovación en minería:

- Programas u organizaciones públicas: Alta Ley, Valor Minero, Fundación Chile, ProChile, CORFO y CONYCID
- Asociación de empresas mineras: SONAMI y el Consejo Minero
- Asociaciones de proveedores: Aprimin, Camchal, Minnovex, AIA, Sutmin.
- Universidades: Universidad de Chile, Pontificia Universidad Católica, Universidad de Concepción, Universidad de Santiago de Chile, Universidad Técnica Federico Santa María, Universidad Católica de Valparaíso, Universidad Adolfo Ibáñez, Universidad Católica del Norte, Universidad de Antofagasta, Universidad de Atacama, Universidad de la Serena, Universidad tecnológica metropolitana.
- Programas de innovación abierta: Expandemineria, Innovaminerals, Espacio de Innovación CAP.

El resultado de todos los instrumentos anteriormente señalados se puede evidenciar con la escalada en el ranking de creación de start-up vinculadas a la industria minera, donde Chile subió al quinto lugar con 24 start-ups en 2017, y Santiago, fue la ciudad donde se gestaron más start-ups en todo el mundo (Sirinanda, 2018).

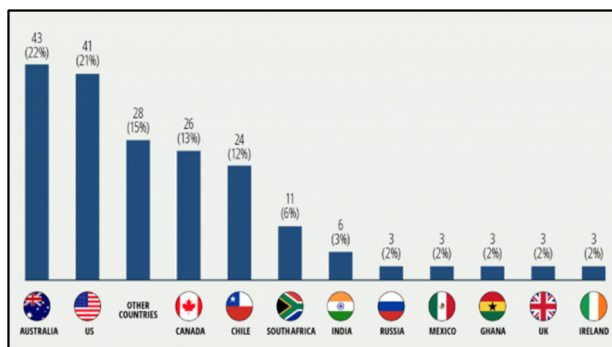


Figura 5. Numero de start-up operativas por país. Fuente: Sirinanda, 2018.

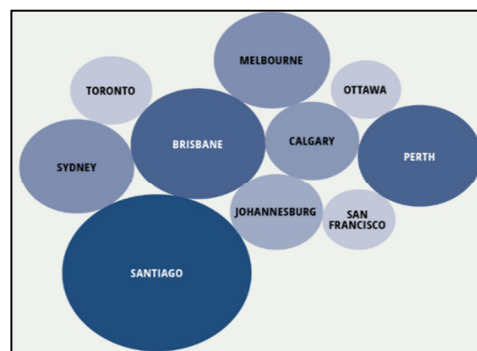


Figura 4. Representación visual del top ten en creación de start-up mineras. Fuente: Sirinanda, 2018.

Sin embargo, a pesar de la evidencia de que los fondos de innovación y tecnología han aumentado el desempeño de las empresas participantes, los esfuerzos aún son aislados, y no ha habido cambios significativos en el desempeño innovador de la economía chilena. Los principales problemas incluyen la naturaleza fragmentada de los instrumentos de apoyo, la falta de coherencia de los diferentes instrumentos y el enfoque a corto plazo de éstos (Klerkx et al., 2014).

Dado lo anterior, es que se necesitan programas o instrumentos con una visión a largo plazo; de lo contrario, el desarrollo minero no será sostenible y, en cambio, será solo una ilusión. En este sentido, el plan estratégico que se llevó a cabo en 2015 "Minería

2035", es una buena iniciativa, ya que apunta a incentivar la innovación en empresas proveedoras, pero en el largo plazo.

2.4 PLAN ESTRATÉGICO PARA LA INDUSTRIA MINERA

El plan estratégico se describe en Valor Minero (2016), y recibe el nombre de "Minería 2035". El plan nace en 2015 y es liderado principalmente por el Ministerio de Minería, el Consejo Minero, Alta Ley y Fundación Chile.

El objetivo del plan es hacer de Chile un polo de generación de conocimiento minero de frontera, que beneficie también a otras industrias y sectores, logrando que la economía no solamente sea exportadora de minerales, sino también de bienes y servicios intensivos en conocimiento.

La motivación del plan es que es necesario recuperar mayores niveles de inversión en innovación, tecnología y desarrollo productivo, y diversificar la matriz productiva, más allá de las fluctuaciones del precio del cobre y las coyunturas. Respecto a la motivación del plan, en palabras del presidente del programa Alta Ley, Mauro Valdez - *"El panorama minero actual, puede desencadenar un proceso de innovación robusto, permanente y muy virtuoso para la minería como plataforma de crecimiento, como un espacio de diversificación y sofisticación productiva con bienes y servicios basados en innovación y tecnología, que sirvan no solo para la minería."*

El plan estratégico tiene cuatro subprogramas, que son: innovación y desarrollo de proveedores, productividad y empleo, expansión de investigadores de clase mundial y plan geológico nacional.

En el programa de innovación y desarrollo de proveedores, actualmente, Alta Ley, a través del Fondo de Innovación Estratégica (FIE) y Corfo, está llevando a cabo licitaciones públicas destinadas a fortalecer y crear capacidades tecnológicas que permitan la innovación, mediante la implementación de "Centros de Pilotaje y Validación de Tecnologías" para la minería.

Los objetivos del programa para el año 2035 son:

- ✓ Exportar entre 130 y 150 MTON de cobre y otros minerales
- ✓ Que el 80% de la producción esté en primer cuartil de costo a nivel mundial
- ✓ Tener 250 empresas proveedoras de clase mundial
- ✓ Lograr US\$ 4,000 millones anuales en exportaciones de bienes y servicios

El crecimiento explosivo de la demanda de cobre durante las últimas décadas por parte de China y Asia, y la proyección de dicha demanda en los próximos 20 años, crea una base extraordinaria para el desarrollo de la industria minera en Chile. Con el tiempo, esto tendrá un límite, y lo que Chile no pueda reemplazar, otro país lo hará.

En general, los desafíos que enfrenta la minería en Chile son los siguientes:

- Disminución de las leyes de mineral
- Profundidad de yacimientos

- Baja disponibilidad de agua
- Alto costo energético
- Desarrollar la minería a gran escala en la zona central
- Productividad y costo de inversión.
- Disponibilidad de capital humano altamente calificado
- Acceso a información geológica y dinamizar el mercado de propiedades mineras
- Mayores requisitos ambientales.
- Comunidades locales que exigen participar en los beneficios generados.

3. ANÁLISIS DE STAKEHOLDERS

3.1 DIAGRAMA DE STAKEHOLDERS

En el ecosistema de innovación minera interactúan las empresas mineras, proveedores mineros, universidades, centros de I+D y agencias del estado (ver Figura 6). El principal demandante de innovación son las empresas mineras y grandes proveedores, quienes solicitan a universidades, centros de I+D o pymes soluciones de I+D a cambio de una recompensa monetaria. Las agencias del estado son el principal soporte para fomentar la I+D, lo cual realizan principalmente a través de asignación de fondos concursables. Entre los grandes proveedores y centros de I+D suele haber un intercambio de conocimiento que se materializa con alianzas.

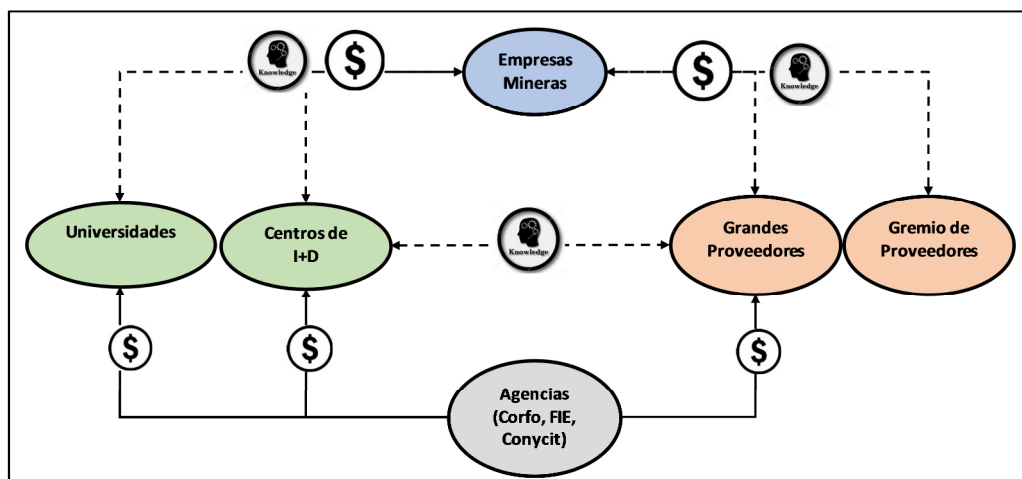


Figura 6. Diagrama de stakeholders que interactúan en el ecosistema de innovación minera en Chile.

En los siguientes puntos, se presentará un análisis en detalle de cada grupo de stakeholder.

3.2 ANÁLISIS DE EMPRESAS MINERAS

3.2.1 Empresas mineras y producción de cobre

La producción de cobre en Chile se concentra principalmente, en las regiones de: Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y General Bernardo O'Higgins.

REGIÓN/YEAR	2014	2015	2016	2017	2018
TOTAL	5.793.131	5.832.551	5.626.376	5.557.964	5.872.027
Arica y Parinacota	2.263	5.914	2.090	415	-
Tarapacá	607.983	579.596	614.859	613.554	633.109
Antofagasta	3.048.022	3.108.358	2.947.929	2.897.266	3.170.397
Atacama	405.102	446.388	491.785	511.390	475.904
Coquimbo	546.887	507.256	487.704	474.101	482.975
Valparaíso	304.101	295.323	274.400	288.076	274.498
Metropolitana	404.492	401.715	307.203	308.255	369.542
O'Higgins	473.286	487.153	499.752	464.548	465.289
Maule	138	17	-	-	-
Aysén	857	831	654	359	313

Tabla 4. Producción de cobre por región (tmf), año 2008 – 2017.

Fuente: Elaboración propia basado en datos de COCHILCO.

En el 2018, la producción total de cobre fue de 5.872.027 tmf, de los cuales la gran minería produjo 5.653.698 tmf (96%), la mediana minería produjo 169.380 tmf (3%) y la pequeña minería produjo 48.949 tmf (1%).

El 71% de la producción de cobre proviene de compañías mineras privadas, un 29% de Codelco. El 73% de la producción total está concentrada en solo 5 empresas. En la Figura 7, se da un listado con las principales Minas Chilenas de cobre:

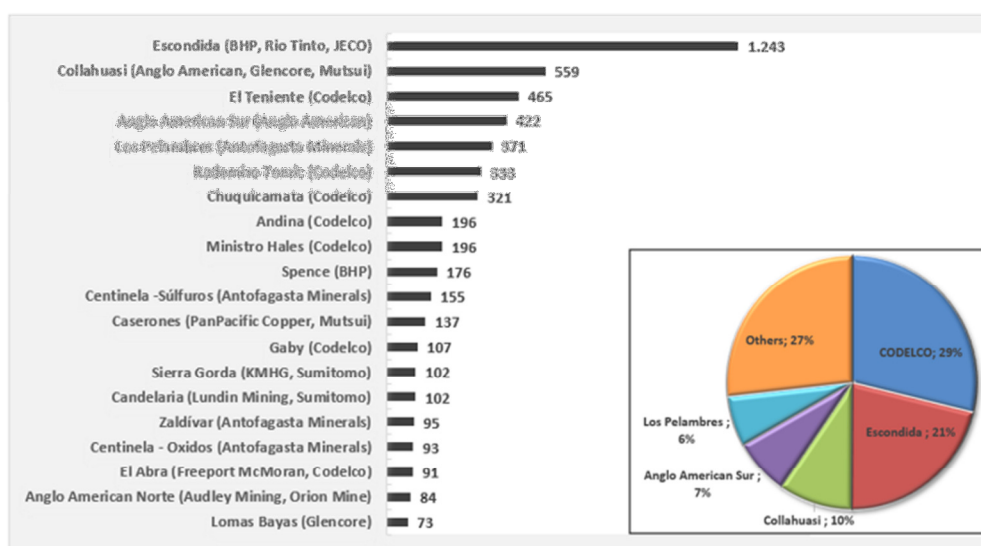


Figura 7. Top 20 año 2018, Minas chilenas que más cobre producen (ktmf).

Fuente: Elaboración propia en base a datos de COCHILCO.

3.2.2 Productividad

Entre 2000 y 2014 la productividad minera registro una caída de un 15%, considerando un ajuste por disminución de la calidad del mineral. Esta evolución de la productividad minera no es un fenómeno exclusivo de Chile. De hecho, se observan deterioros similares en países mineros como Australia, Estados Unidos y Perú (Ver Figura 8)

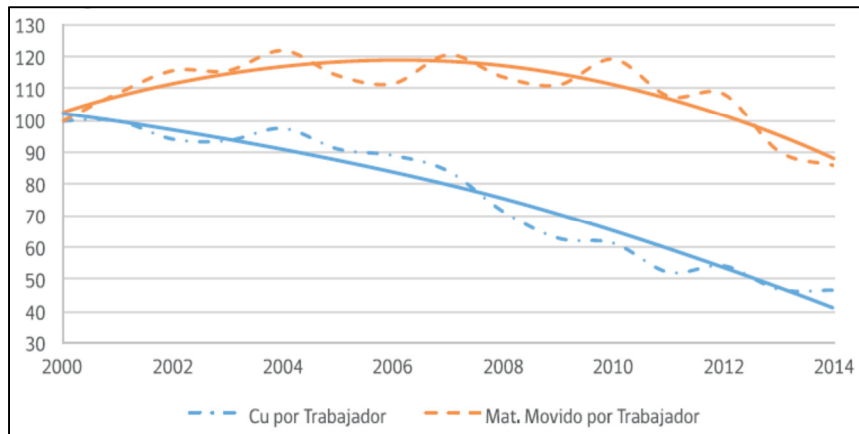


Figura 8. Productividad Minería del cobre en Chile (base 2000=100).
Fuente: Replicado de CNP, 2017, p.68.

Ahora considerando la disminución de calidad del mineral y agotamiento de reservas, la productividad ha caído un 50% entre 2000 y 2014. Por esta razón es que se torna importante aumentar la productividad, ya que cada vez los yacimientos se irán agotando y la factibilidad de explotación ira siendo cada vez más exigente (Ver Figura 9).

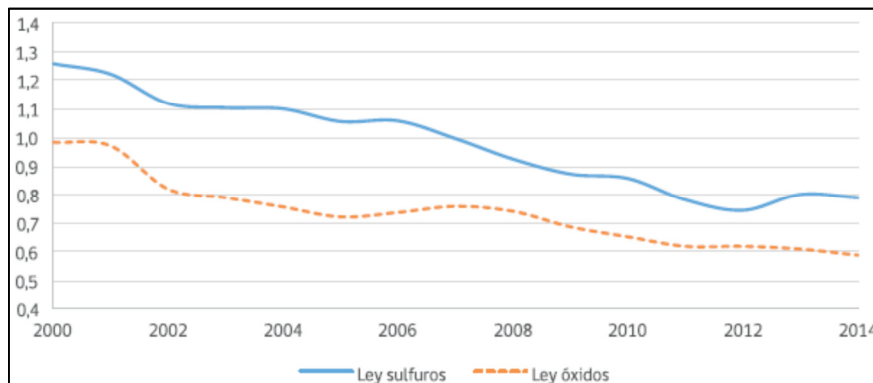


Figura 9. Ley promedio por yacimiento en Gran minería del cobre.
Fuente: Extraído de CNP, 2017, p.72.

Entre 2000 y 2014 debido al aumento de precios, el sector aumentó la producción de cobre en un 19%. Para lograr esto, tuvo que mover más del doble de la cantidad de material en las minas (119%), usar 79% más energía, duplicar el número de trabajos (157%) y usar aún más capital (178%) (Ver Figura 10)

Terminado el boom de precio, queda en evidencia la baja eficiencia en el uso de recursos, situación que es más evidente aun cuando es una faena mediana donde no hay economías de escala.

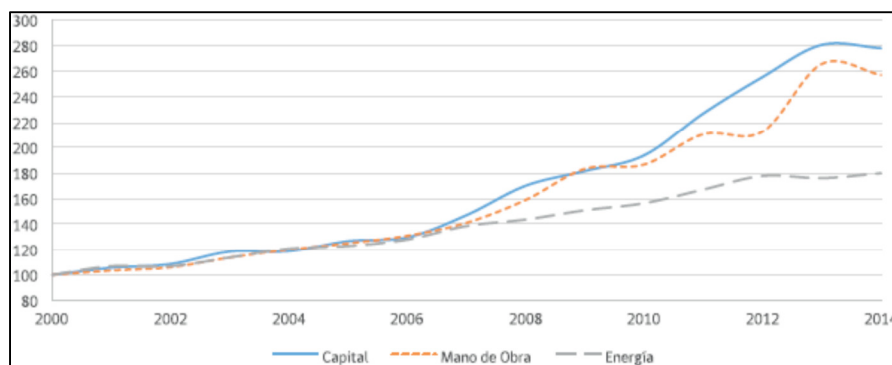


Figura 10. Índice de factores productivos (Base 2000=100).
Fuente: Extraído de CNP, 2017, p.76.

3.3 ANÁLISIS DE LOS CENTROS DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

3.3.1 Centros internacionales

Los centros de excelencia internacional presentes en Chile se han instalado bajo el alero de Corfo y su programa de “atracción de centros de excelencia”. Dado que Chile es un país que tiene como objetivo impulsar la industria minera, se dio énfasis en que parte de su trabajo fuera vinculado a la industria minera, pero también que aportaran en otras industrias que para Chile fuesen importantes. Así los centros que llegaron son más orientados a la investigación y desarrollo, pero no exclusivos a la minería.

Si se comparan las capacidades de los centros internacionales presentes en Chile con CEMI, es posible distinguir que CEMI es el centro más especializado en minería y con un mayor foco en la comercialización (Ver Figura 11).

También, al observar los proyectos desarrollados, junto con la misión y objetivos, es posible posicionar los centros según el foco dentro del proceso o área minera. Así, es posible ver que la mayoría de los centros se enfoca en procesamiento de mineral y rajo abierto, dejando un nicho para minería subterránea.

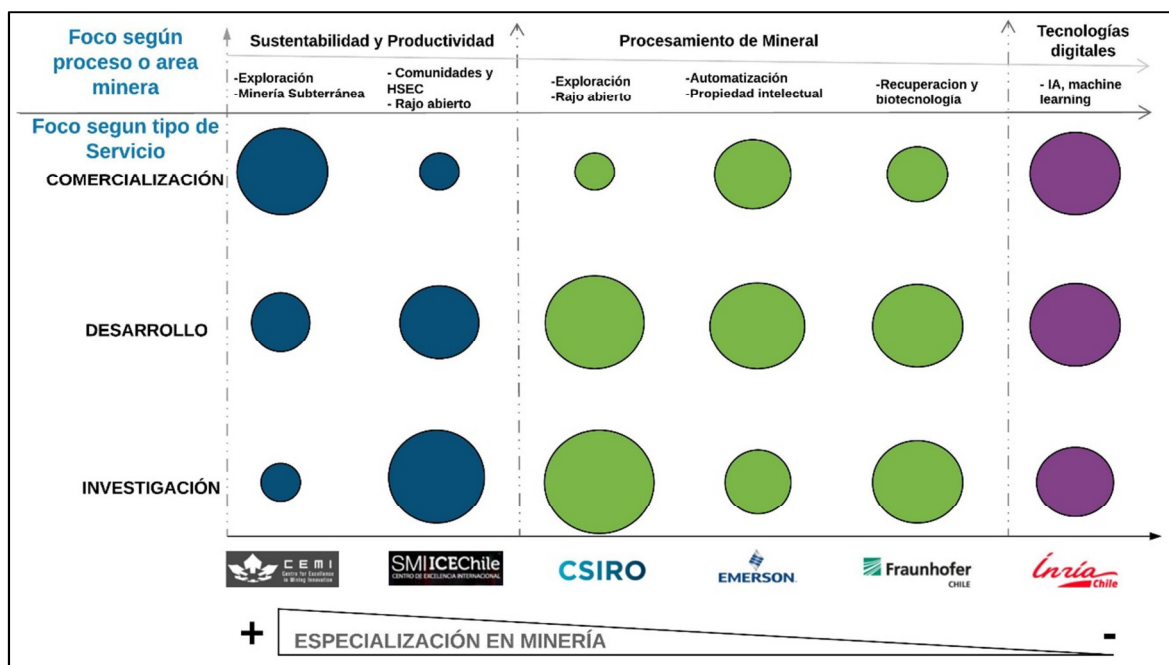


Figura 11. Foco de los centros internacionales de excelencia, de acuerdo con el servicio y etapa del proceso.

Fuente: Elaboración propia basado en información recopilada de los centros analizados.

3.3.2 Centros Nacionales

En Chile a pesar de ser un país minero, la trayectoria de los centros nacionales es relativamente nueva, de todas maneras, al haber una actividad minera importante, los centros han podido lograr cierta vinculación con las empresas mineras y así desarrollar sus capacidades.

Todos los centros evidencian realizar investigación de manera colaborativa ya sea a través de alianzas o empleando plataformas colaborativas de innovación.

En Tabla 5, se muestran los principales centros mineros en Chile, donde hay dos centros que tienen un alcance nacional y dos centros con alcance regional, específicamente en la II región, lo que se explica por la alta concentración de actividad minera en dicha región.

NOMBRE DE CENTRO	DETALLE	ALCANCE	MISIÓN
CEMI	Centro de excelencia en innovación minera	Sin mayor presencia	Liderar la innovación mediante la introducción de nuevas prácticas, procedimientos, herramientas, técnicas y tecnologías que ayuden a generar una mejora significativa en el rendimiento de las minas.
AMTC	Centro de Investigación en Tecnología Aplicada a la Minería	Nacional	Generar investigación multidisciplinaria de clase mundial, transferir nuevas tecnologías y formar capital humano avanzado respondiendo a los desafíos de una minería que asegure el bienestar y el desarrollo para Chile y el mundo.
CODELCO TECH	Subsidiaria de Codelco para el desarrollo tecnológico	Nacional	Generar valor de forma colaborativa a través de soluciones de vanguardia, que posibiliten la sustentabilidad económica y socio-ambiental del negocio minero. Además acelerar las soluciones innovadoras y tecnológicas aplicadas a la minería.
CICITEM	Corporación y Centro de investigación	Regional (II Región)	Apoyar la innovación, desarrollo y sustentabilidad de la industria minera y sectores productivos asociados, nacionales y regionales, a través de investigación científica y tecnológica de alto nivel.
CETMINERIA	Centro de Extensionismo Tecnológico	Regional (II Región)	Prestar servicios especializados, facilitar transferencia y absorción tecnológica con la finalidad de desarrollar y fortalecer las capacidades competitivas de pequeñas y medianas empresas.

Tabla 5. Descripción de los principales centros de investigación y desarrollo que operan en la industria minera en Chile.

Fuente: Elaboración propia basado en información recopilada de los centros analizados.

En Tabla 6, se muestra las áreas donde los centros realizan trabajos, así como también los principales focos estratégicos.

NOMBRE DE CENTRO	AREAS	FOCOS
CEMI	<ul style="list-style-type: none"> Exploración, Minería Subterránea, Productividad, Sustentabilidad Viabilidad comercial 	<ul style="list-style-type: none"> Comercialización Sustentabilidad y productividad Exploración y minería subterránea Modelo de negocios sin fines de lucro.
AMTC	<ul style="list-style-type: none"> Exploración y Modelamiento de Yacimientos, Diseño y Planificación Minera, Procesamiento de Minerales y Metalurgia Extractiva, Automatización en Minería, Agua y Sustentabilidad Ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> Investigación y desarrollo Automatización minera Exploración y modelación de yacimientos, diseño y planificación Fuerte nivel de alianzas a nivel nacional
CODELCO TECH	<ul style="list-style-type: none"> Procesamiento, Recursos Mineros, Pirometalurgia, Hidrometalurgia, Agua y Energía, Minería Subterránea, Minería a Cielo Abierto, Biotecnología, Automatización/Robotización y Tematización, Data Science. Nuevos Usos del Cu, Li, Molib, Ácido Sulfúrico y subproductos 	<ul style="list-style-type: none"> Investigación, desarrollo e implementación operativa Automatización minera Procesamiento mineral, Open pit. Investigación en nuevos usos del cobre y desechos mineros.
CICITEM	<ul style="list-style-type: none"> Procesamiento de mineral: Lixiviación, cristalización, biocombustibles, biorremediación, Biolixiviación 	<ul style="list-style-type: none"> Investigación y desarrollo Procesamiento de mineral Modelo de negocios sin fines de lucro. Centro regional, trabaja principalmente con pequeña y mediana minería.
CETMINERIA	<ul style="list-style-type: none"> Revisión de brechas tecnológicas y productivas Vigilancia tecnológica, desarrollo de proyectos de I+D, asesoría para la internalización, patentes industriales, gestión de pruebas industriales. 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo colaborativo Centro regional, trabaja principalmente con pequeña y mediana minería.

Tabla 6. Focos y áreas de trabajo de los principales centros de I+D chilenos.

Fuente: Elaboración propia basado en información recopilada de los centros analizados.

Luego, analizando solo los principales focos de trabajo, sin perjuicio de que los centros puedan estar desarrollando algún proyecto en otras áreas, es posible detectar oportunidades de trabajo y/o alianzas (ver Figura 12).

Respecto a los centros internacionales presentes en Chile, CEMI se diferencia por ser el único centro especialista en minería y cuyo principal foco está en la minería subterránea y el desarrollo de proyectos hasta la etapa de comercialización.

Respecto a los centros nacionales, junto con AMTC comparten el foco en minería subterránea, además ambas instituciones están aliadas para realizar cooperación en investigaciones y desarrollo de nuevos prototipos. Lo que diferencia a CEMI de AMTC y CodelcoTech, es que CEMI tiene también un foco en productividad y sustentabilidad, dos ejes estratégicos de la política de desarrollo de la minería en Chile, lo cual es un punto importante para considerar.

Por otro lado, si consideramos que CodelcoTech es una filial de Codelco y por tanto sus funciones son más limitadas, y también que CICITEM y CETMINERIA son instituciones regionales, solo quedaría AMTC con un alcance más amplio para llegar a todos los proveedores o empresas mineras y CEMI con una buena perspectiva de alcance.

En el método de explotación Open pit y proceso de fundición, se ve espacio para ampliar en investigaciones o generar alianzas con el objetivo de fortalecer los procesos dentro de estas etapas.






						
		CEMI	AMTC	CODELCO TECH	CICITEM	CETMINERIA
I+D+Innovación	Comercialización	●	○	○	○	○
	Desarrollo y transferencia tecnológica	●	●	●	○	●
	Investigación básica y aplicada	○	●	●	●	○
Procesos Mineros	Exploración	●	●	○	○	○
	Evaluación de yacimientos	○	●	○	○	○
	Open Pit	○	○	○	○	○
	Minería Subterránea	●	●	○	○	○
	Procesamiento de minerales	○	○	●	○	○
Focos Transversales	Automatización	○	●	●	○	○
	Productividad	●	○	○	○	○
	Sustentabilidad	●	○	○	○	○

Figura 12. Foco de los centros según la etapa del proceso e investigación.

Fuente: Elaboración propia basado en información recopilada de los centros analizados.

3.4 ANÁLISIS DE PROVEEDORES MINEROS

Los proveedores son los principales generadores de innovación en la minería. A su vez, son los que realizan nuevos productos y/o servicios que necesitan ser vendidos y exportados. En el caso de Chile, considerando desde el 2016 al 2035, los proveedores necesitarán aumentar sus exportaciones en 10 veces, alcanzando un monto de exportación esperada al 2035 de US\$ 4.000 millones. Pero para concretar esto, necesitarán apoyo técnico y comercial especializado. Luego, entender cómo se segmentan y cuáles son las necesidades de los proveedores, es importante para saber si CEMI puede aportar a que las empresas proveedoras incorporen mayor innovación y comercialicen sus soluciones de manera satisfactoria.

3.4.1 Caracterización de las empresas proveedoras de la industria minera

El desarrollo de proveedores mineros nacionales se ha convertido en uno de los ejes centrales de los gobiernos de Chile. El Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID) publicó la agenda de Minería con el plan de desarrollo para tener 250 proveedores de clase mundial para 2035, descrito anteriormente en el punto 2.4

3.4.1.1 Segmentación por categoría y gasto

En CNP (2017), se consulta a las principales empresas mineras las categorías de productos y servicios que ocupan para distribuir gastos en proveedores. De la consulta, se generan 8 grandes categorías. En las categorías donde en promedio se concentran más proveedores y gastos son; “Compras, contratos y arriendos” (55%) y “Servicios varios – soporte” (23%) (Ver Tabla 7 y Tabla 8)

Además, se evidencia que unos pocos proveedores concentran la mayor cantidad de venta en cada una de las categorías, capturando incluso ventas mayores al 30%. Esto puede deberse a la necesidad de economías de escala y especificidad del conocimiento.

En término de ventas, la categoría de compras, contratos y arriendos acumula un 31% del total de ventas, seguido por servicios varios y mantención y reparación con 25% y 15% respectivamente. Luego estos sectores serán más atractivos de explorar, por cuanto son los que registran mayor cantidad de ventas y sobre los que se espera que aumenten sus ventas vía exportación e incorporación de mayor tecnología e innovación. La columna “% de proveedores”, muestra la concentración de proveedores según la categoría.

Categoría	% Promedio de compras a		Número promedio de proveedores	% de proveedores
	2 Principales proveedores	Resto de proveedores		
Compras, contratos y arriendos	24%	76%	740	55%
Servicios de mantención y reparación	29%	71%	116	9%
Servicios de transporte y comunicaciones	55%	45%	35	3%
Servicios varios	29%	71%	306	23%
Estudios y evaluaciones	47%	53%	22	2%
Construcción y montajes	48%	52%	56	4%
Asesorías	34%	66%	51	4%
Energía y combustibles	82%	18%	8	1%
Total			1334	100%

Tabla 7. Concentración de proveedores por categoría en 2014.
Fuente: Adaptado de CNP, 2017

Categoría	Operación	
	US\$ MM	%
Compras, contratos y arriendos	4.654	31,0%
Servicios varios (soporte)	3.828	25,5%
Servicios de mantención y reparación	2.277	15,2%
Servicios de transporte y comunicaciones	687	4,6%
Construcción y montajes	254	1,7%
Asesorías	156	1,0%
Estudios y evaluaciones	81	0,5%
Energía y combustibles	3.082	20,5%
Total	15.019	100%

Tabla 8. Distribución de gastos en bienes-servicios pagados a proveedores en etapa de operación, 2014.
Fuente: Replicado de CNP, 2017.

De la Tabla 8, se desprende que la categoría en donde más se gasta en proveedores, es en “compras, contratos y arriendo”, concentrando un 31% de todos los gastos.

3.4.1.2 Localización

En figura 13, se muestra que, de 3.184 empresas analizadas, el 97% posee su casa matriz o una filial en Chile. Del 3% restante, 17 son de América del Norte, 16 de América del Sur (excluido Chile), 6 de Asia, 25 de Europa y 3 de Oceanía. De las compañías nacionales o con filial en Chile, el 63% posee su casa matriz en la Región Metropolitana; le siguen la Región de Antofagasta (13%), la Región de Valparaíso (8%) y la Región del Libertador General Bernardo O’Higgins (6%).

Los proveedores de la minería chilena concentran sus casas matrices en la Región Metropolitana. Sin embargo, aquellos con mayor intensidad de ventas a la minería poseen mayor presencia de sus casas matrices en regiones mineras.

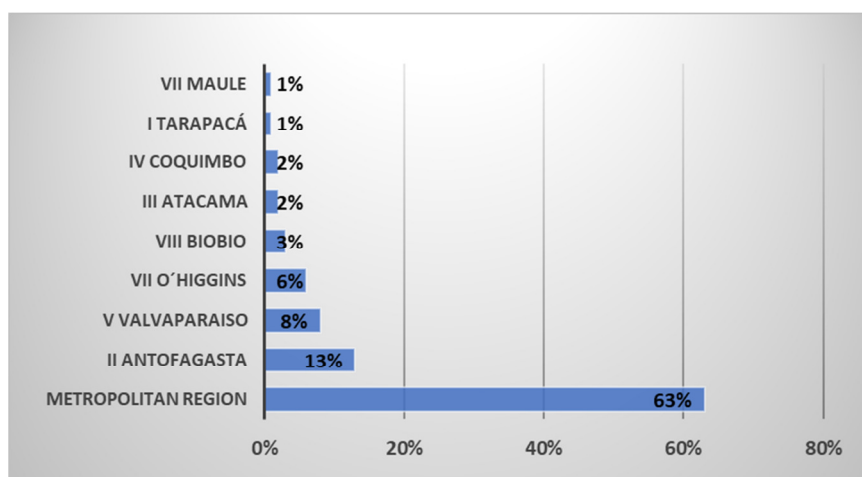


Figura 13. % de empresas proveedoras según región.
Fuente: Replicado de CNP, 2017.

3.4.1.3 Tamaño de las Empresas Proveedoras

El tamaño de las empresas se puede clasificar en base a los ingresos o dotación de trabajadores. En la industria minera, si se clasifica en base a ingresos, un 40% son empresas medianas o grandes mientras que si se clasifica en base a dotación resulta un 27% de empresas. (Ver Tabla 9)

Tamaño de la empresa	Ingresos		Trabajadores	
	%	Monto Anual	%	N° Trabajadores
Grande	34%	> 4	10%	>200
Mediana	26%	1 to 4	17%	50 to 199
Pequeña	40%	0.1 to 1	31%	10 to 50
Micro		< 0.1	42%	<10

Tabla 9. Tamaño de empresa en función del ingreso y número de trabajadores.
Fuente: Elaboración propia basado en datos de CNP, 2017.

3.4.2 Exportación de empresas proveedoras

Esta sección se basa en el informe "Proveedores de la minería chilena, reporte de Exportaciones 2012-2016" publicado en mayo de 2017 y elaborado en conjunto por Direcon, Innovum, Fundación Chile, Achilles y ProChile. (Paredes, Zamudio, Araneda, Peña, & Becerra, 2017)

3.4.2.1 Nivel de Exportaciones

Entre el año 2012 y 2016 el número de empresas aumentó un 5%, pero el monto exportado disminuyó en un 36%, explicado tal vez por la caída del precio de los metales sufrida en estos años (ver Tabla 10).

	2012	2013	2014	2015	2016
Monto (US\$ MM)	747	698	639	552	471
N° de empresas proveedoras	421	417	430	419	445

Tabla 10. Empresas proveedoras que exportan y monto asociado por año entre 2012-2016.

Fuente: Paredes et al., 2017.

A su vez, se evidencia una alta concentración de empresas que exportaron un 89% del monto total, pero con un monto menor a US\$ 1MM. Tan solo 3 empresas exportaron más de US\$ 50 MM (ver Tabla 11).

	Empresas		Monto exportado	
	N°	% del Total	Monto (US\$ MM)	% del Total
Exporta más de US\$ 50MM	2	0,45%	153	33%
Exporta entre US\$ 25MM y US\$ 50MM	1	0,22%	26	6%
Exporta entre US\$ 1MM y US\$ 25MM	47	10,5%	240	51%
Exporta menos de US\$ 1MM	395	88,8%	52	11%
Total	445	100%	471	100%

Tabla 11. Monto exportado en 2016.

Fuente: Paredes et al., 2017.

Respecto a las otras industrias, las exportaciones de los proveedores de la minería representan un 0,81% de las exportaciones totales chilenas, y un 1,6% de las exportaciones del sector minero en el año 2016.

3.4.2.2 Composición y mercado de las exportaciones de los proveedores de la minería

Los bienes y servicios más exportados por empresas proveedoras de la minería para el año 2016 fueron: “Las bolas, partes para máquinas y aparatos para molienda de minerales” representa un 31%, el “nitrate de amonio” representan un 15%, luego con un 9% “partes moldeadas de hierro o acero” (ver ANEXO A, para revisar un listado extendido de bienes y servicios exportados)

Durante el año 2016, los proveedores de servicios han exportado un total de US\$ 42 millones, un 41% menos que el año 2015, las exportaciones fueron dirigidas a un total de 39 mercados. Los principales destinos fueron Perú (43%), Estados Unidos (28%) y México (6%).

El principal destino de las exportaciones es América Latina con un monto superior a los US\$ 400 millones por año y un peso relativo de 85% en el 2016. Los siguientes destinos son Norte América con un monto estable de US\$ 50 millones por año y Asia, Oceanía y Medio Oriente, donde su importancia en las exportaciones del sector ha ido disminuyendo significativamente desde US\$ 60 millones en 2012 a menos de US\$ 30 millones en 2016.

Desglosando las exportaciones en América Latina, son 26 los destinos donde los productos de los proveedores mineros han llegado, Perú ha sido el principal mercado de las exportaciones, concentrando el 45%, en segundo lugar, se encuentra Brasil con un 20% de los envíos, Argentina con un 12%, México con un 11% y Bolivia con un 6% (Paredes et al., 2017).

3.4.2.3 Características de las empresas proveedoras exportadoras

Las empresas proveedores grandes son las que concentran el mayor volumen de exportaciones, tan solo 3 empresas con ventas anuales superiores a US\$ 40 millones exportaron en el año 2016 más de US\$ 25 millones, luego ocho empresas con ventas anuales entre US\$ 25 millones y US\$ 40 millones exportaron en el año 2016 entre US\$ 1 millón y US\$ 25 millones. Estas mismas 3 empresas grandes tienen 200 o más empleados.

Respecto a la distribución por región de origen del producto, el 44% del monto total exportado por el sector corresponde a productos y servicios elaborados en la Región Metropolitana, le siguen las Regiones de Antofagasta y Bío Bío con el 34% y 20% de los montos de exportaciones del sector respectivamente. El resto de las regiones concentran montos muy bajos o prácticamente nulos (Paredes et al., 2017).

3.4.3 Comportamiento de empresas proveedoras en torno a la innovación

Los proveedores son una pieza clave en el desarrollo de la innovación, por cuanto son ellos los que mayormente desarrollan, implementan y ejecutan las tareas de innovación. Comprender como actúan las empresas proveedoras en materias de innovación es una tarea útil para identificar y orientar una estrategia de difusión, penetración o expansión para un centro de innovación minera.

Para identificar como actúan las empresas proveedoras, se consultó una encuesta realizada por Cochilco en los años 2017 y 2018 denominada “Encuesta de innovación en empresas proveedoras de la gran minería”. La encuesta se realizó en el año 2017 a socios de APRIMIN y en el año 2018 a socios de Minnovex y Camchal, utilizando el mismo tipo de preguntas y metodología.

En resumen, los principales hallazgos encontrados, basado en las respuestas más repetidas declaradas por los proveedores, son los siguientes:

- Las empresas declaran tener un sistema de gestión de innovación con procesos formales y destacando la colaboración con empresas, universidades, clientes y proveedores como una herramienta fundamental para promover la innovación.
- Las prioridades en términos de innovación son: aumentar la productividad laboral, reducción de costos y mejora en sofisticación de procesos (mayor valor agregado, tecnología, conocimiento).
- Las principales barreras para la innovación son; la resistencia de la industria minera a incluir productos o servicios no probados, falta de una cultura de innovación, diferentes puntos de vista entre la casa matriz y operaciones, alto costo de

innovación, falta de espacio para validar la tecnología a escala industrial y dificultad para calcular el retorno económico.

- Con respecto a lo que las compañías mineras deben hacer para aumentar la innovación, podemos destacar; crear instancias para converger las necesidades de los constituyentes (empresas mineras) con la oferta de innovación (proveedores), Crear oportunidades e instrumentos para validar tecnologías y apoyar la innovación.

3.4.4 Capacidades y habilidades tecnológicas de los proveedores mineros

Varios estudios sobre el desarrollo local de la industria chilena establecen que el futuro del negocio minero requiere una mayor participación de la tecnología y la gestión del conocimiento para fortalecer sus ventajas competitivas. Sin embargo, los proveedores locales no pueden enfrentar estos desafíos, especialmente a la luz de sus capacidades limitadas de aprendizaje e innovación. De hecho, el 97% de los proveedores mineros pueden clasificarse como de capacidad media o baja en el uso de la tecnología (ver Figura 14). Por lo tanto, la mayoría de los proveedores locales operan en un contexto de gestión de la producción y adaptación de las tecnologías disponibles, sin lograr los beneficios derivados de la adaptación de las tecnologías disponibles (Bravo-Ortega y Muñoz, 2015, p.13).

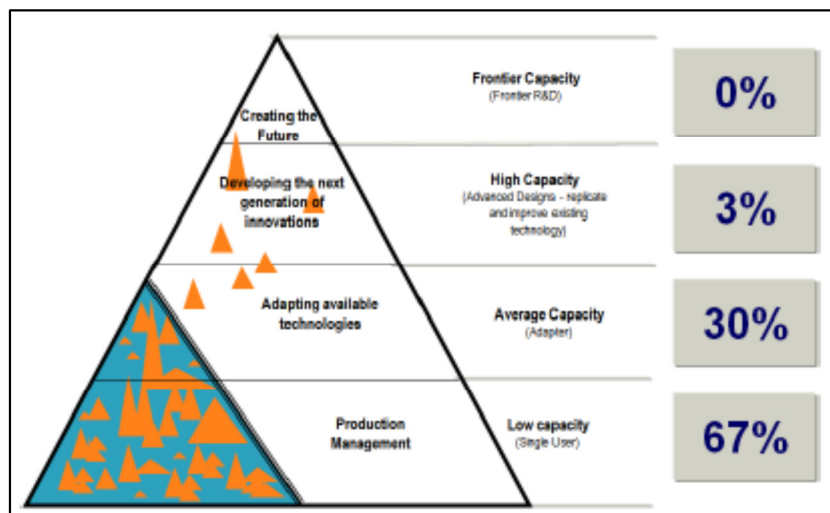


Figura 14. Capacidades y habilidades de innovación de empresas proveedoras mineras en Chile.
Fuente: Replicado de Bravo-Ortega & Muñoz, 2015, p. 13.

Consistentemente, solo el 3% de las empresas muestran condiciones avanzadas que facilitan el desarrollo de procesos de innovación o el diseño avanzado para mejorar la tecnología existente. Además, no hay proveedores locales cuya actividad se centre en expandir la frontera del conocimiento en minería. En resumen, la gran mayoría de los proveedores mineros chilenos tienden a ser menos capaces de desarrollar nuevos conocimientos o innovaciones en sus negocios, lo que baja los posibles efectos positivos en la industria minera y su cadena de valor.

Estos hechos están relacionados con la falta de condiciones de los proveedores locales para crear nuevos conocimientos, básicamente, debido a la débil acumulación de conocimiento en las etapas anteriores del desarrollo minero y al alto nivel de

competitividad de los proveedores extranjeros, que tienen un efecto negativo en la accesibilidad a nuevos negocios para proveedores locales.

El fortalecimiento de las capacidades innovadoras de los proveedores locales debería permitirles desarrollar habilidades destinadas a reducir la existencia de condiciones vulnerables a las fluctuaciones en los precios del cobre y los ciclos de inversión local. De hecho, los proveedores tienen la oportunidad de aprovechar las importantes inversiones realizadas por la industria minera mundial en varios proyectos, principalmente en América del Sur. En Chile, la proyección de las inversiones mineras, junto con la importante presencia de compañías mineras globales en el país, podría traducirse como una ventaja in situ para la demanda global de bienes y servicios. Además, como la industria se está centrando en su negocio principal, se basa en mecanismos de subcontratación para delegar procesos de soporte. Esta tendencia de la industria se convierte en una oportunidad importante para los proveedores locales con capacidades tecnológicas capaces de obtener y ofrecer actividades subcontratables para las empresas mineras.

3.5 ANÁLISIS AL GREMIO DE PROVEEDORES

Los principales gremios que acogen proveedores a nivel nacional son CAMCHAL, APRIMIN, MINNOVEX y SUTMIN. Las características más importantes de estos gremios se destacan en la Tabla 12:

Nombre	Descripción	Misión	Objetivos principales	Alianzas con CEI	N° Asociados	Tamaño empresa s socios
APRIMIN	Asociación de Proveedores industriales de la minería. Fundada en 2003	Ser el gestor estratégico para lograr que Chile sea un país desarrollado a través de la minería y sus proveedores	<ul style="list-style-type: none"> • Asegurar acciones en favor del crecimiento, competitividad y sustentabilidad de la industria minera, para que su cadena de valor sea un factor clave en el desarrollo del país. • El gremio estudia todos los problemas que afectan a la industria minera y propone soluciones. 	Fraunhofer, Emerson	109	Medianos y Grandes
CAMCHAL	Cámara Chileno-Alemana de Comercio e Industria. Inicia presencia en Chile en 1916.	Ser una plataforma de intercambio comercial, tecnológico y de know how entre Chile y Alemania	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar un partnership estratégico entre Chile y Alemania en el ámbito de la minería y los recursos naturales minerales. 	Organismos de Alemania, ATMC, Fraunhofer	161	Medianos y Grandes
MINNOVEX	Asociación Gremial de Empresas para la Innovación y la Exportación de Productos, Insumos y/o Servicios Intensivos en Conocimiento para el Sector Minero e Industrial. Fundada en 1998	Convertir a las empresas socias de MINNOVEX en Proveedores de Clase Mundial, para lo cual ha concentrado sus esfuerzos en que las empresas sean capaces de desarrollar productos y servicios innovadores así como tener una importante presencia internacional.	<ul style="list-style-type: none"> • Generar ofertas asociativas para la solución de los problemas complejos de la minería. 	ATMC, CSIRO, UAI	41	Medianos
SUTMIN	Suministradores Técnicos y de Ingeniería para la Minería e Industria. (agrupa a empresas proveedoras de equipamiento y servicios; y promueve el desarrollo de su negocio). Fundada en 2012	Proteger la actividad común de las empresas miembro, que es suministrar al sector minero e industrial de insumos, equipos, repuestos, materiales, servicios técnicos y de ingeniería.	<ul style="list-style-type: none"> • Promover el desarrollo y el progreso de la actividad común de las empresas socias y Contribuir a la creación de valor para las empresas mineras e industriales mediante la entrega de bienes y servicios de calidad. • El gremio se preocupa de tener un conocimiento anticipado de los proyectos que desarrollan sus socios y actúa en defensa de sus afiliados cuando suceden situaciones arbitrarias. 	--	23	Pequeños y Medianos

Tabla 12. Resumen con las características de los principales gremios de proveedores mineros.
Fuente: Elaboración propia en base a información de gremios analizados.

Considerando el perfil de cada gremio, alianzas, tamaño y número de socios; es posible establecer a priori cual podría ser un gremio atractivo para concretar una alianza (ver Figura 15).

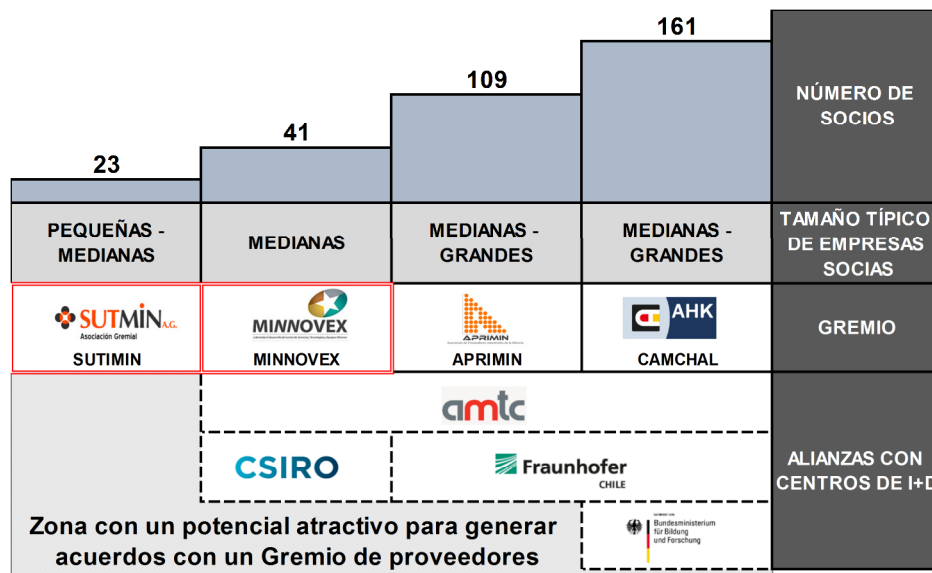


Figura 15. Gremios con potencial para generar una alianza.
Fuente: Elaboración propia

En el caso de Minnovex, agrupa a un total de 41 empresas, principalmente medianas. El rango de acción es amplio, estando en toda la cadena de valor; lo que sí tienen en común, es que son empresas que tienden a innovar más, por lo que la mentalidad y disposición a trabajar con un centro de innovación debería ser mayor.

Con Sustmin sería conveniente por cuanto no posee alianzas con algún centro de I+D y sus empresas son principalmente proveedores de equipamiento y servicios, que totalizan en torno al 71% de las ventas por exportaciones de proveedores, lo cual indica que tendrán mayor necesidad de seguir innovando para poder aumentar sus exportaciones.

3.6 NECESIDADES Y BARRERAS PARA NO INNOVAR

Las principales necesidades de los stakeholders que pueden ser satisfechas por un centro de innovación, son las barreras que tienen las empresas proveedoras o mineras para “no innovar” o “barreras para no innovar”. Para ahondar en esta información, se tomarán distintos estudios referidos a la innovación en minería en Chile, donde se muestra un análisis al programa de proveedores de clase mundial y el perfil de innovación de las empresas proveedoras y mineras.

3.6.1 Evaluación del programa de proveedores PPCM

Esta sección se basa en un trabajo realizado por Meller & Parodi (2017), donde se realiza una evaluación al programa de proveedores de clase mundial “PPCM”.

En el estudio, se analizaron 114 iniciativas del PPCM entre 2010-2015, con 80 iniciativas de BHP Billiton y 34 de Codelco. Luego en 5 años de análisis, tan solo un 12% ha podido industrializar el proyecto.

Estatus del proyecto	Número de proyectos	% del total
Cancelado / terminado	76	67
Activo	24	21
Escalado	14	12
Total	114	100

Tabla 13. Portafolio de proyectos del PPCM 2010-2015 según estatus.

Fuente: Replicado de Meller & Parodi (2017). Nota: Información de FCH, Codelco y BHP Billiton

Posteriormente con la información de todos los proyectos manejados por Minera Escondida, operada por BHP Billiton, Meller & Parodi (2017) analizaron los tiempos y éxitos en las distintas etapas definidas por Minera Escondida.

En Tabla 14, los resultados muestran que la etapa más crítica es el paso desde la Definición al Escalamiento, donde tan solo el 50% de las empresas logró pasar de etapa, debido a las dificultades y capacidades que se requieren para generar un modelo que funcione a escala industrial y bajo los estándares operativos de las mineras.

También Meller & Parodi (2017) señalan que “*el alto tiempo que demora un proyecto en desarrollarse, es un factor de alto impacto, sobre todo si se incorporan limitaciones o problemas para el acceso a financiamiento de las pymes*”.

Etapas	Caracterización	I+D	Ingeniería	Definición	Escalamiento	Implementación	Total
Tiempo (Años)	0,5	1,5	1,3	1,7	0,5	-	5,5
Número de proyectos	37	37	23	14	7	5	37

Tabla 14. Tiempo promedio por etapa en proyectos participantes en el PPCM.

Fuente: Replicado de Meller & Parodi (2017).

Luego es posible destacar los siguientes hallazgos:

- A mayor tamaño de la empresa, mayor participación se evidencia en el PPCM, aunque las empresas pequeñas y medianas representan un 50% del total.
- Las mayorías de las iniciativas no están enfocadas a costos y productividad, si no que a HSEC (Salud/Seguridad/Medio ambiente/Comunidad)
- Los proyectos de Codelco son descritos como de bajo impacto económico; mientras que los de BHP estima un beneficio promedio de US\$1 millón por iniciativa. Sobre este punto cabe destacar que según Cesco & Fundación Chile (2014), cuando el aporte de los proyectos de los proveedores es percibido como limitado o marginal, genera problemas de posicionamiento para poder optar a participar en la generación de soluciones a problemáticas más relevantes o ambiciosas.
- Finalmente, respecto a las principales causas de falla (cancelación) de los proyectos del PPCM, serían las siguientes:

- Problemas de proveedores: Incumplimiento técnico (23%); problemas financieros (14%); modelo de negocios no viable (11%)
- Problemas interactivos entre proveedores y compañías mineras: Falta de comunicación (23%); cambio en las necesidades del negocio (16%).

3.6.2 Barreras

Transversales

- El capital humano y financiamiento: Como se mostró en la Tabla 2, los valores destinados a la investigación son bastantes precarios, por lo que indudablemente esto genera una escasez de capital humano especializado y falta de capital para financiar proyectos. También se suma que los capitales de riesgo han estado distantes de los proveedores.
- La feroz rivalidad y competencia local se identifica como un aspecto común que plantea restricciones para aumentar el alcance de las innovaciones de los proveedores. Hay dos factores clave enfatizados por las empresas, como el número de proveedores versus el rango de posibles proyectos y las capacidades reales de los proveedores vinculados a su tamaño y calificación (Bravo y Muñoz, 2015).

Barreras en Pymes

En Phibrand (2015), referente a las pymes mineras, se señalan las siguientes barreras a la innovación:

- Desconfianza de las compañías mineras en las capacidades técnicas de los proveedores.
- Necesidad de las compañías mineras de recibir servicios integrales
- Escasas capacidades de los proveedores para detectar dolencias o oportunidades asociadas a la producción minera.
- Poco acceso a redes de cooperación locales basadas en conocimiento técnico-industrial-minero.
- Falta de espacios para probar en escala real las soluciones. Hay un problema de costo oportunidad de la infraestructura que ciega la opción de facilitar pruebas.

Centro de Investigación

En Phibrand (2015), referente a los centros de investigación, se establecen como puntos a favor y en contra de la innovación los siguientes:

- Positivo: Debido al nivel global en el que la minería chilena opera, no existen mayores diferencias en las dificultades y oportunidades que enfrentan los centros según la región donde estén ubicados.
- Positivo: existen bajas asimetrías de información entre los actores científicos e industriales gracias a las redes de contacto existentes. El acceso a problemas

industriales y a cargos de relevancia dentro de las compañías asegura una alta coherencia entre las líneas de investigación y los desafíos tecnológicos.

- Negativo: La baja relación con la industria a través de relaciones comerciales, determina una baja capacidad para el desarrollo tecnológico. Los facilitadores para la relación ciencia-industria promueven el compromiso académico, pero no la relación basadas en la comercialización
- Negativo: Bajas posibilidades de escalar situaciones de éxito en los centros de investigación, derivados principalmente por la falta de recursos.

Proceso de compra Gran Minería

En Phibrand (2015), referente a los procesos de compra de la Gran minería, se señalan las siguientes barreras a la innovación:

- Las compañías mineras tienen alta capacidad de búsqueda tecnológica, esto en cuanto a buscar y encontrar las soluciones o proveedores disponibles en el mercado, sin embargo, esta alta inteligencia, puede alejar la atención de la compañía minera sobre proveedores locales, pues naturalmente tienen menor tradición innovadora que los proveedores consolidados o del extranjero.
- Dificultad por parte de los proveedores para entregar ofertas de valor y por ende la compañía minera acude a otras fuentes mayoritariamente proveedores consolidados o extranjeros.
- En caso de que el proveedor pyme local entregue una oferta atractiva para innovar, con bajo nivel de sustitución y alto impacto productivo, se enfrenta a la barrera asociada a las capacidades de implementación, ya que no cuentan con una capacidad instalada para sustentar proyectos de innovación en el largo plazo.

3.6.3 Principales necesidades

Las principales necesidades son importantes para posicionar a CEMI en base a su proposición de valor. A partir de distintos estudios, se identificaron las principales necesidades que se presentan en la Tabla 15.

ÁREA	NECESIDAD
Comercial	Las pymes necesitan asesoría comercial para pasar de la etapa de definición a escalamiento
	Las pymes tienen problemas para acceder a financiamiento
	Falta de espacios para probar soluciones a escala
	Dificultad en calcular el retorno económico
Comercial/Modelo de negocios	Problema en entregar una oferta de valor y posicionar los proyectos de innovación
	Mayor relación comercial versus una relación académica o de investigación
	Adaptarse a los cambios en las necesidades de negocio
Relación con la industria	Mejorar comunicación con la industria
	Una mayor confianza de la industria hacia las pymes
	Acceso a redes de cooperación
Técnico	Las pymes deben enfocarse mas en iniciativas de innovación en productividad
	Falta de capacidades y habilidades de las pymes para detectar oportunidades
	La industria necesita incrementar la productividad y sofisticación de sus procesos

Tabla 15. Principales necesidades de proveedores y empresas mineras en torno a la innovación.
Fuente: Elaboración propia en base a los estudios de; Meller & Parodi, 2017; Bravo & Muñoz, 2015; Phibrand, 2015; Cantallopts & Monsalve, 2018; Klerk et al., 2014.

4. DIAGNÓSTICO DE CEMI

4.1 CAPACIDADES Y HABILIDADES¹

4.1.1 Estrategia y Contribución

La estrategia de CEMI, es comenzar a transformar el desempeño económico y ambiental de las minas en Canadá y el mundo por los próximos cinco años. Se enfocan en tres actividades: desarrollo técnico directo basados en su experiencia y relaciones dentro de la industria minera; interactuar con pymes innovadoras del sector de servicios y suministros mineros, y ampliar la prestación de servicios de comercialización a todas estas empresas u organizaciones (Douglas Morrison, CEO CEMI, Annual Report, 2017).

La manera en que CEMI desarrolla la innovación, es en base a la colaboración y las alianzas generadas con los principales stakeholders, así como también, en una organización confiable que proviene de los distintos sectores vinculados a la minería como son; investigación, desarrollo y negocios. Este conocimiento y alianza con el medio, hace que CEMI, pueda comprender los desafíos actuales y lograr la comercialización de nuevos productos, para que brinden valor a las empresas mineras.

El contexto desde donde plantea la estrategia CEMI, es que, en las últimas dos décadas, el rendimiento económico de muchas minas subterráneas en Canadá y el mundo se ha visto afectado por la disminución de la productividad, el incremento de costos y los retrasos en la aprobación de nuevas operaciones bajo las normas ambientales. Los problemas fundamentales de estos desafíos no pueden abordarse mediante cambios incrementales o variaciones menores en los modelos existentes. Tampoco es factible tomar mucho tiempo para resolverlos, ya que las minas irán cerrando y no están siendo reemplazadas. Estos desafíos requieren un cambio transformacional, lo que significa cambiar la forma en que operan las minas, la forma en que se mantiene el equipo subterráneo, la forma en que las personas se involucran con el sistema de producción, la forma en que se suministra la ventilación de enfriamiento, la forma en que se almacenan y tratan los desechos de las minas y las aguas residuales, y la forma en que el cierre de minas se logra (Annual report, 2017).

En términos de contribución a la industria, desde 2007 a la fecha, los indicadores más relevantes son:

- ✓ US\$ 12,2 MM logrados en colaboraciones con empresas mineras, organizaciones de investigación y consultorías
- ✓ US\$ 17 MM destinado al apoyo de pymes
- ✓ US\$ 7.3 MM destinado al apoyo de 28 instituciones educativas en Canadá y en todo el mundo
- ✓ 153 programas y proyectos concretados
- ✓ 145 estudiantes. Desarrollo de personal altamente calificado (Pregrado, máster, Doctorado, Post doctorado)

¹ CEMI. (2017). Annual Report 2017. Recuperado de <https://www.cemi.ca/>

4.1.2 Alianzas²

La colaboración es un factor crítico de éxito para la innovación. CEMI reconoce que la innovación nace desde de una mentalidad colaborativa entre los distintos sectores, permitiendo que el conocimiento científico y de negocios se unan con el know-how de la industria. CEMI se sitúa en el punto donde las redes, ideas, conocimiento, experiencia y colaboración convergen para producir soluciones viables que aporten a la industria (Ver Figura 16.)

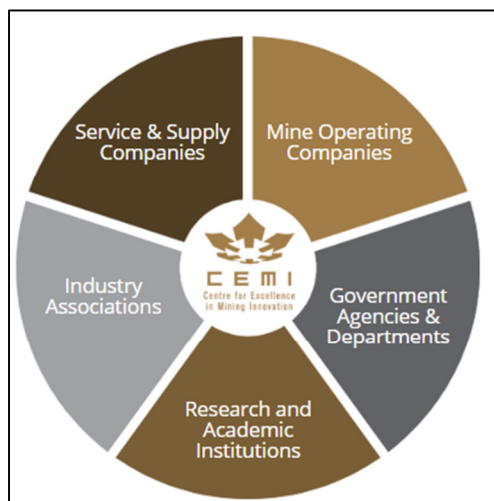


Figura 16. Sectores con los que CEMI tiene alianzas.
Fuente: CEMI Web site (2019).

- ✓ **Compañías mineras** (30 socios): Las compañías mineras son los usuarios finales de las innovaciones mineras. CEMI trabaja para garantizar que las innovaciones sean validadas y aborden los desafíos de la industria. De los principales socios, se destacan; Rio Tinto, Vale, Glencore, Goldcorp, Shell y Codelco.
- ✓ **Empresas proveedoras** (72 socios): La clave son los proveedores ya que son ellos quienes desarrollan los nuevos productos. A través de estas alianzas se generan una serie de beneficios como; capacidad para superar limitaciones debido al tamaño y los recursos de las pymes, asistencia para refinar o demostrar soluciones e innovaciones, y capacidad para llenar gap de conocimientos y comercialización.
- ✓ **Agencias u organismos gubernamentales** (16 asociaciones): En todos los niveles de gobierno, los beneficios económicos de la innovación son la creación de empleo, el desarrollo y crecimiento de la industria minera, la estabilidad social, el desarrollo del conocimiento y una economía más sólida.

La red de asociaciones colaborativas de CEMI facilita la capacidad de los gobiernos de aprovechar los fondos y de que estos fondos se administren de manera eficiente. Entre 2007 y 2016, CEMI fue capaz de aprovechar entre US\$ 19 millones y US\$ 100 millones para desarrollar proyectos y programas mineros. Estas

² CEMI Web site (2019). Consultado en Julio 2019, desde <https://www.cemi.ca>

colaboraciones gobierno-CEMI-industria aseguran que Canadá pueda pelear el liderazgo en innovación minera en todo el mundo.

- ✓ **Instituciones de investigación y académicas** (17 asociaciones): Las instituciones académicas y de investigación son indispensables para el desarrollo del conocimiento, un componente esencial de la innovación. Tienen el rigor y la disciplina intelectuales comprobados para construir sobre el proceso iterativo de creación de conocimiento, un elemento clave de la innovación.

La capacidad de CEMI para gestionar equipos de investigación y académicos multifuncionales, y construir sobre el conocimiento teórico con una mentalidad práctica, ayuda a llevar a buen término soluciones viables. Entre 2007 y 2016, CEMI invirtió cerca de US\$ 10 millones en colegios y universidades canadienses para fomentar en el conocimiento minero y proyectos de innovación minera.

4.1.3 Casos de éxito³⁻⁴

Las principales historias de éxito relacionadas con programas, colaboraciones y estudios son las siguientes:

Ventilación a demanda (VOD) (2009-2011): Consorcio de PYMES, industria y gobierno con fondos por un total de US\$ 8,5 millones.

Centro de Rio Tinto para la construcción de minas subterráneas (RTC-UMC) en CEMI (2010-2016): El Centro cuenta con US\$ 10 millones para la investigación para apoyo del programa "Mine of the Future™" de Rio Tinto que se enfoca en la infraestructura de minería subterránea y la confiabilidad de la huella ambiental.

PreCalculatOre (2010-2011): herramienta de modelado de procesos y costos de MineSense Technologies Ltd y Xstrata Process Support (XPS).

Monitoreo inteligente subterráneo y tecnologías integradas (SUMIT) para minas profundas (2011-2016): US\$ 6.7 millones para facilitar los avances en productividad, eficiencia y optimización de energía en minería subterránea.

Centro de control de datos del observatorio minero "MODCC": Financiación por US\$ 750 M. El MODCC, es un almacén de datos para la industria minera global, ubicado en la instalación de superficie SNOLAB en Sudbury. Acá, es donde se pueden buscar, analizar e interpretar datos interdisciplinarios para obtener nuevos conocimientos para un mayor éxito de exploración y una mayor productividad de la mina.

Asociación Minera CEMI-OCE-NSERC: US\$ 2 millones para financiar proyectos en manufactura avanzada con potencial de beneficio inmediato.

³ CEMI. (2015). Annual Report 2015. Recuperado de <https://www.cemi.ca/>

⁴ CEMI. (2017). Annual Report 2017. Recuperado de <https://www.cemi.ca/>

Programa de Desarrollo Rápido (2012-en curso): El Sistema de Canopy de Desarrollo de Minas (MDCS) para desarrollo lateral de túneles. Mordica Minesteel Technology (NMT) está construyendo y comercializando unidades comerciales.

Red de minería ultra profunda "UDMN": es una red nacional de centros de excelencia (NCE) liderada por negocios de US\$ 35 mil millones, alojada en CEMI. La Red continúa avanzando en la resolución de los desafíos de la extracción de recursos en entornos ultra profundos (por debajo de 2,5 km). La UDMN está compuesta por 93 miembros de las industrias de minería, petróleo y gas con activa participación de pymes, agencias de la industria, instalaciones de investigación y academia. Además, desde su fundación, se han comercializado 8 productos o servicios, se han ejecutado 17 prototipos, se han realizado 9 patentes y 8 acuerdos comerciales.

Las principales historias de éxito en la comercialización de productos o servicios son las siguientes:

Coldblock Technologies Inc. (2012 - en curso): asociación técnica y de comercialización con ColdBlock™ Digestion, una tecnología de digestión de muestras para disolver materia sólida en una solución para análisis de elementos múltiples.

Geoscience Integrator: Gestión de datos mineros multidisciplinarios en 4D. Desarrollado por Mira GeoScience para apoyar, rastrear e informar sobre modelos dinámicos de minas 4D y riesgos geográficos asociados.

Activated White: una tecnología patentada que absorbe hidrocarburos, comúnmente relacionada con las emisiones y derrames de petróleo y gas. CEMI está trabajando con Activated White para adaptar esta tecnología para aplicaciones de extracción de recursos y para encontrar formas de ampliar la capacidad de esta tecnología.

RENIX: germinó en investigaciones académicas basadas en el sector agroalimentario. Lo distintivo de la tecnología, es su capacidad para purificar los materiales utilizados de forma regular. CEMI y RENIX están colaborando para buscar formas de desintoxicar corrientes continuas de agua contaminada. La tecnología ha demostrado ser exitosa en la extracción de metales a volúmenes relativamente pequeños de corrientes continuas de agua y en el tratamiento de metales disueltos en aguas residuales de actividades mineras.

Revolution Mining: es el único software en el mercado que optimiza el valor presente neto de la planificación a largo plazo para operaciones selectivas de minería subterránea.

Maestro Digita Mine: es un sensor de gas digital que puede calibrarse en la superficie en un entorno estable y controlado. Los sensores digitales pueden ser "intercambiados en caliente" por un técnico de ventilación sin necesidad de ningún tipo de calibración subterránea.

Symbioticware: es un sistema de monitoreo inteligente, para ventilación bajo demanda y permite la reducción de emisiones de minas.

4.2 ALCANCE DE SERVICIOS⁵⁻⁶

CEMI ayuda a resolver problemas de la industria minera, acelerando la entrega de innovaciones comercialmente viables para mejorar el rendimiento operativo, luego los servicios están diseñados para cerrar el gap entre un desafío y una solución.

En Chile, tal como se evidenció en el capítulo 3, las instituciones están más concentradas en las etapas iniciales del proceso de innovación, quedando pocos actores en las siguientes etapas que parten en el desarrollo e implementación; donde según Meller & Parodi (2017), son las etapas cruciales y más difíciles de sortear para que un producto o servicio tenga éxito, es decir hay un gap entre la investigación y la aplicación y posteriormente entre el desarrollo y la comercialización. Justamente CEMI posiciona su servicio de asesoría en eliminar estas brechas desde las etapas de desarrollo, Demostración, Implementación y Comercialización.

El foco transversal de CEMI, es mejorar la productividad y sustentabilidad en minería. Este foco está totalmente alineado con la estrategia de desarrollo minero en Chile, tal como se describe en el programa “Minería 2035” descrito anteriormente en 2.4. También tienen un foco importante en automatización y control remoto de operaciones dada a experiencia de las minas del norte que operan en condiciones climáticas extremas y por necesidad sus operaciones han debido ser controladas de manera remota.

Las brechas técnicas y de comercialización se superan con tres pasos clave dentro del proceso de innovación de CEMI: Escala de banco, Escala piloto y Prueba de escala completa (Ver Figura 17).

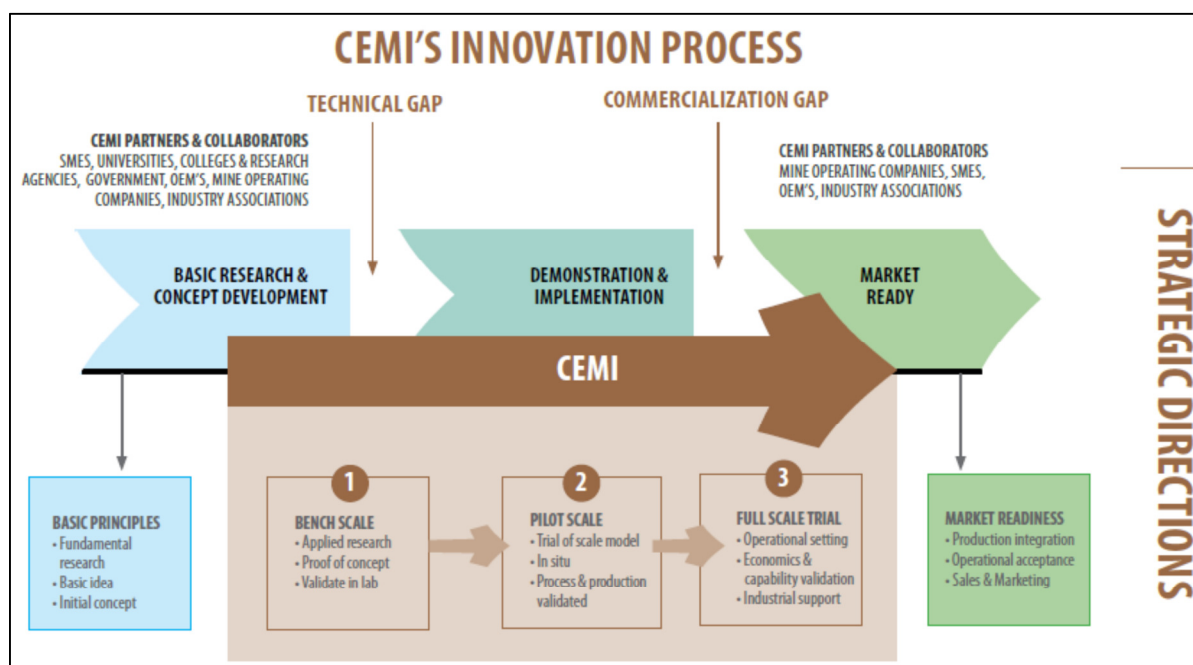


Figura 17. Proceso de innovación de CEMI y los servicios prestados.

Fuente: Replicado de CEMI, 2017.

⁵ CEMI. (2017). Annual Report 2017. Recuperado desde <https://www.cemi.ca/>

⁶ CEMI Web site. (2019). Consultado en Julio 2019, desde <https://www.cemi.ca>

Los servicios de CEMI se pueden dividir en servicios generales e intensivos

Servicios Generales

- Exploración de innovación: Búsqueda global de soluciones pre comerciales actuales y emergentes
- Identificación de desafíos: Revisión de desafíos existentes a partir de mapas de ruta tecnológicos y descubrir desafíos ocultos utilizando un proceso de análisis de sistemas
- Coincidir desafíos con soluciones: Coincidir los desafíos del sector con las soluciones comerciales actuales y emergentes.

Las actividades clave y que no tienen costo para las pymes son las siguientes:

- ✓ Comprender las necesidades, brechas y requisitos de la innovación (¿existe un mercado?)
- ✓ Servicios generales de asesoramiento empresarial (estratégico o táctico).
- ✓ Introducciones de la industria / contacto para recursos o redes
- ✓ Asociación para el Desarrollo

Servicios Intensivos

Los servicios intensivos son netamente enfocados en la comercialización, donde CEMI realiza evaluaciones de análisis de brechas de innovación y comercialización, ofreciendo una serie de herramientas y know-how para cerrar las brechas identificadas.

- Análisis y evaluaciones de casos de negocios: validación del mérito técnico del proyecto o solución propuesta, evaluación de necesidades de mercado, oportunidades y capacidad de comercialización
- Planificación estratégica de la comercialización: desarrollo de un plan personalizado para incluir estrategias de desarrollo de propiedad intelectual, planes de expansión del mercado en términos de preparación, capacidad y marketing
- Soporte de comercialización: servicios generales de asesoría comercial, contactos y redes de la industria, asistencia con el desarrollo de prototipos y proyectos de demostración, acceso a pruebas en el sitio de la mina en el mundo real, servicios de apoyo a la gestión, desarrollo de mercado, preparación para la fabricación, integración en la cadena de suministro, soporte y análisis de marketing.
- Servicios de gestión de proyectos y programas: gestión profesional de proyectos, desarrollo formal de proyectos técnicos estratégicos y acuerdos de comercialización.
- Uso de recursos: aprovechar los recursos internos de CEMI o socios; identificar y levantar financiamiento proveniente de; programas del gobierno, recursos de consorcios industriales o proyectos de empresas individuales.
- Identificación y desarrollo de Proyectos de Innovación claves para la Industria Minera. CEMI identificará proyectos de innovación que se consideren claves, en

función de su conocimiento y comprensión de la industria minera. CEMI trabajará conjuntamente para desarrollar un consorcio de socios para recaudar fondos a través de empresas mineras, Pymes, instituciones académicas, instituciones de investigación y asociaciones industriales.

Las actividades claves, basadas en honorarios u otros modelos de compensación, son las siguientes:

- ✓ Desarrollo de prototipos (¿funciona?)
- ✓ Demostración y preparación de fabricación (¿es viable?)
- ✓ Servicios de protección de la propiedad intelectual
- ✓ Desarrollo de mercado, soporte y análisis (¿será utilizado?)
- ✓ Transferencia tecnológica y licenciamiento
- ✓ Desarrollo de canales
- ✓ Asesoría de directores

4.3 PROPUESTA DE VALOR

La propuesta de valor de CEMI es que es una organización sin fines de lucro que ayuda a cerrar el gap técnico y de comercialización en el proceso de innovación en la industria minera, esto ya que cuenta con experiencia técnica y de comercialización que le permite realizar todas las tareas necesarias para cerrar las brechas, especialmente en las etapas de demostración, implementación y comercialización.

La necesidad que ve CEMI, es que la investigación es muy académica y poco práctica, por lo cual no ayuda a las empresas a mejorar su productividad o rendimiento. En palabras del CEO de CEMI, Douglas Morrison – “Si las compañías mineras no compran una solución, entonces no es una solución, debe poder utilizarse.” (Douglas Morrison, CEO CEMI, Annual Report, 2017).

Como soporte, CEMI cuenta con una experiencia exitosa para concretar proyectos de innovación gracias a una eficiente red de colaboración con los principales stakeholders de la Industria Minera tales como; empresas proveedoras de la minería, empresas mineras, institutos de investigación e instituciones de gobierno.

Para abordar el GAP técnico, se centra en 4 focos estratégicos y luego un foco exclusivo en la comercialización para ayudar a acelerar la adopción de la innovación en la industria (CEMI Web site, 2019, Consultado en Julio 2019):

1. Exploración a través del proyecto “FindMine”, para aumentar la tasa de descubrimiento de mineral y reducir los costos de descubrimiento de mineral.
2. Minería Subterránea profunda a través del proyecto “DeepMine”, para reducir el riesgo de la minería profunda, dado por las elevadas presiones en la roca y las altas temperaturas.

3. Productividad a través del proyecto “ValueMine”, para aumentar la productividad de la mina e impactar positivamente las medidas de VAN y ROI.
4. Impacto ambiental y sustentabilidad a través del proyecto “SustainMine”, para mejorar el desempeño ambiental y el impacto social de la minería
5. Viabilidad comercial a través del proyecto “BizMine”, para ayudar a garantizar la viabilidad comercial y la aceptación en el mercado de la innovación.

4.4 ANÁLISIS FODA

En Tabla 16, se presenta el análisis FODA de CEMI, donde se pueden determinar las principales fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades de esta empresa

FORTALEZAS
<ul style="list-style-type: none"> ●Es uno de los pocos centro de innovación sin fines de lucro dentro de la industria minera ●Extensa red de colaboración junto a empresas con presencia a nivel global ●Experiencia de éxito en Canadá, en las etapas de desarrollo, prueba y comercialización de productos o servicios ●Respaldo técnico de prestigiosos Centros de investigación y universidades ●Respaldo económico por parte del gobierno canadiense y empresas trasnacionales
DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> ●Escaso conocimiento de CEMI en Chile ●La diferencia cultural entre Chile y Canadá puede dificultar la relaciones de colaboración con las empresas
OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> ●Existencia de organismos, políticas públicas y programas que favorecen el desarrollo de la innovación (CORFO, Programa Alta Ley, Expandiminería) ●Disponibilidad de fondos concursables para la innovación (CORFO y CONYCID) ●El plan estratégico Chileno para impulsar la industria minera está en línea con los planes estratégicos de CEMI. (Planes en torno a proveedores, productividad y sustentabilidad)
AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> ●Ingreso de nuevos centros de investigación e innovación. Por ejemplo; que empresas mineras decidan impulsar sus propios centros de innovación ●Escasez de capital humano disponible en Chile que esté especializado en desarrollo de innovación ●La operación depende de la asignación de varios fondos publico o privados, sobre todo ante la ausencia de fondos para el financiamiento basal ●El crecimiento de CEMI, depende del crecimiento de la industria minera y en gran medida del cobre. (Hasta el momento la industria reacciona de manera cíclica al precio del cobre y no con una política a largo plazo) ●La alta burocracia en todos los procesos vinculados al gobierno, puede afectar la eficiencia interna de CEMI, provocando una mayor necesidad de recurso humano y capital.

Tabla 16. Análisis FODA de CEMI

Fuente: Elaboración propia

4.5 ANÁLISIS PESTEL

El análisis PESTEL, es una herramienta que permite analizar el entorno macroeconómico externos a una organización para ayuda a identificar oportunidades y amenazas. Considera seis factores; político, económico, social, tecnológico, ecológico y legal. A continuación, se describe el análisis para cada uno de estos factores en Chile:

Político

- Chile tiene un sistema político democrático con tres poderes; el ejecutivo con un presidente, el legislativo representado por el congreso y el poder judicial representado por la corte suprema
- Chile es considerado tradicionalmente como un modelo en América Latina en términos de transparencia política y financiera. Sin embargo, en el mes de octubre de 2019, un estallido social ha provocado que se cuestione la clase política y empresarial del país con un panorama hasta el momento incierto para el gobierno de turno. A pesar de esto, el sistema democrático no se ha visto alterado hasta la fecha
- Existencia de políticas y organismos que incentivan la inversión extranjera. (Ley 20.848, Agencia de promoción de inversiones “InvestChile” y Comité de inversiones)
- Políticas de innovación relativamente nuevas y en proceso de mejoramiento que posicionan a Chile sobre otros países de la región, pero por debajo de países desarrollados. Acorde al ranking de competitividad global (2019), Chile ocupa el puesto 53 en categoría de innovación
- En el año 2018 se crea el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, con el objetivo de incentivar I+D y mayor conocimiento en el país
- Existen políticas de fomento al desarrollo de conocimiento en torno a la industria minera gestionadas por organismos público-privados como Corporación “Altaley”, consejo minero, Fundación Chile y Ministerio de Minería.

Económico

- Chile ha sido una de las economías de más rápido crecimiento de América Latina en las últimas décadas. A nivel global, acorde al ranking Doing business (2019), el país ocupa el puesto 56 y acorde al ranking de competitividad global (2019), el país ocupa el puesto 33.
- Según el Banco Central de Chile, el PIB creció un 4% en 2018, situándose en US\$ 298 MM. Acorde al ministerio de hacienda, el crecimiento previsto para el 2019 se recortó de 2.6% a 2,2%, afectado principalmente por las masivas protestas iniciadas en octubre 2019. Para el año 2020 la proyección se sitúa entre 3% y 4%.
- Actualmente Chile cuenta con 26 acuerdos comerciales, siendo la economía más abierta en latino América. Los principales tratados son con: China, EEUU, Canadá, Australia y la Unión Europea (Subsecretaria de relaciones económicas internacionales, 2019)

- En 2017 el gasto en I+D fue de 0,36% del PIB, lo que representa 6 veces menos del promedio de países de la OCDE con 2,35% del PIB. Esto se debe principalmente a un menor crecimiento y falta de capacidades de las empresas. Sin embargo, el crecimiento de las Pymes que hacen I+D se ha triplicado desde 2011. (Encuesta de gasto en I+D, Ministerio de Economía, 2017)
- Se estima un crecimiento de la producción de cobre de 28% entre 2017 y 2025, sin embargo, dependerá de la entrada de nuevos proyectos en carpeta, puesto que se estima que la producción por cierre de proyectos será equivalente a 2 Millones de ton de cobre fino (Cochilco, 2018)
- Según el último catastro de Cochilco, la cartera de proyectos de inversión en minería a materializarse hasta el año 2021 alcanza los US\$ 112.000 millones

Social

- La población actual se estima en 19 millones de habitantes, de los cuales un 6% son inmigrantes (INE, 2019)
- El PIB per cápita es US\$ 15.346 situándose 2° en países de latino América (BM, 2019)
- La tasa de desempleo entre marzo-mayo de 2019 fue 7,1% (INE, 2019)
- Acorde al Banco mundial, el índice Gini es 0,46, ocupando la 10° posición en términos de desigualdad en comparación a los demás países latinoamericanos
- Existe actualmente un descontento social por la desigualdad de salarios, lo que ha llevado a presionar por un aumento del salario mínimo desde CLP\$ 288.000 a CLP\$ 301.000 y una proyección a corto plazo para alcanzar CLP\$ 350.000

Tecnológico

- Según el informe anual del Foro Económico Mundial, Chile se ubicó en el primer lugar del ranking de competitividad mundial entre las economías de América Latina, pero debajo de varios en el aspecto de innovación tecnológica
- De acuerdo con el Global connectivity index, Chile se encuentra por sobre el promedio de países en Latino América respecto al desarrollo de infraestructura para tecnologías móviles. Se destaca la inversión en data center y seguridad informática. Por otro lado, se debe mejorar la digitalización de servicios públicos y Pymes.
- Existe una falta de infraestructura para escalar la investigación básica hacia el desarrollo y la innovación. Casi todo el financiamiento público para la investigación está orientado a instituciones sin fines de lucro (UAH, 2016)
- En 2018 se publica Ley que crea el Fondo de Infraestructura S.A. La ley, busca fomentar y expandir la inversión en infraestructura en Chile

Ecológico

- En la última década se ha ido fortaleciendo la institucionalidad y gobernanza medioambiental, destacando la creación de ley 19.300, el ministerio del medio ambiente y tribunales ambientales.
- Existencia de nueva ley de fomento al reciclaje, que establece el marco para la gestión de residuos, responsabilidad extendida del productor y fomento al Reciclaje. Esta ley provocará que las empresas deban innovar en la gestión de sus residuos emigrando a una economía circular en el mejor de los casos.
- De acuerdo con datos de Greenpeace, Chile está dentro de los 10 países que más sensibles son al cambio climático
- En minería los principales desafíos son reducir el impacto ambiental de las operaciones, afrontar la escasez de agua y efectos del cambio climático, asegurar un abastecimiento energético con menores emisiones y estrechar relaciones con las comunidades aledañas (Sonami, 2018)

Legal

- El sistema legal está regulado a nivel nacional y es igual para todas las regiones.
- Existe ley 20.570 para incentivar I+D permitiendo rebajar el impuesto de primera categoría hasta en un 52%
- En 2018 mediante Ley 21.105, se crea el ministerio de ciencia y tecnología
- Mediante Ley 20.026, se establece un impuesto específico a la renta operacional de la actividad minera obtenida por un explotador minero.

Del análisis se desprende que Chile es catalogado como un país estable, en constante crecimiento económico, con sólida base política y legal. A pesar de esto, presenta falencias en innovación, principalmente por una baja inversión del estado y falta de capacidades de las empresas. De todas maneras, hay espacio para mejorar, por cuanto la normativa y estructura orgánica es la adecuada.

Hay una oportunidad para que la industria minera del cobre pueda satisfacer la creciente demanda proyectada a nivel global, sin embargo, para que esto ocurra se deben concretar una serie de nuevos proyectos nuevos y mejora en productividades de minas más antiguas. Para esto es fundamental la inclusión de innovación y nuevas tecnologías. Todo esto es lo que ha quedado plasmado en la agenda de desarrollo de la industria minera liderada por el ministerio de minería a través de corporación Alta Ley, Sonami, FUCH y consejo minero.

En la actualidad, al igual que otros países de latino América, existe un descontento social generalizado que principalmente demanda mejoras en salud, pensiones, salarios, educación, exceso de corrupción y mayor igualdad en general. Este movimiento ha llevado a un estancamiento de la economía, saqueos y destrucción de propiedad pública y privada. Acorde a la bolsa de comercio de Santiago el IPSA ha caído 8,9% entre el 18 de octubre y el 5 de noviembre de 2019.

5. ESTRATEGIA DE NEGOCIO

5.1 ESTUDIO DE MERCADO

Para conocer de primera fuente las necesidades del mercado y ver las oportunidades para expandir la presencia de CEMI en Chile, se realizaron entrevistas semiestructuradas a stakeholders involucrados en el proceso de innovación entorno a la minería. A partir de las entrevistas se pudo conocer la disponibilidad de fondos, intención o necesidad de generar alianzas por parte de instituciones, así como también, dilucidar si las pymes y/o empresas mineras requieren asesoría en las áreas que CEMI ha demostrado tener amplia experiencia en la industria minera canadiense y que deberían ser parte de la propuesta de valor acá en Chile. El listado completo de preguntas y personas entrevistadas puede ser consultado en el punto 11.4 (Anexo D).

La entrevista se divide en cuatro partes. En la primera parte, se aborda la disponibilidad de fondos para la innovación. La segunda parte, es referente a alianzas y áreas de innovación. La tercera parte es respecto a las capacidades de las pymes en torno a la innovación y finalmente, en la cuarta parte se tratan aspectos asociados a la vinculación con la industria.

A continuación, se presenta un resumen con los principales hallazgos y comentarios obtenidos de las entrevistas:

5.1.1 Disponibilidad de Fondos

Esta parte de la entrevista se realizó a la gerencia de capacidades tecnológicas de Corfo. Los principales hallazgos fueron los siguientes:

Disponibilidad de fondos basales para la operación de un centro

En el corto y mediano plazo no hay planificado levantar fondos para el financiamiento basal o atracción de centros de excelencia internacional. Esto porque actualmente ya hay un programa de atracción de centros de excelencia internacional, que inicio el 2009 y que llego a tener 12 centros. En relación con el programa, el director de centros e institutos tecnológicos de Corfo señala:

“Este programa se realizó porque había una hipótesis de que la industria minera no se vinculaba con el mundo académico para generar innovación que sea aplicable en la industria. Actualmente ya hay varios acuerdos de financiamiento finalizados, posterior a lo cual la mayoría de los centros ha terminado sus operaciones. Cuando el programa termine se realizará una evaluación completa de los resultados obtenidos y posteriormente se podría ver la opción de levantar nuevos fondos para atracción de otros centros de I+D” (Gallardo G, director de centros e institutos tecnológicos, Corfo)

Oportunidades para centros de I+D

Una oportunidad relevante es en torno al desarrollo de la industria del litio a través de los contratos donde opera SQM y Albemarle. Aquí nace el centro tecnológico de economía circular e instituto de tecnologías limpias, respecto a lo cual Corfo señala:

“El centro tecnológico de economía circular, nace para utilizar los recursos del litio en nuevos productos y generar una industria que entregue mayor valor al recurso natural y resuelva las brechas de infraestructura, equipamiento tecnológico y demanda por innovación”

“El instituto de tecnologías limpias, está en etapa de recibir propuestas para su creación. Contempla un monto de 200 MMUSD durante 10 años, financiado por los recursos que generará el contrato de SQM y cuyo objetivo será desarrollar I+D en las áreas de energía solar, minería de bajas emisiones y materiales avanzados del litio y otros minerales” (Gallardo G, director de centros e institutos tecnológicos, Corfo)

Consortios tecnológicos como opción para captar fondos

Los consorcios son una manera común para generar desarrollo en torno a la innovación. Dentro del proceso de innovación, parten generalmente desde el desarrollo hasta la comercialización.

“Los consorcios funcionan por convocatoria sectorial. Aquí se suelen hacer consorcios tecnológicos entre universidades, empresas y centros tecnológicos nacionales o internacionales, generando una nueva entidad que recibe fondos para infraestructura y operación. La misión de los centros es acompañar, desarrollar y probar nuevas tecnologías conectándola con los usuarios finales. Dentro del proceso de innovación, se parte generalmente desde el desarrollo hasta la comercialización” (Gallardo G, director de centros e institutos tecnológicos, Corfo).

Sin perjuicio de todo lo anterior, siempre podrían generarse convocatorias puntuales para continuar desarrollando la industria minera, en torno al litio u otros metales.

5.1.2 Alianzas y áreas de innovación

Esta parte de la entrevista se realizó a IIMCH, CICITEM, CETMINERIA y MINNOVEX. Las respuestas fueron las siguientes:

Alianzas

- IIMCH: No tienen alianzas formalmente, más bien colaboran de manera puntual
- CICITEM: Tienen alianza con SMI y CSIRO
- CETMINERIA: Tienen alianzas según proyecto adjudicados y de manera permanente con AMTC, CAMCHAL, UCN, UA
- MINNOVEX: Tiene a CSIRO y AMTC como socios del gremio

Todas las instituciones señalaron que están abiertas a realizar una alianza con algún centro de innovación.

Etapas de innovación

Acorde a las entrevistas, se señaló que las partes del proceso minero donde se requiere mayor innovación son la investigación aplicada y desarrollo de productos. A su

vez, la parte crítica de los proveedores sería pasar de la etapa de escalamiento de laboratorio a fase industrial, esto porque en la industria minera solicitan que los productos estén probados anteriormente. Esta temática la aborda los centros de pilotaje, habiendo dos en Chile; el CIPTEMIN en Antofagasta y CNP en la zona central. Ambos centros hasta el momento no abordan la hidrometalurgia, por lo que sería interesante que estos centros o uno nuevo aborde este proceso minero.

Cadena de valor

Acorde a las entrevistas, en los procesos dentro de la cadena de valor minero, donde más innovación se requiere son en exploración y procesos unitarios, considerando los factores de escasez de agua y energías.

También, se necesita mayor innovación para dar mayor valor agregado a nuestros productos finales o nuevos usos del cobre, como por ejemplo vender nano partículas de cobre en vez de concentrado de cobre. Según plantea CICITEM, el negocio de las grandes mineras es obtener un concentrado o cátodo según sea el caso al menor costo posible y de la manera más eficiente, pero no están por ver que nuevos productos pueden obtener o encadenarse hacia adelante.

Foco transversal

Las instituciones coinciden en que los focos transversales para innovar deben centrarse en smart-mining, automatización, big data y sustentabilidad en término de relación con la comunidad y generar equipos o productos que apunten a hacer procesos más sustentables.

También se destacó la eficiencia de recursos energéticos y agua, ya que son las dos variables que están siendo determinantes para que un proyecto sea viable o no.

5.1.3 Capacidades en torno a la innovación de las pymes

Se realizó una pregunta en torno a saber si las pymes necesitan asesoría técnica-comercial para desarrollar sus productos, se destacó que las pymes necesitan asesoría puesto que tienen competencias técnicas, pero no tienen la visión para identificar las verdaderas necesidades de la industria, lo que genera un gap entre las soluciones de las pymes y lo que la industria necesita. Algunos de los comentarios fueron los siguientes:

“Las pymes deberían enfocarse en procesos reales, hay muchas cosas que se están haciendo, pero no tienen una aplicación concreta. Las pymes necesitan apoyo técnico para que realicen productos que realmente sirvan a la industria. Las universidades realizan cosas que ya están hechas, no con el objetivo de mejorar, sino que con el objetivo de levantar capital.” (Juan Pablo G, presidente, IIMCh)

“Muchas empresas de la zona, cuentan con personal que ha salido de la industria minera, principalmente empresas de servicio en el área de mantención y reparación,

por lo que no hay manufactura, esto hace que las empresas provean horas hombre calificadas, pero les cuesta ir más allá en el ámbito de negocio e innovación.” (Patricio L, director, CETMINERIA)

“Uno de los puntos más débil de las pymes, es que no tienen claro el modelo de negocios, el valor que genera la innovación y como se comercializaría con los potenciales clientes. De hecho, hay empresas mineras que no pueden contratar de manera directa a start-up; por el contrario, las start-up deben hacer alianzas con otras empresas para poder cumplir con los estándares que exigen las grandes empresas y esto genera una barrera de entrada. A su vez, las decisiones suelen tomar tiempos prolongados, por lo que requiere que la pyme tenga espaldas financieras.” (Byron H, Ingeniero de proyecto, MINNOVEX).

“En general aun las pymes siguen creando productos y después viendo a quien le podría interesar quedándose en la mayoría de los casos sin mercado, entonces los desarrollos no van de la mano con la visión de negocios. También hay trabajos con la propiedad intelectual, donde se cree que las empresas más grandes van a copiar las ideas (Rocío F, Gerenta de innovación, Corfo).

5.1.4 Vinculación con la industria

Vinculación entre los centros de investigación, la academia y la industria

Al preguntar sobre si la comunicación o vinculación entre centros, universidades y empresas mineras debía mejorar, todas las instituciones estuvieron de acuerdo en que debe mejorar ya que es la base para desarrollar innovación, donde la academia es actor principal, habiendo una cierta desconexión entre la academia y la industria. Algunos comentarios fueron los siguientes:

“Se debe generar una relación entre la investigación científica y la industria, incluyendo también a los centros de I+D, ya que generalmente las universidades llegan a etapas de maduración de tecnologías hasta TRL7 cuatro o cinco, pero la universidad no tiene dentro de su alcance u horizonte pasar a mayores niveles de maduración, y es allí donde los centros tecnológicos pueden cumplir una mayor labor y ser un eslabón entre la academia y la industria. Hay grandes empresas que contratan de manera directa centros de I+D, asumiendo que en ciertos países no hay la suficiente capacidad de I+D.” (Patricio L, director, CETMINERIA)

“Lo que más cuesta son los trabajos con las universidades ya que no están a la vanguardia y los investigadores no están alineados con las necesidades de la industria. Aun así, desde hace cuatro años se está vinculando cada vez más a través de start-up y es algo que está funcionando, lo que se explica porque las start-up se mueven rápido, postulan a fondos, y aportan con un cambio cultural que contribuye al proceso de innovación.” (Rocío F, Gerenta de innovación, Corfo).

⁷ TRL: abreviación de siglas en inglés “technology readiness level”

Confianza en los productos o servicios de las pymes

Se planteó que no existe confianza de las empresas mineras por los productos o servicios de las pymes principalmente por el costo de oportunidad para probar en las instalaciones, por la diferencia de costo con las proveedoras más grandes y finalmente, por un tema cultural que impide generar confianzas en otro equipo de trabajo.

“Las empresas mineras quieren productos probados y empresas grandes. Esto provoca una limitación a la innovación, ya que trabajan con las mismas empresas, que mayoritariamente son extranjeras, esto finalmente provoca que nuestra industria no se desarrolle” (Juan Pablo G, presidente, IIMCh).

“No hay valoración por lo que las pymes puedan realizar, más allá del producto mismo, no hay una valoración por el trabajo o las capacidades que puedan brindar las pymes, así como también las pymes no se valoran lo suficiente, siendo que hay varios ejemplos de pymes que han entregado soluciones importantes a la industria. Sin embargo, si comparamos la industria minera de Chile con la de otros países en Sudamérica, se observa una oportunidad para que las pymes puedan aportar con sus soluciones en estos países, ya que en dichos países recién se están abordando temas medioambientales, de seguridad y procesos que acá ya están resueltos por nuestras mismas pymes” (Rubén R., gerente, CICITEM).

“Las mismas empresas mineras miden a sus departamentos de acuerdo con los costos. Por esta razón los departamentos buscan empresas competitivas en costos dejando de lado empresas nuevas o chicas. Algo que puede ayudar es mediante la vinculación con la comunidad, donde se privilegia a empresas locales, aunque generalmente son empresas de servicios menores y de baja complejidad en la cadena de valor” (Patricio L, director, CETMINERIA).

“En la industria minera sucede bastante la desconfianza, principalmente por motivos de costo de oportunidad para facilitar instalaciones, por motivos de seguridad y por prejuicios respecto a las capacidades de las pymes” (Byron H, Ingeniero de proyecto, MINNOVEX).

“No hay confianza, principalmente por un tema cultural, cuesta realizar el vínculo entre partes, porque no tenemos una cultura colaborativa, ni tampoco generamos las confianzas en la otra persona para lograr desarrollar algo, de hecho, en el ranking de capital social, Chile está muy abajo, porque somos personas desconfiadas, con baja reciprocidad y cooperación, luego entonces es difícil generar valor y alianzas con estos indicadores” (Rocío F, Gerenta de innovación, Corfo).

Al consultar sobre si es posible aumentar la confianza en las innovaciones provenientes de las pymes, gestionando el proyecto de innovación a través de un centro de innovación o gestor tecnológico especialista en minería, las respuestas fueron positivas, destacando que: muchas veces las pymes no cuentan con capacidades propias para innovar, no encuentran un socio en quien confiar, necesitan pilotar sus productos y levantar fondos que puede ser más probables de adjudicación con un centro tecnológico asesorando.

“Si, ya que las pymes no tienen suficientes recursos para generar capacidades propias y por ende necesitan de recursos externos y especialistas para desarrollar las ideas que tienen, que muchas veces están mejor alineadas que las presentadas por la academia o centros de investigación. También existen empresas que no confían en un socio para innovar, así como también, hay empresas que quieren innovar, pero no encuentran un socio idóneo, acá es donde un centro de innovación puede ayudar a mediar o vincular empresas” (Gallardo G, director de centros e institutos tecnológicos, Corfo).

“Si puede ser un buen mecanismo. También agregaría el pilotaje, ya que los nuevos productos o servicios se pueden pilotar para empresas mineras pequeñas o medianas, pero para probar a escala industrial empleando las dependencias de la gran minería es más difícil, ya que las empresas no están dispuestas a detener sus procesos” (Rubén R., gerente, CICITEM).

“En el aspecto técnico sería una buena manera de aumentar la confianza, pero en el aspecto económico es difícil ver como el gestor podría sustentar la propuesta. Sin embargo, si el gestor apoya en levantamiento de fondos, podría ser un factor contribuyente para aumentar la confianza” (Byron H, Ingeniero de proyecto, MINNOVEX).

Características de un buen centro de innovación minera

Al consultar por las características que debería tener un centro de innovación minera para generar un impacto positivo en la industria minera, las instituciones señalaron los siguientes factores:

- La importancia de generar una alianza con un partner local para ampliar la red de contacto e ir entendiendo el ecosistema.
- El centro debería estar validado por la industria
- Los profesionales deberían tener experiencia tanto académica como en empresas mineras.
- El centro tenga presencia regional
- Realice una transferencia tecnológica efectiva

Algunos de los comentarios fueron los siguientes:

“El centro debe partir con un partner estratégico o alianzas que sean locales, para mejorar el conocimiento del mercado y por sobre todo ampliar las redes de contacto que son fundamentales para el éxito de los proyectos. En este sentido, es recomendable que los centros trabajen con start-up para aumentar redes de contacto e ir entendiendo el dinamismo del mercado. A su vez, las alianzas pueden enfocarse en potenciar una línea de negocio o basarse en un territorio” (Rocío F, Gerenta de innovación, Corfo).

“El centro debería tener profesionales equilibrados en su experiencia tanto académica como en la industria, ya que muchas veces los centros de I+D tienden a ser más académicos” (Juan Pablo G, presidente, IIMCh).

“El centro debería estar validado por la industria minera y tener presencia territorial, por ejemplo, acá en Chile, es fundamental que tenga una presencia en Antofagasta

como la principal capital minera. Aquí toma importancia el proceso de descentralización, que se puede puntualizar en que los gobiernos regionales van a desarrollar y aprobar los planes regionales de ordenamiento territorial y por ende consideraran más los centros que tengan presencia regional” (Rubén R., gerente, CICITEM).

“Lo más importante en este momento es la transferencia tecnológica, que la investigación pase a generar una solución que efectivamente sirva y se use en la industria. Para esto es importante que desde la concepción de la investigación haya una visión de mercado para identificar la potencialidad de desarrollo de la solución” (Byron H, Ingeniero de proyecto, MINNOVEX).

Adicionalmente como diagnóstico de los problemas de innovación, Corfo y Minnovex señalan lo siguiente:

“Los centros de excelencia internacional asentados en Chile, cuando llegaron se encontraron con barreras en lo que respecta a la propiedad intelectual, falta de confianza y resistencia para colaborar con las universidades. El medio criticaba la cantidad de monto asignado a estos centros en desmedro de las instituciones locales. Pero hasta ese momento había una hipótesis de que las universidades no habían podido llegar al mercado con la rapidez y oportunidad que se necesitaba, luego este gap podría ser satisfecho con los centros internacionales. Luego también hay una disonancia entre las necesidades de la industria y las investigaciones que se generan. Finalmente, la academia se preocupa más del número de investigaciones que de la real aplicación que pueda tener la investigación” (Gallardo G, director de centros e institutos tecnológicos, Corfo).

“Si bien existen programas de innovación abierta, por los tiempos y requerimientos específicos del desafío de innovación, son pocas empresas que pueden cumplir con los requisitos. Luego aquellas empresas que puedan tener las capacidades no tienen el tiempo suficiente para desarrollar el proyecto o prototipo, a sabiendas de que no hay certeza de que la solución vaya a ganar el desafío. Los desafíos de innovación prácticamente son abordados por empresas que ya tienen la solución, que a su vez coincide con los requerimientos específicos de la minera y en muchos casos probada en otras mineras. Esto deja poco espacio para que las pymes puedan desarrollar productos o servicios para satisfacer los requerimientos de estos desafíos de innovación” (Byron H, Ingeniero de proyecto, MINNOVEX).

5.2 OPORTUNIDAD PARA EXPANDIR PRESENCIA EN EL MERCADO CHILENO

Según la información recopilada, basada principalmente en el análisis de los stakeholders, capacidades de CEMI y estudio de mercado, en Tabla 17, se identifican las oportunidades para expandir la presencia en el mercado chileno.

<p>Disponibilidad de Fondos</p> <p>Existe disponibilidad de fondos para proyectos puntuales de I+D, con montos que son atractivos para centros de investigación, pero que presentan el problema de que no son permanentes. Por otro lado, en el corto plazo no habrá financiamiento basal para atracción de centros de excelencia internacional, salvo para centros relacionados al desarrollo de la industria del litio. Estos fondos son los más idóneos para los centros de investigación, ya que son a largo plazo y por consiguiente hay menor incertidumbre en la dependencia de fondos.</p>
<p>Disponibilidad de generar Alianzas</p> <p>Existe disponibilidad para generar alianzas por parte de gremios, centros de I+D y organismos vinculados a la minería.</p>
<p>Foco en etapa de innovación</p> <p>Los focos donde se identifica mayor necesidad son para pasar desde las etapas de validación a escalamiento y comercialización.</p>
<p>Foco en el proceso minero</p> <p>Los procesos donde se requiere más innovación son en exploración, procesos unitarios, planificación, hidrometalurgia, concentración de minerales y nuevos usos del cobre.</p>
<p>Foco en área transversal</p> <p>Sustentabilidad, energías, automatización y productividad, con énfasis en energías alternativas y consumo de agua.</p>
<p>Ubicación</p> <p>Debería contemplar la presencia en regiones, principalmente en la II región, por cuanto esa zona concentra la mayor actividad minera.</p>
<p>Tipo de servicio</p> <p>Entonces los servicios más idóneos que debería prestar CEMI en Chile, deberían enfocarse en:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Investigación aplicada en los procesos de exploración, planificación minera, hidrometalurgia y concentración -Asesoría en la etapa de desarrollo, prueba y comercialización de productos o servicios. - Asesoría en la transferencia tecnológica y licenciamiento de prototipos -Gestión de proyectos de innovación a pymes que no tengan las suficientes capacidades internas

*Tabla 17. Oportunidades para expandir presencia en el mercado chileno.
Fuente: Elaboración propia*

5.3 ESTRATEGIAS DE EXPANSIÓN

Se distinguen cuatro estrategias para expandirse en el mercado chileno:

- ❌ 1) Mediante financiamiento basal
- ✅ 2) Mediante un Joint Venture o consorcio tecnológico
- ✅ 3) Generación de alianzas estratégicas puntuales para proyectos de I+D
- ✅ 4) Comercialización de productos o servicios provenientes de pymes canadienses

De acuerdo con las oportunidades revisadas en el punto anterior, una buena estrategia de expansión al mercado chileno es a través de un Joint Venture o consorcio tecnológico. De hecho, esta alternativa está siendo estudiada en las oficinas centrales de CEMI, que, por un acuerdo de confidencialidad vigente, en el presente plan no se desarrollará esta alternativa.

El financiamiento basal, no se considerará puesto que acorde al estudio de mercado presentado en el punto 5.1, en el corto plazo, en Chile no habrá disponibilidad de estos fondos.

Realizar alianzas y comercialización de productos o servicios, revisten estrategias interesantes por cuanto son menos riesgosas y pueden ir construyendo una base de conocimiento que permita aumentar la presencia en el país. Además, con estas alternativas se podrían enfocar más en proyectos de etapas avanzadas, saliendo de la investigación básica y académica, para pasar a propuestas que sean más factibles de concretar y lograr un verdadero aporte a la industria que pueda ir posicionando la marca del centro, junto con obtener regalías por licencias y comercialización de nuevos productos o servicios.

Finalmente, en base a las oportunidades de expansión descritas anteriormente, el estudio de mercado, antecedentes de la industria y análisis de stakeholders; la estrategia de expansión recomendada para CEMI, y sobre la que se desarrollara el plan de negocios, será mediante alianzas y comercialización de productos o servicios que hayan tenido éxito en Canadá, materializado a través de servicios de asesoría, principalmente en las etapas de: desarrollo, pruebas, escalamiento, implementación y comercialización de productos o servicios.

A continuación, se describe más a fondo cada una de las estrategias:

1) Financiamiento basal

El financiamiento basal asegura los recursos necesarios para la instalación física y operación por cinco o más años. Los montos son gestionados por CORFO, con un rango de financiamiento entre US\$ 12 y US\$ 19 millones. Para acceder a estos fondos se debe concursar en un proceso que dura desde la postulación hasta la asignación, entre 6 meses a 1 año. Estos fondos no requieren un reembolso del monto asignado, pero si una completa auditoria periódica para revisar los gastos y resultados, por lo cual la carga administrativa suele ser importante.

Acorde al estudio de mercado (ver 5.1.1), no existe en el corto plazo disponibilidad de financiamiento basal para atracción de centros de I+D especializados en minería, por lo que no es una opción factible en este momento y por consiguiente no se evaluará.

2) Joint venture o consorcio tecnológico

El Joint Venture o consorcio, consiste en hacer un acuerdo de largo plazo con algún proyecto de alto impacto en términos operacionales y de beneficios económicos. Lo mejor es partir con empresas que actualmente ya se tienen acuerdos como Anglo American, Vale, Rio Tinto, Codelco y Glencore o grandes proveedores canadienses como Golder Associates, Stantec, Finning y SNC-Lavalin. En este punto CEMI tiene en carpeta dos posibles proyectos que se pueden concretar en el mediano plazo con empresas mineras trasnacionales, cuyas tratativas se están manejando en las oficinas centrales en Canadá. Por un acuerdo de confidencialidad en vigencia, en el presente plan no se ahondará en esta alternativa y por consiguiente no se evaluará.

3) Alianzas estratégicas

Consiste en generar alianzas con organizaciones locales, principalmente para colaborar en temas de investigación, desarrollo, implementación o comercialización. Esta alternativa facilita principalmente la formación de la organización, aumento de la red de conocimiento, acceso a más fondos concursables, vinculación con el medio y aumento de reconocimiento de la marca.

Tanto para CEMI como para las potenciales organizaciones locales, gestar alianzas, reviste un gran atractivo, puesto que CEMI tiene la experiencia en concretar proyectos de innovación desde las etapas de definición hasta la comercialización, etapas donde más se necesita apoyo en la industria minera nacional.

Del estudio de mercado y análisis de stakeholders, se detectan las asociaciones más adecuadas, las que se detallan a continuación:

- Gremios de proveedores: Generar alianzas con Minnovex y Sustmin.

En el caso de Minnovex, la manera de generar alianza es incorporarse como socio del grupo pagando una membresía trimestral, lo cual permite tener acceso a actividades y posibilidad de conectar con el resto de los proveedores e instituciones del grupo. También, según la encuesta a proveedores mineros realizada por Cantalops & Monsalve, (2018), las empresas que agrupa Minnovex, realizan mayor innovación que el resto, además cuentan con más start-up dentro de sus filas, por lo que la mentalidad y disposición a innovar es mayor. Por lo pronto, Minnovex mostro interés en que un centro internacional de excelencia en innovación minera sea parte de los socios, más aún, si el centro se enfoca desde las etapas de desarrollo hasta la comercialización de productos o servicios.

Con Sustmin sería conveniente por cuanto no posee alianzas con algún centro de I+D y sus empresas son principalmente proveedores de equipamiento y servicios, donde este tipo de empresas según se constató en el punto 3.4.1.1, exportan en torno al 71% de ventas totales, por lo que son empresas con niveles de facturación media a alta y con mayor probabilidad de poder exportar sus servicios. No se pudo

contactar a la organización de Sustmin, por lo que se desconoce su intención o disponibilidad para generar alianzas.

Con Aprimin podría ser una buena alternativa, ya que es la segunda asociación con mayor número de afiliados y agrupa a proveedores medianos a grandes, por lo que las capacidades internas de estas empresas son mayores.

Por otro lado, según consta en una entrevista al nuevo director ejecutivo del gremio, el foco de la gestión se centrará en promover las alianzas internacionales y concretar una mayor presencia de los socios de la entidad en el extranjero, además de fortalecer la innovación, abordar las consecuencias de la automatización en el sector minero, entre otros aspectos (Tapia, 2019). Lo anterior da cuenta de que podría haber una intención de concretar una alianza con CEMI, toda vez, que el foco de Aprimin estaría dentro de los lineamientos de CEMI.

A través de los gremios se espera poder contactar de manera directa proveedores que necesiten asesorías y posteriormente de ser exitoso se recibiría licenciamiento en algunos casos.

- Centro de extensionismo: Alianza con el centro regional CETMINERIA. Hay evidencia de que se necesita mayor presencia de centros de I+D en las regiones, por lo tanto, hacer una alianza con un centro que ya tiene trayectoria es la mejor manera de aumentar la presencia en la región con mayor actividad minera. Este centro cuenta con fondos que le aseguran su operación por los próximos tres años. El foco y tipo de servicios son idóneos para hacer sinergias con CEMI, por cuanto actúan en etapas similares. Aquí, podría ser valiosa la experiencia de CEMI en desarrollar y comercializar productos, que es justamente lo que este centro trabaja con pymes regionales vinculadas a la minería. Al consultar al director del centro en la entrevista, mostro la disponibilidad para gestar un acuerdo o alianza con un centro internacional. Con esta alianza se pretende aumentar el conocimiento y ampliar red de contactos, junto con acceder a fondos de investigación, Asesorías, licencias y patentes cuando corresponda.
- Universidades: Continuar alianza con Universidad de Chile a través del AMTC que es el centro de I+D con mayor presencia en la industria minera chilena. A su vez, también sería conveniente generar mayores vínculos con universidades del norte como la Universidad Católica del Norte, la Universidad de Antofagasta o la Universidad de Atacama, para fortalecer la presencia en las regiones mineras del país. Con esta alianza se pretende aumentar el conocimiento y ampliar red de contactos, junto con acceder a fondos de investigación.
- Organismos Público-Privados: En este punto entran instituciones como Corfo, Fundación Chile y Expandemineria. Actualmente CEMI está inscrito en Expandemineria, por lo que está constantemente monitoreando los desafíos de innovación que se presentan. Con este tipo de alianza se pretende aumentar el conocimiento de la industria, aumentar los contactos y mejorar el posicionamiento de la marca.

4) Comercialización de productos o servicios de Canadá

La comercialización de los productos o servicios previamente desarrollados que actualmente han tenido éxito en Canadá es una estrategia de bajo riesgo, ya que requiere principalmente inversiones en marketing y búsqueda de clientes. Acá la clave es la participación en seminarios, conferencias, work-shop y contacto directo con grandes empresas mineras.

Los principales productos identificados con mayor potencial de venta en Chile, según la tabla de oportunidades (ver Tabla 17), serían las siguientes empresas citadas en los caso de éxito 4.1.3: Coldblock, Revolution Mining, Symboticware, MineSense, and Covergalls.

La razón para considerar estas empresas es porque tienen productos o servicios referidos a sustentabilidad, smart-mining, automatización y productividad, principalmente enfocado en planificación, procesos unitarios de minería subterránea y rajo abierto, etapas de la cadena de valor minera, donde más se requiere innovación.

Con esta alternativa conforme se van introduciendo productos o servicios exitosos, se va reforzando la presencia de la marca en la industria, así como también empieza a ser una importante fuente de ingresos por concepto de licencias, asesorías y cargos por comercialización.

5.4 MODELO DE NEGOCIOS

Para delinear el modelo de negocios, se empleará la metodología CANVAS, publicada por Osterwalder & Pigneur (2011). Este modelo divide en nueve etapas el proceso de para formular, diseñar y aplicar un modelo de negocios a cualquier industria. Las etapas son: Segmentos de mercado, Propuesta de Valor, Canales, Relaciones con los clientes, Fuentes de ingreso, Recursos Clave, Actividades clave, Asociaciones clave y Estructura de Costos.

Acorde a la oportunidad de ingreso al mercado chileno y estrategia de expansión descritos anteriormente, se realiza el análisis del modelo de negocios mediante metodología canvas (ver Tabla 18).

Asociaciones Clave	Actividades Clave	Propuesta de Valor	Relaciones con clientes	Segmento de mercado
Gremios de proveedores enfocados a Pymes (Minnovex y SUTMIN)	Identificar y entender las brechas en el proceso de innovación	Cerrar el gap técnico y de comercialización en el proceso de innovación en la industria minera para que una solución sea adoptada por las empresas mineras. Centrado en soluciones que aporten a mejorar la productividad, performance y sustentabilidad de los procesos mineros.	Servicio personalizado para Pymes	Pymes mineras
Empresas Mineras (Anglo A, Codelco, Vale, Rio Tinto, Goldcorp)	Generar acuerdos de colaboración para desarrollar, implementar y comercializar prototipos		Desarrollo conjunto con Instituciones de investigación	Grandes Compañías Mineras
Centros de Investigación o Universidades (AMTC, CICITEM, UCN, UA)	Preparar documentación para captar fondos públicos-privados; y fondos provenientes de licencias		Relación de confianza y a largo plazo con todos los segmentos	Instituciones de Investigación
Organismos Publico-Privado (Corfo y Expandeminería)	Realizar Seminarios y Talleres			
Grandes Proveedores (Golder associates, Stantec, Finning, SNC-Lavalin)				
	Recursos Clave		Canales	
	Capital humano especializado en desarrollo y comercialización		Reuniones con empresas, rondas de negocios	
	Acceso a fondos públicos		Seminarios, Talleres y Ferias comerciales	
	Estrategia de ingreso y posicionamiento		Plataforma Web, Revistas especializadas	
Estructura de Costos		Fuentes de Ingresos		
Costos Fijos (Principalmente Capital Humano)		Aportes de fondos públicos y/o privados		
Costos Variables asociados al número de proyectos		Asesorías técnica-comercial, transferencia y gestión de proyectos de I+D		
Gastos de administración		Licencias y patentes		
		Comercialización de productos o servicios		

Tabla 18. Lienzo canvas para el modelo de negocios de CEMI en Chile.
Fuente: Elaboración propia

6. PLAN DE MARKETING

6.1 COMERCIALIZACIÓN Y VENTA

En el proceso de innovación en minería, interactúan varios participantes, por lo que se torna complejo la relación y conexión entre ellos, generando una brecha importante entre la industria, las pymes e instituciones de I+D. CEMI, como centro de I+D, trabaja para cubrir esta brecha, lo cual hace principalmente a través de una vinculación con todos los stakeholders y lo materializa a través de asesorías, colaboración en investigaciones y representación de productos o servicios de pymes canadienses que aporten con soluciones a problemas actuales.

En Chile, existen cinco centros internacionales de I+D, de los cuales tan solo dos son los más especializados en minería (CSIRO y SMEI). La necesidad por incorporar mayor innovación es evidente, puesto que el plan estratégico nacional de desarrollo minero pretende que los proveedores mineros chilenos pasen de exportar cerca de US\$ 400 millones a US\$ 4.000 millones en el año 2035.

Por otro lado, las grandes compañías mineras, necesitan mejorar la productividad de sus operaciones mineras, la mayoría antiguas, para poder cubrir un déficit de 15 Mton de cobre pronosticado para el año 2035.

Luego, se plantean tres segmentos importantes con potenciales clientes:

- Pymes mineras: El total de empresas es de 1334, con un volumen de venta de US\$ 15.019 millones (CNP, 2017). Luego, cincuenta empresas exportan más de US\$ 1 millón anual y tan solo tres podrían considerarse como proveedores de clase mundial con ventas anuales por sobre US\$ 25 millones. Actualmente, la mayoría de estas empresas tienen un sistema de gestión en torno a la innovación, pero no logran la confianza de la industria para la adopción de sus servicios o productos. Son empresas que tienen buenas capacidades técnicas, pero carecen de capacidades de innovación y comercialización para concretar sus innovaciones. Según Bravo-Ortega & Muñoz, 2015, solo el 3% de las empresas muestran condiciones avanzadas que facilitan desarrollo de procesos de innovación o el diseño avanzado para mejorar la tecnología existente.

En este segmento el principal servicio a ejecutar es el de asesorías técnico-comerciales para el desarrollo de innovaciones iniciadas por las pymes.

- Grandes Compañías Mineras: Son en su mayoría empresas trasnacionales de capitales extranjeros que tienen operaciones en diversos países y por cuanto suelen trabajar con centros de I+D propios o internacionales para adoptar mejoras o innovaciones en sus distintas operaciones. Ahora bien, en cada operación y país tiene sus complejidades y por eso necesitan instituciones que fomenten la conexión entre las problemáticas de las mineras con las pymes o instituciones de I+D que puedan solucionar estas problemáticas.

En este segmento los servicios a ofrecer son principalmente; transferencia y gestión de proyectos de I+D, comercialización de productos o servicios de pymes canadienses,

- Instituciones de Investigación: En general acorde al estudio de mercado presentado en el capítulo 5, a estas instituciones les falta mejorar la vinculación con la industria y pasar de las etapas de investigación básica a una más experimental y de desarrollo de productos o servicios. En estos puntos es donde CEMI puede aportar y ser atractivo para concretar alianzas con las instituciones de I+D chilenas vinculadas a la minería.

En este segmento se pretende realizar investigaciones conjuntas para optar a fondos concursables e incrementar el know-how y ampliar redes de contacto.

6.2 ESTRATEGIA COMPETITIVA

CEMI propone ser un centro de excelencia en innovación minera con la mayor especialización en la industria minera respecto a los otros centros de excelencia que actualmente operan en Chile, además de ser un centro sin fines de lucro. También, se planea que CEMI actúe directamente en las etapas de innovación que presentan más deficiencia y donde CEMI ha demostrado una amplia experiencia de éxito. Estas etapas son la de desarrollo, escalamiento y comercialización de productos o servicios. En este punto el segmento preferencial serán las pymes mineras, puesto que son las principales generadoras de innovación, pero a su vez son las que más necesitan asesoría para concretarlas.

Todo lo anterior se verá reforzado con la implementación y transferencia de tecnologías desarrolladas por pymes canadienses en operaciones mineras de Chile, lo cual ira demostrando las capacidades de CEMI para concretar proyectos de innovación de manera satisfactoria en la industria minera. En este punto el segmento preferencial serán las grandes empresas mineras o grandes proveedores para la minería, por cuanto son el segmento que tiene las necesidades y disposición a pagar por productos o servicios probados y que soluciones sus problemáticas.

Respecto a la vinculación con la industria, el mayor problema es que las investigaciones no son muy aplicadas, por lo que falta un nexo que inicie investigaciones que finalmente vayan a ser ejecutadas en la industria. Esta problemática ha sido bien resuelta por CEMI en Canadá, principalmente a través de programas en conjunto con universidades y empresas. En este punto el segmento preferencial serán las universidades, centros de I+D y empresas mineras, ya que son los principales interlocutores que en conjunto pueden generar innovación.

6.3 PROMOCIÓN

Un objetivo primordial en la promoción será generar el “Brand knowledge”, durante 1 año y posteriormente se deberá evaluar y reformular en base a los resultados.

De acuerdo con lo establecido en los puntos anteriores, el plan ira dirigido a pymes, compañías mineras e instituciones de investigación.

Lo básico será transmitir las capacidades y experiencia de CEMI en minería, destacando casos exitosos de soluciones que abordaron brechas o desafíos en productividad y sustentabilidad.

El primer paso será trabajar con herramientas de publicidad, para ello se contempla la actualización de un apartado en el sitio web de CEMI para presencia en Chile, donde se incluirá información relevante de la nueva línea de investigación, presentación del equipo local, generación de acuerdos de colaboración y alianzas, resultados de proyectos, notas de prensa, entrevistas a investigadores, etc.

Otro medio de comunicación definido serán los workshops, seminarios y misiones tecnológicas para mostrar en diferentes grados, los resultados y el impacto del uso de soluciones desarrolladas e implementadas por el equipo CEMI.

En Figura 18, se muestra un tríptico o escrito de promoción como ejemplo.



Figura 18. Ejemplo de tríptico para promoción del centro
Fuente: Elaboración propia.

También se considera el acercamiento de forma directa y personalizada a potenciales clientes vinculados a la industria minera. Para iniciar estas reuniones uno a uno, se consideran los contactos que tienen; la Cámara chileno-canadiense de comercio, Prochile, Expandemineria, CORFO, Universidades y Gremios industriales. Adicionalmente, contactos que miembros del directorio de CEMI tienen con empresas transnacionales como Anglo American, Glencore, Rio tinto y Vale.

Para la evaluación del Plan Comunicacional se han definido los siguientes indicadores:

- Número de visitas al sitio web
- Número de asistentes a Workshops y Seminarios/ Número objetivo de asistencia

- Razón de la asistencia a Workshops y Seminarios con relación al número de invitaciones efectuadas.
- Cantidad de propuestas generadas por año
- Cantidad de nuevos proyectos asignados por año
- Razón de proyectos asignados con relación a propuestas generadas.

Las conferencias más importantes donde se realizará promoción o deberá asegurar la presencia se detallan en Tabla 19

Nombre del congreso	Mes	Día	Descripción
World Copper Conference	Marzo	23-25	Es sin duda, la mayor conferencia de la industria minera a nivel global
Minexcellence	Abril	15-17	Conferencia Internacional sobre la excelencia operativa en Minería
EXPOMIN	Abril	20-24	Se promueve la discusión y el análisis de las necesidades y tendencias de la minería en Chile y el mundo
MASSMIN	Octubre	04-07	Se reúnen la industria de la gran minería subterránea para compartir experiencia y visualizar el futuro de la industria a nivel global
Mineplanning	Sin Confirmar		Planificación minera
Watercongress			Uso del agua en la minería
Sustainablemining			Sustentabilidad en Minería
Hydroprocess			Procesos hidrometalúrgicos
Mantemin			Mantenimiento minera
Procemin			Procesos mineros
Tailing			Relaves

Tabla 19. Principales eventos mineros que tendrán lugar en Chile durante el año 2020.

Fuente: Elaboración propia

7. PLAN DE OPERACIÓN E IMPLEMENTACIÓN

7.1 OPERACIÓN

La operación se divide acorde al tipo de servicio que se brindará, quedando de la siguiente manera: estudio de propuestas, investigación, asesorías comerciales, post venta y búsqueda de nuevos negocios.

En el estudio de propuesta, participan especialistas en desarrollo de negocios e investigadores. El resultado esperado es la asignación de algún fondo concursable. Posteriormente según el tipo de proyecto, se asignará al área correspondiente.

Si el proyecto es de investigación, entonces se designa un investigador jefe y se pone a disposición recursos acorde al proyecto. En caso de que el proyecto sea parte de una alianza, se designa un investigador jefe por cada parte del consorcio. Acá los ingresos son por asignación de fondos concursables tanto públicos como privados.

Si el proyecto es de desarrollo de producto o servicio, se asigna al área de asesorías comerciales. Acá los ingresos percibidos son por el cobro de un cargo por la asesoría (más usada) o participación en los potenciales beneficios (menos usada).

Cuando un producto o servicio se transfiere de manera exitosa al mercado, existe licenciamiento o patentes, pasando al área de post venta, que se encargará de darle continuidad al producto y establecer una relación con duradera y virtuosa con el cliente, de manera tal que sirva para futuras innovaciones. Acá los ingresos provienen de licencias o patentes que paga la institución usuaria de los productos o servicios y que recibe el centro como contribuidor directo del producto o servicio en cuestión.

Finalmente hay un área encargada de buscar nuevos negocios, encarga principalmente de promocionar y vender productos o servicios de pymes canadienses que tengan potencial de adopción en el mercado chileno. La estrategia de venta es mediante venta directa según requerimiento específico del cliente y participación en desafíos de innovación. Como esta área conecta de manera directa con los potenciales clientes, tendrá como tarea vincular con gremios de proveedores, empresas mineras y plataformas de innovación.

7.2 IMPLEMENTACIÓN

Inicialmente se gestionará desde Canadá el estudio y postulación a fondos concursables no basales, para lo cual, existe un equipo con experiencia en apertura de oficinas y postulación de fondos públicos. De manera paralela, se iniciarán los trámites para la inscripción del centro en los registros de centros de I+D de Corfo, lo cual supone la creación de un Rut y posteriormente facilitar el acceso a asignación de fondos concursables.

De manera paralela se pretende realizar alianzas de cooperación con distintas organizaciones en lo que respecta a investigación, asesoría para el desarrollo de productos y/o servicios, gestión de proyectos de innovación, vigilancia tecnológica y promoción de empresas canadienses.

Las líneas de acción preferidas por los distintos stakeholders son; adopción de buenas prácticas por parte de empresas canadienses en ámbitos de sustentabilidad, relaciones con la comunidad, productividad y electro movilidad. Respecto al foco en el proceso de innovación, se destaca que es necesario fortalecer el paso desde la validación de productos a la escalabilidad y comercialización.

Para desarrollar la innovación en minería, se concretarán alianzas con gremios de proveedores mineros, como Minnovex y Sutmin. Para esto se realizarán videoconferencias para acercar posiciones y definir el curso de acción, para finalizar con la firma de un memorándum de manera presencial acá Chile. Por su puesto que, si existiese la posibilidad de concretar un financiamiento basal a futuro, la alianza podría ser ampliada. Las líneas de acción preferidas en estos casos son asesoramiento a las pymes desde la etapa de escalamiento hasta la etapa de comercialización. Respecto a los procesos mineros, existe un consenso tanto por las entrevistas como por los estudios revisados, que los procesos donde se requiere más innovación son en exploración, planificación, hidrometalurgia y concentración.

Para ampliar el alcance de innovación, se continuará empleando plataformas abiertas de innovación. Actualmente CEMI, tiene un acuerdo con Expandemineria, organismo de carácter público-privado que busca impulsar un ecosistema de innovación en minería, y que es la evolución del “Programa de proveedores de clase mundial (PPCM)”. Con esta alianza se continuará participando de manera más activa en los desafíos que se presenten, puesto que se irá aumentando el conocimiento de los problemas de la industria local.

En investigación, se tiene considerado conectar con otros centros de I+D. En Chile, CEMI tiene alianza con AMTC, institución que tiene un amplio alcance. Luego, como se analizó en el capítulo 4 y se verificó en el estudio de mercado, hay una oportunidad de alianza con un centro regional (CETMINERIA), donde el objetivo central será complementar investigaciones, ampliar red de colaboración y tratar de generar acuerdos comerciales.

Respecto a los tipos de contrato, acorde a un estudio de iUAI mining (2018), los más comunes son el contrato tecnológico y contrato colaborativo. El contrato tecnológico se basa en un conocimiento técnico determinado entre el oferente y demandante, mientras que el contrato colaborativo es clave para aumentar la eficiencia, mejorar los vínculos entre las partes y equiparar las posiciones de negociación. En ambos tipos de contrato, las cláusulas que más gravitan en la relación de empresas mineras, proveedores y centros de I+D son: riesgo, propiedad intelectual, KPI de satisfacción, arbitraje, confidencialidad, termino de contrato y exclusividad.

Para la vinculación con la industria minera, se puede aprovechar las actuales colaboraciones desarrolladas en conjunto en Canadá, donde se han desarrollado importantes proyectos (Ver 4.1.3) con las empresas trasnacionales Anglo American, Vale S.A y Rio Tinto, todas con operaciones en Chile. A su vez, también aprovechando las facilidades de conexión que brinda la cámara chilena-canadiense de comercio y ProChile, se realizarán esfuerzos para lograr acuerdos con las empresas mineras canadienses que operan en Chile, a saber; Teck Resources, Barrick Chile, Kinross, Yammana, Goldcorp y Minera Valle Central S.A.

También es importante que el centro se inscriba en el registro de centros de I+D de Corfo, esto ya que permitiría a empresas gestionar proyectos de innovación a través del centro y declarando los gastos como I+D bajo la ley 20.241, permitiendo una rebaja en el impuesto de primera categoría de hasta un 35%. Esta situación ayudaría a la asignación de proyectos privados.

7.3 ORGANIZACIÓN

7.3.1 Estructura

Para definir la estructura, se puede dividir en dos etapas.

En la primera etapa, van los recursos humanos necesarios para la adjudicación de proyectos y generación de alianzas que funcionarán durante el primer año.

En la segunda etapa, van los recursos humanos necesarios para: operar un proyecto ya adjudicado, realizar asesorías comerciales, gestión de proyectos y comercialización de productos o servicios.

Para el primer año la organización dependerá directamente de la vicepresidencia de desarrollo de negocios y los requerimientos serán los siguientes:

- Para el proceso de postulación, se requerirá un equipo del área de propuestas que contempla; especialistas de desarrollo de negocios, investigador senior y analistas. Los especialistas de desarrollo de negocios podrán estar basados en Canadá, aunque de preferencia deberán ser profesionales chilenos. Tanto el investigador, como los analistas, serán profesionales chilenos.
- Para el proceso de gestionar alianzas, se realizan con el área de desarrollo de negocios de las oficinas centrales y el director del centro. Éste último tiene que ser un profesional basado en Chile y con vasta experiencia y conocimiento en I+D de la industria minera.

Así el organigrama para el periodo de desarrollo de negocios se muestra en Figura 19.

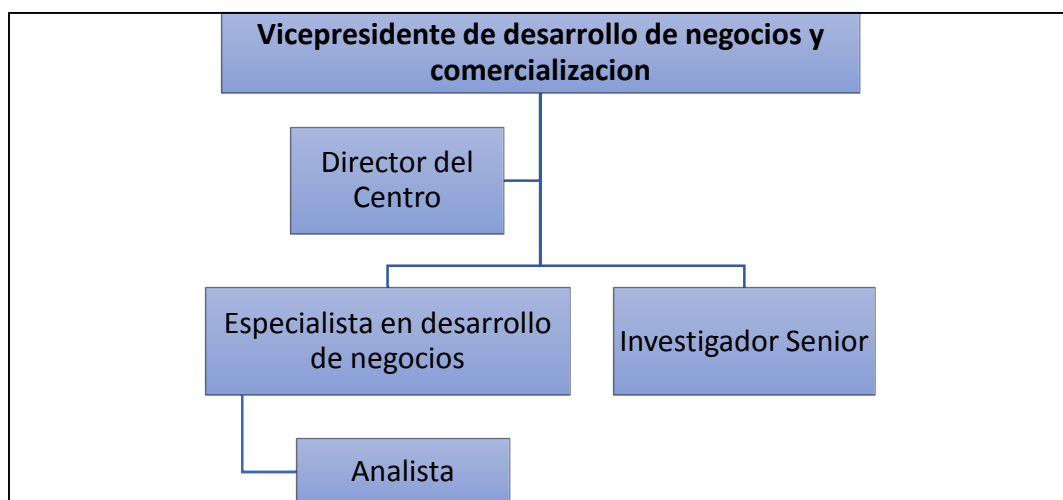


Figura 19. Organigrama para el primer año de funcionamiento.
Fuente: Elaboración propia

Desde el segundo año en adelante, se espera la asignación de proyectos para el desarrollo de prototipos, comercialización o investigación. El personal se espera que sea mayoritariamente local y todos basados en Chile, a excepción del vicepresidente de operaciones y especialistas en desarrollo de negocios. Se necesitará un director del centro y un investigador senior, además, dependiendo de la cantidad de proyectos en ejecución se requerirán especialistas en implementación y transferencia, especialistas en desarrollo de negocios, profesionales freelance y analistas.

En Figura 20, se presenta el organigrama tipo:

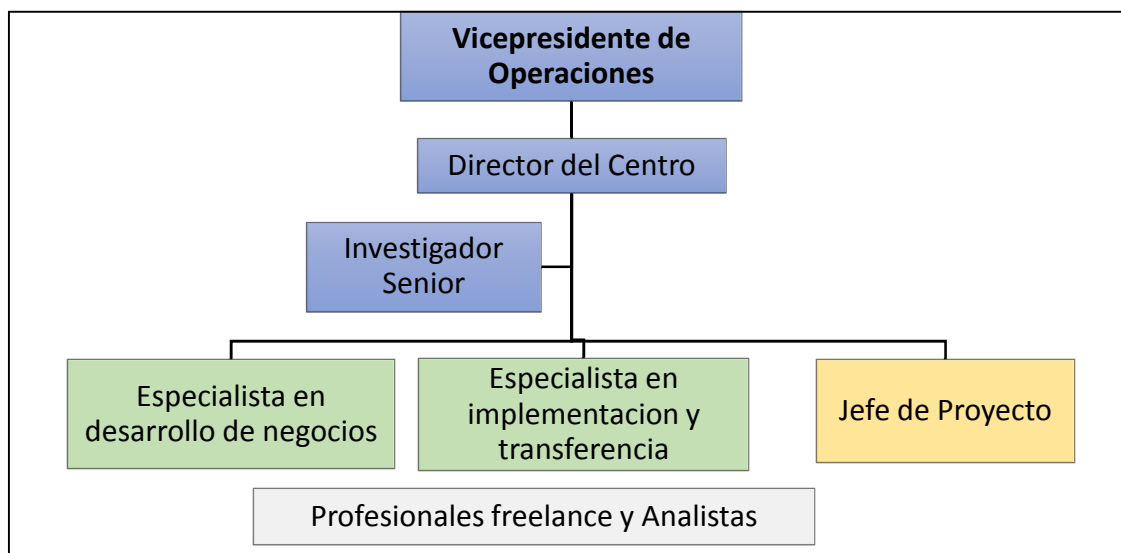


Figura 20. Organigrama para la implementación y operación de CEMI en Chile.
Fuente: Elaboración propia

7.3.2 Diferencias culturales

Un aspecto para considerar son las diferencias culturales entre Canadá y Chile. En términos prácticos se puede mencionar el “índice de capital social” realizado por el think-tank “SolAbility”, donde Canadá está en el puesto 41 (48 puntos) y Chile en el 135 (36 puntos).

El índice muestra la suma de la estabilidad social y el bienestar (percibido o real) de toda la población. El capital social genera cohesión social y un cierto nivel de consenso, que a su vez ofrece un entorno estable para la economía y evita que los recursos naturales sean sobreexplotados. Además de las influencias históricas y culturales locales, el consenso social en una sociedad se ve afectado por varios factores: los sistemas de atención médica y su disponibilidad; igualdad de ingresos y activos; estructura demográfica; la libertad de expresión, la libertad del miedo y la ausencia de conflictos violentos que se requieren para que las empresas puedan generar valor (SolAbility, 2019).

Acorde a estas diferencias en el capital social, es que será necesario un equipo especial que aborde esta brecha primero en el personal local a contratar y segundo, se aborde una estrategia en los proyectos en los que se participe. Para esto se considera contratar a una consultora especialista en cambios culturales.

8. PROYECCIÓN FINANCIERA Y ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

8.1 ESTIMACIÓN DE INGRESOS

Los ingresos serán por fondos de proyectos concursables, asesorías, licencias y representación de productos o servicios de pymes canadienses, donde CEMI actúa como dealer entre la pyme canadiense y la empresa contratante chilena.

Como organización sin fines de lucro, CEMI garantiza que todas las tarifas y regalías de sus servicios de gestión de proyectos de comercialización se reinviertan para financiar futuras actividades de innovación en CEMI.

A continuación, se presenta una descripción por cada ítem de ingreso:

- Aporte de fondos estatales o privados: Este ítem, es una proyección de ingresos esperados por asignación de proyectos. Se toma como referencia los fondos gestionados por CORFO, como, por ejemplo; “Validación y empaquetamiento de innovaciones” y “contratos tecnológicos para la innovación”. Estos fondos cuentan con un financiamiento de hasta CLP\$ 200 millones que cubre entre un 50 a 70% de los costos del proyecto, para realizar actividades de testeo y validación que apunten a llevar un prototipo hasta su etapa de producto validado para su salida al mercado. También existe un fondo para “prototipos de innovación” con un monto máximo de CLP\$ 60 millones.

Respecto a la investigación, está el instrumento de I+D aplicada de CORFO, que cofinancia proyectos por un 40% de los costos, hasta un tope de \$400 millones en investigación aplicada y desarrollo experimental de soluciones innovadoras a desafíos productivos complejos con alto riesgo tecnológico y comercial.

Respecto a los fondos privados, las empresas pueden destinar fondos a I+D, contratando a un centro de I+D para apoyar o asesorar, pudiendo optar a una rebaja en el impuesto de primera categoría.

- Ingreso por licenciamiento o patente: Después de comercializar un producto o servicio con un alto potencial de mercado, se deben obtener ingresos por licencias o patentes, el que comúnmente es renovable entre 2 a 3 años y con un valor promedio en la industria minera de CLP\$ 58 millones por licencia. Se considera que todos los proyectos piloto o prototipo generaran ingresos por licencia.
- Asesorías técnicas y comerciales: Se espera que conforme vayan aumentando el número de proyectos y clientes, la cantidad de asesorías también se irán incrementando. La tarifa por asesoría es variable y dependerá del tipo y potencial del proyecto. Para efecto de evaluación se estima que se realizaran entre 1 a 2 asesorías por mes, destinando entre 1 o 2 profesionales con dedicación exclusiva.
- Comercialización de productos o servicios: Ingresos por concepto de regalías por la representación o comercialización de productos o servicios en el mercado chileno por parte de empresas canadienses. El valor comúnmente se calcula en base a un porcentaje entre 2 y 5% sobre las ventas que genere el producto o servicio. El rango de ventas para las empresas chilenas medianas está entre 1 a 4 MUSD (Ver

Tabla 9), mientras que las ventas promedio de las empresas canadienses con las que CEMI está trabando y que tienen potencial en el mercado chileno es de 15 MUSD.

La proyección de trabajos a ejecutar por cada año se incrementará gradualmente. Los proyectos piloto o prototipos alcanzarán 3 contratos por año. Los proyectos de investigación se contemplan adjudicaciones cada 2 años (duración de 2 años). Los productos comercializados alcanzan un máximo de 2 contratos a partir del tercer año (ver Tabla 20).

Proyección de trabajos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Proyectos de desarrollo (Piloto, prototipo, etc)	1.0	1.0	2.0	2.0	3.0
Proyectos de investigación	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Pagos de licencias o patentes			1.0	3.0	5.0
Productos o servicios comercializados	1.0	1.0	2.0	2.0	3.0

Tabla 20. Proyección de trabajos anual, acorde al tipo de servicio del centro en Chile.

En Tabla 21, se presenta la proyección de ingresos:

INGRESOS	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Fondos por Proyectos Pilotos o Prototipos	100	200	400	400	600
Fondos para investigación	-	150	150	150	150
Licencias y patentes	-	-	58	174	290
Asesorías técnicas-comerciales. Transferencia y gestión de proyectos de I+D	81	86	191	191	191
Comercialización de productos o servicios	40	40	80	80	120
Total Ingresos	221	476	879	995	1,351

Tabla 21. Proyección de ingresos para la operación del centro en Chile (millones de pesos)

Cabe mencionar que posterior al quinto año, sin perjuicio de que el centro deje de funcionar, pueden continuar habiendo ingresos por renovación de licencias, lo que también implicaría un costo de gestión que sería menor. Para efectos de esta evaluación se consideran renovaciones posteriores al quinto año. Los ingresos por licencia de los proyectos piloto en el quinto año se pagan el mismo año.

8.2 ESTIMACIÓN DE COSTOS

Los costos se dividen en variables y fijos. Dentro de los variables están los costos directos para la operación y ejecución de los proyectos asignados. También se consideran capital humano que dependen directamente de la cantidad de proyectos en el portafolio, como especialistas en desarrollo de negocios, especialistas en implementación e investigadores.

Los costos fijos, están compuestos principalmente por remuneraciones, donde se considera al director del centro y profesionales freelance, así como también soporte de casa matriz, arriendo y actividades de marketing.

Las consideraciones para la estimación de costos son las siguientes:

- Los costos variables imputados a proyectos se calcularon en base al monto de financiamiento de proyectos concursables y la experiencia de CEMI en proyectos anteriores.

- Se contempla un director de centro por todos los años de operación
- Un porcentaje del costo del investigador senior se imputa como gasto de administración y otra parte se solventa de los fondos por proyectos
- Se consideran entre 1 a 2 especialistas de desarrollo de negocios e implementación.
- Soporte de oficinas centrales o headquarter, considera horas hombre de administración, soporte TI, viajes y seguros. El primer año se contempla un monto de 14 millones ya que considera un soporte mayor, para cubrir abogados y auditor, además de la asesoría de una consultora especialista en cambio cultural. Desde el segundo año el monto será de 9 millones anuales.
- Los gastos administrativos se estiman en 12 millones para el primer año y 24 millones desde el segundo año. Consideran el arriendo y servicios para el funcionamiento del centro.
- Las actividades de marketing se estiman en 19 millones para el primer año y 9 millones anuales desde el segundo año. Considera difusión, promoción, viajes y participación en ferias.

En Tabla 22, se presenta la proyección de costos:

COSTOS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Costos Variables						
Costos en proyectos desarrollo (piloto, prototipo,esc)	-	75	150	300	300	450
Costos en proyectos Investigacion	-	-	113	113	113	113
Especialista en desarrollo de negocios	-	37	37	74	74	74
Especialistas en Implementacion y Transferencia	-	-	36	36	36	71
Analista	-	14	14	14	14	28
Sub Total Costos Variables	-	126	349	536	536	735
Gastos de Administracion						
Director	-	73	73	73	73	73
Investigador Senior	-	22	11	22	22	22
Profesionales freelance	-	-	15	15	15	15
Soporte Headquarter	-	14	9	9	9	9
Arriendo y Servicios	-	12	24	24	24	24
Actividades de marketing	-	19	9	9	9	9
Sub Total Gasto de Administracion	-	139	141	152	152	152
Total Costo	-	265	490	688	688	887

Tabla 22. Proyección de costos para la operación de CEMI en Chile (millones de pesos)

8.3 ESTADO DE RESULTADO

Para construir el estado de resultado y flujo de caja, se consideran la siguiente información:

- Se requerirá inversión para habilitar el centro con mobiliario e infraestructura de TI para los trabajadores, con un monto de CLP\$ 6 millones y CLP\$ 1,5 millones al cuarto año como consecuencia de nuevas contrataciones proyectadas. De acuerdo con el SII (resolución N°43 de 26-12-2002), se considera 6 años de depreciación para computadores y 7 años para mobiliario de oficina.
- Para la evaluación, el financiamiento de la inversión inicial será con capital propio

- El capital de trabajo asciende a CLP\$ 139 millones y considera los gastos fijos y de administración equivalentes a un año de operación. Si bien se espera que posterior a 6 meses de funcionamiento, debería haber un ingreso por asignación de proyecto, lo mejor es considerar un año de gastos fijos necesarios como inversión en capital de trabajo, lo que representa una evaluación conservadora.
- Acorde a la circular N°52 el impuesto a la renta de primera categoría para el 2019 en adelante es de 27%. La evaluación se realiza con arrastre de pérdida y pago solo cuando existe utilidad positiva.
- Para el horizonte de evaluación, CEMI contempla en sus proyectos 5 años.
- La inversión en intangibles considera el arriendo por adelantado, tramites de constitución, abogados y reclutamiento de personal.

Acorde a estos puntos el estado de resultado y flujo de caja se presenta en Tabla 23.

FLUJO DE CAJA	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos	-	221	476	879	995	1,351
Costos	-	-265	-490	-688	-688	-887
Depreciacion	-	-1.0	-1.0	-1.0	-1.3	-1.3
Perdida ejercicio anterior	-	-	-44	-14	-	-
Utilidad antes de Impuestos (UAI)	-	-45	-59	177	306	463
Impuestos (27%)	-	-	-	48	83	125
Utilidad despues de impuestos (UDI)	-	-45	-59	129	223	338
Depreciacion	-	1.0	1.0	1.0	1.3	1.3
Inversion Activos Fijos	-6.0	-	-	-	-1.5	-
Inversion intangibles	-3.1	-	-	-	-	-
Perdida del ejercicio anterior	-	-	44	14	-	-
Capital de trabajo	-139	-	-	-	-	-
Recuperacion del Capital de trabajo	-	-	-	-	-	139
Flujo de Caja	-149	-44	-14	144	223	478
Flujo de Caja Acumulado	-149	-193	-207	-63	160	639

Tabla 23. Flujo de caja para la operación del centro en Chile (millones de pesos)

8.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA

Para la tasa de descuento, CEMI utiliza un rango entre 11% y 20%, por lo que se utilizaran estos dos valores para determinar el Van. Luego, la evaluación económica para el flujo de caja presentado en Tabla 23, entrega los siguientes indicadores:

Tasa de descuento	11%	20%
VAN (CLP\$ Millones)	336	188
VAN (USD\$)	238.772	133.458

La tasa interna de retorno (TIR) da 42%, mientras que el periodo de retorno de capital (PRC) da 3,4 años.

Empleando la tasa de descuento más desfavorable, el proyecto presenta un VAN positivo, así como también una TIR positiva y un PRC de tan solo 3.4 años, hacen que el proyecto sea atractivo.

8.5 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Al realizar una variación de +/- 25% sobre las principales variables que afectan el proyecto, y utilizando una tasa de descuento del 20%, el resultado indica que las variables más sensibles son:

- Si los costos variables aumentan un 25%, el VAN disminuye en un -92% y si los costos bajan un 25%, el VAN aumenta en un 93%.
- Si el costo de capital humano aumenta un 25%, el VAN disminuye en un -31% y si el costo baja un 25%, el VAN aumenta en un 31%.
- Si los ingresos por adjudicación de fondos de proyectos de I+D aumentan un 25%, el VAN aumenta también en un 16% y si los ingresos bajan un 25%, el VAN disminuyen en un -31%.

El resultado de todas las variables analizadas se muestra en Tabla 24.

Variable de Sensibilidad	Variación del VAN (CLP Millones)		Variación Porcentual VAN (%)	
	Aumento	Disminución	Aumento	Disminución
Ingresos				
Proyectos Investigación y desarrollo	218	131	16%	-31%
Productos o servicios comercializados	226	150	20%	-20%
Pagos de licencias o patentes	231	145	23%	-23%
Costos				
Costos Variables	363	16	93%	-92%
Costo capital humano	130	246	-31%	31%

Tabla 24. Análisis de sensibilidad del VAN del proyecto en base a variación de ingresos y costos

Si bien el impacto de los costos es significativo en el monto del VAN, los valores deberían tener menos fluctuaciones que los ingresos, ya que, al no tener operaciones en Chile, no se tiene más información respecto a los ingresos. En este sentido se analiza la sensibilidad del VAN, en términos de variación de las cantidades de proyectos de I+D, productos y licencias comercializados (ver Tabla 25).

	Cantidad (un)	Variación (un)	VAN (CLP Millones)
Proyectos Investigación y desarrollo	13	6	38
Productos o servicios comercializados	9	0	36
Pagos de licencias o patentes	10	0	17

Tabla 25. Análisis de sensibilidad del VAN del Proyecto en base a variación de las cantidades que afectan los ingresos.

Podemos apreciar que, si no se logra comercializar ningún producto, el VAN continúa siendo positivo (36 CLP millones). Si no se logra concretar ninguna licencia o patente, el VAN es positivo (17 CLP millones). Finalmente, si los proyectos de I+D bajan de un total de 13 durante los 5 años a 6, el VAN sería de 38 CLP millones. Todo lo anterior indica que hay mayor rango de aceptación en cuanto no se obtengan los volúmenes de venta presentados en la presente evaluación.

9. CONCLUSIONES

Se realizó un plan de negocios para dos alternativas de expansión de un centro internacional de excelencia en innovación minera “CEMI” en Chile, en base a la propuesta de valor del centro y necesidades de innovación en la industria minera. La evaluación económica de este plan de negocios resultó con indicadores positivos que hacen de las alternativas propuestas, atractivas de considerar para ejecutar una posible expansión al mercado chileno.

Se identifica el ecosistema de innovación en el que están inmersos los centros de innovación en Chile, notando que existen una serie de instrumentos y organismos destinados a fomentar la innovación. De hecho, en 2017, Santiago registró el mayor número de start-up mineras en todo el mundo, sin embargo, este boom no ha dado el paso a spin-off o empresas sustentables y de clase mundial, que es lo que se espera a partir del plan estratégico chileno para impulsar la minera. Lo anterior se explica principalmente por la baja inversión estatal y privada en I+D que no permite realizar investigaciones y desarrollos de largo plazo por falta de recursos. En este sentido, resulta difícil, que un CEI se establezca en Chile y genere resultados de alto impacto y calidad, sobre todo en las áreas de investigación. Así, surge la primera restricción a la estrategia de expansión, la cual es: no enfocarse en investigación.

A su vez se destaca dentro del ecosistema, que el plan estratégico gubernamental para desarrollar la minería en Chile es ambicioso, ya que busca alcanzar al año 2035 un monto de US\$ 4.000 millones en exportaciones y crear 250 proveedores de clase mundial. A esto se añade, que muchas minas irán decreciendo su producción y leyes de mineral, más el déficit de oferta estimado en 15 Mton al año 2035. Para el cumplimiento de estos objetivos, los ejes conductores al éxito serán; la productividad, sustentabilidad, inclusión de las comunidades, innovación e incorporación de nuevas tecnologías, justamente ejes desde donde CEMI cimienta los proyectos en que participa, siendo factores que podría favorecer la presencia del centro en Chile.

Se realiza un análisis de los distintos stakeholders, concluyendo que:

En el análisis del gremio de proveedores mineros, se establece que las mejores alianzas podrían ser con Sutmin y Aprimin. Sin embargo, las empresas socias de Minnovex tienden a innovar más, por lo que resultaría un socio idóneo, además de que este gremio mostro intenciones favorables de asociarse con un centro internacional, no así los otros dos gremios, de los cuales no se obtuvo pronunciamiento.

En el análisis de los centros de innovación, se establece que CEMI se diferencia de los otros centros, ya que, al comparar las capacidades y habilidades de los centros internacionales de innovación asentados en Chile, CEMI es el centro más especializado en la industria minera y con mayor foco en la etapa de comercialización. Respecto a los centros nacionales, CEMI junto al AMTC, comparten el foco en minería subterránea, pero lo que diferencia a CEMI de AMTC y CodelcoTech, es que CEMI también tiene mayor foco en productividad y sustentabilidad.

Las principales necesidades de la industria minera en torno a la innovación se centran en aspectos comerciales, modelo de negocios, vinculación con la industria y capacidades técnicas. Las más resonantes son:

- ✓ Las pymes necesitan asesoramiento comercial para pasar de la etapa de definición a escala y mejorar la entrega de una propuesta de valor y posicionamiento en la innovación.
- ✓ Las empresas mineras deben aumentar la confianza en las pymes y mejorar la productividad y la sofisticación de sus procesos.

Acorde al diagnóstico de CEMI, las principales capacidades y habilidades son tener una fuerte red de colaboración en Canadá con 135 colaboradores provenientes del gobierno, universidades, centros de investigación y pymes. A su vez, contar con varios casos de éxito, destacando en 14 iniciativas de primer nivel. Los principales servicios que promueven la innovación son: desarrollo de prototipos, demostración y escalamiento, protección de propiedad intelectual, desarrollo de mercados, soporte y análisis comercial, desarrollo de canales, asesoramiento de directores y soporte financiero.

La propuesta de valor de CEMI es; ser una organización sin fines de lucro que ayuda a cerrar el gap técnico y comercial durante el proceso de innovación en la industria minera, ya que posee experiencia técnica y comercial que le permite realizar todas las tareas necesarias para cerrar los gaps, especialmente en las etapas de demostración, implementación, escalamiento y comercialización, que son las etapas donde más carencia hay en el ecosistema nacional.

Del análisis FODA, en las fortalezas, se destaca el ser un centro de innovación, sin fines de lucro y con buenos resultados. La principal debilidad es la dependencia de fondos públicos o privados para la operación. La mayor oportunidad es que el plan estratégico chileno para impulsar la minería está en línea con los focos de CEMI.

Del análisis PESTEL, se desprende que Chile es catalogado como un país estable, en constante crecimiento económico, con sólida base política y legal, lo que permite tener instrumentos de fomento a la innovación, pero que hasta el momento no son suficientes.

En el estudio de mercado se obtuvieron los siguientes hallazgos:

- Existe disponibilidad de fondos puntuales de I+D, pero en el corto plazo no habrá fondos de financiamiento basal de CEI. A su vez, existe una oportunidad para la instalación y centros que aporten al desarrollo en torno a la industria del litio
- Hay disponibilidad para generar alianzas por parte de proveedores y centros de I+D.
- En la etapa de innovación donde se requiere más trabajo es para pasar de la validación a escalamiento y comercialización.
- El foco transversal está en sustentabilidad, energías, automatización y productividad, con énfasis en energías alternativas y consumo de agua.
- Las pymes necesitan asesoría comercial puesto que tienen competencias técnicas, pero no tienen la visión para identificar las verdaderas necesidades de la industria
- La vinculación entre los stakeholders, principalmente entre la academia y la industria

- Las características de un buen CEI serían que: genere alianzas con partner locales, debe estar validado por la industria, contar con profesionales con experiencia académica y de empresas privadas, contar con presencia regional y realizar una transferencia tecnológica efectiva.

Se identifican cuatro estrategias de expansión, de las cuales se analizaron dos:

- 1) Financiamiento basal: Se descarta ante la no disponibilidad en el corto plazo
- 2) Joint Venture o consorcio tecnológico: No se evaluó esta alternativa, puesto que está siendo revisada en las oficinas centrales de CEMI.
- 3) Comercialización de los productos o servicios previamente desarrollados en Canadá: es una estrategia de bajo riesgo, ya que requiere principalmente inversiones en marketing y búsqueda de clientes. Los principales productos identificados con mayor potencial de venta en Chile por el segmento y el foco estratégico al que aportan serían las empresas; Coldblock, Revolution Mining, Symbioticware, MineSense y Covergalls.
- 4) Colaboración en I+D con otra organización en Chile. Las asociaciones más adecuadas serían con Minnovex, cuyas empresas socias son más innovadoras y con CICITEM, donde la experiencia de CEMI podría aportar en desarrollar y comercializar productos, que es justamente lo que este centro trabaja con pymes regionales vinculadas a la minería

A partir de la estrategia de expansión, se construyó un plan de negocios que contempla ingresos provenientes por: fondos de I+D públicos y/o privados, licencias y/o patentes, asesorías técnicas y/o comercial, y comercialización de productos o servicios. Los principales costos fijos son por capital humano y costos variables asociados a la operación de proyectos. Serán clave las asociaciones con Minnovex, CETMINERIA y grandes empresas mineras, los que a su vez son parte del segmento de mercado. Luego la estrategia de posicionamiento se basa en destacar que CEMI es un centro sin fines de lucro que puede cubrir las necesidades de la industria, como lo son; baja colaboración entre academia e industria y baja capacidad de desarrollo comercial por parte de las pymes. Los canales de difusión serán principalmente mediante reuniones exclusivas con clientes o mediante la participación en congresos y workshop.

Respecto al plan de operación e implementación, el centro operará con cinco áreas; estudio de propuestas, investigación, asesorías comerciales, búsqueda de nuevos negocios y post venta. La implementación se iniciará desde las oficinas centrales en Canadá y posteriormente se irán acercando posiciones con las alianzas planteadas, pudiendo utilizar un contrato colaborativo. Las líneas de acción para los proyectos serían; adopción de buenas prácticas por parte de empresas canadienses en ámbitos de sustentabilidad, relaciones con la comunidad, productividad y electro movilidad.

La evaluación económica al plan de negocios muestra que, para un horizonte de evaluación de 5 años, una inversión de CLP\$149 millones y una tasa de descuento del 20%, el proyecto generará un VAN de CLP\$188 millones, una TIR del 42% y un PRC de 3,4 años.

Como siguiente paso a este informe, se debería generar una primera reunión con las empresas recomendadas para asociarse y acordar los términos de la vinculación, así como también iniciar el proceso de búsqueda de capital humano e inscripción en congresos calendarizados para el próximo año.

Finalmente, a partir del plan de negocios, se podría comentar que establecer una oficina en Chile de representación de CEMI para el cono sur, podría resultar atractivo, por la estabilidad política y económica del país, así como también por la tradición y potencial mineros en Sudamérica. Por lo tanto, sería interesante que en un siguiente estudio se evalúe esta opción.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Balbontín, R., Roeschmann, J., & Zahler, A. (2018). Ciencia, Tecnología e Innovación en Chile: un análisis presupuestario. Extraído desde http://www.dipres.gob.cl/598/articles-171080_doc_pdf.pdf
- Bravo-Ortega, C., & Muñoz, L. (2015). Knowledge Intensive Mining Services in Chile, Challenges and Opportunities for Future Development (IDB-DP-418). Extraído desde Inter-American Development Bank website: <http://www.iadb.org>
- Bravo-Ortega, C., & Price-Elton, J. (2019). Innovation and intellectual property rights in the Chilean copper mining sector: the role of the mining, equipment, technology and services firms (Working Paper No. 54). World Intellectual Property Organization - WIPO.
- Calvo, C., Beltran, F., & Martinez, C. (2017). Boletín Área y tipo de Investigación desarrollada en Chile. Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. División de Innovación.
- Cantallops, J., & Monsalve, R. (2018). Encuesta de Innovación en Empresas Proveedoras de la Gran Minería (N° 298385). COCHILCO, Dirección de Estudios y Políticas Públicas.
- Cantallops, J., & Monsalve, R. (2017). Encuesta de Innovación en Empresas Proveedoras de la Gran Minería (N° 277896). COCHILCO, Dirección de Estudios y Políticas Públicas.
- CEMI sitio web. (2019). Extraído en Julio 2019, from <https://www.cemi.ca>
- CEMI. (2015). Annual Report 2015. Extraído desde <https://www.cemi.ca/>
- CEMI. (2017). Annual Report 2017. Extraído desde <https://www.cemi.ca/>
- CEMI. (2019, June 2). Ground Breaking News. Extraído desde https://www.cemi.ca/wp-content/uploads/2019/01/CEMI_Newletter_Dec2018.pdf
- Centro de Innovación UC. (2017, June 5). ¿Cuáles son los principales fondos públicos y privados para apoyar proyectos de investigación y desarrollo? Extraído desde <http://centrodeinnovacion.uc.cl/cuales-los-principales-fondos-publicos-apoyar-proyectos-investigacion-desarrollo/>
- CNP. Comisión Nacional de Productividad. (2017). Capítulo 4. Productividad en la Gran Minería del Cobre (ISBN: 978-956-7725-08-3). Extraído desde http://www.comisiondeproductividad.cl/wp-content/uploads/2017/09/Productividad-_cobre_14_09_2017.pdf
- COCHILCO. (2019). Cochilco - Estadísticas. Extraído desde <http://www.cochilco.cl:4040/boletin-web/pages/tabla20/buscar.jsf>

- CRU International Limited. (2018, Junio). Copper Market Outlook: Long term prospects are positive. Poster session presented at Copper to the World Conference, Adelaide Convention Centre. Extraído desde http://www.minerals.statedevelopment.sa.gov.au/__data/assets/pdf_file/0003/322734/Copper_to_the_World_2018_Vanessa_Davidson_Keynote_address_Morning_26_June_2018.pdf
- Cruz-Castro, L., Jonkers, K., & Sanz-Menéndez, L. (2015). The internationalisation of research institutes. Instituto de políticas y bienes públicos (IPP) CSIC, Working Paper. 2015-13.
- El Mercurio S.A.P. (2018, noviembre 14). Chile busca en China sofisticación para sus materias primas. Extraído desde <https://www.emol.com/noticias/Economia/2018/11/14/927314/Chile-busca-en-China-sofisticacion-para-sus-materias-primas.html>
- EMIS. (2016). Chile Mining Sector 2016/2017. An EMIS Insights Industry Report.
- Fundación Chile, & Programa nacional de minería Alta Ley. (2016). Capítulo 3. Desde el cobre a la innovación, Roadmap Tecnológico 2015-2035 (1era ed.). Santiago.
- IUAJ Mining. (2018). Innovación colaborativa, manual de buenas prácticas (15BPE-47240). Extraído desde <http://colaboramineria.cl/manual-de-buenas-practicas/>
- Klerkx, L., Alvarez, R., & Campusano, R. (2014). The emergence and functioning of innovation intermediaries in maturing innovation systems: the case of Chile. Routledge.
- Klerkx, L., & Guimon, J. (2017). Attracting foreign R & D through international centres of excellence: Early experiences from Chile (doi: 10.1093/scipol/scx011). Oxford University Press.
- Ley Incentivo I+D: Ley N° 20.570. (2012, March 16). Extraído desde <https://www.economia.gob.cl/ley-incentivo-id-ley-n-20-570>
- Meller, P., & Parodi, P. (2017). Del programa de proveedores a la innovación abierta en minería. Extraído desde CIEPLAN website: http://www.cieplan.org/media/publicaciones/archivos/403/Del_Programa_de_Proveedores_a_la_Innovacion_Abierta_en_Mineria.pdf
- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2013). Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Paredes, N., Zamudio, H., Araneda, H., Peña, P., & Becerra, M. (2017). PROVEEDORES DE LA MINERÍA CHILENA, Reporte de Exportaciones 2012-2016. Extraído desde DIRECON, ProChile, Fundación Chile, Innovum, Achilles. website: <https://corporacionaltaley.cl/wp-content/uploads/2017/06/Reporte-Exportaciones-2012-2016-VD.pdf>

- SERNAGEOMIN. (2017). Anuario de la Minería de Chile (Nº 290430). Servicio Nacional de Geología y Minería - SERNAGEOMIN.
- Sirinanda, K. (2018, February 26). The boom in mining start-ups. Extraído desde <https://www.ausimmbulletin.com/feature/boom-mining-start-ups/>
- SolAbility. (2019). The global sustainable competitiveness index 2019. Extraído desde <http://solability.com/the-global-sustainable-competitiveness-index/downloads>
- Tapia, D. (2019). Sergio Hernández: “Aprimin podría abrirse hacia el exterior”. *Revista Nueva Minería y Energía*. Extraído desde <http://www.nuevamineria.com/revista/sergio-hernandez-aprimin-podria-abrirse-hacia-el-exterior/>
- WIPO, INSEAD, & Cornell University. (2019). Global Innovation Index 2019: Creating Healthy Lives — The Future of Medical Innovation (12th ed.). Extraído desde https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2019.pdf
- Zacharewicz, T., Jonkers, K., & Sanz-Menéndez, L. (2017). The internationalisation of Research Technology Organisations (EUR 28442 EN, doi:10.2760/944413). European Comission.

11. ANEXOS

11.1 ANEXO A: BIENES Y SERVICIOS EXPORTADOS POR PROVEEDORES MINEROS

	Monto (US\$ MM)	% del total exportado
Bolas, partes para máquinas y aparatos para molienda de minerales.	131	31%
Nitrato de amonio, incluso en disolución acuosa	62	15%
Barras, partes moldeadas y las demás construcciones y sus partes, de hierro o acero.	40	9%
Barras de los demás aceros aleados, simplemente laminadas o extrudidas en caliente.	24	6%
Cebos, capsulas fulminantes, mezclas a base de TNT y pentrita	23	5%
Maquinas, partes y los demás útiles para máquinas de sondeo o perforación	15	4%
Partes destinadas principalmente, para máquinas o aparatos como grúas, topadores, cargadores, entre otras.	13	3%
Partes de bombas para líquidos.	11	3%
Tubos rígidos de polímeros de etileno	11	3%
Total	330	79%

Tabla 26. Principales bienes exportados en 2016.

Fuente: Paredes et al., 2017.

En Tabla 27, se muestran los principales servicios exportados; Diseño y asesoría en ingeniería para la minería, servicios de diseño de software original y servicios de asesoría y apoyo técnico en tecnologías de información.

Servicios exportados	Monto (US\$ MM)	% del total exportado
Servicios de diseño y asesoría en ingeniería para instalaciones de la minería extractiva del cobre y metalurgia del cobre, entre otras.	19	44%
Servicios de diseño de software original	11	25%
Servicios de asesoría y apoyo técnico en tecnologías de información	9	22%
Otros servicios	4	8%
Total	42	100%

Tabla 27. Principales servicios exportados en 2016.

Fuente: Paredes et al., 2017.

11.2 ANEXO B: FONDOS PÚBLICO Y PRIVADO

Fondo o Agencia	Nombre del programa o instrumento	Descripción	Monto límite (CLP \$ millones)
Fondos dirigidos a investigación			
FONDEF IDEA	Para ciencia aplicada	Cofinancia hasta el 80% de los proyectos de investigación científica y tecnológica con potencial económico o de impacto social	200
	Para investigación tecnológica	Cofinancia hasta el 70% de los proyectos con potencial de impacto social o económico y que tienen una prueba de concepto, modelo validado o prototipo a pequeña escala.	150
	Para investigación tecnológica de la industria minera	Cofinancia hasta el 70% de los proyectos con potencial de impacto social o económico y que tienen una prueba de concepto, modelo validado o prototipo a pequeña escala.	150
Fondos dirigidos a investigación y empresas			
Fondo COPEC-UC	Proyectos de I+D para investigadores jóvenes	Financia proyectos en el campo de los recursos naturales con un potencial productivo y comercial pertinente para el desarrollo del país	80-100
	Aplicar su idea	Para proyectos de innovación centrados en el campo de los recursos naturales y estudiantes de educación superior	100
Fondo para el desarrollo regional	Fondo de Innovación y Competitividad Regional (FIC)	Financiación de proyectos de innovación e investigación y desarrollo, de acuerdo con las prioridades de cada gobierno regional	100
Fondos dirigido a empresas			
CORFO	Contratos de innovación tecnológica	Proporciona un subsidio para resolver un problema o una oportunidad con componente de alto I+D, generación de transferencia de conocimientos, capacidades tecnológicas y de innovación.	200
	Innovación de prototipos	Cubre hasta el 70% del costo total de los proyectos con el objetivo de diseñar y desarrollar un prototipo a escala mínima para generar productos y procesos nuevos o significativamente mejorados	60
	Validación y entrega de innovaciones	Para realizar actividades de prueba y validación que tienen como objetivo lograr un prototipo hasta el producto validado para la producción de mercado.	200
	I+D aplicados a empresas	Puede hacer frente a los problemas de producción para la que no existe una solución disponible en el mercado, a través del desarrollo de productos, procesos y servicios con capacidades de la empresa.	135
	Empresas e Innovación de Alta Tecnología	Cofinancia proyectos de investigación aplicada y el desarrollo experimental de soluciones innovadoras para los desafíos complejos de producción.	400
Fondo para la inserción de capital humano avanzado en la industria			
CONICYT	Tesis Sector Productivo	Fondos para los programas de doctorado de universidades, para fortalecer sus vínculos con empresas a través de las tesis doctorales para responder a los problemas de la empresa.	36
	Inserción de doctores en el sector productivo	Subvenciona la colocación de los médicos para mejorar la productividad de la empresa con las capacidades de profesionales de innovación, investigación y desarrollo con grados de doctorado.	62
CORFO	Capital Humano para la Innovación	Suvencción de postgrados para la contratación de profesionales a través de este programa. Para que consorcios de I+D contraten profesionales con grado de Magister o Doctores	40

Tabla 28. Principales fondos público y privado para fomentar la investigación, desarrollo e innovación.
Fuente: Elaboración propia.

11.3 ANEXO C: ENCUESTA DE INNOVACIÓN PARA PROVEEDORES

Las encuestas fueron realizadas por Cohilco, Cantallopts & Monsalve (2017) y Cantallopts & Monsalve (2018), ambas llamadas "Encuesta de innovación para proveedores mineros de grandes compañías mineras". Estas encuestas se llevaron a cabo en 2017 a miembros de Aprimin y en 2018 a socios de Minnovex y Camchal, utilizando el mismo tipo de preguntas y metodología.

Antecedentes de las encuestas

La encuesta efectuada en el año 2017 fue realizada a socios de Aprimin. Respondieron 36 empresas socias, lo que representa el 33% del total de los asociados. En cuanto al origen nacional o internacional de las empresas en la muestra, se distribuyen en forma equitativa (Cantallopts & Monsalve, 2017).

La encuesta efectuada en el año 2018 fue realizada a socios de Minnovex y Camchal:

- Por parte de Minnovex, respondieron 25 empresas socias, lo que representa el 71% del total de los asociados.
- Por parte de Camchal, respondieron 37 empresas socias, lo que representa el 23% del total de los asociados.

Respecto a la encuesta del 2017, en encuesta realizada el 2018 se incluyen dos preguntas adicionales referentes a la incorporación de tecnologías 4.0 (Cantallopts & Monsalve, 2018).

Resultados de las encuestas

A continuación, se presentan las respuestas más repetidas para una selección con las preguntas más atinentes al presente informe:

- ¿Cuál es la estrategia de su empresa para enfrentar un escenario de mercado adverso?
 - Rediseñar las relaciones con sus actuales clientes (Compañías mineras)
 - Lanzar un nuevo producto o servicio innovador
 - Explorar o moverse a otras industrias
- Respecto a la gestión de innovación en su empresa durante el año ¿Cuáles alternativas describen a su empresa?
 - La empresa tiene estructuras y procesos formales que apoyan la gestión de proyectos de innovación.
 - La empresa tiene redes con otras compañías para saber sobre las nuevas tendencias y tecnologías mineras.
 - La empresa tiene un sistema de innovación abierta para identificar nuevos desafíos y desarrollar soluciones innovadoras
- ¿Cuáles son las prioridades en temas de innovación?
 - Aumentar la productividad laboral para disminuir los costos.

- Mayor sofisticación (mayor valor agregado, tecnología, conocimiento)
- ¿Qué actividades de cooperación efectuó o efectuará su empresa durante el año en sus actividades de innovación?

En esta pregunta se separa por cada gremio ya que las respuestas fueron distintas.

Minnovex:

- Cooperación con otras empresas socias de MINNOVEX.
- Cooperación con universidades u otras instituciones de educación superior.

Camchal:

- Cooperación con clientes o consumidores.
- Cooperación con proveedores de equipos, materiales, componentes o software.

Aprimin:

- Cooperación con otras empresas al interior de su grupo o holding
- Cooperación con clientes o consumidores.
- Cooperación con proveedores de equipos, materiales, componentes o software.
- ¿Cuáles son los drivers o inductores de innovación en su empresa?
 - Nuestros clientes (mandantes) solicitan resolver sus problemas y desafíos.

La innovación es el pilar central de la estrategia del negocio.
- ¿Sobre qué tipo de innovación(es) se enfoca su empresa?
 - Bienes, Servicios y Procesos
- ¿Cuáles son las principales Barreras a la Innovación?
 - Resistencia de la industria minera para incorporar productos/servicios no probados
 - Falta de una cultura de innovación (ej. se castiga el error)
 - Diferentes visiones entre los corporativos de las grandes mineras y sus operaciones mismas
 - Alto costo de innovación
 - Falta de espacios para validar la tecnología a escala industrial (ej. Minas para hacer pruebas)
 - Dificultad en calcular el retorno económico
- ¿Tiene experiencia en pilotaje de nuevas tecnologías (Pilotaje) o adaptaciones de tecnologías?
 - La mayoría de las empresas reportan tener experiencia en pilotaje de nuevas tecnologías: Minnovex (84%), Camchal (65%) y Aprimin (83%)

- ¿Qué debe ocurrir para que los proveedores mineros innoven o aumenten la innovación?
 - Crear instancias para hacer converger las necesidades de los mandantes (empresas mineras) con la oferta de innovación (proveedores).
 - Crear espacios para validar tecnologías
 - Crear instrumentos (programas u otros) que apoyen la innovación
- ¿Su empresa provee servicios o productos que incorporan tecnologías de la industria 4.0?
 - Los servicios más repetidos fueron: Automatización, Big Data y análisis, nuevos sensores, mantenimiento predictiva, simulación y procesamiento en la nube.

11.4 ANEXO D: ENTREVISTA A STAKEHOLDER DE LA INDUSTRIA MINERA

El listado de empresas y personas entrevistadas fue el siguiente:

Empresa	Nombre	Cargo
CORFO	Rocío Fonseca	Gerenta de innovación
CORFO	Gerardo Gallardo	Director de centros e institutos tecnológicos
IIMCh	Juan Pablo González	Presidente
CICITEM	Rubén Rojo	Gerente del centro
CETMINERIA	Patricio Lascano	Director ejecutivo
MINNOVEX	Byron Hurtubia	Ingeniero de Proyecto

Las entrevistas fueron semiestructuradas con dos cuestionarios adaptados según la institución entrevistada. A continuación, se presentan las preguntas utilizadas como guía para la entrevista:

Disponibilidad de Fondos Basales (solo para Corfo)

- ¿Tienen planificado en el corto plazo levantar fondos de financiamiento basal para atracción de centros de excelencia internacional vinculado a la industria minera? (Como el “Programa para la atracción de centros de excelencia internacionales de I+D para la competitividad”)
- ¿Según su experiencia e información, cuantos centros de excelencia internacional que no están asentados en Chile participan en programas o consorcios tecnológicos?
- ¿Qué porcentaje aproximado de empresas trabajan con un centro de innovación como gestor tecnológico o de innovación?

Capacidades de las pymes (para todas las instituciones)

- ¿Piensa usted que las pymes necesitan asesoría técnica y comercial para pasar de la etapa de definición a escalamiento, o asesoría para la creación de valor o posicionamiento de productos?

Vinculación con la Industria (para todas las instituciones)

- ¿Piensa usted que debe haber una mejor comunicación o vinculación entre los centros de investigación, la academia y la industria?
- ¿Piensa usted que la industria o empresas mineras no depositan la suficiente confianza en las pymes?
- ¿Cree usted que la industria podría aumentar su confianza en las innovaciones provenientes de las pymes, si se gestiona un proyecto de innovación a través de un centro de innovación o gestor tecnológico especialista en minería?

- A su juicio que características debería tener un buen centro de innovación minera para que su labor sea exitosa en el desarrollo de la industria minera en Chile.

Intención o necesidad de generar Alianza (todas las instituciones a excepción de Corfo)

- ¿Tienen actualmente alianzas con algún centro de I+D?
- ¿Están abiertos a efectuar alguna alianza con un centro internacional de excelencia en innovación especializado en minería?
- ¿En qué parte del proceso de innovación piensa que es necesario mejorar? (Investigación básica, Investigación aplicada, desarrollo de productos o comercialización)
- ¿En qué parte de la cadena de valor de la industria minera, piensa que es necesario mayor innovación?
- ¿En qué foco transversal piensa que es necesario mayor innovación? (Sustentabilidad, Productividad, Energías alternativas, Automatización, interoperabilidad u otro)