



Universidad del Desarrollo
Facultad de Ingeniería

ESTRATEGIA DE INCORPORACIÓN DE STARTUPS MINERAS EN LA INDUSTRIA CHILENA

CLAUDIO ANTONIO SCHULZ OLAVARRÍA

PROFESOR(ES) GUÍA: MAURICIO VARAS, PhD
HÉCTOR VALDÉS-GONZÁLEZ, PhD

PROYECTO DE GRADO PRESENTADO A LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA
UNIVERSIDAD DEL DESARROLLO PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE
MAGÍSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

CONCEPCIÓN – CHILE
2022

ESTRATEGIA DE INCORPORACIÓN DE STARTUPS MINERAS EN LA INDUSTRIA CHILENA

POR: CLAUDIO ANTONIO SCHULZ OLAVARRÍA

Proyecto de Grado presentado a la Comisión integrada por los profesores:

PROFESORES GUIA: Mauricio Varas, PhD. y Héctor Valdés-González, PhD.

PROFESOR INTEGRANTE 1: (Académico)

PROFESOR INTEGRANTE 2: (Académico)

PROFESOR INTEGRANTE 3: (Empresa)

Para completar las exigencias del Grado de Magíster en Ingeniería Industrial y de
Sistemas

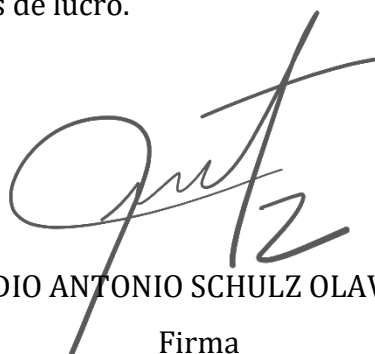
Marzo, 2022

Concepción, Chile

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Por medio de la presente, declaro que el trabajo titulado: **ESTRATEGIA DE INCORPORACIÓN DE STARTUPS MINERAS EN LA INDUSTRIA CHILENA**, que presento a la Universidad del Desarrollo de Chile, es de mi autoría (o co-autoría) y no ha sido publicado previamente, ni está siendo considerado para publicación bajo otra filiación. En igual sentido, declaro que el trabajo de tesis y su contenido, son originales y que todos los datos y referencias a trabajos ya publicados con anterioridad han sido debidamente identificados, referenciados o citados en el documento, y que estas citas han sido incluidas en las referencias bibliográficas. Afirmo, asimismo, que los materiales presentados no se encuentran protegidos por derechos de autor; y en caso de que así lo estuvieran, me hago responsable de cualquier litigio o reclamo relacionado con la violación de derechos de propiedad intelectual, exonerando de toda responsabilidad a la Universidad del Desarrollo de Chile.

Finalmente, me comprometo a no someter este trabajo (o parte de este), a consideración en ninguna revista o congreso para publicación sin contar con la aprobación y haber pasado el debido proceso de revisión en Universidad del Desarrollo. En caso de que un artículo sea aprobado para su publicación, autorizo a la Universidad del Desarrollo a incluir dicho artículo en sus revistas, y a reproducirlo, editarlo, distribuirlo, exhibirlo y comunicarlo en el país y en el extranjero, por medios impresos, electrónicos, Internet o cualquier otro medio, para propósitos científicos y sin fines de lucro.



CLAUDIO ANTONIO SCHULZ OLAVARRÍA

Firma

*Por quienes han guiado mis pasos
que han sido fiel compañía al andar
y a quienes la vida me regale
que han de continuar mi caminar*

Dedicado a....

A mis padres y hermanos.

AGRADECIMIENTOS

He de iniciar esta tesis agradeciendo a quienes han sido guía importante para el desarrollo de esta investigación, agradezco a Héctor Valdés-González por su dedicada guía a través de los módulos que permitieron configurar este proyecto y Mauricio Varas, por las importantes sugerencias y comentarios que ayudaron a dar forma a este trabajo. A los profesores del módulo de metodologías de proyecto aplicado, especialmente a Daniel Soto, que con su experiencia me han permitido aplicar de forma adecuada los instrumentos que sustentan esta investigación. También agradezco a los profesores del Magíster de Ingeniería Industrial y Sistemas, por su disposición y siempre aclarar mis dudas respecto a las asignaturas del programa y permitir comprender desde el mundo de las ciencias, la gestión en ingeniería industrial, especialmente a Andrea Catalán por su orientación inicial en este tema de tesis y Andrés Leiva por sus consejos y tips de lectura que fueron aporte substancial a esta investigación.

Agradezco también a mis compañeros, especialmente con quienes compartí jornadas extenuantes de telestudio, César Recabal, Ann Fernández y Cristian Cayupil, gracias por el tiempo compartido y por el apoyo mutuo en nuestras actividades académicas y laborales, sin duda, la distancia que nos obligó a tomar la situación de alerta por la pandemia del Covid-19 que (espero) ya nos deje no fue un impedimento para el desarrollo de nuestro plan de estudio, para conversar de la vida y compartir buenos momentos.

A mis padres por siempre motivarme a buscar nuevos desafíos y no decaer en el intento, a pesar de que la ruta se torne gris y pedregosa, me han alentado a continuar mis sueños e intereses, su valor ha sido para mí un faro que ilumina mi camino, su valor es mi guía que siempre me acompaña y su fortaleza es mi cimiento que sustenta mi andar, debo agradecerle también porque fue el principal financiamiento durante el inicio de este magíster y en gran parte de mi vida. A mis hermanos, que muchas veces son el motor que me ayuda a continuar y también un apoyo importante. A mis amigos de la vida, quienes de pronto me sacan del submundo de la constante investigación y dan subjetividad a mi entorno racional y crítico.

También a Amber y Axel, que a pesar de que dejaron de visitarme, sé que guardan mis metas.

ESTRATEGIA DE INCORPORACIÓN DE STARTUPS MINERAS EN LA INDUSTRIA CHILENA

Claudio Antonio Schulz Olavarría

Bajo la supervisión de los Profesores Mauricio Varas PhD, y Héctor Valdés González, PhD, en la Universidad del Desarrollo de Chile

Resumen

La minería en Chile ha enfrentado un aumento sostenido, pero lento en materia de innovación. Durante los últimos años se han creado empresas de base tecnológica con alto potencial de crecimiento o “startups” enfocadas en aplicar negocios disruptivos para la industria, no logrando una eficiente integración en el sector minero. El objetivo de esta investigación es proponer una estrategia de cambio en el ecosistema de innovación minero en Chile, basada en un modelo de integración de startups que relacione variables e iniciativas que impactan, fomentan y aceleran la I+D+i+e. Para lograrlo se propone una aproximación de tipo exploratoria-descriptiva, recogiendo información a través de 15 entrevistas semiestructuradas transversales, aplicadas a fundadores de startups y directivos de entidades que promueven la innovación abierta dentro del ecosistema, con la finalidad de entender cómo se articulan estos emprendimientos. La evidencia indica que existen opciones para la incorporación de startups a la cadena productiva minera, especialmente a través de encadenamientos productivos con proveedores dentro de la industria. Sin embargo, es necesario, en la articulación del ecosistema una política de estado que considere aspectos importantes en la maduración de emprendimientos tecnológicos, como, por ejemplo, el acceso a pruebas más sencillas -validando prototipos tempranamente- o mejorar los mecanismos de contratación, lo que permite perfeccionar soluciones y mejoras en el proceso productivo interno de la minería. En síntesis, el desarrollo emergente de startups destinadas a ofrecer soluciones para la industria minera es un factor importante por considerar dentro del ecosistema minero. No obstante, aún falta un enfoque estratégico para la articulación industrial del sector. En este sentido la consolidación de alianzas a través de grandes proveedores instalados en la industria, así como la creación de capitales de riesgo corporativos, abre una inmensa oportunidad para permitir el codesarrollo de soluciones tecnológicas y la escalabilidad de estos emprendimientos dentro de la industria minera.

Palabras clave: *Innovación abierta; Ecosistema de innovación; Empresas emergentes; Emprendimiento corporativo, Tecnología en minería.*

HIGHLIGHTS

ESTRATEGIA DE INCORPORACIÓN DE STARTUPS MINERAS EN LA INDUSTRIA CHILENA

Claudio Antonio Schulz Olavarría

- Estrategia de cambio I+D+i+e para incorporar startups ecosistema innovador minero
- Aproximación de tipo exploratoria-descriptiva, sustentada en un modelo conceptual
- Aplicación de 15 entrevistas semiestructuradas a startups y actores del ecosistema
- Integración de startups mineras: licitación proveedores o departamentos innovación
- Alianzas estratégicas y CVC, palancas para codesarrollar y escalar tecnología

ÍNDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN	9
1.1	EL ROL DE LAS STARTUPS EN EL ECOSISTEMA DE INNOVACIÓN DE LA INDUSTRIA MINERA.....	10
1.2	BREVE DISCUSIÓN DE LA LITERATURA	11
1.3	CONTRIBUCIÓN DEL TRABAJO.....	17
1.4	OBJETIVO GENERAL	17
1.4.1	<i>Objetivos específicos</i>	17
1.5	PROPUESTA METODOLÓGICA.....	18
1.6	ORGANIZACIÓN Y PRESENTACIÓN DE ESTE TRABAJO	21
2	INFORMACIÓN Y RESULTADOS	23
2.1	PROCEDIMIENTO DE RECOGIDA Y ANÁLISIS DE DATOS	23
2.2	PROCESO DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN	26
2.3	LOS DATOS RECOGIDOS:	27
2.4	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS	29
2.5	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	44
2.6	ESTRATEGIA DE CAMBIO BASADA EN UN MODELO.....	55
2.7	ESTRATEGIAS DE EVIDENCIAS CIENTÍFICAS	59
3	ARTÍCULO	61
4	CONCLUSIONES GENERALES	82
4.1	PROPUESTA PARA TRABAJOS FUTUROS	85
5	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	87
6	ANEXO: REPORTE DE PLAGIO	93

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURA 1: MARCO DE ACTORES PARTICIPANTES EN LA INNOVACIÓN,.....	13
FIGURA 2: MODELO CONCEPTUAL PROPUESTO (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	59
TABLA 1 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	25
TABLA 2 DESCRIPCIÓN DE CATEGORÍAS POR PREGUNTA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	27

1 INTRODUCCIÓN

La minería, especialmente del cobre, ha sido factor clave para el desarrollo económico del Chile y es tal su importancia que este país sudamericano se ha convertido en el principal productor mundial de este metal. Según datos del Consejo minero, al año 2020, cuenta con reservas que superan más del 23% de las identificadas en el mundo y además de este metal, Chile tiene una participación importante en la exportación, de otros recursos metálicos y no metálicos en los mercados internacionales.

El cobre, además de demandarse como uno de los principales metales productivos (Ciudad et al., 2005), también se comercializa con un fin especulativo en los principales mercados de metales del globo. Se constituye entonces, como una garantía financiera para los períodos de crisis, considerándosele una materia prima determinante, que sirve para acompañar las fluctuaciones de la economía actual. De esta forma, este importante metal es un recurso estratégico a nivel geopolítico y geoeconómico, para las economías latinoamericanas que lo producen, como la chilena (Correa, 2008).

Consecuentemente, es tácito decir, que la minería es el corazón de la economía chilena (Pezoa, 2011). Este sector económico, provee una importante fuente laboral y constituye el principal consumidor de la industria, comercio y servicios en las regiones donde existen operaciones mineras (Sánchez, 2005), principalmente en la zona norte del país.

La importancia del cobre también radica en que este metal, tiene un rol fundamental en la ferviente revolución digital, en que el plano físico comienza a integrarse con el medio digital y donde este elemento tiene ventajas competitivas frente a otros (Meller, 2019). De esta forma la minería puede convertirse en un polo de desarrollo tecnológico, vanguardista, y con potencial de transformarse en el motor de la innovación en Chile. En este aspecto durante las últimas dos décadas, la industria minera se ha transformado y adaptado su forma de operar, integrando avances que involucran cada vez más tecnología.

Para impulsar el desarrollo económico en el sector minero, en primer lugar, debe primar necesariamente, una cultura empresarial que no sea reacia al riesgo y que considere el fracaso estratégico como una oportunidad de aprendizaje (Haines, 2016). Si la minería chilena -en específico la minería del cobre- quiere seguir siendo relevante para la economía global moderna, debe construir un ecosistema innovador sólido y aplicar diferentes procesos

que ayuden a los emprendedores y startups, a convertir las buenas ideas en negocios escalables y de alto crecimiento.

Actualmente Chile y particularmente su capital, destaca como un potencial epicentro de innovación. Aún sin ser un “*hub*” formal dedicado a innovación en minería, se constata una densidad de emprendimiento equivalente a 100 Startups por cada millón de habitantes (Expande, 2019), constituyéndose en un ecosistema bastante robusto, integrado y en continua expansión.

Esta investigación propone una estrategia de cambio en el ecosistema de innovación minero en Chile, estructurado a través de un modelo, que permite la integración de startups a la industria y reconociendo a su vez las variables e iniciativas que impactan, fomentan y aceleran la I+D+i+e. Para estos fines, este trabajo utiliza una metodología cualitativa, exploratoria-descriptiva por medio de entrevistas semiestructuradas, dirigida a emprendedores y actores relevantes del ecosistema de innovación en minería.

1.1 El rol de las startups en el ecosistema de innovación de la industria minera.

Entendida esta realidad, y considerando la revisión bibliográfica presentada, es posible efectuar el siguiente cuestionamiento de contexto: ¿cuáles son las variables que impactan la estructura del ecosistema de innovación en minería y permiten la integración de startups mineras?

En efecto, dichas variables se desconocen. A pesar de que Chile sustenta gran parte de su economía en el sector minero, se ha percibido que durante los últimos años su crecimiento se ha estancado, su producción ha disminuido a cifras bajo el 30% y por lo tanto comienza a perder la relevancia que tenía en otras épocas (Jorratt, 2021). Una de las formas de poder soslayar los problemas de improductividad y fortalecer nuevamente la industria cuprífera es comenzar a adoptar metodologías y un enfoque tecnológico para afrontar los nuevos desafíos de la industria, en esta era de revolución digital. Desde fines del año 2015 existen iniciativas que promueven la consolidación de innovación abierta dentro del ecosistema. No obstante, la incorporación de I+D provenientes desde startups dentro de las corporaciones mineras aún son inferiores frente a las ofrecidas por empresas tradicionales. En este sentido las startups, son empresas que tienen un alto potencial de crecimiento, se han consolidado como unidades ágiles, con mayor capacidad frente a la revolución de los datos y la integración de

nuevas tecnologías a la industria, como lo son: la utilización de inteligencia artificial, realidad virtual, drones, robótica, *machine learning* o el internet industrial de las cosas (IoT). La creación de productos o servicios tecnológicos que éstas pueden prestar a la industria minera, necesitan encontrar un modelo de negocio que sea escalable, repetible y rentable, sustentado por un ecosistema innovador sólido, donde la red de actores o *stakeholders*, trabajen con la finalidad de fomentar el crecimiento y aceleración del espíritu empresarial impulsado por la innovación en el ecosistema minero.

1.2 Breve discusión de la literatura

Chile destaca en el mundo por ser el principal país productor de cobre, Se ha consolidado con una participación que bordea el 30% de la producción cuprífera global y con reservas que contienen un 30% del metal rojo (Jorratt, 2021). Frente a este escenario, se esperaría que al menos un tercio de los equipos e insumos para la minería se transaran en el entorno local, o bien, que una cifra similar de investigación y desarrollo (I+D) relacionada a la industria fuera efectuada en el país. Sin embargo, estos recursos son adquiridos desde el extranjero y las empresas mineras que operan en el país no invierten en I+D, lo que dificulta la innovación y emprendimiento (i+e), a nivel local (Meller, 2019). Comparativamente con otras industrias como la canadiense o la australiana -quienes son indiscutiblemente líderes en materia de innovación dentro de esta industria- Chile tiene unas 60 a 80 veces menos investigadores dedicados a desarrollar soluciones innovadoras -por millón de toneladas métricas- aun cuando la escala de producción es mayor que en estos dos países (Meller y Salinas, 2019).

Durante los últimos 20 años, la minería en nuestro país ha enfrentado un aumento sostenido, pero lento en materia de innovación. En este periodo, en Chile se invirtió menos en I+D que, en otros países de la región, como Argentina, Brasil y México, destinando a su vez muy pocos recursos para el testeado de nuevas tecnologías y financiamiento a nuevos investigadores (Fernandez, 2020). Moncada (2016) señala al gasto destinado a I+D como porcentaje sobre las ventas como buen indicador para evaluar la innovación empresarial. En la minería, esta cifra corresponde sólo al 1%, la que se explica principalmente por el gasto en I+D que las mismas empresas hacen dentro de ellas. Por lo tanto, bajo esta perspectiva, aún existe mucho por hacer para concretar el desafío de poder constituirse como un país líder en innovación dentro de Latinoamérica.

De acuerdo a Bryant (2015), el sector minero se ha caracterizado históricamente por proporcionar escasos recursos en I+D, mantenerse como antagonista hacia sus proveedores y fomentar un modelo de innovación cerrada en la industria. Puede que estas características hayan sido efectivas en el pasado, pero no necesariamente hoy, donde la mayoría de los mercados están influenciados por la 4^o revolución industrial. El cobre puede tener un rol fundamental en esta revolución tecnológica, pues tiene ventajas competitivas frente a otros sectores (Meller, 2019), convirtiendo a la minería en un polo de desarrollo tecnológico, vanguardista, y con potencial de transformarse en el motor de la innovación en Chile.

Para estimular el desarrollo tecnológico en el sector minero, debe primar, necesariamente, una cultura empresarial que no sea reacia al riesgo y que considere el fracaso estratégico como una oportunidad de aprendizaje (Haines, 2016). Si la minería chilena -en específico la minería del cobre- quiere seguir siendo relevante para la economía global moderna, debe construir un ecosistema innovador sólido y aplicar diferentes procesos que ayuden a los emprendedores y startups, a convertir las buenas ideas en negocios escalables y de alto crecimiento.

Para construir un ecosistema innovador sólido es necesario una red de actores conectados e interdependientes, dentro de un área geográficamente próxima. Budden y Murray (2019) plantean que hay cinco partes interesadas (ver Figura 1), o stakeholders, que son fundamentales para la creación de ecosistemas de innovación y para el posterior crecimiento y aceleración del espíritu empresarial impulsado por la innovación en el ecosistema minero. Conceptualmente, el modelo planteado por los autores puede considerarse una actualización al típico modelo de la "triple hélice" (Estado – Academia – Industria), el cual refleja de mejor manera la realidad e interconexión del siglo XXI.

Startups: Teoría y definiciones

El término *startup*, frecuentemente utilizado en los negocios para describir a empresas de base tecnológica con alto potencial de crecimiento, toma más fuerza frente a la revolución de los datos y la integración de nuevas tecnologías a la industria, como lo son: la utilización de inteligencia artificial, realidad virtual, drones, robots, machine learning o el internet industrial de las cosas (Gruenhagen y Parker, 2019). Estas organizaciones tienen como objetivo la creación de productos o servicios que, con base tecnológica, permitan encontrar un modelo de negocio que sea escalable, repetible y rentable (Mańkowska y Kamińska 2021).

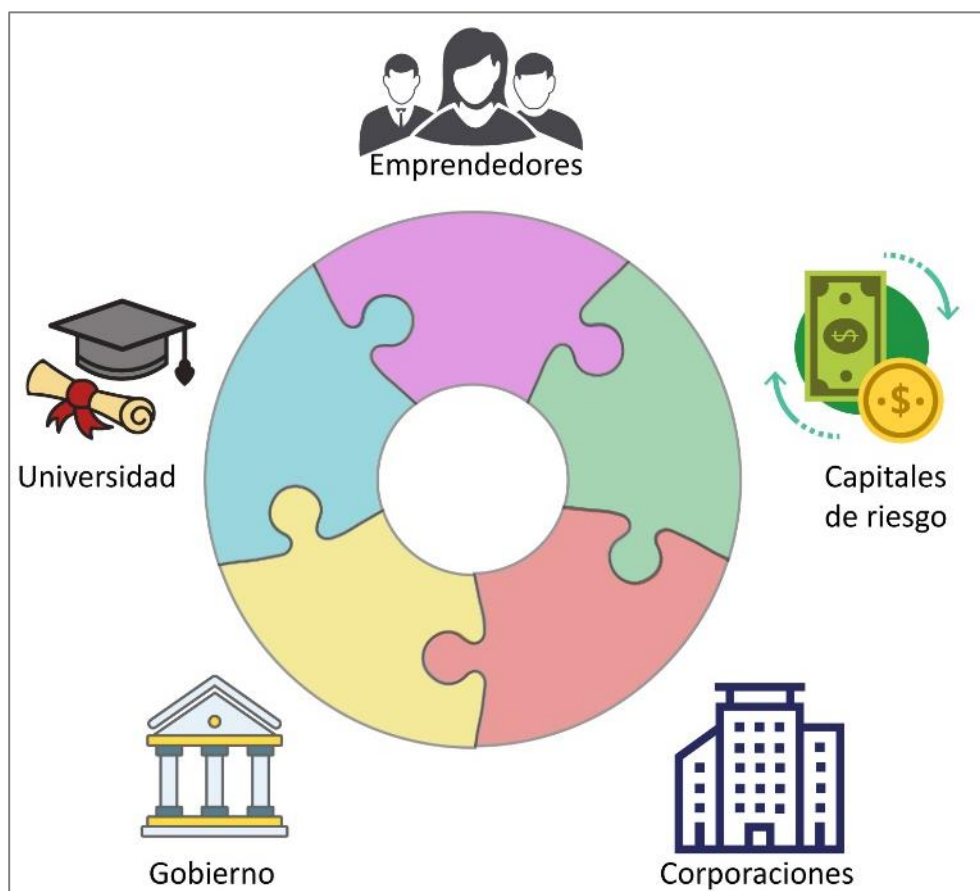


Figura 1: Marco de actores participantes en la innovación, (modificado Budden y Murray 2019)

Uno de los principales desafíos que enfrentan estas empresas es la supervivencia a largo plazo, pues su operación está inserta en mercados con condiciones de alta incertidumbre (Chesbrough y Tucci, 2020). En particular, muchos emprendimientos fracasan: (i) por la falta de aceptación de sus productos o servicios, (ii) por no tener procesos que puedan adaptar el mercado a su oferta, o (iii) por carecer de mecanismos para probar y validar el desarrollo de sus productos, que en muchos casos exceden los límites de su propia capacidad.

Dentro del rubro de la minería, las startups abordan soluciones principalmente en seis diferentes áreas (Sirinda, 2017). En primer lugar, destacan empresas enfocadas al desarrollo de nuevas tecnologías y mejoras en las operaciones -en conjunto corresponden al 60% del total de estas empresas- mientras que de forma puntual otras enfocan sus negocios en buscar soluciones innovadoras para dar soporte en infraestructura, medio ambiente, finanzas y recursos humanos.

Startups en ecosistemas de I+D.

Las startups están ampliamente distribuidas a nivel global. Según Sirinda (2017), los países que encabezan el listado con mayor cantidad de startups relacionadas a la minería son Australia y Estados Unidos, los cuales se constituyen como los principales centros de negocios mineros alrededor en el mundo. Sirinda (2017), además, identifica diez urbes que tienen la mayor concentración de startups enfocadas a la minería. Es curioso constatar que, aun sin ser un hub formal dedicado a innovación en minería, en primer lugar, se sitúa Santiago de Chile, al cual le siguen ciudades australianas como Brisbane, Perth, Melbourne y Sydney, respectivamente, las que se constituyen como grandes metrópolis financieras para la minería de ese país. A éstas, le siguen ciudades canadienses de trayectoria minera como Toronto, Calgary y Ottawa. Completan la lista la ciudad sudafricana de Johannesburgo y San Francisco, en el estado de California, Estados Unidos, el cual es gran referente internacional de los ecosistemas de innovación y tecnología.

Ecosistema Australiano

A mediados de los 2000, Australia vivió un auge en la minería, gracias al alza del valor del hierro y oro, inducido por la industrialización acelerada de China. Sin embargo, la inestabilidad de los mercados internacionales y la volatilidad en los precios de los metales, como también la disminución de las leyes minerales, han dado espacio para aumentar la inversión en I+D y la creación de fondos de innovación. Estas inversiones, progresivamente han permitido diversificar la oferta de tecnología a medida que nuevas empresas han optado por invertir en innovación. Lo que finalmente se ha traducido en la creación de soluciones disruptivas para toda la cadena de valor de la minería, desde la exploración hasta el cierre de mina (Jang y Topal, 2020).

A finales de 2015, el gobierno australiano publicó su agenda nacional de innovación y ciencia. Su enfoque es facilitar un cambio en la cultura que fomente una mayor toma de riesgos empresarial y respalde una mayor inversión del sector privado, mediante la coinversión para comercializar ideas prometedoras a través de dos fondos de innovación del gobierno (Matysek y Fisher, 2016). Ellos han puesto mucho énfasis en el desarrollo de habilidades más adecuadas para la era digital, así como en facilitar el desarrollo de startups y pequeñas empresas innovadoras junto con el aumento de la colaboración entre la industria y los organismos de investigación, incluidas las universidades.

En Brisbane, por ejemplo, han apostado por una minería inteligente. Durante las etapas exploración y extracción de recursos minerales utilizan, por ejemplo, sensores, drones, plataformas tecnológicas y automatización avanzada para mejorar la eficiencia, la seguridad y la sostenibilidad de la minería. Queensland, esta industria representa aproximadamente el 12% del PIB estatal (Naughtin, Horton y Pham, 2019), cuenta con un amplio mercado de empresas que prestan servicios y productos para la minería. y entre los años 2017-2018 empleó a 61.000 personas.

Por otro lado, en Perth Australia occidental, las grandes compañías mineras, en conjunto con universidades y centros de investigación, están utilizando diferentes tecnologías para la implementación de sistemas de automatización en la minería de hierro (Jang y Topal, 2020). Esta ciudad fue pionera en operar con centros integrados remotos para manejar las operaciones, tanto en la mina, como en los puertos e instalaciones ferroviarias, permitiendo aumentar la productividad en un 25% y disminuyendo los costos en 40%, idea que se ha expandido al resto del mundo.

Ecosistema Canadiense

Canadá es líder en innovación minera y cuenta con ventajas competitivas frente a otros países al poseer una fuerza laboral altamente calificada con experiencia en tecnologías extractivas, ciencias geológicas y biológicas e inteligencia artificial y espacial. Además, cuenta con sistemas sólidos en materia de I+D, con centros de excelencia, universidades y programas de innovación, que proporcionan ideas y conocimientos innovadores para este sector. Se estima que existen más de 4.000 programas de I+D+i y unas 40 organizaciones de investigación minera a nivel nacional (Isabelle, 2020). Durante el periodo 2010-2019, sólo en Toronto se crearon cerca de 4.500 startups, con un promedio anual sobre la base de la población de 7,75 por cada 100.000 habitantes. En Calgary y Ottawa, el número de startups nuevas fue de 860 y 500 respectivamente, con tasas sobre los 2,5 y 3,6 por cada 100.000 habitantes (Hutchison y Lin, 2021).

Silicon Valley: Estados Unidos

Por último, en el área de San Francisco, Silicon Valley se alza como el clúster tecnológico más grande y exitoso del mundo y cierra la lista dentro del ecosistema minero. En términos generales, tiene aproximadamente 2000 startups por millón de habitantes (Expande, 2019), ostentando la cualidad de ser el mayor polo comercial de Estados Unidos. Según Naughtin,

Horton y Pham, 2019 señalan que esta región lidera la creación de empleo, innovación y generación de patentes y sustentan el éxito de este ecosistema fundamentalmente en su infraestructura, experiencia y la colaboración entre la industria, los centros tecnológicos de investigación y las diferentes políticas impulsadas por el estado de California.

Innovación minera en Chile.

La implementación por parte del gobierno del programa “StartUp Chile” durante el año 2010 ha logrado posicionar al país como un polo de innovación en Latinoamérica y permite explicar por qué Santiago en la actualidad se encuentra entre las principales ciudades del mundo con mayor cantidad de startups en su ecosistema (Villegas-Mateos, 2021). Esto último no es de extrañar al ser Chile un país cuya economía está sustentada por industrias que capitalizan valor a través de recursos naturales y servicios complementarios. La minería, por ejemplo, genera un alto porcentaje de empleo fuera de las áreas metropolitanas, pero la mayor parte de las actividades económicas se concentra en el área urbana de la capital, por lo que la creación de nuevos emprendimientos queda circunscrita a ella.

En Chile, el ecosistema de innovación a través de emprendimientos tiene bastante experiencia, especialmente a través de incubadoras de negocios. En estas instancias predomina las alianzas estratégicas como herramienta de vinculación con empresas, por sobre las apuestas en aceleración, los concursos (como “hackathon”) y la inversión en capitales de riesgo corporativo (Ramírez et al., 2020). Dominan en este escenario los sectores de e-commerce y tecnología, mientras que, en el sector minero, la creación de emprendimientos con vinculación al sector empresarial es un fenómeno bastante reciente y en crecimiento. A su vez, en la ciudad de Santiago se ha calculado una densidad de emprendimiento equivalente a 100 Startups por cada millón de habitantes (Expande, 2019), constituyéndose en un ecosistema bastante robusto, integrado y en continua expansión.

Finalmente, y habiendo revisado las principales contribuciones que aportan o han aportado a la línea de trabajo de este proyecto, es posible indicar que una oportunidad de desarrollo se encuentra en el hecho que no existe, para el caso de las startups mineras presentes en Chile, información suficiente o certeza, respecto de las oportunidades que éstas tienen de integrarse efectivamente a la cadena de producción de la industria minera. Lo que autoriza la siguiente como contribución para este proyecto de grado.

1.3 Contribución del trabajo

Habiendo recorrido las bases teóricas fundamentales para este estudio, cabe mencionar que la principal motivación para realizarlo ha sido la carencia de investigaciones que respondan a como se efectúa la integración de empresas emergentes o startups dentro de la industria minera y/o las grandes compañías que operan en Chile. Esto impide dar respuestas a la interrogante planteada de cara a determinar qué variables impactan o deben impactar en la integración eficiente de startups mineras, al ecosistema de innovación en minería y la capacidad de crecimiento dentro de este sector. Ante esto, se propone un modelo conceptual que contextualiza los canales de integración de startups dentro del ecosistema de innovación minero y detalla las variables pertinentes para su incorporación, permitiendo el intercambio de I+D+i+e, el aprendizaje y el trabajo colaborativo para el sector minero. En este sentido, este trabajo de grado contribuye a la comprensión e identificación de variables que aceleran la integración de empresas de base tecnológica dentro del ecosistema de innovación de las grandes corporaciones que operan en Chile.

1.4 Objetivo general

Proponer una estrategia de cambio en el ecosistema de innovación minero en Chile, basada en un modelo de integración de startups, que relaciona variables e iniciativas que impactan, fomentan y aceleran la I+D+i+e a través de la creación de encadenamientos productivos y el desarrollo de *corporate venturing*.

1.4.1 Objetivos específicos

- Analizar el estado actual del encadenamiento productivo en torno a startups dentro del mercado minero.
- Identificar específicamente cuales son los principales facilitadores, obstaculizadores y aceleradores para la incorporación y crecimiento de startups dentro del ecosistema minero.
- Formular un modelo de integración de startups tecnológicas en el ecosistema de innovación minero

1.5 Propuesta metodológica

Paradigma y diseño: Esta investigación utiliza una aproximación cualitativa en base a entrevistas semiestructuradas y una muestra por conveniencia (Fassio, 2018). En particular, se determinan variables y se construye un modelo con el objetivo de establecer cómo y por qué ciertas variables aceleran la integración de startups en el ecosistema de innovación en el sector analizado.

Población sobre la que se efectuará el estudio: Se utiliza una muestra de tipo no probabilística, considerando la disposición y disponibilidad de tiempo de los sujetos clave, que participaron voluntariamente en esta investigación, siguiendo las recomendaciones de Otzen y Manterola, 2017. En total, participaron 15 profesionales, entre los que se incluyen: Ingenieros civiles de formación industrial (41%), química o mecánica (18%) comercial (12%) e informática (6%) entre otros profesionales de índole más científica (24%). Entre los entrevistados el perfil buscado fue el siguiente: emprendedores, dueños o gerentes de startups mineras y profesionales relacionados al campo de la innovación en instituciones públicas-privadas o corporaciones mineras, que ocupan cargos de altos ejecutivos como gerentes de áreas o directores de las entidades contactadas. El promedio de edad de los participantes es de 43 años, con una edad máxima de 66 y mínima de 32 años. Éstos poseen en promedio 10 años de experiencia relacionada a la innovación dentro de sus instituciones, con un mínimo de 2,5 y un máximo de 25 años. Entre los entrevistados se cuenta con nueve personas a cargo de startups en diversos grados de maduración (siete de ellos con el cargo de fundador o cofundador), de los cuales dos han podido acceder al mercado internacional. En términos de género, los nueve emprendedores entrevistados fueron varones. En particular, fue difícil coordinar entrevistas con emprendedoras asociadas a la minería, lo que puede reflejar la brecha que aún existe para que mujeres puedan desarrollar emprendimientos en esta industria. Además, se contó con la perspectiva de seis gerentes y directores de entidades (tres hombres y tres mujeres), quienes dentro de sus labores promueven el desarrollo de innovación abierta en el ecosistema minero y pertenecen a la academia, industria y sociedad civil.

Entorno: el estudio se enfoca en el ecosistema de innovación abierta asociado, por una parte, a startups o empresas de base tecnológica, y por otro, a corporaciones mineras que

demandan soluciones tecnológicas para sus empresas, entidades que sirven de nexo entre estos emprendedores y las compañías mineras, como también a parte de la academia que destina sus esfuerzos en I+D dentro del sector minero. Particularmente las startups dentro de la industria minera, centra sus ideas de negocios, en un 75% en la creación de nuevas tecnologías para la industria, un 10% lo hace en soluciones medioambientales, mientras que el resto se enfoca en salud, seguridad, capacitación, educación, reclutamiento y optimización del personal, entre otros. Normalmente, al ser emprendimientos recientes operan con muy pocos empleados, casi siempre sus propios dueños. Sin embargo, son entidades escalables que a través instancias y/o eventos de innovación pueden crecer exponencialmente en empleados y capital de trabajo

Intervenciones: En primer lugar, se piloteó un instrumento para ajustarlo a la realidad del entorno. Luego, se aplicaron entrevistas semiestructuradas, analizando la percepción de los participantes. En particular, se agendaron reuniones no presenciales, utilizando los diversos canales digitales disponibles a través de video llamadas. Para obtener respaldo, las reuniones fueron grabadas como medio de recolección de datos.

Se utilizó el siguiente enunciado, el cual se estructura en tres etapas: caracterización del presente y comprensión de la realidad, propuestas de alto impacto y alerta de transformaciones.

Etapas 1: Caracterización del presente y comprensión de la realidad.

- 1) ¿Cómo entiende usted un proceso de innovación abierta en minería que considere las ideas provenientes desde distintos startups en Chile?
- 2) ¿Qué oportunidades visualiza al incorporar estas empresas dentro de las corporaciones mineras?
- 3) Actualmente, ¿cómo se gestiona la incorporación de startups frente a la necesidad de innovación por parte de las compañías mineras?
- 4) ¿Cómo operan las redes de apoyo a los startups, para fomentar su integración a la industria minera y su crecimiento dentro de este sector?

Etapas 2: Propuestas de alto impacto

- 5) ¿Cómo se puede modificar la situación actual del modelo de incorporación de I+D+i+e para integrar las diferentes propuestas ofertadas por startups al ecosistema de innovación?

6) ¿Qué propuesta específica de mejora o cambio de corto plazo y alto impacto cree que pueda ser implementada?

7) Pensando en la experiencia desarrollada en el extranjero, ¿qué estrategias conoce que permitan integrar eficazmente la innovación a través de startups dentro del ecosistema minero? ¿Cómo pueden ser implementadas en Chile?

8) Si se propone una estrategia de cambio basada en un modelo de integración de startups, dentro del ecosistema de innovación minero, basado en corporate venturing, para permitir el intercambio de I+D+i+e, el aprendizaje y el trabajo colaborativo para el sector minero, ¿qué opina del cambio planteado así?

Etapas 3: Alerta sobre transformaciones.

9) En su opinión, ¿cuáles son los riesgos y beneficios de potenciar un modelo de incorporación de startups dentro del ecosistema minero?

10) ¿Cuáles son los factores que facilitarían y obstaculizarían, en el ecosistema, la implementación de estos cambios?

11) ¿Cuál cree que es la principal preocupación respecto de incorporar y financiar startups dentro del ecosistema?

12) ¿Qué recomienda para gestionar estos cambios en la industria minera?

Plan de análisis de los datos: La confección del instrumento se estableció mediante preguntas sobre las categorías de observación y estudio. Esta herramienta, se aplicó la entrevista a las 15 personas indicadas en la muestra, quienes tenían distintos perfiles de las áreas empresariales del ecosistema minero. Se realizó una observación no participante, procurando identificar la opinión que tienen los participantes sobre la interacción actual Startup-Empresa. Se prestó también especial énfasis, en las necesidades que actualmente tiene la industria en materia de incorporación de nuevas tecnologías y que por el momento no se desarrolla internamente, circunstancias que sirven para que nuevos emprendimientos puedan capturar ese nicho de negocio. Se tomó la percepción de los entrevistados sobre la creación de alianzas estratégicas entre distintos proveedores de la industria y cómo esto puede impactar en la integración de startups al ecosistema de innovación y su opinión respecto a la creación de capitales de riesgo a nivel corporativo para fomentar el desarrollo

de nuevos emprendimientos con el fin de conocer, desde su experiencia, la mejor de opción para proponer el modelo planteado.

Ética: La información recolectada se realizó siempre resguardando el anonimato de los participantes para no comprometer la identidad de los entrevistado e impedir la publicación de información confidencial de las distintas empresas participantes. Todos las opiniones, antecedentes personales y evidencias serán destruidas una vez concluido este estudio. El diseño de la investigación sustenta la búsqueda de diferentes perfiles intentando adquirir información desde los distintos actores del ecosistema de innovación. Las intervenciones se realizaron de manera objetiva, evitando influir sobre los entrevistados ni sus propias respuestas a las preguntas planteadas.

1.6 Organización y presentación de este trabajo

Este trabajo de grado posee cuatro capítulos principales y su organización está estructurada como se detalla a continuación:

Capítulo 1: Introduce el marco conceptual del proyecto, contextualizándolo. Luego de proponen los objetivos que guían la investigación. También se discute con base en la literatura consultada, la pertinencia del foco de la investigación y su contribución. Este apartado concluye presentando a su vez un marco metodológico para su desarrollo y posterior implementación.

Capítulo 2: Asociado a recogida de información, modelos y datos. También explicita resultados.

Capítulo 3: El proyecto de grado, se presenta en formato resumido en forma de un artículo académico que se estructura de la siguiente manera:

1. Título
2. Resumen
3. Introducción
4. Metodología
5. Resultados
 - a. Análisis de datos
 - b. Discusión de resultados
 - c. Estrategia de cambio basada en un modelo

d. Estrategias de evidencia científica

6. Conclusiones

7. Referencias

Capítulo 4: Finalmente las conclusiones generales derivadas de este trabajo, y una dirección para la investigación futura, la cual considera aquellas preguntas no contestadas durante el desarrollo de este trabajo, se presentan en este capítulo.

Referencias generales

Anexos

2 INFORMACIÓN Y RESULTADOS

Para abordar este trabajo de investigación se ha optado por una aproximación cualitativa de tipo exploratoria-descriptiva, que permite considerar la siguiente estructura para la presentación de la información y sus análisis:

2.1 Procedimiento de recogida y análisis de datos

Esta investigación propone una estrategia de cambio en el ecosistema de innovación minero en Chile, basada en un modelo de integración de startups que relacione variables e iniciativas que impactan, fomentan y aceleran la I+D+i+e en este sector industrial. Por tal motivo, se llevó a cabo en el año 2021 entrevistas semiestructuradas con la finalidad de recoger información para su posterior análisis. En particular se solicitó responder preguntas y temáticas, explicando sus ideas y respuestas con sus palabras.

El método utilizado en este estudio es de carácter exploratorio - descriptivo, dado que se miden y recolecta información de diferentes aspectos o dimensiones del elemento en la investigación.

Fechas en que se recogieron los datos:

Validación de instrumento piloto, entre el 26 julio y el 06 agosto de 2021.

Entrevistas a emprendedores de startups en fase inicial, desde el 16 al 30 de agosto de 2021.

Entrevistas a directivos de entidades de innovación, considerando organizaciones de la sociedad civil, de la industria y la academia, en primer lugar, desde el 06 al 15 de septiembre de 2021 y posteriormente entre el 06 al 20 de octubre de 2021

Entrevistas a *startups* en fase de pilotaje industrial y participación internacional, entre el 24 de septiembre y el 06 de octubre de 2021.

Coherencia con lo planificado:

El instrumento propuesto inicialmente, debió ser modificado parcialmente desde el piloteo de la entrevista, agregando y modificando preguntas en sus etapas, para hacerla más precisa y coherente.

Se aplicó el mismo instrumento a todos los intervinientes, sin embargo, durante el transcurso de la misma conversación, las preguntas no fueron aplicadas en el mismo orden antes detallado, para facilitar el hilo conductor de la conversación. En algunas ocasiones una misma pregunta se realizó más de una vez para profundizar en la opinión del entrevistado y en otras fue necesaria la fusión de ítems a preguntar, en función de la disposición de tiempo de los informantes.

Las reuniones realizadas mayoritariamente fueron agendadas con al menos 5 días de anticipación y se realizaron a través de la plataforma Zoom, salvo dos intervenciones donde necesariamente se utilizó las plataformas Google Meets y Microsoft Teams, por preferencia de los mismos informantes.

En 3 entrevistas se presentaron dificultades de conexión a internet, por lo mismo estas intervenciones fueron reagendadas con posterioridad.

El tiempo promedio de recolección de opiniones fue de 45 a 60 minutos por entrevistas. Como excepción, sólo 2 de ellas excedieron este rango y fue preciso volver a retomar la conversación en una segunda oportunidad, dado el perfil del informante y la calidad de información ofrecida a esta investigación.

Fortalezas y debilidades del proceso:

Fortalezas:

- Proceso rápido
- Con consentimiento informado, y transparencia
- Bien recibido por entidades que gestionan la innovación en el ecosistema
- Permitió dar respuesta a la pregunta de investigación

Las debilidades propias de la investigación de contexto se circunscriben a:

- Para generalizar resultados, la muestra debe ser mayor
- Considerar empresas de otros rubros
- Analizar más exhaustivamente la utilización de otros instrumentos como encuestas, y/o métodos matemáticos-estadísticos

Población y muestras

Además de o planteado en el marco metodológico, en la sección de población sobre la que se efectuará el estudio, donde se identifica la muestra, se hace notar que para la selección de participantes se utilizó una muestra no probabilística ya que se seleccionó a profesionales dentro del ecosistema de innovación en minería, porque se estimó que pudieran tener mayor conocimiento de la materia.

Instrumento.

Como se indicó anteriormente, para recoger información sobre el tema denominado ESTRATEGIA DE INCORPORACIÓN DE STARTUPS MINERAS EN LA INDUSTRIA CHILENA, se utilizó el cuestionario con base en tres etapas. Este cuestionario que sirve en una primera instancia para lograr introducir al entrevistado sobre el tema de innovación minero en Chile, particularmente como ellos percibe la incorporación de startups a esta industria, luego identificar factores que impactan, fomentan y aceleran la I+D+i+e en la industria minera que sustentan el modelo de integración y encadenamiento a este sector industrial, para finalizar en el análisis de barreras y sugerencias para la aplicación del modelo propuesto. Este instrumento consta de doce preguntas, todas respuestas abiertas, de la misma forma como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 1 Instrumento de recolección de datos

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">1. ¿Cómo entiende usted un proceso de innovación abierta en minería que considere las ideas provenientes desde distintos startups en Chile?2. ¿Qué oportunidades visualiza al incorporar estas empresas dentro de las corporaciones mineras?3. Actualmente, ¿cómo se gestiona la incorporación de startups frente a la necesidad de innovación por parte de las compañías mineras?4. ¿Cómo operan las redes de apoyo a los startups, para fomentar su integración a la industria minera y su crecimiento dentro de este sector?5. ¿Cómo se puede modificar la situación actual del modelo de incorporación de I+D+i+e para integrar las diferentes propuestas ofertadas por startups al ecosistema de innovación? |
|---|

6. ¿Qué propuesta específica de mejora o cambio de corto plazo y alto impacto cree que pueda ser implementada?
7. Pensando en la experiencia desarrollada en el extranjero, ¿qué estrategias conoce que permitan integrar eficazmente la innovación a través de startups dentro del ecosistema minero? ¿Cómo pueden ser implementadas en Chile?
8. Si se propone una estrategia de cambio basada en un modelo de integración de startups, dentro del ecosistema de innovación minero, basado en *corporate venturing*, para permitir el intercambio de I+D+i+e, el aprendizaje y el trabajo colaborativo para el sector minero, ¿qué opina del cambio planteado así?
9. En su opinión, ¿cuáles son los riesgos y beneficios de potenciar un modelo de incorporación de startups dentro del ecosistema minero?
10. ¿Cuáles son los factores que facilitarían y obstaculizarían, en el ecosistema, la implementación de estos cambios?
11. ¿Cuál cree que es la principal preocupación respecto de incorporar y financiar startups dentro del ecosistema?
12. ¿Qué recomienda para gestionar estos cambios en la industria minera?

Este cuestionario se aplicó como elemento de consulta durante las entrevistas personales realizadas, previo consentimiento informado. A partir de dichas instancias se provoca un espacio de conversación en relación con la situación actual del modelo de incorporación de las startups mineras en el ecosistema de innovación, además de conocer cómo se entiende la integración de estas empresas tecnológicas a la cadena productiva de la minería, reconociendo las variables que impactan, fomentan y aceleran la I+D+i+e.

2.2 Proceso de recogida de información

Como se ha indicado anteriormente, se aplicó un instrumento basado en una entrevista semi-estructurada, a través de un cuestionario de respuestas abiertas las que han permitido agrupar las respuestas por categorías claves, concentrando la información para analizarla posteriormente de forma cualitativa.

2.3 Los datos recogidos:

La agrupación de resultados por categorías claves, agrupando la información para su posterior análisis queda dada por la siguiente tabla.

Tabla 2 Descripción de categorías por pregunta. Fuente: Elaboración Propia

Preguntas	Categorías
Pregunta. 1	Convocatorias externalizadas
	Conexión de la demanda con nuevas tecnologías
	Fuente de valor y co-creación
	Búsqueda de soluciones plug & play
Pregunta. 2	Acelerar el desarrollo de soluciones
	Incorporación de nuevas tecnologías con componente local
	Mejorar procesos productivos
	Codesarrollar soluciones de clase mundial
Pregunta. 3	Programas especializados de innovación
	Adquisición
	Departamentos de innovación
	Pilotaje y Centros de investigación
	Proveedores mineros
Pregunta. 4	Muy bien
	Bien
	Insuficiente
	Mal
Pregunta. 5	Aumentando el porcentaje de inversión en innovación
	Agilizando procesos de contratación de startups
	Promoviendo sinergias en el ecosistema
Pregunta. 6	Actualizar modelos de contratación startups
	Mejorar sistemas de gestión de la innovación
	Mejorar las redes de trabajo en el ecosistema
Pregunta. 7	Habilitar centros o espacios para el pilotaje
	Apalancar tecnologías focalizando apoyo en proveedores

	Fomentar el inter emprendimiento y gerencias de innovación
	No conoce
Pregunta. 8	Buen modelo para promover startups
	Buen modelo, factible, pero aplicado de forma paralela a la corporación
	No me gusta como modelo
Pregunta. 9 (Beneficios)	Para las startups (Flujo de dinero, velocidad de soluciones, pérdida de buenas ideas)
	Compartidos (generar una ventaja competitiva desde el codesarrollo de productos/servicios)
Pregunta. 9 (Riesgos)	Externos: Oferta de startups avanzadas
	Internos: Fracaso de implementación Toma de decisiones sesgadas Distracción de la operación
	Para la startup: perdida libertad startups apropiación del <i>know how startup</i>
Pregunta. 10 (Facilitadores)	Validación en etapas tempranas
	Recambio generacional
	Fondo de inversión externo (copiar ejemplos)
	sinergias y colaboración (proveedores)
Pregunta. 10 (Obstáculos)	Procesos internos (compra, interferencia operacional)
	Estructura administrativa
	Comunicación
	Modelo de negocio <i>startup</i>
	Cultura organizacional
Pregunta. 11	Factores económicos (Objetivos)
	Factores estratégicos (Subjetivos)
	Factores operacionales (Subjetivos)
Pregunta. 12	Visibilizar temas de innovación
	Generación de unidades ágiles para el codesarrollo

	Creación de políticas con finalidad de exportar tecnología
	Gestión del cambio organizacional

2.4 Análisis e interpretación de los datos

Las principales evidencias rescatadas desde las entrevistas fueron analizadas realizando una categorización a través de un proceso deductivo, destacando aquellos criterios que conforman factores y elementos que permiten entender el punto de vista desde los informantes clave. Estas observaciones son expuestas a través del siguiente análisis de acuerdo con la propuesta de intervenciones:

Ítem 1: ¿Cómo entiende usted un proceso de innovación abierta en minería que considere las ideas provenientes desde distintos startups en Chile?

Analizando las respuestas de los entrevistados, un 47% señala que entienden el proceso de innovación abierta como convocatorias externalizadas o “programas que consolidan y levantan las problemáticas de las mineras (E4), donde “las startups presentan a las distintas compañías mineras o instituciones que apoyan a estas compañías, qué es lo que están haciendo y qué es lo que pueden ofrecer... Las compañías canalizan a través de estas instituciones, desafíos que se adecuan a estas necesidades que levantaron las startups... Necesidades que ellos tienen, pero que normalmente no tienen claridad en cómo se solucionan y al ver que existe al menos algo en el mercado ocupan estos procesos (E13).” También señalan que en términos generales “Los procesos de convocatoria abierta son super enriquecedores, identifican las problemáticas que tienen las minas, las externalizan, puesto que sus equipos internos están preocupados de la producción. plantean los problemas a los que se puede acceder y hay varias empresas que postulan a estas cosas y se generan asociaciones bien buenas (E2).” Otros comentan que “Las mineras están abiertas a trabajar con startups, pero no directamente, normalmente buscan a terceros, para que ellos o a través de ellos resuelvan sus necesidades (E14)”. O”... les interesa el emprendimiento, les interesa la innovación, pero no gastar tiempo, por eso buscan intermediarios (E1)”.

Por otro lado, hay un 20% que considera la innovación abierta como la “conexión frente a la demanda de nueva tecnología”. En palabras de los entrevistados, “Entrar a la industria

minera sigue siendo complejo y aún más al hablar de innovación. Cuando se genera innovación abierta, derribas ese portón gigante que te impedía probar nuevas tecnologías (E3)". De forma comparativa comentan que, "en la minería, se habla mucho hoy día de innovación abierta, pero hay muchas industrias que este tema los vienen trabajando hace décadas... Hoy día nuestro entendimiento de cómo la innovación abierta se aplica a la minería. Tiene que ir en que Lo más importante, tener una comprensión clara de la demanda. De la demanda real y en distintos horizontes del tiempo y vincularla con emprendedores que tienen soluciones (E7)" incluso más allá de emprendedores mineros "Hay especialistas en data, química, o biología que trabajan en otras industrias, y que a través de los programas de innovación abierta pueden decir - mira lo que sabemos hacer aplica en minería, vamos y proponemos algo - entonces les amplía su espectro(E10)"

Existe otro 20% que entiende estos procesos como una búsqueda de soluciones *plug & play*: "La verdad es que hoy día los procesos de innovación abierta están super restringidos a probar startups y en general se piden soluciones probadas en donde hay poco espacio para la innovación(E8)", al parecer -según ellos-, las convocatorias hoy en día "son muy específicas. casi un poco hechas a un par de empresas, pero se cierran completamente en el fondo a un emprendimiento capaz de resolver un problema desde otro punto de vista (E9)"

Finalmente, el último 13% restante, considera que las compañías ocupan la innovación abierta como una "Fuente de valor y cocreación". En sus propias palabras indican que "Las mineras se abren al ecosistema de startups y pymes chilenas con el objetivo de considerarlas como una fuente de valor y cocreación de las soluciones que la minería necesita en el presente y futuro (E5)", o bien es "una apertura a querer ocupar capacidades, que están disponibles en el mercado y ayudar a codiseñar y codesarrollar soluciones para los desafíos mineros (E12)".

Ítem 2: ¿Qué oportunidades visualiza al incorporar estas empresas dentro de las corporaciones mineras?

Un 40% de los entrevistados visualiza la incorporación de tecnologías como una oportunidad, al respecto comentan: "hoy día las mineras están abiertas a incorporar empresas más pequeñas de alta capacidad tecnológica. Ver una visión distinta de cómo se

soluciona un problema, creo que las startups están solucionando problemas para los que muchas veces existen otras herramientas, pero (éstas) lo pensaron desde un modelo diferente y eso hace que obtengas una solución distinta (E13)". También mencionan que "Hay muchas tecnologías nuevas que las manejan los jóvenes. Entonces son empresas más bien nuevas las que están más capacitadas, en teoría para resolver esas problemáticas, quizás en conjunto con la sabiduría y la experiencia de las más antiguas(E11)".

Es interesante notar que un 27% cree que existe una oportunidad de codesarrollar soluciones de clase mundial, "Chile tiene una masa de talento importante para desarrollar soluciones de clase mundial, ya se ha demostrado en otras industrias, ejemplos como *Betterfly, NotCo, Cornershop, Talana y Xepelin*, son muy claros que tenemos la capacidad y las competencias de competir a nivel mundial (E5), otros más bien son críticos en cómo se ha abordado el desarrollo de la innovación hasta ahora "La minería tiene la gran oportunidad de promover un desarrollo económico más allá de sólo la extracción de cobre(E14)", en la industria "Hay personas y profesionales que por vocación tienen este ADN de innovar, que saben que hay que mejorar, porque hay procesos que hoy día todavía son perfectibles, pero (la innovación) no está en la estructura corporativa y dados los grandes desafíos que tiene la minería, que hay que resolver, efectivamente hay espacios de oportunidad. Pero (actualmente) no hay una mirada de cómo desarrollamos la industria local, en una palanca de desarrollo tecnológico y productivo del país, donde efectivamente seamos capaces de generar capacidades locales, que no todo sea de afuera. Una mirada que vaya más allá de la transacción de comprar algo, y que vaya quedando conocimiento en el país(E8)"

Desde otra perspectiva un 20% cree que la incorporación de empresas con base tecnológica ayudaría a mejorar procesos productivos dentro de la industria, "yo creo que hay oportunidades de incorporar inteligencia en el sentido de todo lo que es sensorización, automatización, inteligencia artificial, creo que es bien importante y es bien claro que hay una oportunidad. Creo que ahí hay una oportunidad enorme de poder mejorar esos procesos, desde una innovación abierta, porque son tecnologías que son versátiles, que les sirven a muchas industrias y que específicamente a las empresas mineras les puede generar una ventaja o una disminución de costos y gigantesca (E6)". Principalmente porque "hoy día las empresas mineras se están volviendo cada vez más viejas, diciéndolo en un término

coloquial, tienen mayor gasto y son menos productivas. Cada vez se le generan más problemáticas. ¿cómo hago más productiva una faena más vieja?, ahí claramente las innovaciones son la ayuda, justamente para disminuir esa improductividad que se le va presentando de manera natural(E4)."

Por último, un 13% advierte una capacidad de acelerar el desarrollo de soluciones, ante ello comentan que, "hay una oportunidad buenísima que las velocidades son distintas, ósea un producto mínimo viable (MVP) tú lo puedes sacar en 30, 60 o 90 días dependiendo de los que se requiera, obviamente con colaboración de ambas partes, lo que una minera se demoraría años en hacer. Entonces hay una alta posibilidad de tener más velocidad, y esa velocidad puede ser mejor aún, si es que hay una mentalidad de tomar riesgos, pero también de alinearlos a la estrategia que está más arriba (E12)".

Ítem 3: Actualmente, ¿cómo se gestiona la incorporación de startups frente a la necesidad de innovación por parte de las compañías mineras?

En este apartado las distintas voces dan señales de los distintos caminos que existen para llegar a trabajar en el ecosistema minero. En primer lugar, un tercio de los entrevistados, es decir un 33% señalan que la principal vía de acceso es a través de programas especializados de innovación, como, por ejemplo, "Una de las formas más usadas para encontrar startups, son estas plataformas de innovación abierta (E13)" donde "básicamente existe un articulador que levanta los desafíos de la industria minera, levanta las tecnologías que existen (en el mercado) y los conecta (E3)". Otra forma de encuentro es a través de los departamentos internos de innovación de las compañías, "las diferentes empresas se han reestructurado y han creado áreas de innovación y transformación digital que hace 5 años era impensado. Adicionalmente, algunas de ellas han avanzado en crear áreas de *innovation supply* que permiten generar otro trato más ágil para la generación de contratos y habilitación de trabajadores para el caso de empresas tecnológicas de alto impacto, porque entienden que se mueven a otra velocidad y para destrabar el valor hacia la organización se hace necesario generar otro flujo de proceso de contratación(E5)." Una tercera vía corresponde a la articulación mediante grandes proveedores mineros, "Hay empresas consultoras tecnológicas a nivel internacional, que lo que hacen es ver cómo trabaja una startup y si funciona bien la compran y desarrollan un área nueva de su empresa. Eso funciona bien, las

empresas consultoras trabajan bien con las startups, porque saben que se pueden apoyar en ella, para hacer algún proceso más eficiente y se ahorran lucas (E1)" o "para mejorar el desempeño de servicio de ese gran proveedor un camino de entrada de conexión podría ser, el asociarse, invertir, adquirir una empresa tecnológica más pequeña y más ágil (E7)" porque "el problema que tenemos hoy día es que no todas las compañías mineras tienen la posibilidad de incorporar startups a sus procesos de innovación. Al menos la experiencia que nosotros hemos ido viendo en donde las startup pudieran tener un espacio, es irse consorciando, trabajando con proveedores más tradicionales de la industria y vía esos proveedores tradicionales, poder ingresar, o sea, generar encadenamientos productivos de empresas proveedoras que ya están consolidadas en la industria. (E8)". Un 13% menciona que de forma complementaria algunas startups pueden integrarse mediante licitaciones con ayuda de pilotaje y centros de investigación "Los más formales están con el proceso de TRL, que son distintas secuencias de las etapas de innovación que tú tienes, por ejemplo, te van diciendo -mira te quiero diagnosticar, sacar la foto donde estás tú, iniciando, más avanzado o digamos ya súper probado- pero en la práctica, al, a pesar que tú les demuestras que tienen ciertos dolores y que les puedes ayudar, mucho más rápido, no tienen la capacidad de absorción y decisiones que quisieran tener (E12)". Solo el 7% comenta que pueden ser integradas vía adquisición, en sus palabras "Cuando veo una startup que me pueda resolver un problema, que yo la necesito permanentemente, que esté ahí bien resolviendo el problema, lo mejor es incorporarla como hacerme dueño, más que tener una participación, no tenerlos de proveedores, sí, así es algo único que me da una ventaja importante. Yo voy a tratar siempre de incorporarla comprándola porque también hay un tema de competitividad (E6)"

Ítem 4: ¿Cómo operan las redes de apoyo a los startups, para fomentar su integración a la industria minera y su crecimiento dentro de este sector?

Llama la atención que menos de la mitad de los entrevistados evalúen positivamente a las redes de apoyo a las startups. Mientras un pequeño porcentaje 7% tiene una visión de que funcionan bien, como quién señala, "yo creo que operan bastante bien, hay un buen ecosistema que ha madurado muchísimo. Hace 10 años no existían las startups en la minería, y de alguna forma, hoy día gracias a todo el apoyo y gracias también al avance de la tecnología,

se ha dado (E11)". Un 33% tiene una perspectiva que funcionan bien, o suficiente, comentan que, "ahora último hay hartas iniciativas de innovación, se están dando más iniciativas para fomentar el ecosistema, el desarrollo de la innovación, se están abriendo más instancias para conversar, para dar a conocer cuáles han sido los pasos de estas startups, conocer cuáles son los pasos de los inversores, por donde conseguir financiamiento, por dónde no irse, cómo fallar rápido o como no perder tanto tiempo(E2)". O que "intentan generar redes más interesantes para que las startup puedan visibilizarse(E6)" pese a la valoración positiva algunos reconocen ciertas falencias, como lo expuesto por el entrevistado 13: "para integrarse. están bien desarrolladas, es bastante bueno lo que hacen. Para crecer no lo veo tan fuerte hoy día. Este salto de probar lo que están haciendo. Hacer una actividad piloto, o implementar a gran escala entre una compañía minera es más solitario. Ahí cada (startup) tiene que lograr masificarse demostrando valor, tiene mucho que ver con la capacidad que tiene la startup de mostrarse como una empresa seria y que primero tenga un producto que funciona y segundo, la empresa logre armar toda la estructura para cumplir y cubrir todos los requerimientos de las compañías que no son menores." La gran mayoría, un 47%, concuerda que los esfuerzos por integrar a startups dentro del ecosistema de innovación minero son insuficientes. Algunos de los comentarios recogidos hacen mención de la falta de facilitadores más efectivos, "Hay algunas entidades que hacen mentoría, modelos de negocios y otras ayudan por la parte financiera, pero operan bien separados. Una entidad que se encargue de tomar tu emprendimiento y ayudarte a vender eso hoy día no existe (E3)". A las herramientas entregadas y la vinculación con la industria "creo que todos te dan ciertas herramientas para que busques un camino para entrar a la minería. Siento que muchas veces son bien básicas las herramientas, Siento que nunca nadie va un paso más allá como de llevarte a una especie de reunión, como un apoyo de verdad, no una herramienta para que tú te las arregles, sino que te acompañen a contactar con la minería(E9)" o bien directamente con el monto de la inversión "Algo que tal vez falta entender es que en minería los ciclos son más largos, los pilotos son más caros y tal vez líneas enfocada en minería, serían de mayores montos de mayores plazos. Porque un capital semilla de 30 millones en minería no sirve para casi nada. Entonces, cuando dices que vas a tener un programa tipo capital semilla que es independiente de la industria, naturalmente (y comparativamente) van a salir pocos éxitos

de ahí en la industria minera, porque la industria minera ahí tiene otras particularidades (que no tienen otras industrias) (E10)"

Finalmente, un porcentaje no menor un 13%, como señala "tenemos un montón de potencial pero pensamos en pequeño y pensamos en pequeño porque no tenemos apoyo, tenemos el apoyo para pensar en pequeño, hemos hablado con personas a nivel internacional y los montos que ellos tienen para gastar e invertir en innovación son de diferente órdenes de magnitud al nuestro (E1)" o también "hay redes desde el financiamiento, desde la incubadoras que hay varias, yo creo que les falta mucho hoy día especializarse, se enfocan mucho en el financiamiento, pero poco en innovación industrial, incluso más ligado a la minería. Entonces, no tienen los contactos, no tienen las redes que te ayuden a generar un MVP, acotar el riesgo. La gran ayuda que necesita la startups hoy es un cliente, el primero, el segundo, el tercero... y eso hoy día las redes que hay no lo logran bien(E12)"

Ítem 5: ¿Cómo se puede modificar la situación actual del modelo de incorporación de I+D+i+e para integrar las diferentes propuestas ofertadas por startups al ecosistema de innovación?

Un 47% concuerda que es necesario aumentar el porcentaje de inversión que se hace en innovación. En sus propias palabras señalan que "las economías que crecen son las economías que invierten en innovación, si te dedicas sólo a extraer mineral, llegas hasta un nivel dónde no puedes extraer más. Comparativamente la inversión del PIB en Chile con relación a la inversión del PIB en innovación de otros países (en la industria minera) es poquita, siendo que la minería mueve mucha plata y entrega mucha plata y el porcentaje que se destina a innovación no es muy grande(E2)". "En general las empresas invierten poco en I+D(E4) y para integrar startups hay que considerar que "siempre a una empresa minera, le va a costar incorporar un proveedor chiquitito riesgoso y para a que estas tecnologías maduren tienen que pasar hartos años. Entonces necesitamos, más proveedores y para que eso suceda necesitamos poner los incentivos(E10)".

Otra medida recurrentemente mencionada 33% es agilizar procesos de contratación de startups al respecto comentan que "el periodo en donde tu empiezas a implementar tu solución hasta cuando tú puedes cerrar el pilotaje con la compañía, muchas veces esos periodos son muy extensos. Cómo son muy extensos y como (las startups) somos empresas

pequeñas, tendemos a no tener esa espalda económica para subsistir en el tiempo y poder tener al equipo que es el que está implementando la solución (E3)” Al respecto también señalan sobre los contratos lo siguiente: “el contrato es fundamental que dé cuenta de la de la de la diferencia que existe en contratar una compra tecnológica a una startups de lo que es comprarle un proveedor tradicional internacional(E8)”.

El restante 20% se inclina a modificar los nexos en el ecosistema promoviendo sinergias entre los distintos actores, al respecto el entrevistado 11 dice que " Yo creo que hay que trabajar un poco más en promover la colaboración. Si podemos armar un ecosistema de compañías proveedoras, y que vayamos viendo cómo se van complementando, yo creo que, por ahí pudiera haber un canal más efectivo (E11)"

Ítem 6: ¿Qué propuesta específica de mejora o cambio de corto plazo y alto impacto cree que pueda ser implementada?

Frente a esta pregunta un 47% reconoce que se deben mejorar las redes de trabajo en el ecosistema, esto queda reflejado en comentarios como, “...tiene mucho que ver en poder generar consorcios, que les resulte natural identificar oportunidades que están muy alineadas con sus objetivos de negocio y puedan generar. valor a través del codiseño (E7)” Así también como, “el hecho de fomentar la colaboración, el poder engancharse con compañías que ya hayan vivido y pasado estas barreras, es algo que le da, un espacio, porque las startups son muy innovadoras, y la innovación vía tecnología no la tienen las compañías más maduras(E11)”

Otro 33% cree que se debiesen mejorar los sistemas de gestión de la innovación dentro de la industria minera, "Te diría que las mineras pueden mejorar en que puedan tener mejores sistemas de gestión de la innovación, teniendo una metodología ordenada para poder desarrollar y evaluar. propuestas de alto riesgo(E10)". Mientras que el 20 % restante cree que es imprescindible actualizar los modelos de contratación de startups, especialmente en las etapas más consolidadas de las startups, “las modalidades de contratación son una barrera para poder entrar y escalar dentro de una minera. Esas modalidades de contratación hoy día son bien rígidas y están todas regidas por un modelo bien tradicional de contrato (E13)”.

Ítem 7: Pensando en la experiencia desarrollada en el extranjero, ¿qué estrategias conoce que permitan integrar eficazmente la innovación a través de startups dentro del ecosistema minero? ¿Cómo pueden ser implementadas en Chile?

El 40% de los entrevistados se inclina por promover recursos a nivel estatal para apalancar tecnología focalizando apoyo principalmente en los proveedores, “respecto a esto, no es solamente una política de las compañías mineras, sino que hay toda una estructura del Estado que incentiva esto, es decir, una estructura que viene por incentivos tributarios, por incentivos en el fondo de acceso a financiamiento y finalmente, ese es el estado que habilita la condición de que las compañías mineras efectivamente vean este trabajo virtuoso de trabajar con las industrias locales en startups (E8). Ellos además concuerdan intentar replicar la estrategia usada por Australia y Canadá en materia de innovación tecnológica minera a través de “líneas de apoyo estatales a la innovación de compañías proveedoras mineras no sólo startups, sino que también las más establecidas para que saquen más soluciones, nuevos negocios(E10) ”,Australia y Canadá con el apoyo del estado y el mundo privado generaron cientos de empresas de tecnología que hoy le venden sus tecnologías y servicios a todos los países mineros, incluso extendiendo sus aplicaciones a sectores como la construcción y agrícola.(E5),

Una segunda estrategia mencionada por un 27% de los entrevistados es habilitar más centros o espacios para el pilotaje industrial de las soluciones desarrolladas, al respecto se señala que, " hemos trabajado con una de las grandes compañías mineras de Brasil y ellos tienen un yacimiento que funciona como yacimiento piloto.(E1)” Un 13% menciona otras alternativas como potenciar el intra emprendimiento y robustecer gerencias de innovación “el tema de propiciar como el desarrollo “*indoor*” de innovaciones, es algo que culturalmente, en otros países existen mucho más(E6). “En el extranjero se ha visto que dentro de las mismas empresas mineras grandes existen gerencias de innovación. Existen desarrollos internos que apalancan tecnología hacia el interior de la de la empresa. Acá en Chile eso se ve poco(E14)”.

El último 20% no conoce estrategias que puedan ser implementadas en nuestro país y normalmente el argumento expuesto es que, “para beneficio de nosotros como Chile, yo creo que estamos igual o mejor posicionados que otros países de Latinoamérica, en lo que es la industria tecnológica en el mercado minero(E3).”

Ítem 8: Si se propone una estrategia de cambio basada en un modelo de integración de startups, dentro del ecosistema de innovación minero, basado en *corporate venturing*, para permitir el intercambio de I+D+i+e, el aprendizaje y el trabajo colaborativo para el sector minero, ¿qué opina del cambio planteado así?

Frente a esta pregunta, la proporción de comentarios que señalan que el *corporate venturing* es un buen modelo para potenciar la integración de startups a la industria es el mismo (47%) frente a aquellos que, si bien creen que es un buen modelo, factible, sería mejor que se aplicase de forma externa o paralela cualquier compañía minera y sólo el 7% dice que no le gusta como modelo: “no me es para nada atractivo, si fuera una startup en etapas terminales lo podría pensar, creo que es una especulación bursátil de poco valor(E13)”. El primer grupo de participantes, comentan que, “es muy bueno que haya la mayor cantidad de alternativas posibles, y cada empresa definirá si quiere ir por esa ruta o no. ...Puede, ser un buen aporte, porque te da básicamente una incubación, y además dinero para poder moverte rápido, entonces yo creo que es positivo, creo que es una alternativa más, no es que esa es la única, pero me parece que, es bueno que se estén conversando (E12).” En la misma línea comentan que, Puede ser que bien gestionado, sea un buen camino para esa compañía minera. La compañía podría exponer sus problemas y. hacerle *fundin* a las empresas. Entonces tal vez (en principio), efectivamente van a llegar a empresas muy chiquititas e inmaduras, pero con un *aproach* interesante y con un buen talento y ellos digan, ok, ganaste ahora te vamos a ayudar, te vamos a incubar y vamos a invertir. Pero ahí la compañía minera lo hace para que le resuelvan el problema de forma sustentable. (E10)”. Ahora bien, por parte de quienes creen que puede ser factible, siempre y cuando se aplique de forma externa a las compañías se recogieron las siguientes impresiones: “me parece que es una iniciativa interesante, una iniciativa que es factible implementar en el país. Pero también eso implica que las compañías mineras tienen que crear una estructura para eso. En general, las estructuras de innovación en las compañías mineras son bastante más *soft* que las estructuras productivas y no sé si hasta ahora están disponibles para algo en esta línea (E8) y “el modelo de CVC yo lo veo super de doble filo, a mí me encanta. Pero también siguiendo el hilo de lo que he conversado con otras empresas, el CVC es en esencia crear nuevos negocios, pero de la mano de startups y abrirse al ecosistema. Lo que está pasando en Chile y que soy super crítica, tiene que ver con que más que hacer un CVC para trabajar con startups, estás haciendo un *company builder*,

dónde tú te quieres quedar con la mayoría de la propiedad de las de las startups y al final terminas ahogando el emprendimiento (E14).”

Ítem 9: En su opinión, ¿cuáles son los riesgos y beneficios de potenciar un modelo de incorporación de startups dentro del ecosistema minero?

En primer lugar, un 40% reconoce ciertos riesgos que pueden afectar principalmente a las startups. Entre los comentarios que hacen alusión a la pérdida de libertad de los emprendedores destaca el siguiente: “como startups pierdes libertad, flexibilidad, tienes que adecuarte a los tiempos de la industria minera. quizás no puedes promoverlo (el modelo de negocios) en otros lados, queda atado a la industria minera si es que es (una solución) muy buena y si le causa a esa empresa un beneficio en relación a las otras, probablemente se demoren mucho rato en soltarlo y masificarlo(E2)”, así como también la apropiación del *know how* de la empresa, “las compañías mineras si financian a las startups podrían querer quedarse con la propiedad intelectual, lo cual sería nefasto para su comercialización, a excepción que estas acuerden contratos abiertos para comercializar y luego generar un plan de salida o venta para que la startup pueda volar sola (E5)”.

Por otro lado, el 60% reconoce que la integración de startups directamente dentro de la industria minera puede tener riesgos para la compañía. De ellos el 53% reconoce riesgos internos como por ejemplo fracasos en la implementación de tecnologías nuevas, al respecto comentan como riesgo “no obtener los resultados que se esperan y también no lograr productos de calidad para la compañía(E13)” o “que el negocio no resulte y apoyar a un emprendimiento o una innovación que al final no flotó, que puede que sea una muy buena idea, pero al momento de implementarla, independientemente del pilotaje, no resulte, son lucas que puedes quemar (E4)”, otros comentarios hacen referencia, por ejemplo, a la toma de decisiones sesgadas, “pueden descartar cosas que a lo mejor podrían haber sido un súper buen negocio(E6)” o para la operación, “estar ocupados en administrar un CVC, puede ser una distracción(E7)”. Solamente el 7% pone alerta en riesgos externos, “uno de los riesgos importantes es que no tengas suficiente demanda por tu capital. Puedes hacer un modelo espectacular de venture capital, pero puede que no lleguen suficiente startups interesantes, que tengan cierto nivel de madurez...y creo que ese (tipo de startup) hoy día hay relativamente pocas en Chile (E10)

Para el caso de los beneficios un 60% dice que un CVC ayudaría principalmente a “asegurarle a la startups la viabilidad económica(E8)”, generar un canal de flujo de dinero, que esté más disponible, pensado para correr riesgo(E6)”, porque según señalan, justamente “lo que busca alguien que está haciendo una startups es poder avanzar rápido y tener apoyo, solamente financiamiento, sino también apoyo en *smart money*, en plata inteligente(E11) y “probablemente si logras hacerlo bien, tienes un *endowment* corporativo para que la innovación baje y viceversa, pero siempre tiene que tener un compromiso operacional y corporativo, y estar bien balanceado. ahí hay un beneficio tremendo, en velocidad y capital para poder, moverte más rápido(E12)”. Complementariamente el otro 40% reconoce además de estos beneficios particulares para las startups, beneficios que pudiese obtener la industria, al respecto comentan, por ejemplo, que, “el beneficio directo que puede tener una empresa que, apuesta a una innovación, está dado que, si los que observan las innovaciones que hay en el mercado, le apuntan, es un salto en una en una ventaja competitiva muy significativa(E9)”. Además, particularmente el, “lograr sacar un buen producto ocupando la infraestructura y el problema real de la compañía minera para poder sacarlo adelante. irlo perfeccionando y sacar un producto muy bueno, que después ambos puedan usufructuar de él, y lograr venderlo en otras compañías mineras. Trae consigo grandes beneficios como el acceder a datos, acceder a un sitio para poder ir ajustando tu producto. Creo que eso es lo más valioso (E13)”

Ítem 10: ¿Cuáles son los factores que facilitarían y obstaculizarían, en el ecosistema, la implementación de estos cambios?

Existen varios factores que podrían facilitar estos cambios. Un 33% menciona el recambio generacional de la industria, “mira yo pensaría que lo principal ya está sucediendo, tiene que ver con un cambio de generación en la industria, en un recambio en donde hay más profesionales que entienden sobre innovación, sobre esa cultura de la falla como aprendizaje. Entender que hay que ser amigos de la tecnología, no enemigos (E10)”. El 27% habla sobre la importancia de realizar validaciones en etapas tempranas, Para una tecnología que este súper bien analizada, la creación de valor para la compañía minera es lo determinante (E7)” por eso es importante el “poder invertir rápido y el dar acceso a lugares de prueba, a lugares de mejora de producto, eso es muy positivo para las startups(E13).” Un 27% confía en que

las sinergias del ecosistema, principalmente a través de los grandes proveedores de la minería, “uno de los factores que facilitarían serían los canales a través de los grandes proveedores, yo creo que es que ese es un canal que sería super virtuoso y podrían ganar la industria completa. Porque finalmente se generaría un encadenamiento productivo virtuoso, que provocaría todo este acceso a tecnología en donde podría generarse un continuo de tecnología. (E8)” Por último el 13% sugiere que un factor habilitante es crear fondos de inversión “por ejemplo, armas un fondo de inversión en paralelo, aparte del negocio y armas un fondo entretenido que esté pensando en nuevas tendencias (E14)”.

En contraste y respecto a los obstáculos, en primer lugar y con un 33%, los entrevistados creen que la cultura organizacional es una barrera por considerar, “la minería es una industria bien conservadora, ha cambiado, pero aún no está completamente abierta a que venga gente de afuera de la industria a ayudar(E11)”, no se atreven en el fondo, por el qué dirán si se equivocan, el mundo tiende a echar culpa en vez de decir ok, son aprendizajes y vuelve a hacerlo(E9). En segundo lugar, un 27% menciona los procesos internos de la industria, “tiene que ver mucho con como tú compras las tecnologías, como la incorporas, los tiempos, las oportunidades que no son cosas, no son procesos cortos de tiempo. Tú no vas a incorporar una tecnología que no te de la certeza que esté probada, porque te va a generar a ti una interferencia operacional y te puede costar la pega(E7)”. En tercer lugar, un 20% dice que el mismo modelo de negocio de la startup puede ser una barrera para su integración, lo que queda reflejado en comentarios como, Cómo startup pasa muchas veces que crees tener la solución a algo, lo prueban y no era lo que se buscaba. Eso es importante, porque primero cuando tu generas una solución, lo primero que tienes que hacer es ver cómo está el mercado, con respecto a abordar esa problemática en sí. Porque puedes generar algo super específico y super particular para una compañía, y resulta que después en otra minera no tienen esa misma problemática (E3)”.

Un 13% reconoce como cuarto factor la estructura organizacional comentan al respecto que, “la compañía empieza a moverse fuera de su núcleo de negocio por lo mismo, para muchas compañías, entiendo que esa es una de las limitaciones por las cuales no toman o no adoptan este modelo de *corporate venture*(E13). Y como último factor un 7% señala que la comunicación puede ser un obstáculo por considerar, "A pesar de que las mineras no

compiten entre ellas, porque el mercado existe, la demanda está, tu pones tu cobre y siempre te lo van a comprar. No hay competencia, pero independientemente de que no haya competencia, igual tampoco no se comparte mucha información(E4)".

Ítem 11: ¿Cuál cree que es la principal preocupación respecto de incorporar y financiar startups dentro del ecosistema?

El 47% de la muestra se inclina por factores de índole operacional especialmente centrados en la respuesta operacional, "sobre todo para las (empresas) más grandes, (les preocupa) justamente el dimensionamiento de la solución. Hay muchas soluciones que son buenas, pero cuando las escalas y las pones a un ambiente más, productivo, a veces las empresas son demasiado grandes y el producto o servicio que ofrece el cliente no da para el tamaño de la minera(E4)"

Otro 40 % los entrevistados creen que la principal preocupación tiene que ver con factores estratégicos. Como, por ejemplo, "La responsabilidad legal *liabilities* que te puede generar el incorporar nuevas compañías en etapas terminales dentro de tu portafolio y ámbito de responsabilidad. Eso yo creo que es una preocupación grande para las compañías mineras, y también para las corporaciones." (E13), la factibilidad de desarrollar la cuestión con la tecnología, el potencial, el equipo de trabajo, cuáles son las capacidades que tienen, si se comprometen con el proyecto, si han tenido experiencia, que tanto han desarrollado, cuanta plata va a dejar o que problema me va a solucionar(E2)".

El restante 13% menciona factores económicos dentro de las preocupaciones, tanto para la industria "La mayor preocupación es si vas a existir después de un año, cuan sólida es la espalda que tenga esa startup, que pasa si dejaste de existir y cuan distinto es la forma en que tú te aproximas a resolver los problemas que yo ya tengo(E12)" Como para las startups "nuestro mayor miedo es que los contratos sean tan demorosos y los pagos tan atrasados que al final te terminan matando antes del proyecto empiece, o termina el proyecto y/o en la mitad del proyecto no tengas caja(E1)"

Ítem 12: ¿Qué recomienda para gestionar estos cambios en la industria minera?

Finalmente, un 40% sugiere la creación de políticas tanto públicas como privadas, con la finalidad de exportar tecnología, “creo que como país tenemos que generar una estrategia global que nos lleve a ver cómo efectivamente somos capaces de generar una industria tecnológica, en donde se incorporen las startups, la academia y los proveedores nacionales. Que permita efectivamente generar una industria potente. Generar una estrategia que dé cuenta hoy día de la problemática que hay, que es el acceso a financiamiento y a condiciones para que empresas de menor tamaño, puedan ingresar a esta industria, que es una industria compleja. Hoy hay poca visión de internacionalización, en general, los startups y las empresas proveedoras de la minería surgen solo para el mercado Local. Tener una visión desde tu formación de diseñar tu emprendimiento como un emprendimiento global, definitivamente cambia la mirada. Y tenemos la ventaja que la minería en Chile es una minería compleja, una escala que no existe en otra parte del mundo. (E8)”. Otra recomendación bastante interesante es la generación de unidades ágiles para el codesarrollo, “creo que las grandes mineras, hoy día tienen la capacidad de generar un vehículo legal a parte, que les facilite esta inversión. Al generar departamentos de ventures, pueden dar un ámbito de responsabilidad global, pudiendo tomar también una característica de funcionamiento más ágil. Que finalmente, si bien no va a ser la misma compañía, te facilita todo, el acceso a la infraestructura y a las capacidades de la minera y que es un poco lo que hace hoy día el resto de Industria (E13)”. Un 13% recomienda comenzar a visibilizar los temas de innovación, “Ojalá que en el mercado en general, y no solo en la industria minera se puedan dar a conocer de mejor manera y de forma más masiva las oportunidades que existen, aprovechando la tecnología que hay hoy, creo que ahí falta un poco más de visibilidad(E4)”. Mientras que concordantemente el restante 13% dice que es necesario apoyarse en la gestión del cambio organizacional para permitir la integración de las startups a la industria minera, ejemplo claro es lo señalado, “creo que una de las cosas más importantes es el tema de gestión del cambio, del tema cultural. Ahí es importante gastarse ese tiempo y esos recursos en construir. No sé si construir, más bien fortalecer una cultura más pro más pro venture. (E6)”.

2.5 Discusión de resultados

Al abordar la primera etapa, caracterización del presente y comprensión de la realidad, la mayor parte de los entrevistados (47%) declara que la manera más común para abordar los diferentes desafíos de la industria minera es a través de convocatorias o desafíos de forma externalizada. Efectivamente, es posible indicar que existen numerosas entidades en el ecosistema, que buscan crear instancias de participación y conexión entre startups, especialmente aquellas iniciativas impulsadas por la Fundación Chile (FCh), institución que ha tenido un rol fundamental en la adaptación y transferencia tecnológica. Pero la realidad es que, en muchos casos estas iniciativas, buscan soluciones que ya están desarrolladas en el mercado y básicamente lo que se promueve en el ecosistema es conectar un problema con una solución preexistente. Si se es bien riguroso con el concepto de innovación abierta planteado por Chesbrough y Tucci (2020), como el aprovechamiento del flujo de ideas externas a la organización. Los hallazgos de esta investigación estarían parcialmente desalineados, pues estas iniciativas, técnicamente no calificarían dentro de su definición, porque en la mayoría de las veces, se buscan emprendimientos con un alto nivel de desarrollo tecnológico o soluciones medianamente avanzadas, los que finalmente sólo se adaptan a las especificidades del problema planteado por parte de las compañías mineras. La innovación abierta por su parte busca intentar resolver una problemática cuya solución aún no existe y que se va a desarrollar en conjunto, asignando y organizando recursos, para ganar posición en el mercado y poder obtener ventajas competitivas como lo señala Leiblein et al. (2018), contra quien los hallazgos en este estudio no son concordantes.

Al consultar por las oportunidades, los entrevistados reconocen en las startups una capacidad creativa para desarrollar soluciones en conjunto y que permiten el perfeccionamiento de nuevas tecnologías, en conjunto con la aceleración de mejoras al proceso productivo interno de la minería, esto es concordante a lo señalado por Job y McAree, (2017) quienes plantean que las innovaciones tecnológicas pueden generar estructuras de costos reducidas y, por lo tanto, mayores ganancias y una mayor sostenibilidad de las operaciones. Además, señalan que las operaciones mineras que superen los desafíos de implementación de la innovación tecnológica estarán en la mejor posición para el éxito a largo plazo. También los hallazgos de esta investigación plantean la posibilidad de impulsar

desde este sector económico, el desarrollo de soluciones transversales a otras industrias, con la capacidad de consolidar una industria nacional exportadora de tecnologías para la minería internacional, como también lo sugiere Urzúa (2016). Como nunca el ecosistema de innovación minero nacional, tiene la oportunidad de abrirse a un modelo de innovación inclusivo, reconociendo sus limitaciones y complementando sus propios talentos y capacidades internas, de forma concordante a lo señalado por Luaces (2018), para quien es primordial identificar las cualidades que ofrecen hoy por hoy las startups, que son empresas bastante más ágiles, agresivas, disruptivas, flexibles y digitales. El gran tema es que todas estas oportunidades, tienen que venir acompañadas de espacios abiertos y estructurados que permitan el ingreso de estos emprendimientos tecnológicos, como también de proveedores nacionales y de la academia, entre otros actores. Al respecto la literatura señala que el crecimiento y la creciente viabilidad de las startups, y la disrupción que esto conlleva, crean una nueva exigencia para desarrollar medios más ágiles y rápidos para que las grandes empresas se comprometan a trabajar con la comunidad de empresas emergentes (Spender et al., 2017). Hoy día esas iniciativas están muy restringidas y al menos formalmente todavía, no hay canales establecidos en la minería aquí en Chile que permitan que eso fluya.

Por otro lado, la gran mayoría de los entrevistados reconoce una cierta apertura de las empresas mineras a incorporar innovaciones a su industria de manera externalizada, concordante a lo expuesto por Meller y Parodi, (2017) que comentan que la minería ha experimentado un importante rejuvenecimiento tecnológico y ha abierto sus procesos innovadores a proveedores independientes subcontratados. No obstante, hasta ahora la mayoría de los productos y servicios innovadores se compran a proveedores internacionales. Efectivamente, hay un espacio en el que a los proveedores locales o nacionales se les dificulta poder ingresar, porque frente a ellos hay se impone una serie de restricciones. La minería es una industria que es muy aversa al riesgo, a la innovación y a incorporar tecnología que no estén probadas, esta aseveración está en línea por lo expuesto por Stubrin (2017) quien comenta que la principal razón frente a este comportamiento conservador prevalece particularmente cuando la innovación consiste en una tecnología que es completamente nueva y en la mayoría de los casos esta tecnología sigue siendo un prototipo, o no se ha utilizado en terreno. La gran barrera que existe hoy para la integración efectiva de startups, particularmente dentro de una compañía minera es que no todas ellas, cuentan con la

posibilidad de estas empresas emergentes dentro de sus procesos internos de innovación. Porque para entrar a la minería, hay que cumplir ciertos estándares y una serie de variables que obviamente una empresa que está recién partiendo, no siempre tiene la capacidad, financiera y de gestión para poder cumplir. Por supuesto, ellas tienen los recursos y capacidades para solventar el desarrollo tecnológico, pero no para asumir todo el coste administrativo y financiero que implica en el fondo, operar con garantías y con una serie de requisitos que piden las compañías a la hora de contratar servicios y productos. Por eso, una opción que surge naturalmente es poder consorciarse, agruparse o encadenarse productivamente con proveedores que ya estén dentro de la industria y por medio de ellos lograr trabajar dentro del ecosistema, esto último está medianamente abordado por el programa de proveedores de clase mundial (Navarro, 2018) que ha evolucionado con el tiempo mostrando una forma interesante de apoyar el desarrollo de proveedores locales y también ha abordado los desafíos de las grandes empresas mineras. En Chile se han gestado innumerables modelos de negocios disruptivos y tecnológicos, que apuntan a solucionar dolores que posee la minería (Sirinda, 2017), pese a ello, muy pocas de estas startups han logrado incorporarse al ecosistema y las que han podido encontrar espacio en la industria se debe a hechos casi siempre circunstanciales, dónde siempre aparece un profesional, puntual interesado en la industria minera que están abiertos y dispuestos a innovar y que han permitido que se abran canales informales para la entrada de estas startups a la industria, normalmente estos sponsors de la innovación o “Champions” son los que alientan a los altos administrativos innovar y son ellos quienes cumplen finalmente la tarea de eliminar los obstáculos de acuerdo a lo expuesto con Gcaza y Urban (2015) . En definitiva, la integración de startups no es una estructura ni una práctica formal dentro de las compañías. Lo anterior se contrapone a lo señalado por Meller y Gana (2015) que indican que para quienes son tomadores de decisiones en las grandes corporaciones mineras, es considerablemente más provechoso promover la innovación proveniente de empresas pequeñas y medianas para que formen parte de su cadena de valor.

La institucionalidad en pro del desarrollo startup en Chile no es menor, pero aún le falta por madurar. Hoy en día existen algunos programas que soportan ideas innovadoras dentro de la industria. A nivel gubernamental, por ejemplo, el programa Startup Chile de CORFO ha logrado posicionar a Chile como un “hub” de innovación en Latinoamérica (Villegas-Mateos,

2021) así como entidades público-privadas que vienen hace años intentando articular un ecosistema tecnológico para la minería. Por su parte, son muchas las grandes corporaciones que están interesadas en abrir sus demandas de innovación y están dando oportunidades sobre todo a emprendedores locales, dónde ellos operan. Las redes de apoyo funcionan pasivamente (especialmente aquellas públicas), para que las distintas startups puedan ir en buscar ayudas, fondos, becas, capacitación o mentorías. Pero también de forma pasiva, al salir a ayudar a distintos emprendedores con concursos, desafíos y hackáthones o también realizando mentorías y explicando cómo llevar a cabo los emprendimientos, enfocándose principalmente en la resolución de las problemáticas y buscando alianzas en el ecosistema. Sin perjuicio de lo anterior las redes operan de manera bien separadas, para lo cual es importante que se estructure el ecosistema en apoyo de la generación de innovación, porque de forma concordante a lo expuesto en Gruenhagen y Parker (2020), dependiendo del contexto, a pesar de que las redes de apoyo pueden no estar directamente involucradas en los procesos de difusión y adopción de la innovación, pueden tener el poder de impedir la adopción de tecnología o pueden tener el poder de apoyar una innovación y ayudar a crear legitimidad en el ecosistema. Los entrevistados destacan que hoy se adolece de una entidad que se encargue de tomar sus emprendimientos y ayudarles a vender y la principal crítica refiere a que nunca nadie va un paso más allá, como conectar a través de una reunión con un potencial cliente minero.

A nivel nacional, el entendimiento de quienes financian estos tipos de emprendimientos, especialmente de organismos del estado, carecen en la comprensión de cómo abordar la especificidad de las startups mineras. Estas empresas, no son cualquier startup. Sí pueden ser emprendimientos nuevos y pequeños, pero en el tamaño de las inversiones necesarias son completamente distintos a los startup de otras industrias, por ejemplo, un fondo semilla de 20 o 30 millones de pesos a una startups minera, no le sirve casi de nada, porque ni siquiera puede comprar una pieza específica de un equipo utilizado en minería o pagar a los ingenieros y técnicos, para que desarrollen completamente un nuevo módulo de software. Entonces cuando se quiere ir a pilotear, a desarrollar estas distintas tecnologías, los montos necesarios para el apoyo a estos distintos emprendimientos son mucho más altos en comparación a otras industrias y esa especificidad en particular, no está siendo cubierta por el ecosistema nacional. Este hallazgo está en completa concordancia por lo planteado por

Navarro (2018) quien argumenta que para el caso de los proveedores carecen de un marco para probar y probar sus soluciones en operaciones en tiempo real, lo que restringe las oportunidades de ampliación. El problema según el autor puede estar relacionado con la falta de incentivos por parte de las empresas mineras para facilitar actividades de pruebas de concepto a los proveedores una vez lograda la solución técnica a su desafío operacional.

Para intentar abordar las brechas detectadas en esta etapa se propone desarrollar herramientas para la apertura de la innovación al ecosistema minero nacional, creando nuevos canales de vinculación entre emprendedores e industria y permitiendo ocupación de espacios de oportunidad a los emprendedores locales. También es necesario promover los encadenamientos productivos entre los distintos proveedores que están consolidados dentro de la industria, irse consorciando y trabajando con ellos para la integración eficaz de los emprendimientos tecnológicos mineros al ecosistema. Por lo mismo es necesario, adoptar estrategias de apertura y trabajo con empresas tecnológicas para disminuir los obstáculos que existen para la adopción de innovación, muchas veces las empresas innovadoras no ven que su cliente no es directamente la compañía minera, sino que puede ser ese gran proveedor que ya está instalado en la compañía bajo un contrato marco, por ejemplo, y que en muchas ocasiones el desarrollo tecnológico apunta a la mejora del desempeño de servicio que presta este proveedor. Consecuentemente, es necesario buscar facilitadores en el ecosistema para que permita la conexión con el cliente. Finalmente, es imprescindible comprender las especificidades que demandan las distintas startups mineras para el involucramiento de apoyos económicos en pos de una articulación del ecosistema que otorgue financiamiento temprano focalizando la entrega de soluciones a los requerimientos que se están presentando en la industria minera.

En cuanto a la etapa propuestas de alto impacto, las recomendaciones de mejora van en diversos sentidos. En el corto plazo, la primera de ellas dice relación con las etapas intermedias de las startups y tienen que ver con el acceso a pruebas más sencillas y a validaciones de prototipos tempranos, que hoy son muy difíciles de acceder, este hallazgo concuerda con lo planteado por González-Meyer y Calderón (2018), quienes señalan que para bosquejar la idea de generar y transferir conocimientos de manera local y formar proveedores tecnológicos capaces de exportar tecnología, necesariamente requiere centros

de experimentación y pilotaje de proyectos. En el ecosistema nacional, se han desarrollado dos centros piloto a nivel nacional que permiten realizar validaciones al modelo de negocio que están ofreciendo las distintas Startups, pero en su funcionamiento aún no son muy flexibles y hay una serie de posibilidades de negocios que aún no está siendo explorada a nivel país.

La segunda propuesta tiene que ver con revisar, fondos que hoy existen en la industria. Las compañías mineras, la única manera de incorporar startups de manera tradicional es incluirlas dentro del proceso de compra. Pero las modalidades de contratación existentes son bastante rígidas y están regidas por un modelo de contratación tradicional, con condiciones muy estructuradas. Por lo tanto, se posibilidad de ingreso, es que exista un contrato diferenciado para ellas. Ese contrato es fundamental que dé cuenta de la diferencia que existe en contratar una compra tecnológica a una startups de lo que es comprarle un proveedor tradicional Internacional, Eso definitivamente permitiría diferenciar las características distintas que en el fondo, implica comprar a una empresa que está en una fase de desarrollo, que está partiendo, que todavía tiene deficiencias de capacidades de financiamiento, pero que cuenta con ideas muy disruptiva en el mercado, tiene un desarrollo que está madurando, con posibilidades que son interesantes, pero que requiere para poder seguir su proceso, un esquema distinto de contratación. Lo anterior pareciera parecer bastante idílico, sin embargo existen empresas, como la brasilera “*Nexa Resources*” (Roman et al., 2018), quién definió que el objetivo de la compañía era apoyar a las startups en el desarrollo o mejora de sus soluciones, y diseñó su modelo Venture Client, un modelo distinto de contratación dependiendo del tipo de proveedor con el que están trabajando y actualmente están apoyando a los futuros proveedores principiantes en pruebas de conceptos para evaluar la viabilidad de sus soluciones, ofreciendo a cambio apoyos económicos y financieros, como recompensa al desarrollo de soluciones innovadoras, capaces de incrementar la competitividad de la empresa y que por lo demás dispone los espacios de prueba idóneos para codesarrollar soluciones en conjunto. Scott-Kemmis (2013), concordantemente señala que los proveedores mineros locales pueden desarrollar soluciones a medida para las operaciones mineras que sean más eficientes, adecuadas o productivas que las estandarizadas disponibles en el mercado o que abordar un tema pendiente.

A largo plazo, las iniciativas más bien tienen que ver en cómo el estado ha tenido una pequeña participación en su rol de mediar y fomentar la innovación, no sólo a través de startups, sino que en las industrias críticas para el país. En un 47% los distintos entrevistados dicen que es necesario una política habilitadora que permita abrir la innovación, concordante a lo abordado por Navarro et al., (2016) quienes plantean diversos argumentos públicos-privados para proporcionar incentivos a la innovación. Durante los últimos años se han creado y cerrado centros o iniciativas que han buscado innovar en la minería, pero frente a la más mínima oscilación del ecosistema han desistido. Esta práctica pareciera ser transversal va en línea a lo expuesto por Job y McAree, (2017) quienes identifican cómo limitante la comprensión de la propuesta de valor tecnológica para la introducción de nuevas innovaciones y emprendimientos. Al respecto comentan que sin métricas claras de desempeño que la gerencia pueda monitorear fácilmente, la implementación de la tecnología corre el riesgo de descarrilarse ante el primer revés. Por lo mismo, se requiere la necesidad de paciencia cuando se innova, porque parte del proceso de innovación es fallar, entonces apenas han existido “fracasos” en el ecosistema inmediatamente se decide descartar la estructura desarrollada, por citar un ejemplo, Codelco Tech era la filial de desarrollo tecnológico de la empresa estatal, más frente a diversos directrices de la empresa matriz decidió cerrar y parte del desarrollo tecnológico se disolvió. Entonces finalmente se requiere voluntad política tanto dentro de las compañías, como políticas estatales de largo plazo que habiliten la innovación en el ecosistema, la falta de este criterio y la insuficiencia en absorción de I+D minera ha sido descrita como “Inconsistencia dinámica” en la literatura (Pérez-Ojeda et al 2016). Las distintas startups entrevistadas, han demostrado ser capaces de liderar tecnologías de vanguardia para la minería. El acceso de ellas a la industria sin duda ofrece el desarrollo de una nueva industria tecnológica que pueda competir a nivel internacional. Australia es el ejemplo más exitoso en el mundo de una industria que exporta en tecnología lo mismo que exporta en recursos minerales y energéticos. Ellos se han beneficiado de los avances en las tecnologías para desarrollar, por ejemplo, soluciones de software para la industria minera (Stubrin, 2017). A pesar de que en Chile las startups en etapas industriales son un número reducido frente al enorme mercado de proveedores mineros, con las ayudas estatales pertinentes podrían alcanzar un desarrollo significativo, pues se han especializado

en diversos campos de las nuevas tecnologías y han enfocado sus modelos de negocios en diferentes etapas de la cadena de valor de esta industria.

Otra línea por considerar es comenzar a desarrollar la generación de una estrategia, para manejar la innovación, que se sustente en el modelo de capitales de riesgo, que son alternativas que existen en otros países y en nuestro ecosistema no se ve o más bien no de manera muy potente. Frente a la pregunta en específico sobre la opinión frente a la creación de fondos o capitales de riesgos que permitan capturar propuestas tecnológicas novedosas, disruptivas y pertinentes para el rubro minero y que puedan ser apalancados por las corporaciones, más del 90% de los entrevistados sugirió que como herramienta sería interesante para abordar pero siempre en paralelo a la organización matriz y que actualmente no se ha desarrollado con fuerza porque en Chile, el mercado minero, es un mercado muy pequeño en relación con otros y por lo mismo se ha hecho menos atractivo para los capitales de riesgo. La primera aseveración, sin duda refuerza un desconocimiento y por lo tanto una brecha frente a lo que realmente es un CVC, que en esencia es definido como un emprendimiento corporativo externalizado, mediante inversiones minoritarias de capital en empresas innovadoras y normalmente de nueva creación (De los Ríos y Sáen-Diez (2020). A nivel internacional, se comenta que para que la minería encuentre un camino hacia las mejores prácticas en materia de innovación, vale la pena observar otras industrias que también basan su negocio en recursos, como las industrias petroquímicas y de servicios eléctricos. Industrias que han estado desarrollando sus programas de innovación durante más tiempo y dónde prácticamente todas ellas poseen sus propios fondos de capital de riesgo corporativo (CVC) o han invertido en fondos de capital de riesgo independientes (VC) obteniendo resultados similares: consolidando un ecosistema saludable de venture capital y emprendedores que aborden las problemáticas que son importante para la industria (Mawson, 2019). Esta medida ha permitido nutrir continuamente los portafolios de innovación y como el capital está fuertemente apalancado por numerosos inversores tanto financieros como corporaciones, este modelo ha permitido atraer como consecuencia las mejores soluciones e ideas para la industria.

Para disminuir las brechas de acceso a pruebas de pilotaje temprano se es necesario fortalecer las instancias de testeo y prototipado industrial para el potenciamiento del

desarrollo y la maduración de la tecnología de las startups utilizando el pilotaje industrial con apoyo de los centros de pilotaje que ya existen en el ecosistema escalando los modelos de negocio a una instancia más realista o impulsando el testeo de nuevas tecnologías en espacios destinados previamente, como, por ejemplo, galerías abandonadas y/o minas en proceso de cierre, adaptadas para estos fines. Además, revisar las modalidades de contratación de startups con la finalidad de la habilitación de su integración dentro del ecosistema contextualizando las necesidades de innovación en la empresa que requiera de los servicios o productos ofrecidos por la startup. Por parte de las compañías es necesario abrirse a nuevas formas de trabajo con startups y por ejemplo adoptar un enfoque de innovación que considere el *corporate venture capital* como modelo para orientar el desarrollo de la innovación externa y guiar el emprendimiento corporativo en la minería para aumentar el interés por generar iniciativas de innovación.

En la última etapa de alertas sobre transformaciones, se destaca que la aplicación de estas unidades de riesgo permitiría amplificar la generación de innovaciones vía emprendimientos en el ecosistema. Las startups que requieren apoyo en sus etapas más verdes, se verían justamente beneficiadas con la creación de estos fondos que disponen canales de flujo de dinero para desarrollar pruebas de concepto, avanzar rápido y contar con el apoyo y viabilidad económica necesaria para escalar rápido. Al respecto la literatura es concordante en lo que respecta a tener una perspectiva bastante clara de cómo poder orquestar y desplegar exitosamente este mecanismo, para abordar de mejor manera los grados de madurez que surjan de las oportunidades de colaboración, la disponibilidad del capital para conducir estas colaboraciones y el tiempo esperado para lograr los resultados (Prats y Siota 2020).

Mientras que para la empresa patrocinante la creación de estos venture capital permitirían potenciar y ayudar a aumentar la productividad del negocio, capturando ventajas competitivas importantes en temas tecnológicos, siempre que el foco sea mantener una unidad de negocio para levantar emprendimiento y hacerlos escalar y posiblemente comercializar a futuro las soluciones codesarrolladas. Este hallazgo está en línea con lo propuesto por Bilankulu y Van der Lingen (2018) quienes señalan que para las compañías mineras esta herramienta de innovación podría poner mayor énfasis en seguir siendo

competitivas, a la vez que rejuvenecen su organización, manteniendo y mejorando su posición competitiva, permitiendo modificar los procesos, estructuras y capacidades internas.

En términos de riesgos se advierte que para las startups un venture capital compromete en cierto sentido la propiedad intelectual de los emprendimientos y dependiendo de las cláusulas de contratación los entrevistados señalan que las startups pueden quedar atadas, como un brazo armado tecnológico, para esa empresa impidiendo la libertad de acción y supeditado a comercializar bajo la estructura organizacional de la compañía. Estos riesgos están de acuerdo con lo expuesto por Fernández (2020) quien en su trabajo concluye que en Chile aún hacen falta mucho por trabajar, en materia de protección de la propiedad intelectual.

Dentro de los riesgos que los entrevistados reconocen que pudiese afectar a la compañía que desarrolle un VC destacan el apoyar y financiar a emprendimientos que pudiesen fracasar en su implementación, puesto que un VC mal estructurado puede implicar una distracción para la operación. Por otro lado, un CVC supone un estado avanzado de innovación por lo que uno de los riesgos importantes lo constituye la falta de demanda por el capital, en el sentido de que no existan suficientes empresas tecnológicas interesantes que intervengan en este modelo, concordante con lo señalado por Navarro (2017) quien plantea que tanto los factores de oferta como de demanda pueden restringir los programas que toman en consideración los desafíos tecnológicos de la industria.

Los principales factores habilitadores que están permitiendo la entrada de startups al ecosistema de innovación minera tienen relación con el recambio generacional, sinergias y colaboraciones entre proveedores instalados en la industria y la validación de las tecnologías en etapas tempranas. Como contraparte, las principales barreras para las startups siguen siendo la cultura organizacional de una industria muy tradicional y conservadora como es la minería, bastante aversa al riesgo por lo demás, como también las restricciones propias de la industria tales como la estructura administrativa y procesos de compra. Tanto factores habilitadores, como obstructores, resultan congruentes con el estudio efectuado por Gruenhagen y Parker (2020), quienes a pesar de que señalan en primer lugar la búsqueda de innovaciones para mejorar los estándares de salud y seguridad, en segundo lugar, aumentar

la productividad y como tercer factor la sostenibilidad, relegan a los últimos lugares factores como, aumentar la eficiencia, capital humano, la colaboración y las presiones del mercado. De la misma forma, plantean que dentro de los obstáculos que tienen mayor relevancia en el sector minero tienen relación con la gestión de operaciones y responsabilidad social corporativa.

Dentro de las principales preocupaciones de integrar startups tecnológicas a la industria los más importantes son de carácter subjetivo, enfocados en aspectos operacionales, como el dimensionamiento de la solución, respuesta operacional y escalabilidad del emprendimiento, esto es concordante con lo planteado por Nuur, et al., (2018) quienes señalan que la industria minera es propensa a efectos de bloqueo, en la que los procedimientos operativos existentes se endurecen, y puede ser complejo implementar nuevas tecnologías cuando implican la interrupción de las rutinas operativas existentes. Otra preocupaciones están enfocadas en aspectos estratégicos, como el potencial de mercado, la factibilidad de desarrollar la tecnología o la especificidad del portafolio de soluciones, concordante con lo descrito por Fordham et al, (2017) quien plantea que las corporaciones mineras deben considerar no solo factores económicos y relacionados con la productividad al implementar la innovación y la tecnología, sino también las preocupaciones de carácter social, empresarial y medioambiental.

Como recomendación para avanzar en la integración de startups a la industria minera, los entrevistados concuerdan en comenzar a generar unidades ágiles para el codesarrollo de tecnologías mineras y promover internamente una gestión del cambio organizacional enfocada en la transformación de los nuevos cambios tecnológicos que ofrece el mercado y comenzar a visibilizar estos temas. Como recomendación a mediano y largo plazo, también apuntan a la creación de políticas con finalidad de exportar tecnología políticas que deben abordarse a nivel estrategia país, para cumplir con los desafíos enmarcados en la agenda de sustentabilidad, energía y minería 2030, recomendación en línea con el trabajo de Stubrin (2017) quien dice que es necesaria una buena comprensión de las diferentes barreras y oportunidades que enfrentan las diferentes empresas de base tecnológica, parece crucial para el diseño de políticas de apoyo a estos emprendimientos.

Por último, para disminuir las brechas que suponen transformaciones al ecosistema se considera pertinente habilitar políticas estatales para que faciliten la integración de empresas innovadoras dentro del ecosistema. Enfatizar en aspectos de propiedad intelectual, para que no existan vicios en las cláusulas de contrato y escalar los emprendimientos tecnológicos que hoy existen para satisfacer la demanda futura de proveedores tecnológicos para la minería.

2.6 Estrategia de cambio basada en un modelo

Luego de comprender la opinión de los diferentes actores del ecosistema de innovación en minería se permite presentar el siguiente modelo conceptual (Figura 2) que constituye una herramienta a considerar para guiar la efectiva integración de startups o emprendimientos tecnológicos como estrategia de cambio en el ecosistema de innovación minero, de apertura y trabajo con empresas tecnológicas para abordar las necesidades detectadas en la industria, ya sea de manera directa por la compañía o levantadas por consultores externos. Necesidades que básicamente se enfocan en aumentos de productividad, disminución de costo, avance en sustentabilidad y en seguridad, que son los 4 ejes que más impactan, las decisiones de innovar dentro de la industria minera.

I. Canales: Hay distintos caminos, que están siguiendo las diferentes startups para integrarse a la industria minera. Luego de comprender como se está logrando la interacción emprendimientos tecnológicos – industria minera, el siguiente modelo plantea 3 canales como puntos de comunicación entre la compañía y la startup.

1) *Canal I o Licitación y abastecimiento:* Es el método de acercamiento más tradicional, aunque el menos común, para una compañía como una startup, que inicialmente no tiene casos de éxito en la industria o tecnologías probadas en la minería industria minera. Corresponde a la postulación a través de licitaciones comunes y corrientes de la minería a través de los departamentos de abastecimiento, que puede en muchos casos resultar bastante difícil. Los emprendimientos deben demostrar un piloto para partir, así como también un respaldo de sus resultados en pruebas anteriores. Se pide normalmente que exista experiencia o casos de éxito en la solución que se está proveyendo o una validación en etapas preindustrial. En esta vía de accesos es fundamental el apoyo en organizaciones de

carácter público, como centros de investigación y programas de innovación que nacen desde Corfo para apoyar las distintas secuencias de las etapas de innovación y maduración de tecnologías. Actualmente se han desarrollado 2 centros nacionales de pilotaje para estos mismos fines. Las principales entidades que articulan este canal son: los centros de pilotaje, organismos públicos que promueven y articulan la innovación en el ecosistema, los institutos dedicados a estudiar la innovación y los centros de investigación y desarrollo al alero de las universidades y centros académicos.

2) *Canal II o Proveedores mineros:* Se plantea cómo una segunda vía de acceso la creación de encadenamientos productivos o consorcios, vía proveedores que ya están establecidos para permitir el ingreso de startups tecnológicas, este método se considera que sería el más fluido y en la práctica es algo que ya se hace, pero no formalmente. Esta estrategia de vinculación sería efectiva para coordinar e integrar eficazmente la cadena de suministro, porque, se ha demostrado que entre pares existe una mejor comprensión de las especificidades que demandan los distintos problemas detectados en la industria. Quienes actualmente están articulando esta forma de integración son los Proveedores ya instalados en la industria y las asociaciones entre proveedores más pequeños y/o startups.

3) *Canal III o Departamentos de innovación:* En los distintos departamentos de innovación de las grandes compañías que operan en Chile, han existido una serie de programas especiales para realizar incorporaciones tecnológicas a la industria, como, por ejemplo, el programa de proveedores de clase mundial. Con el tiempo este canal ha ido evolucionando e incorporando capacidades y actualmente esas conexiones se hacen a través convocatorias abiertas, con postulaciones para abordar soluciones específicas levantadas por las mineras y organizadas por entidades públicas-privadas, que se encargan de conectar las problemáticas con la solución, por ejemplo, el programa Expande de la Fundación Chile, que es una plataforma de innovación abierta, donde, se hacen llamados, hay postulaciones y se trabaja con los distintos oferentes de soluciones y/o startups que están implicados. Este canal lo integran verticalmente entidades públicas y/o privadas que fomentan la integración de tecnologías a la industria minera, las distintas plataformas de llamados y concursos de innovación abierta que actualmente existen el ecosistema y los departamentos de innovación que son los encargados de identificar las necesidades a abordar.

II. Entidades de apoyo: Son consideradas importantes para el desarrollo y la creación de un modelo de negocio a partir de una idea o prototipo, entre ellas se tienen:

- *Incubadoras y/o Aceleradoras de negocios:* Son entidades públicas y/o privadas, quienes buscan el potenciar, construir y desarrollar en conjunto con emprendedores nuevos negocios tecnológicos o acelerar los modelos de startups existentes, vía mentorías y asesorías. Son un buen medio para poder postular a fondos de financiamiento o acercarte a empresas del ecosistema
- *Fondos de inversión e inversionistas:* Destinadas a otorgar financiamientos, actualmente no existen fondos de inversión dedicados a ninguna industria en específico, más bien son abiertos y atienden a cualquier tipo de innovación que presente una idea de negocio que pueda impactar positivamente los procesos industriales. Entre ellos se pueden encontrar, inversionistas de riesgos, créditos bancarios, venture capital, organismos internacionales, entre otros.
- *Agencia del estado o Corfo:* que es la agencia que busca el desarrollo económico del país y es el organismo que ejecuta las políticas del Gobierno de Chile en materias de innovación y emprendimiento. Para ello existe la ley de incentivo a la I+D que opera a través de distintas herramientas, que tienen como fin estimular el vínculo con la academia y centros de I+D, el traspaso de capacidades, la creación de conocimientos y la integración de capital humano especializado en la industria.

III. Palancas de cambio:

(1) *Centro de pilotaje industrial:* Sitios destinado al testeo de prototipos, para ir escalando las tecnologías es necesario iterar como proceso de aprendizaje. La habilitación de estos espacios para las startups se considera como punto de partida para la maduración y el escalamiento de los modelos de negocios a una escala industrial, para testear y anticiparse a las dificultades de su implementación

(2) *Encadenamientos productivos:* Lograr integrarse verticalmente con proveedores que ya están instalados en la industria para mejorar sus servicios y/o para solucionar dolores internos de la industria. A través de estos encadenamientos se permite conectar la cadena de

suministro tecnológico a través de una red virtuosa, donde la conexión de las startups puede considerarse estratégica para mejorar los servicios tanto de los mismos proveedores, como para la industria matriz. Para habilitar esta palanca es necesario examinar las políticas de abastecimiento, o sea, qué incentivos o desincentivos existen dentro de estas políticas que podrían estar bloqueando o generando escollo o barreras para que los startups puedan competir con empresas grandes o empresas que ya están instaladas en la oferta minera y revisar las modalidades de contratación de startups con la finalidad de la habilitación de su integración dentro del ecosistema.

(3) Corporate venture capital: Unidad especializada de capitales de riesgo integrada lateralmente por proveedores mineros, departamentos de innovación de la industria y entidades público-privadas, para diseñar programas de innovación abierta en donde puedan participar, emprendedores, pequeñas empresas y startups. Se considera que a través de esta herramienta se logre comenzar a abrir el desarrollo de la innovación externa y guiar el emprendimiento corporativo en la minería para aumentar el interés por generar iniciativas de innovación, de manera especializada, focalizada, técnica y con recursos destinados a fallar

(4) Unidades ágiles de innovación: Desarrollo de células de trabajo interna formada por recursos internos de la empresa (conocimiento, RRHH) para guiar el (Intra)emprendimiento de la compañía. La disposición de gente preparada dentro de la organización que pueda ayudar a codesarrollar soluciones en conjunto con los departamentos de innovación y startups o personas externas a la organización, con la finalidad de buscar nuevos dolores y/o necesidades.

Finalmente, como palanca transversal la articulación del ecosistema cruza por una política de estado que existe respecto a la innovación tecnológica, la habilitación del emprendimiento y la creación de valor a partir de una industria primordial para el país como lo es la minería, es decir, la integración de startups e innovación tecnológica no es solamente una política que deba interesar a las compañías mineras, sino que debe estar respaldada por una estructura estatal que incentiva el desarrollo de conocimiento, innovación y de las capacidades industriales nacionales. Una estructura que viene, por ejemplo, con incentivos tributarios o con incentivos de acceso a financiamiento, habilitando la condición para que las compañías mineras efectivamente vean un trabajo virtuoso de trabajar con las industrias locales.

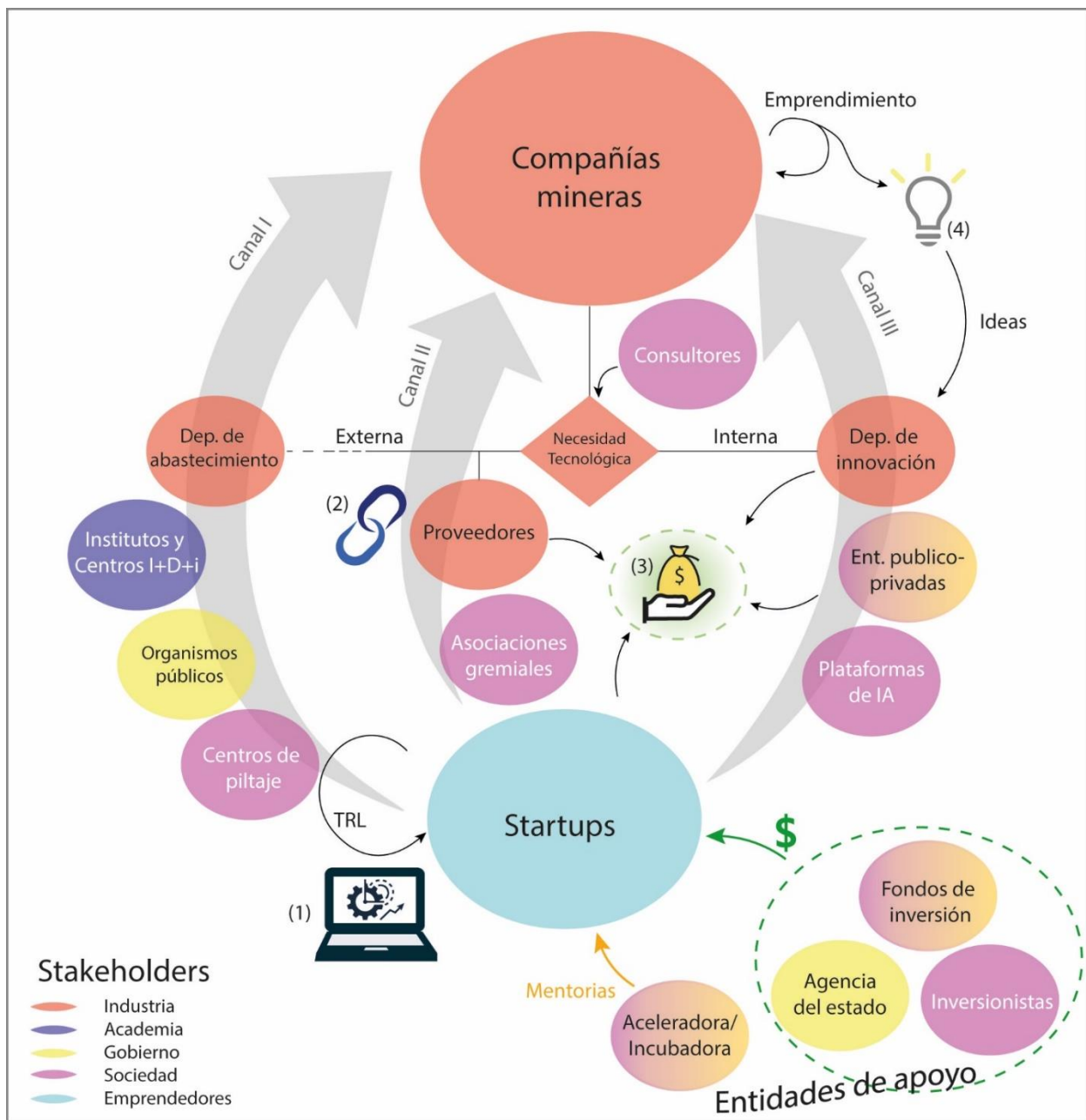


Figura 2: Modelo conceptual propuesto (Fuente: Elaboración propia)

2.7 Estrategias de evidencias científicas

Con la finalidad de poder dar evidencia sobre las estrategias implementadas y otorgar rigor científico a esta investigación se ha utilizado:

Triangulación de informantes: realizándose entrevistas a distintos actores del ecosistema de innovación en minería, considerando su rol, relación con la innovación y emprendimiento

tecnológico, problemática a tratar y los aportes que los actores claves puedan entregar al estudio.

Triangulación de técnicas y fuentes: A través de la consulta de diferentes fuentes de información y técnicas de recolección de los datos. Incluyendo entrevistas y artículos de revistas indexadas que son los principales recursos utilizados y en menor medida reportes empresariales, informes internos de consultoras, seminarios asociados al tema de investigación, charlas y noticias de entidades dedicadas a la innovación.

Criterio del valor de verdad: Con el fin de minimizar el sesgo del investigador, de manera de proteger la validez de la investigación, se vela porque los datos levantados reflejen lo más fielmente posible la realidad estudiada, manteniendo la confidencialidad de los informantes.

3 ARTÍCULO

El presente apartado, recoge la investigación contextualizada motivo de este proyecto de grado, y es presentada en formato de artículo académico. Se trata de un artículo conciso, escrito en el formato típico de revistas especializadas o de conferencias, de acuerdo con reglas específicas definidas por la dirección del programa.

El artículo, ha sido cuidadosamente redactado con el fin de que se haga fácilmente entendible y logre expresar de un modo claro y sintético lo que se pretende comunicar, considerando las citas y referencias respectivas de los estudios que lo fundamentan. El trabajo realizado, se sintetiza entonces como artículo, para facilitar al trabajo de quienes puedan estar interesados en consultar la obra original.

Este trabajo, considera y discute, a través de un proyecto aplicado, desarrollado en un contexto de realidad profesional, la integración de herramientas y conocimientos que se han adquirido en las líneas de desarrollo del programa. Lo que se consolida en una investigación profesional contextualizada a la realidad profesional que se expone, la que se relacionada con líneas y ámbitos específicos abordados en el plan de estudios del programa, permitiendo integrar, de manera adecuada, los conocimientos teóricos y metodológicos desarrollados en él.

ESTRATEGIA DE INCORPORACIÓN DE STARTUPS MINERAS EN LA INDUSTRIA CHILENA

Claudio Antonio Schulz Olavarría

Alumno de Magister en Ingeniería Industrial y de Sistemas, Facultad de Ingeniería, Universidad de Desarrollo, cschulzo@udd.cl

RESUMEN:

La minería en Chile ha enfrentado un aumento sostenido, pero lento en materia de innovación. Durante los últimos años se han creado empresas de base tecnológica con alto potencial de crecimiento o “startups”. El objetivo de esta investigación es proponer una estrategia de cambio en el ecosistema de innovación minero en Chile, basada en un modelo de integración de startups que relacione variables e iniciativas que impactan, fomentan y aceleran la I+D+i+e. enfocadas en aplicar negocios disruptivos para la industria, logrando una deficiente integración en el sector minero. Para lograrlo se propone una aproximación de tipo exploratoria-descriptiva, recogiendo información a través de 15 entrevistas semiestructuradas transversales, aplicadas a fundadores de startups y directivos de entidades que promueven la innovación abierta dentro del ecosistema, para entender cómo se articulan estos emprendimientos. El modelo propuesto plantea opciones para la incorporación de startups a la cadena productiva minera, a través de licitación y abastecimiento, proveedores y departamentos de innovación. Sin embargo, aún es necesario un apoyo a través de políticas gubernamentales que consideren aspectos importantes en la maduración de emprendimientos tecnológicos, como, por ejemplo, el acceso a pruebas más sencillas -validando prototipos tempranamente- o mejorar los mecanismos de contratación, lo que permite perfeccionar soluciones y mejoras en el proceso productivo interno de la minería. En síntesis, el desarrollo emergente de startups destinadas a ofrecer soluciones para la industria minera es un factor importante por considerar dentro del ecosistema minero. No obstante, aún falta un enfoque estratégico para la articulación industrial del sector. En este sentido la consolidación de alianzas a través de grandes proveedores instalados en la industria, así como la creación de capitales de riesgo corporativos, abren una inmensa oportunidad para permitir el codesarrollo de soluciones tecnológicas y la escalabilidad de estos emprendimientos dentro de la industria minera.

PALABRAS CLAVE: Innovación abierta; Ecosistema de innovación; Empresas emergentes; Emprendimiento corporativo, Tecnología en minería.

1. Introducción

Chile destaca en el mundo por ser el principal país productor de cobre, Se ha consolidado con una participación que bordea el 30% de la producción cuprífera global y con reservas que contienen un 30% del metal rojo (Jorratt, 2021). Frente a este escenario, se esperaría que al menos un tercio de los equipos e insumos para la minería se transaran en el entorno local, o bien, que una cifra similar de investigación y desarrollo (I+D) relacionada a la industria fuera efectuada en el país. Sin embargo, estos recursos son adquiridos desde el extranjero y las empresas mineras que operan en el país no invierten en I+D, lo que dificulta la innovación y emprendimiento (i+e), a nivel local (Meller, 2019). Comparativamente con otras industrias como la canadiense o la australiana -quienes son indiscutiblemente líderes en materia de innovación dentro de esta industria- Chile tiene unas 60 a 80 veces menos investigadores dedicados a desarrollar soluciones innovadoras -por millón de toneladas métricas- aun cuando la escala de producción es mayor que en estos dos países (Meller y Salinas, 2019).

Durante los últimos 20 años, la minería en nuestro país ha enfrentado un aumento sostenido, pero lento en materia de innovación. En este periodo, en Chile se invirtió menos en I+D que, en otros países de la región, como Argentina, Brasil y México, destinando a su vez muy pocos recursos para el testeo de nuevas tecnologías y financiamiento a nuevos investigadores (Fernandez, 2020). Moncada (2016) señala al gasto destinado a I+D como porcentaje sobre las ventas como buen indicador para evaluar la innovación empresarial. En la minería, esta cifra corresponde sólo al 1%, la que se explica principalmente por el gasto en I+D que las mismas empresas hacen dentro de ellas. Por lo tanto, bajo esta perspectiva, aún existe mucho por hacer para concretar el desafío de poder constituirse como un país líder en innovación dentro de Latinoamérica.

De acuerdo con Bryant (2015), el sector minero se ha caracterizado históricamente por proporcionar escasos recursos en I+D, mantenerse como antagonista hacia sus proveedores y fomentar un modelo de innovación cerrada en la industria. Puede que estas características hayan sido efectivas en el pasado, pero no necesariamente hoy, donde la

mayoría de los mercados están influenciados por la 4ª revolución industrial. El cobre puede tener un rol fundamental en esta revolución tecnológica, pues tiene ventajas competitivas frente a otros sectores (Meller, 2019), convirtiendo a la minería en un polo de desarrollo tecnológico, vanguardista, y con potencial de transformarse en el motor de la innovación en Chile.

Para estimular el desarrollo tecnológico en el sector minero, debe primar, necesariamente, una cultura empresarial que no sea reacia al riesgo y que considere el fracaso estratégico como una oportunidad de aprendizaje (Haines, 2016). Si la minería chilena -en específico la minería del cobre- quiere seguir siendo relevante para la economía global moderna, debe construir un ecosistema innovador sólido y aplicar diferentes procesos que ayuden a los emprendedores y startups, a convertir las buenas ideas en negocios escalables y de alto crecimiento.

Para construir un ecosistema innovador sólido es necesario una red de actores conectados e interdependientes, dentro de un área geográficamente próxima. Budden y Murray (2019) plantean que hay cinco partes interesadas (ver Figura 1), o *stakeholders*, que son fundamentales para la creación de ecosistemas de innovación y para el posterior crecimiento y aceleración del espíritu empresarial impulsado por la innovación en el ecosistema minero. Conceptualmente, el modelo planteado por los autores puede considerarse una actualización al típico modelo de la "triple hélice" (Estado - Academia - Industria), el cual refleja de mejor manera la realidad e interconexión del siglo XXI.

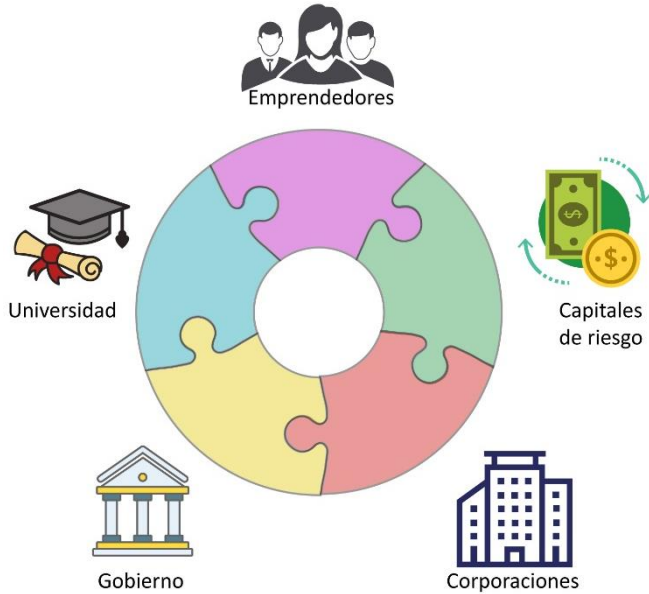


Figura 1: Marco de actores participantes en la innovación, (modificado Budden y Murray 2019)

Startups: Teoría y definiciones

El término startup, frecuentemente utilizado en los negocios para describir a empresas de base tecnológica con alto potencial de crecimiento, toma más fuerza frente a la revolución de los datos y la integración de nuevas tecnologías a la industria, como lo son: la utilización de inteligencia

artificial, realidad virtual, drones, robots, *machine learning* o el internet industrial de las cosas (Gruenhagen y Parker, 2019). Estas organizaciones tienen como objetivo la creación de productos o servicios que, con base tecnológica, permitan encontrar un modelo de negocio que sea escalable, repetible y rentable (Mańkowska y Kamińska 2021).

Uno de los principales desafíos que enfrentan estas empresas es la supervivencia a largo plazo, pues su operación está inserta en mercados con condiciones de alta incertidumbre (Chesbrough y Tucci, 2020). En particular, muchas emprendimientos fracasan: (i) por la falta de aceptación de sus productos o servicios, (ii) por no tener procesos que puedan adaptar el mercado a su oferta, o (iii) por carecer de mecanismos para probar y validar el desarrollo de sus productos, que en muchos casos exceden los límites de su propia capacidad.

Dentro del rubro de la minería, las startups abordan soluciones principalmente en seis diferentes áreas (Sirinda, 2017). En primer lugar, destacan empresas enfocadas al desarrollo de nuevas tecnologías y mejoras en las operaciones -en conjunto corresponden al 60% del total de estas empresas- mientras que de forma puntual otras enfocan sus negocios en buscar soluciones innovadoras para dar soporte en infraestructura, medio ambiente, finanzas y recursos humanos.

Startups en ecosistemas de I+D.

Las startups están ampliamente distribuidas a nivel global. Según Sirinda (2017), los países que encabezan el listado con mayor cantidad de startups relacionadas a la minería son Australia y Estados Unidos, los cuales se constituyen como los principales centros de negocios mineros alrededor en el mundo. Sirinda (2017), además, identifica diez urbes que tienen la mayor concentración de startups enfocadas a la minería. Es curioso constatar que, aun sin ser un *hub* formal dedicado a innovación en minería, en primer lugar, se sitúa Santiago de Chile, al cual le siguen ciudades australianas como Brisbane, Perth, Melbourne y Sydney, respectivamente, las que se constituyen como grandes metrópolis financieras para la minería de ese país. A éstas, le siguen ciudades canadienses de trayectoria minera como Toronto, Calgary y Ottawa. Completan la lista la ciudad sudafricana de Johannesburgo y San Francisco, en el estado de California, Estados Unidos, el cual es gran referente internacional de los ecosistemas de innovación y tecnología.

Ecosistema Australiano

A mediados de los 2000, Australia vivió un auge en la minería, gracias al alza del valor del hierro y oro, inducido por la industrialización acelerada de China. Sin embargo, la inestabilidad de los mercados internacionales y la volatilidad en los precios de los metales, como también la disminución de las leyes minerales, han dado espacio para aumentar la inversión en I+D y la creación de fondos de innovación. Estas inversiones, progresivamente han permitido diversificar la oferta de tecnología a medida que nuevas empresas han optado por invertir en innovación. Lo que finalmente se ha traducido en la creación de soluciones disruptivas para toda

la cadena de valor de la minería, desde la exploración hasta el cierre de mina (Jang y Topal, 2020).

A finales de 2015, el gobierno australiano publicó su agenda nacional de innovación y ciencia. Su enfoque es facilitar un cambio en la cultura que fomente una mayor toma de riesgos empresarial y respalde una mayor inversión del sector privado, mediante la coinversión para comercializar ideas prometedoras a través de dos fondos de innovación del gobierno (Matysek y Fisher, 2016). Ellos han puesto mucho énfasis en el desarrollo de habilidades más adecuadas para la era digital, así como en facilitar el desarrollo de startups y pequeñas empresas innovadoras junto con el aumento de la colaboración entre la industria y los organismos de investigación, incluidas las universidades.

En Brisbane, por ejemplo, han apostado por una minería inteligente. Durante las etapas exploración y extracción de recursos minerales utilizan, por ejemplo, sensores, drones, plataformas tecnológicas y automatización avanzada para mejorar la eficiencia, la seguridad y la sostenibilidad de la minería. Queensland, esta industria representa aproximadamente el 12% del PIB estatal (Naughtin, Horton y Pham, 2019), cuenta con un amplio mercado de empresas que prestan servicios y productos para la minería. y entre los años 2017-2018 empleó a 61.000 personas.

Por otro lado, en Perth Australia occidental, las grandes compañías mineras, en conjunto con universidades y centros de investigación, están utilizando diferentes tecnologías para la implementación de sistemas de automatización en la minería de hierro (Jang y Topal, 2020). Esta ciudad fue pionera en operar con centros integrados remotos para manejar las operaciones, tanto en la mina, como en los puertos e instalaciones ferroviarias, permitiendo aumentar la productividad en un 25% y disminuyendo los costos en 40%, idea que se ha expandido al resto del mundo.

Ecosistema Canadiense

Canadá es líder en innovación minera y cuenta con ventajas competitivas frente a otros países al poseer una fuerza laboral altamente calificada con experiencia en tecnologías extractivas, ciencias geológicas y biológicas e inteligencia artificial y espacial. Además, cuenta con sistemas sólidos en materia de I+D, con centros de excelencia, universidades y programas de innovación, que proporcionan ideas y conocimientos innovadores para este sector. Se estima que existen más de 4.000 programas de I+D+i y unas 40 organizaciones de investigación minera a nivel nacional (Isabelle, 2020). Durante el periodo 2010-2019, sólo en Toronto se crearon cerca de 4.500 startups, con un promedio anual sobre la base de la población de 7,75 por cada 100.000 habitantes. En Calgary y Ottawa, el número de startups nuevas fue de 860 y 500 respectivamente, con tasas sobre los 2,5 y 3,6 por cada 100.000 habitantes (Hutchison y Lin, 2021).

Silicon Valley: Estados Unidos

Por último, en el área de San Francisco, Silicon Valley se alza como el clúster tecnológico más grande y exitoso del mundo y cierra la lista dentro del ecosistema minero. En términos generales, tiene aproximadamente 2000 startups por millón

de habitantes (Expande, 2019), ostentando la cualidad de ser el mayor polo comercial de Estados Unidos. Según Naughtin, Horton y Pham, 2019 señalan que esta región lidera la creación de empleo, innovación y generación de patentes y sustentan el éxito de este ecosistema fundamentalmente en su infraestructura, experiencia y la colaboración entre la industria, los centros tecnológicos de investigación y las diferentes políticas impulsadas por el estado de California.

Innovación minera en Chile.

La implementación por parte del gobierno del programa "StartUp Chile" durante el año 2010 ha logrado posicionar al país como un polo de innovación en Latinoamérica y permite explicar por qué Santiago en la actualidad se encuentra entre las principales ciudades del mundo con mayor cantidad de startups en su ecosistema (Villegas-Mateos, 2021). Esto último no es de extrañar al ser Chile un país cuya economía está sustentada por industrias que capitalizan valor a través de recursos naturales y servicios complementarios. La minería, por ejemplo, genera un alto porcentaje de empleo fuera de las áreas metropolitanas, pero la mayor parte de las actividades económicas se concentra en el área urbana de la capital, por lo que la creación de nuevos emprendimientos queda circunscrita a ella.

En Chile, el ecosistema de innovación a través de emprendimientos tiene bastante experiencia, especialmente a través de incubadoras de negocios. En estas instancias predomina las alianzas estratégicas como herramienta de vinculación con empresas, por sobre las apuestas en aceleración, los concursos (como "hackathon") y la inversión en capitales de riesgo corporativo (Ramírez et al., 2020). Dominan en este escenario los sectores de *e-commerce* y tecnología, mientras que, en el sector minero, la creación de emprendimientos con vinculación al sector empresarial es un fenómeno bastante reciente y en crecimiento. A su vez, en la ciudad de Santiago se ha calculado una densidad de emprendimiento equivalente a 100 Startups por cada millón de habitantes (Expande, 2019), constituyéndose en un ecosistema bastante robusto, integrado y en continua expansión.

Entendida esta realidad, y considerando la revisión bibliográfica presentada, es posible efectuar el siguiente cuestionamiento de contexto: ¿cuáles son las variables que impactan la estructura del ecosistema de innovación en minería y permiten la integración de startups mineras?

En efecto, dichas variables se desconocen, a pesar de que Chile sustenta gran parte de su economía en el sector minero, se ha percibido que durante los últimos años su crecimiento se ha estancado, su producción ha disminuido a cifras bajo el 30% y por lo tanto comienza a perder la relevancia que tenía en otras épocas (Jorratt, 2021). Una de las formas de poder soslayar los problemas de improductividad y fortalecer nuevamente la industria cuprífera es comenzar a adoptar metodologías y un enfoque tecnológico para afrontar los nuevos desafíos de la industria, en esta era de revolución digital. Desde fines del año 2015 existen iniciativas que promueven la consolidación de innovación abierta dentro del ecosistema. No obstante, la incorporación de I+D provenientes desde startups dentro de

las corporaciones mineras aún son inferiores frente a las ofrecidas por empresas tradicionales.

Habiendo recorrido las bases teóricas fundamentales para este estudio, cabe mencionar que la principal motivación para realizarlo ha sido la carencia de investigaciones que respondan a como se efectúa la integración de empresas emergentes o startups dentro de la industria minera y/o las grandes compañías que operan en Chile. Esto impide dar respuestas a la interrogante planteada de cara a determinar qué variables impactan o deben impactar en la integración eficiente de startups mineras, al ecosistema de innovación en minería y la capacidad de crecimiento dentro de este sector. Ante esto, se propone un modelo conceptual que contextualiza los canales de integración de startups dentro del ecosistema de innovación minero y detalla las variables pertinentes para su incorporación, permitiendo el intercambio de I+D+i+e, el aprendizaje y el trabajo colaborativo para el sector minero. En este sentido, este trabajo de grado contribuye a la comprensión e identificación de variables que aceleran la integración de empresas de base tecnológica dentro del ecosistema de innovación de las grandes corporaciones que operan en Chile.

Entendido esto, el objetivo de este trabajo es proponer una estrategia de cambio en el ecosistema de innovación minero en Chile, basada en un modelo de integración de startups, que relaciona variables e iniciativas que impactan, fomentan y aceleran la I+D+i+e a través de la creación de encadenamientos productivos y el desarrollo de *corporate venturing*.

2. Metodología

Paradigma y diseño: Esta investigación utiliza una aproximación cualitativa en base a entrevistas semiestructuradas y una muestra por conveniencia (Fassio, 2018). En particular, se determinan variables y se construye un modelo con el objetivo de establecer cómo y por qué ciertas variables aceleran la integración de startups en el ecosistema de innovación en el sector analizado.

Población sobre la que se efectuará el estudio: Se utiliza una muestra de tipo no probabilística, considerando la disposición y disponibilidad de tiempo de los sujetos clave, que participaron voluntariamente en esta investigación, siguiendo las recomendaciones de Otzen y Manterola, 2017. En total, participaron 15 profesionales, entre los que se incluyen: Ingenieros civiles de formación industrial (41%), química o mecánica (18%) comercial (12%) e informática (6%) entre otros profesionales de índole más científica (24%). Entre los entrevistados el perfil buscado fue el siguiente: emprendedores, dueños o gerentes de startups mineras y profesionales relacionados al campo de la innovación en instituciones públicas-privadas o corporaciones mineras, que ocupan cargos de altos ejecutivos como gerentes de áreas o directores de las entidades contactadas. El promedio de edad de los participantes es de 43 años, con una edad máxima de 66 y mínima de 32 años. Éstos poseen en promedio 10 años de experiencia relacionada a la innovación dentro de sus instituciones, con un mínimo de 2,5 y un máximo de 25 años.

Entre los entrevistados se cuenta con nueve personas a cargo de startups en diversos grados de maduración (siete de ellos con el cargo de fundador o cofundador), de los cuales dos han podido acceder al mercado internacional. En términos de género, los nueve emprendedores entrevistados fueron varones. En particular, fue difícil coordinar entrevistas con emprendedoras asociadas a la minería, lo que puede reflejar la brecha que aún existe para que mujeres puedan desarrollar emprendimientos en esta industria. Además, se contó con la perspectiva de seis gerentes y directores de entidades (tres hombres y tres mujeres), quienes dentro de sus labores promueven el desarrollo de innovación abierta en el ecosistema minero y pertenecen a la academia, industria y sociedad civil.

Entorno: el estudio se enfoca en el ecosistema de innovación abierta asociado, por una parte, a startups o empresas de base tecnológica, y por otro, a corporaciones mineras que demandan soluciones tecnológicas para sus empresas, entidades que sirven de nexo entre estos emprendedores y las compañías mineras, como también a parte de la academia que destina sus esfuerzos en I+D dentro del sector minero. Particularmente las startups dentro de la industria minera, centra sus ideas de negocios, en un 75% en la creación de nuevas tecnologías para la industria, un 10% lo hace en soluciones medioambientales, mientras que el resto se enfoca en salud, seguridad, capacitación, educación, reclutamiento y optimización del personal, entre otros. Normalmente, al ser emprendimientos recientes operan con muy pocos empleados, casi siempre sus propios dueños. Sin embargo, son entidades escalables que a través instancias y/o eventos de innovación pueden crecer exponencialmente en empleados y capital de trabajo

Intervenciones: En primer lugar, se piloteó un instrumento para ajustarlo a la realidad del entorno. Luego, se aplicaron entrevistas semiestructuradas, analizando la percepción de los participantes. En particular, se agendaron reuniones no presenciales, utilizando los diversos canales digitales disponibles a través de video llamadas. Para obtener respaldo, las reuniones fueron grabadas como medio de recolección de datos.

Se utilizó el siguiente enunciado, el cual se estructura en tres etapas: caracterización del presente y comprensión de la realidad, propuestas de alto impacto y alerta de transformaciones.

Etapa 1: Caracterización del presente y comprensión de la realidad.

- 1) ¿Cómo entiende usted un proceso de innovación abierta en minería que considere las ideas provenientes desde distintos startups en Chile?
- 2) ¿Qué oportunidades visualiza al incorporar estas empresas dentro de las corporaciones mineras?
- 3) Actualmente, ¿cómo se gestiona la incorporación de startups frente a la necesidad de innovación por parte de las compañías mineras?

4) ¿Cómo operan las redes de apoyo a los startups, para fomentar su integración a la industria minera y su crecimiento dentro de este sector?

Etapa 2: Propuestas de alto impacto

5) ¿Cómo se puede modificar la situación actual del modelo de incorporación de I+D+i+e para integrar las diferentes propuestas ofertadas por startups al ecosistema de innovación?

6) ¿Qué propuesta específica de mejora o cambio de corto plazo y alto impacto cree que pueda ser implementada?

7) Pensando en la experiencia desarrollada en el extranjero, ¿qué estrategias conoce que permitan integrar eficazmente la innovación a través de startups dentro del ecosistema minero? ¿Cómo pueden ser implementadas en Chile?

8) Si se propone una estrategia de cambio basada en un modelo de integración de startups, dentro del ecosistema de innovación minero, basado en *corporate venturing*, para permitir el intercambio de I+D+i+e, el aprendizaje y el trabajo colaborativo para el sector minero, ¿qué opina del cambio planteado así?

Etapa 3: Alerta sobre transformaciones.

9) En su opinión, ¿cuáles son los riesgos y beneficios de potenciar un modelo de incorporación de startups dentro del ecosistema minero?

10) ¿Cuáles son los factores que facilitarían y obstaculizarían, en el ecosistema, la implementación de estos cambios?

11) ¿Cuál cree que es la principal preocupación respecto de incorporar y financiar startups dentro del ecosistema?

12) ¿Qué recomienda para gestionar estos cambios en la industria minera?

Plan de análisis de los datos: La confección del instrumento se estableció mediante preguntas sobre las categorías de observación y estudio. Esta herramienta, se aplicó la entrevista a las 15 personas indicadas en la muestra, quienes tenían distintos perfiles de las áreas empresariales del ecosistema minero. Se realizó una observación no participante, procurando identificar la opinión que tienen los participantes sobre la interacción actual Startup-Empresa. Se prestó también especial énfasis, en las necesidades que actualmente tiene la industria en materia de incorporación de nuevas tecnologías y que por el momento no se desarrolla internamente, circunstancias que sirven para que nuevos emprendimientos puedan capturar ese nicho de negocio. Se tomó la percepción de los entrevistados sobre la creación de alianzas estratégicas entre distintos proveedores de la industria y cómo esto puede impactar en la integración de startups al ecosistema de innovación y su opinión respecto a la creación de capitales de riesgo a nivel corporativo para fomentar el desarrollo de nuevos emprendimientos con el fin de conocer, desde su experiencia, la mejor de opción para proponer el modelo planteado.

Ética: La información recolectada se realizó siempre resguardando el anonimato de los participantes para no

comprometer la identidad de los entrevistado e impedir la publicación de información confidencial de las distintas empresas participantes. Todos las opiniones, antecedentes personales y evidencias serán destruidas una vez concluido este estudio. El diseño de la investigación sustenta la búsqueda de diferentes perfiles intentando adquirir información desde los distintos actores del ecosistema de innovación. Las intervenciones se realizaron de manera objetiva, evitando influir sobre los entrevistados ni sus propias respuestas a las preguntas planteadas.

3. Resultados

Las principales evidencias rescatadas desde las entrevistas fueron analizadas realizando una categorización a través de un proceso deductivo, destacando aquellos criterios que conforman factores y elementos que permiten entender el punto de vista desde los informantes clave. Estas observaciones son expuestas a través del siguiente análisis de acuerdo con la propuesta de intervenciones:

3.1 Análisis de datos

Ítem 1: ¿Cómo entiende usted un proceso de innovación abierta en minería que considere las ideas provenientes desde distintos startups en Chile?

Analizando las respuestas de los entrevistados, un 47% señala que entienden el proceso de innovación abierta como convocatorias externalizadas o “programas que consolidan y levantan las problemáticas de las mineras (E4), donde “las startups presentan a las distintas compañías mineras o instituciones que apoyan a estas compañías, qué es lo que están haciendo y qué es lo que pueden ofrecer... Las compañías canalizan a través de estas instituciones, desafíos que se adecuan a estas necesidades que levantaron las startups... Necesidades que ellos tienen, pero que normalmente no tienen claridad en cómo se solucionan y al ver que existe al menos algo en el mercado ocupan estos procesos (E13).” También señalan que en términos generales “Los procesos de convocatoria abierta son super enriquecedores, identifican las problemáticas que tienen las minas, las externalizan, puesto que sus equipos internos están preocupados de la producción. plantean los problemas a los que se puede acceder y hay varias empresas que postulan a estas cosas y se generan asociaciones bien buenas (E2).” Otros comentan que “Las mineras están abiertas a trabajar con startups, pero no directamente, normalmente buscan a terceros, para que ellos o a través de ellos resuelvan sus necesidades (E14)”. O “... les interesa el emprendimiento, les interesa la innovación, pero no gastar tiempo, por eso buscan intermediarios (E1)”.

Por otro lado, hay un 20% que considera la innovación abierta como la “conexión frente a la demanda de nueva tecnología”. En palabras de los entrevistados, “Entrar a la industria minera sigue siendo complejo y aún más al hablar de innovación. Cuando se genera innovación abierta, derribas ese portón gigante que te impedía probar nuevas tecnologías (E3)”. De forma comparativa comentan que, “en la minería, se habla mucho hoy día de innovación abierta, pero hay muchas industrias que este tema los vienen trabajando hace décadas...”

Hoy día nuestro entendimiento de cómo la innovación abierta se aplica a la minería. Tiene que ir en que lo más importante, tener una comprensión clara de la demanda. De la demanda real y en distintos horizontes del tiempo y vincularla con emprendedores que tienen soluciones (E7)" incluso más allá de emprendedores mineros "Hay especialistas en data, química, o biología que trabajan en otras industrias, y que a través de los programas de innovación abierta pueden decir - mira lo que sabemos hacer aplica en minería, vamos y proponemos algo - entonces les amplía su espectro(E10)"

Existe otro 20% que entiende estos procesos como una búsqueda de soluciones *plug & play*: "La verdad es que hoy día los procesos de innovación abierta están super restringidos a probar startups y en general se piden soluciones probadas en donde hay poco espacio para la innovación(E8)", al parecer - según ellos-, las convocatorias hoy en día "son muy específicas. casi un poco hechas a un par de empresas, pero se cierran completamente en el fondo a un emprendimiento capaz de resolver un problema desde otro punto de vista (E9)"

Finalmente, el último 13% restante, considera que las compañías ocupan la innovación abierta como una "Fuente de valor y cocreación". En sus propias palabras indican que "Las mineras se abren al ecosistema de startups y pymes chilenas con el objetivo de considerarlas como una fuente de valor y cocreación de las soluciones que la minería necesita en el presente y futuro (E5)", o bien es "una apertura a querer ocupar capacidades, que están disponibles en el mercado y ayudar a codiseñar y codesarrollar soluciones para los desafíos mineros (E12)".

Ítem 2: ¿Qué oportunidades visualiza al incorporar estas empresas dentro de las corporaciones mineras?

Un 40% de los entrevistados visualiza la incorporación de tecnologías como una oportunidad, al respecto comentan: "hoy día las mineras están abiertas a incorporar empresas más pequeñas de alta capacidad tecnológica. Ver una visión distinta de cómo se soluciona un problema, creo que las startups están solucionando problemas para los que muchas veces existen otras herramientas, pero (éstas) lo pensaron desde un modelo diferente y eso hace que obtengas una solución distinta (E13)". También mencionan que "Hay muchas tecnologías nuevas que las manejan los jóvenes. Entonces son empresas más bien nuevas las que están más capacitadas, en teoría para resolver esas problemáticas, quizás en conjunto con la sabiduría y la experiencia de las más antiguas(E11)".

Es interesante notar que un 27% cree que existe una oportunidad de codesarrollar soluciones de clase mundial, "Chile tiene una masa de talento importante para desarrollar soluciones de clase mundial, ya se ha demostrado en otras industrias, ejemplos como *Betterfly*, *NotCo*, *Cornershop*, *Talana* y *Xepelin*, son muy claros que tenemos la capacidad y las competencias de competir a nivel mundial (E5)", otros más bien son críticos en cómo se ha abordado el desarrollo de la innovación hasta ahora "La minería tiene la gran oportunidad de promover un desarrollo económico más allá de sólo la extracción de cobre(E14)", en la industria "Hay personas y profesionales que por vocación tienen este ADN de innovar,

que saben que hay que mejorar, porque hay procesos que hoy día todavía son perfectibles, pero (la innovación) no está en la estructura corporativa y dados los grandes desafíos que tiene la minería, que hay que resolver, efectivamente hay espacios de oportunidad. Pero (actualmente) no hay una mirada de cómo desarrollamos la industria local, en una palanca de desarrollo tecnológico y productivo del país, donde efectivamente seamos capaces de generar capacidades locales, que no todo sea de afuera. Una mirada que vaya más allá de la transacción de comprar algo, y que vaya quedando conocimiento en el país(E8)"

Desde otra perspectiva un 20% cree que la incorporación de empresas con base tecnológica ayudaría a mejorar procesos productivos dentro de la industria, "yo creo que hay oportunidades de incorporar inteligencia en el sentido de todo lo que es sensorización, automatización, inteligencia artificial, creo que es bien importante y es bien claro que hay una oportunidad. Creo que ahí hay una oportunidad enorme de poder mejorar esos procesos, desde una innovación abierta, porque son tecnologías que son versátiles, que les sirven a muchas industrias y que específicamente a las empresas mineras les puede generar una ventaja o una disminución de costos y gigantesca (E6)". Principalmente porque "hoy día las empresas mineras se están volviendo cada vez más viejas, diciéndolo en un término coloquial, tienen mayor gasto y son menos productivas. Cada vez se le generan más problemáticas. ¿cómo hago más productiva una faena más vieja?, ahí claramente las innovaciones son la ayuda, justamente para disminuir esa improductividad que se le va presentando de manera natural(E4)."

Por último, un 13% advierte una capacidad de acelerar el desarrollo de soluciones, ante ello comentan que, "hay una oportunidad buenísima que las velocidades son distintas, ósea un producto mínimo viable (MVP) tú lo puedes sacar en 30, 60 o 90 días dependiendo de los que se requiera, obviamente con colaboración de ambas partes, lo que una minera se demoraría años en hacer. Entonces hay una alta posibilidad de tener más velocidad, y esa velocidad puede ser mejor aún, si es que hay una mentalidad de tomar riesgos, pero también de alinearlos a la estrategia que está más arriba (E12)".

Ítem 3: Actualmente, ¿cómo se gestiona la incorporación de startups frente a la necesidad de innovación por parte de las compañías mineras?

En este apartado las distintas voces dan señales de los distintos caminos que existen para llegar a trabajar en el ecosistema minero. En primer lugar, un tercio de los entrevistados, es decir un 33% señalan que la principal vía de acceso es a través de programas especializados de innovación, como, por ejemplo, "Una de las formas más usadas para encontrar startups, son estas plataformas de innovación abierta (E13)" dónde "básicamente existe un articulador que levanta los desafíos de la industria minera, levanta las tecnologías que existen (en el mercado) y los conecta (E3)". Otra forma de encuentro es a través de los departamentos internos de innovación de las compañías, "las diferentes empresas se han reestructurado y han creado áreas de innovación y transformación digital que hace 5 años era impensado. Adicionalmente, algunas de ellas han avanzado en

crear áreas de *innovation supply* que permiten generar otro trato más ágil para la generación de contratos y habilitación de trabajadores para el caso de empresas tecnológicas de alto impacto, porque entienden que se mueven a otra velocidad y para destrabar el valor hacia la organización se hace necesario generar otro flujo de proceso de contratación(E5)." Una tercera vía corresponde a la articulación mediante grandes proveedores mineros, "Hay empresas consultoras tecnológicas a nivel internacional, que lo que hacen es ver cómo trabaja una startup y si funciona bien la compran y desarrollan un área nueva de su empresa. Eso funciona bien, las empresas consultoras trabajan bien con las startups, porque saben que se pueden apoyar en ella, para hacer algún proceso más eficiente y se ahorran lucas (E1)" o "para mejorar el desempeño de servicio de ese gran proveedor un camino de entrada de conexión podría ser, el asociarse, invertir, adquirir una empresa tecnológica más pequeña y más ágil (E7)" porque "el problema que tenemos hoy día es que no todas las compañías mineras tienen la posibilidad de incorporar startups a sus procesos de innovación. Al menos la experiencia que nosotros hemos ido viendo en donde las startup pudieran tener un espacio, es irse consorciando, trabajando con proveedores más tradicionales de la industria y vía esos proveedores tradicionales, poder ingresar, o sea, generar encadenamientos productivos de empresas proveedoras que ya están consolidadas en la industria. (E8)". Un 13% menciona que de forma complementaria algunas startups pueden integrarse mediante licitaciones con ayuda de pilotaje y centros de investigación "Los más formales están con el proceso de TRL, que son distintas secuencias de las etapas de innovación que tú tienes, por ejemplo, te van diciendo -mira te quiero diagnosticar, sacar la foto donde estás tú, iniciando, más avanzado o digamos ya súper probado- pero en la práctica, al, a pesar que tú les demuestras que tienen ciertos dolores y que les puedes ayudar, mucho más rápido, no tienen la capacidad de absorción y decisiones que quisieran tener (E12)". Solo el 7% comenta que pueden ser integradas vía adquisición, en sus palabras "Cuando veo una startup que me pueda resolver un problema, que yo la necesito permanentemente, que esté ahí bien resolviendo el problema, lo mejor es incorporarla como hacerme dueño, más que tener una participación, no tenerlos de proveedores, sí, así es algo único que me da una ventaja importante. Yo voy a tratar siempre de incorporarla comprándola porque también hay un tema de competitividad (E6)"

Ítem 4: ¿Cómo operan las redes de apoyo a los startups, para fomentar su integración a la industria minera y su crecimiento dentro de este sector?

Llama la atención que menos de la mitad de los entrevistados evalúen positivamente a las redes de apoyo a las startups. Mientras un pequeño porcentaje 7% tiene una visión de que funcionan bien, como quién señala, "yo creo que operan bastante bien, hay un buen ecosistema que ha madurado muchísimo. Hace 10 años no existían las startups en la minería, y de alguna forma, hoy día gracias a todo el apoyo y gracias también al avance de la tecnología, se ha dado (E11)". Un 33% tiene una perspectiva que funcionan bien, o suficiente, comentan que, "ahora último hay hartas iniciativas de innovación, se están dando más iniciativas para fomentar

el ecosistema, el desarrollo de la innovación, se están abriendo más instancias para conversar, para dar a conocer cuáles han sido los pasos de estas startups, conocer cuáles son los pasos de los inversores, por donde conseguir financiamiento, por dónde no irse, cómo fallar rápido o como no perder tanto tiempo(E2)". O que "intentan generar redes más interesantes para que las startup puedan visibilizarse(E6)" pese a la valoración positiva algunos reconocen ciertas falencias, como lo expuesto por el entrevistado 13: "para integrarse. están bien desarrolladas, es bastante bueno lo que hacen. Para crecer no lo veo tan fuerte hoy día. Este salto de probar lo que están haciendo. Hacer una actividad piloto, o implementar a gran escala entre una compañía minera es más solitario. Ahí cada (startup) tiene que lograr masificarse demostrando valor, tiene mucho que ver con la capacidad que tiene la startup de mostrarse como una empresa seria y que primero tenga un producto que funciona y segundo, la empresa logre armar toda la estructura para cumplir y cubrir todos los requerimientos de las compañías que no son menores." La gran mayoría, un 47%, concuerda que los esfuerzos por integrar a startups dentro del ecosistema de innovación minero son insuficientes. Algunos de los comentarios recogidos hacen mención de la falta de facilitadores más efectivos, "Hay algunas entidades que hacen mentoría, modelos de negocios y otras ayudan por la parte financiera, pero operan bien separados. Una entidad que se encargue de tomar tu emprendimiento y ayudarte a vender eso hoy día no existe (E3)". A las herramientas entregadas y la vinculación con la industria "creo que todos te dan ciertas herramientas para que busques un camino para entrar a la minería. Siento que muchas veces son bien básicas las herramientas, Siento que nunca nadie va un paso más allá como de llevarte a una especie de reunión, como un apoyo de verdad, no una herramienta para que tú te las arregles, sino que te acompañen a contactar con la minería(E9)" o bien directamente con el monto de la inversión "Algo que tal vez falta entender es que en minería los ciclos son más largos, los pilotos son más caros y tal vez líneas enfocada en minería, serían de mayores montos de mayores plazos. Porque un capital semilla de 30 millones en minería no sirve para casi nada. Entonces, cuando dices que vas a tener un programa tipo capital semilla que es independiente de la industria, naturalmente (y comparativamente) van a salir pocos éxitos de ahí en la industria minera, porque la industria minera ahí tiene otras particularidades (que no tienen otras industrias) (E10)"

Finalmente, un porcentaje no menor un 13%, como señala "tenemos un montón de potencial pero pensamos en pequeño y pensamos en pequeño porque no tenemos apoyo, tenemos el apoyo para pensar en pequeño, hemos hablado con personas a nivel internacional y los montos que ellos tienen para gastar e invertir en innovación son de diferentes órdenes de magnitud al nuestro (E1)" o también "hay redes desde el financiamiento, desde la incubadoras que hay varias, yo creo que les falta mucho hoy día especializarse, se enfocan mucho en el financiamiento, pero poco en innovación industrial, incluso más ligado a la minería. Entonces, no tienen los contactos, no tienen las redes que te ayuden a generar un MVP, acotar el riesgo. La gran ayuda que necesita la startups hoy es

un cliente, el primero, el segundo, el tercero... y eso hoy día las redes que hay no lo logran bien(E12)”

Ítem 5: ¿Cómo se puede modificar la situación actual del modelo de incorporación de I+D+i+e para integrar las diferentes propuestas ofertadas por startups al ecosistema de innovación?

Un 47% concuerda que es necesario aumentar el porcentaje de inversión que se hace en innovación. En sus propias palabras señalan que "las economías que crecen son las economías que invierten en innovación, si te dedicas sólo a extraer mineral, llegas hasta un nivel dónde no puedes extraer más. Comparativamente la inversión del PIB en Chile con relación a la inversión del PIB en innovación de otros países (en la industria minera) es poquita, siendo que la minería mueve mucha plata y entrega mucha plata y el porcentaje que se destina a innovación no es muy grande(E2)". "En general las empresas invierten poco en I+D(E4) y para integrar startups hay que considerar que "siempre a una empresa minera, le va a costar incorporar un proveedor chiquitito riesgoso y para a que estas tecnologías maduren tienen que pasar harto tiempo, años. Entonces necesitamos, más proveedores y para que eso suceda necesitamos poner los incentivos(E10)".

Otra medida recurrentemente mencionada 33% es agilizar procesos de contratación de startups al respecto comentan que "el periodo en donde tu empiezas a implementar tu solución hasta cuando tú puedes cerrar el pilotaje con la compañía, muchas veces esos periodos son muy extensos. Cómo son muy extensos y como (las startups) somos empresas pequeñas, tendemos a no tener esa espalda económica para subsistir en el tiempo y poder tener al equipo que es el que está implementando la solución (E3)" Al respecto también señalan sobre los contratos lo siguiente: "el contrato es fundamental que dé cuenta de la de la de la diferencia que existe en contratar una compra tecnológica a una startups de lo que es comprarle un proveedor tradicional internacional(E8)".

El restante 20% se inclina a modificar los nexos en el ecosistema promoviendo sinergias entre los distintos actores, al respecto el entrevistado 11 dice que " Yo creo que hay que trabajar un poco más en promover la colaboración. Si podemos armar un ecosistema de compañías proveedoras, y que vayamos viendo cómo se van complementando, yo creo que, por ahí pudiera haber un canal más efectivo (E11)"

Ítem 6: ¿Qué propuesta específica de mejora o cambio de corto plazo y alto impacto cree que pueda ser implementada?

Frente a esta pregunta un 47% reconoce que se deben mejorar las redes de trabajo en el ecosistema, esto queda reflejado en comentarios como, "...tiene mucho que ver en poder generar consorcios, que les resulte natural identificar oportunidades que están muy alineadas con sus objetivos de negocio y puedan generar valor a través del codiseño (E7)" Así también como, "el hecho de fomentar la colaboración, el poder engancharse con compañías que ya hayan vivido y pasado estas barreras, es algo que le da, un espacio, porque las startups son muy innovadoras, y la innovación vía tecnología no la tienen las compañías más maduras(E11)"

Otro 33% cree que se debiesen mejorar los sistemas de gestión de la innovación dentro de la industria minera, "Te diría que las mineras pueden mejorar en que puedan tener mejores sistemas de gestión de la innovación, teniendo una metodología ordenada para poder desarrollar y evaluar. propuestas de alto riesgo(E10)". Mientras que el 20 % restante cree que es imprescindible actualizar los modelos de contratación de startups, especialmente en las etapas más consolidadas de las startups, "las modalidades de contratación son una barrera para poder entrar y escalar dentro de una minera. Esas modalidades de contratación hoy día son bien rígidas y están todas regidas por un modelo bien tradicional de contrato (E13)".

Ítem 7: Pensando en la experiencia desarrollada en el extranjero, ¿qué estrategias conoce que permitan integrar eficazmente la innovación a través de startups dentro del ecosistema minero? ¿Cómo pueden ser implementadas en Chile?

El 40% de los entrevistados se inclina por promover recursos a nivel estatal para apalancar tecnología focalizando apoyo principalmente en los proveedores, "respecto a esto, no es solamente una política de las compañías mineras, sino que hay toda una estructura del Estado que incentiva esto, es decir, una estructura que viene por incentivos tributarios, por incentivos en el fondo de acceso a financiamiento y finalmente, ese es el estado que habilita la condición de que las compañías mineras efectivamente vean este trabajo virtuoso de trabajar con las industrias locales en startups (E8). Ellos además concuerdan intentar replicar la estrategia usada por Australia y Canadá en materia de innovación tecnológica minera a través de "líneas de apoyo estatales a la innovación de compañías proveedoras mineras no sólo startups, sino que también las más establecidas para que saquen más soluciones, nuevos negocios(E10) ",Australia y Canadá con el apoyo del estado y el mundo privado generaron cientos de empresas de tecnología que hoy le venden sus tecnologías y servicios a todos los países mineros, incluso extendiendo sus aplicaciones a sectores como la construcción y agrícola.(E5),

Una segunda estrategia mencionada por un 27% de los entrevistados es habilitar más centros o espacios para el pilotaje industrial de las soluciones desarrolladas, al respecto se señala que, " hemos trabajado con una de las grandes compañías mineras de Brasil y ellos tienen un yacimiento que funciona como yacimiento piloto.(E1)" Un 13% menciona otras alternativas como potenciar el intra emprendimiento y robustecer gerencias de innovación "el tema de propiciar como el desarrollo "indoor" de innovaciones, es algo que culturalmente, en otros países existen mucho más(E6). "En el extranjero se ha visto que dentro de las mismas empresas mineras grandes existen gerencias de innovación. Existen desarrollos internos que apalancan tecnología hacia el interior de la de la empresa. Acá en Chile eso se ve poco(E14)".

El último 20% no conoce estrategias que puedan ser implementadas en nuestro país y normalmente el argumento expuesto es que, "para beneficio de nosotros como Chile, yo creo que estamos igual o mejor posicionados que otros países

de Latinoamérica, en lo que es la industria tecnológica en el mercado minero(E3).”

Ítem 8: Si se propone una estrategia de cambio basada en un modelo de integración de startups, dentro del ecosistema de innovación minero, basado en *corporate venturing*, para permitir el intercambio de I+D+i+e, el aprendizaje y el trabajo colaborativo para el sector minero, ¿qué opina del cambio planteado así?

Frente a esta pregunta, la proporción de comentarios que señalan que el *corporate venturing* es un buen modelo para potenciar la integración de startups a la industria es el mismo (47%) frente a aquellos que, si bien creen que es un buen modelo, factible, sería mejor que se aplicase de forma externa o paralela cualquier compañía minera y sólo el 7% dice que no le gusta como modelo: “no me es para nada atractivo, si fuera una startup en etapas terminales lo podría pensar, creo que es una especulación bursátil de poco valor(E13)”. El primer grupo de participantes, comentan que, “es muy bueno que haya la mayor cantidad de alternativas posibles, y cada empresa definirá si quiere ir por esa ruta o no. ...Puede, ser un buen aporte, porque te da básicamente una incubación, y además dinero para poder moverte rápido, entonces yo creo que es positivo, creo que es una alternativa más, no es que esa es la única, pero me parece que, es bueno que se estén conversando (E12).” En la misma línea comentan que, Puede ser que bien gestionado, sea un buen camino para esa compañía minera. La compañía podría exponer sus problemas y. hacerle *funding* a las empresas. Entonces tal vez (en principio), efectivamente van a llegar a empresas muy chiquititas e inmaduras, pero con un *approach* interesante y con un buen talento y ellos digan, ok, ganaste ahora te vamos a ayudar, te vamos a incubar y vamos a invertir. Pero ahí la compañía minera lo hace para que le resuelvan el problema de forma sustentable. (E10)”. Ahora bien, por parte de quienes creen que puede ser factible, siempre y cuando se aplique de forma externa a las compañías se recogieron las siguientes impresiones: “me parece que es una iniciativa interesante, una iniciativa que es factible implementar en el país. Pero también eso implica que las compañías mineras tienen que crear una estructura para eso. En general, las estructuras de innovación en las compañías mineras son bastante más *soft* que las estructuras productivas y no sé si hasta ahora están disponibles para algo en esta línea (E8) y “el modelo de CVC yo lo veo super de doble filo, a mí me encanta. Pero también siguiendo el hilo de lo que he conversado con otras empresas, el CVC es en esencia crear nuevos negocios, pero de la mano de startups y abrirse al ecosistema. Lo que está pasando en Chile y que soy super crítica, tiene que ver con que más que hacer un CVC para trabajar con startups, estás haciendo un *company builder*, dónde tú te quieres quedar con la mayoría de la propiedad de las de las startups y al final terminas ahogando el emprendimiento (E14).”

Ítem 9: En su opinión, ¿cuáles son los riesgos y beneficios de potenciar un modelo de incorporación de startups dentro del ecosistema minero?

En primer lugar, un 40% reconoce ciertos riesgos que pueden afectar principalmente a las startups. Entre los comentarios que hacen alusión a la pérdida de libertad de los

emprendedores destaca el siguiente: “como startups pierdes libertad, flexibilidad, tienes que adecuarte a los tiempos de la industria minera. quizás no puedes promoverlo (el modelo de negocios) en otros lados, queda atado a la industria minera si es que es (una solución) muy buena y si le causa a esa empresa un beneficio en relación a las otras, probablemente se demoren mucho rato en soltarlo y masificarlo(E2)”, así como también la apropiación del *know how* de la empresa, “las compañías mineras si financian a las startups podrían querer quedarse con la propiedad intelectual, lo cual sería nefasto para su comercialización, a excepción que estas acuerden contratos abiertos para comercializar y luego generar un plan de salida o venta para que la startup pueda volar sola (E5)”.

Por otro lado, el 60% reconoce que la integración de startups directamente dentro de la industria minera puede tener riesgos para la compañía. De ellos el 53% reconoce riesgos internos como por ejemplo fracasos en la implementación de tecnologías nuevas, al respecto comentan como riesgo “no obtener los resultados que se esperan y también no lograr productos de calidad para la compañía(E13)” o “que el negocio no resulte y apoyar a un emprendimiento o una innovación que al final no flotó, que puede que sea una muy buena idea, pero al momento de implementarla, independientemente del pilotaje, no resulte, son lucas que puedes quemar (E4)”, otros comentarios hacen referencia, por ejemplo, a la toma de decisiones sesgadas, “pueden descartar cosas que a lo mejor podrían haber sido un súper buen negocio(E6)” o para la operación, “estar ocupados en administrar un CVC, puede ser una distracción(E7)”. Solamente el 7% pone alerta en riesgos externos, “uno de los riesgos importantes es que no tengas suficiente demanda por tu capital. Puedes hacer un modelo espectacular de venture capital, pero puede que no lleguen suficiente startups interesantes, que tengan cierto nivel de madurez...y creo que ese (tipo de startup) hoy día hay relativamente pocas en Chile (E10)

Para el caso de los beneficios un 60% dice que un CVC ayudaría principalmente a “asegurarle a la startups la viabilidad económica(E8)”, generar un canal de flujo de dinero, que esté más disponible, pensado para correr riesgo(E6)”, porque según señalan, justamente “lo que busca alguien que está haciendo una startups es poder avanzar rápido y tener apoyo, solamente financiamiento, sino también apoyo en *smart money*, en plata inteligente(E11) y “probablemente si logras hacerlo bien, tienes un *endowment* corporativo para que la innovación baje y viceversa, pero siempre tiene que tener un compromiso operacional y corporativo, y estar bien balanceado. ahí hay un beneficio tremendo, en velocidad y capital para poder, moverte más rápido(E12)”. Complementariamente el otro 40% reconoce además de estos beneficios particulares para las startups, beneficios que pudiese obtener la industria, al respecto comentan, por ejemplo, que, “el beneficio directo que puede tener una empresa que, apuesta a una innovación, está dado que, si los que observan las innovaciones que hay en el mercado, le apuntan, es un salto en una en una ventaja competitiva muy significativa(E9)”. Además, particularmente el, “lograr sacar un buen producto ocupando la infraestructura y el problema real de la compañía minera para

poder sacarlo adelante. irlo perfeccionando y sacar un producto muy bueno, que después ambos puedan usufructuar de él, y lograr venderlo en otras compañías mineras. Trae consigo grandes beneficios como el acceder a datos, acceder a un sitio para poder ir ajustando tu producto. Creo que eso es lo más valioso (E13)”

Ítem 10: ¿Cuáles son los factores que facilitarían y obstaculizarían, en el ecosistema, la implementación de estos cambios?

Existen varios factores que podrían facilitar estos cambios. Un 33% menciona el recambio generacional de la industria, “mira yo pensaría que lo principal ya está sucediendo, tiene que ver con un cambio de generación en la industria, en un recambio en donde hay más profesionales que entienden sobre innovación, sobre esa cultura de la falla como aprendizaje. Entender que hay que ser amigos de la tecnología, no enemigos (E10)”. El 27% habla sobre la importancia de realizar validaciones en etapas tempranas, Para una tecnología que este súper bien analizada, la creación de valor para la compañía minera es lo determinante (E7)” por eso es importante el “poder invertir rápido y el dar acceso a lugares de prueba, a lugares de mejora de producto, eso es muy positivo para las startups(E13).” Un 27% confía en que las sinergias del ecosistema, principalmente a través de los grandes proveedores de la minería, “uno de los factores que facilitarían serían los canales a través de los grandes proveedores, yo creo que es que ese es un canal que sería super virtuoso y podrían ganar la industria completa. Porque finalmente se generaría un encadenamiento productivo virtuoso, que provocaría todo este acceso a tecnología en donde podría generarse un continuo de tecnología. (E8)” Por último el 13% sugiere que un factor habilitante es crear fondos de inversión “por ejemplo, armas un fondo de inversión en paralelo, aparte del negocio y armas un fondo entretenido que esté pensando en nuevas tendencias (E14)”.

En contraste y respecto a los obstáculos, en primer lugar y con un 33%, los entrevistados creen que la cultura organizacional es una barrera por considerar, “la minería es una industria bien conservadora, ha cambiado, pero aún no está completamente abierta a que venga gente de afuera de la industria a ayudar(E11)”, no se atreven en el fondo, por el qué dirán si se equivocan, el mundo tiende a echar culpa en vez de decir ok, son aprendizajes y vuelve a hacerlo(E9). En segundo lugar, un 27% menciona los procesos internos de la industria, “tiene que ver mucho con como tú compras las tecnologías, como la incorporas, los tiempos, las oportunidades que no son cosas, no son procesos cortos de tiempo. Tú no vas a incorporar una tecnología que no te de la certeza que esté probada, porque te va a generar a ti una interferencia operacional y te puede costar la pega(E7)”. En tercer lugar, un 20% dice que el mismo modelo de negocio de la startup puede ser una barrera para su integración, lo que queda reflejado en comentarios como, Cómo startup pasa muchas veces que crees tener la solución a algo, lo prueban y no era lo que se buscaba. “Eso es importante, porque primero cuando tu generas una solución, lo primero que tienes que hacer es ver cómo está el mercado, con respecto a abordar esa problemática en sí. Porque puedes generar algo super

específico y super particular para una compañía, y resulta que después en otra minera no tienen esa misma problemática (E3)”.

Un 13% reconoce como cuarto factor la estructura organizacional comentan al respecto que, “la compañía empieza a moverse fuera de su núcleo de negocio por lo mismo, para muchas compañías, entiendo que esa es una de las limitaciones por las cuales no toman o no adoptan este modelo de *corporate venture*(E13). Y como último factor un 7% señala que la comunicación puede ser un obstáculo por considerar, “A pesar de que las mineras no compiten entre ellas, porque el mercado existe, la demanda está, tu pones tu cobre y siempre te lo van a comprar. No hay competencia, pero independientemente de que no haya competencia, igual tampoco no se comparte mucha información(E4)”.

Ítem 11: ¿Cuál cree que es la principal preocupación respecto de incorporar y financiar startups dentro del ecosistema?

El 47% de la muestra se inclina por factores de índole operacional especialmente centrados en la respuesta operacional, “sobre todo para las (empresas) más grandes, (les preocupa) justamente el dimensionamiento de la solución. Hay muchas soluciones que son buenas, pero cuando las escalas y las pones a un ambiente más, productivo, a veces las empresas son demasiado grandes y el producto o servicio que ofrece el cliente no da para el tamaño de la minera(E4)”

Otro 40 % los entrevistados creen que la principal preocupación tiene que ver con factores estratégicos. Como, por ejemplo, “La responsabilidad legal *liabilities* que te puede generar el incorporar nuevas compañías en etapas terminales dentro de tu portafolio y ámbito de responsabilidad. Eso yo creo que es una preocupación grande para las compañías mineras, y también para las corporaciones.” (E13), la factibilidad de desarrollar la cuestión con la tecnología, el potencial, el equipo de trabajo, cuáles son las capacidades que tienen, si se comprometen con el proyecto, si han tenido experiencia, que tanto han desarrollado, cuanto plata va a dejar o que problema me va a solucionar(E2)”.

El restante 13% menciona factores económicos dentro de las preocupaciones, tanto para la industria “La mayor preocupación es si vas a existir después de un año, cuan sólida es la espalda que tenga esa startup, que pasa si dejaste de existir y cuan distinto es la forma en que tú te aproximas a resolver los problemas que yo ya tengo(E12)” Como para las startups “nuestro mayor miedo es que los contratos sean tan demorosos y los pagos tan atrasados que al final te terminan matando antes del proyecto empiece, o termina el proyecto y/o en la mitad del proyecto no tengas caja(E1)”

Ítem 12: ¿Qué recomienda para gestionar estos cambios en la industria minera?

Finalmente, un 40% sugiere la creación de políticas tanto públicas como privadas, con la finalidad de exportar tecnología, “creo que como país tenemos que generar una estrategia global que nos lleve a ver cómo efectivamente somos capaces de generar una industria tecnológica, en donde se incorporen las startups, la academia y los proveedores nacionales. Que permita efectivamente generar una industria

potente. Generar una estrategia que dé cuenta hoy día de la problemática que hay, que es el acceso a financiamiento y a condiciones para que empresas de menor tamaño, puedan ingresar a esta industria, que es una industria compleja. Hoy hay poca visión de internacionalización, en general, los startups y las empresas proveedoras de la minería surgen solo para el mercado Local. Tener una visión desde tu formación de diseñar tu emprendimiento como un emprendimiento global, definitivamente cambia la mirada. Y tenemos la ventaja que la minería en Chile es una minería compleja, una escala que no existe en otra parte del mundo. (E8)". Otra recomendación bastante interesante es la generación de unidades ágiles para el codesarrollo, "creo que las grandes mineras, hoy día tienen la capacidad de generar un vehículo legal a parte, que les facilite esta inversión. Al generar departamentos de ventures, pueden dar un ámbito de responsabilidad global, pudiendo tomar también una característica de funcionamiento más ágil. Que finalmente, si bien no va a ser la misma compañía, te facilita todo, el acceso a la infraestructura y a las capacidades de la minera y que es un poco lo que hace hoy día el resto de Industria (E13)". Un 13% recomienda comenzar a visibilizar los temas de innovación, "Ojalá que en el mercado en general, y no solo en la industria minera se puedan dar a conocer de mejor manera y de forma más masiva las oportunidades que existen, aprovechando la tecnología que hay hoy, creo que ahí falta un poco más de visibilidad(E4)". Mientras que concordantemente el restante 13% dice que es necesario apoyarse en la gestión del cambio organizacional para permitir la integración de las startups a la industria minera, ejemplo claro es lo señalado, "creo que una de las cosas más importantes es el tema de gestión del cambio, del tema cultural. Ahí es importante gastarse ese tiempo y esos recursos en construir. No sé si construir, más bien fortalecer una cultura más pro más pro venture. (E6)".

3.2 Discusión de resultados

Al abordar la primera etapa, caracterización del presente y comprensión de la realidad, la mayor parte de los entrevistados (47%) declara que la manera más común para abordar los diferentes desafíos de la industria minera es a través de convocatorias o desafíos de forma externalizada. Efectivamente, es posible indicar que existen numerosas entidades en el ecosistema, que buscan crear instancias de participación y conexión entre startups, especialmente aquellas iniciativas impulsadas por la Fundación Chile (FCh), institución que ha tenido un rol fundamental en la adaptación y transferencia tecnológica. Pero la realidad es que, en muchos casos estas iniciativas, buscan soluciones que ya están desarrolladas en el mercado y básicamente lo que se promueve en el ecosistema es conectar un problema con una solución preexistente. Si se es bien riguroso con el concepto de innovación abierta planteado por Chesbrough y Tucci (2020), como el aprovechamiento del flujo de ideas externas a la organización. Los hallazgos de esta investigación estarían parcialmente desalineados, pues estas iniciativas, técnicamente no calificarían dentro de su definición, porque en la mayoría de las veces, se buscan emprendimientos con un alto nivel de desarrollo tecnológico o soluciones medianamente avanzadas, los que finalmente sólo se adaptan

a las especificidades del problema planteado por parte de las compañías mineras. La innovación abierta por su parte busca intentar resolver una problemática cuya solución aún no existe y que se va a desarrollar en conjunto, asignando y organizando recursos, para ganar posición en el mercado y poder obtener ventajas competitivas como lo señala Leiblein et al. (2018), contra quien los hallazgos en este estudio no son concordantes.

Al consultar por las oportunidades, los entrevistados reconocen en las startups una capacidad creativa para desarrollar soluciones en conjunto y que permiten el perfeccionamiento de nuevas tecnologías, en conjunto con la aceleración de mejoras al proceso productivo interno de la minería, esto es concordante a lo señalado por Job y McAree, (2017) quienes plantean que las innovaciones tecnológicas pueden generar estructuras de costos reducidas y, por lo tanto, mayores ganancias y una mayor sostenibilidad de las operaciones. Además, señalan que las operaciones mineras que superen los desafíos de implementación de la innovación tecnológica estarán en la mejor posición para el éxito a largo plazo. También los hallazgos de esta investigación plantean la posibilidad de impulsar desde este sector económico, el desarrollo de soluciones transversales a otras industrias, con la capacidad de consolidar una industria nacional exportadora de tecnologías para la minería internacional, como también lo sugiere Urzúa (2016). Como nunca el ecosistema de innovación minero nacional, tiene la oportunidad de abrirse a un modelo de innovación inclusivo, reconociendo sus limitaciones y complementando sus propios talentos y capacidades internas, de forma concordante a lo señalado por Luaces (2018), para quien es primordial identificar las cualidades que ofrecen hoy por hoy las startups, que son empresas bastante más ágiles, agresivas, disruptivas, flexibles y digitales. El gran tema es que todas estas oportunidades, tienen que venir acompañadas de espacios abiertos y estructurados que permitan el ingreso de estos emprendimientos tecnológicos, como también de proveedores nacionales y de la academia, entre otros actores. Al respecto la literatura señala que el crecimiento y la creciente viabilidad de las startups, y la disrupción que esto conlleva, crean una nueva exigencia para desarrollar medios más ágiles y rápidos para que las grandes empresas se comprometan a trabajar con la comunidad de empresas emergentes (Spender et al., 2017). Hoy día esas iniciativas están muy restringidas y al menos formalmente todavía, no hay canales establecidos en la minería aquí en Chile que permitan que eso fluya.

Por otro lado, la gran mayoría de los entrevistados reconoce una cierta apertura de las empresas mineras a incorporar innovaciones a su industria de manera externalizada, concordante a lo expuesto por Meller y Parodi, (2017) que comentan que la minería ha experimentado un importante rejuvenecimiento tecnológico y ha abierto sus procesos innovadores a proveedores independientes subcontratados. No obstante, hasta ahora la mayoría de los productos y servicios innovadores se compran a proveedores internacionales. Efectivamente, hay un espacio en el que a los proveedores locales o nacionales se les dificulta poder ingresar, porque frente a ellos hay se impone una serie de

restricciones. La minería es una industria que es muy aversa al riesgo, a la innovación y a incorporar tecnología que no estén probadas, esta aseveración está en línea por lo expuesto por Stubrin (2017) quien comenta que la principal razón frente a este comportamiento conservador prevalece particularmente cuando la innovación consiste en una tecnología que es completamente nueva y en la mayoría de los casos esta tecnología sigue siendo un prototipo, o no se ha utilizado en terreno. La gran barrera que existe hoy para la integración efectiva de startups, particularmente dentro de una compañía minera es que no todas ellas, cuentan con la posibilidad de estas empresas emergentes dentro de sus procesos internos de innovación. Porque para entrar a la minería, hay que cumplir ciertos estándares y una serie de variables que obviamente una empresa que está recién partiendo, no siempre tiene la capacidad, financiera y de gestión para poder cumplir. Por supuesto, ellas tienen los recursos y capacidades para solventar el desarrollo tecnológico, pero no para asumir todo el coste administrativo y financiero que implica en el fondo, operar con garantías y con una serie de requisitos que piden las compañías a la hora de contratar servicios y productos. Por eso, una opción que surge naturalmente es poder consorciarse, agruparse o encadenarse productivamente con proveedores que ya estén dentro de la industria y por medio de ellos lograr trabajar dentro del ecosistema, esto último está medianamente abordado por el programa de proveedores de clase mundial (Navarro, 2018) que ha evolucionado con el tiempo mostrando una forma interesante de apoyar el desarrollo de proveedores locales y también ha abordado los desafíos de las grandes empresas mineras. En Chile se han gestado innumerables modelos de negocios disruptivos y tecnológicos, que apuntan a solucionar dolores que posee la minería (Sirinda, 2017), pese a ello, muy pocas de estas startups han logrado incorporarse al ecosistema y las que han podido encontrar espacio en la industria se debe a hechos casi siempre circunstanciales, dónde siempre aparece un profesional, puntual interesado en la industria minera que están abiertos y dispuestos a innovar y que han permitido que se abran canales informales para la entrada de estas startups a la industria, normalmente estos sponsors de la innovación o “Champions” son los que alientan a los altos administrativos innovar y son ellos quienes cumplen finalmente la tarea de eliminar los obstáculos de acuerdo a lo expuesto con Gcaza y Urban (2015). En definitiva, la integración de startups no es una estructura ni una práctica formal dentro de las compañías. Lo anterior se contrapone a lo señalado por Meller y Gana (2015) que indican que para quienes son tomadores de decisiones en las grandes corporaciones mineras, es considerablemente más provechoso promover la innovación proveniente de empresas pequeñas y medianas para que formen parte de su cadena de valor.

La institucionalidad en pro del desarrollo startup en Chile no es menor, pero aún le falta por madurar. Hoy en día existen algunos programas que soportan ideas innovadoras dentro de la industria. A nivel gubernamental, por ejemplo, el programa Startup Chile de CORFO ha logrado posicionar a Chile como un “hub” de innovación en Latinoamérica (Villegas-Mateos, 2021) así como entidades público-privadas que vienen hace

años intentando articular un ecosistema tecnológico para la minería. Por su parte, son muchas las grandes corporaciones que están interesadas en abrir sus demandas de innovación y están dando oportunidades sobre todo a emprendedores locales, dónde ellos operan. Las redes de apoyo funcionan pasivamente (especialmente aquellas públicas), para que las distintas startups puedan ir en buscar ayudas, fondos, becas, capacitación o mentorías. Pero también de forma pasiva, al salir a ayudar a distintos emprendedores con concursos, desafíos y hackáthones o también realizando mentorías y explicando cómo llevar a cabo los emprendimientos, enfocándose principalmente en la resolución de las problemáticas y buscando alianzas en el ecosistema. Sin perjuicio de lo anterior las redes operan de manera bien separadas, para lo cual es importante que se estructure el ecosistema en apoyo de la generación de innovación, porque de forma concordante a lo expuesto en Gruenhagen y Parker (2020), dependiendo del contexto, a pesar de que las redes de apoyo pueden no estar directamente involucradas en los procesos de difusión y adopción de la innovación, pueden tener el poder de impedir la adopción de tecnología o pueden tener el poder de apoyar una innovación y ayudar a crear legitimidad en el ecosistema. Los entrevistados destacan que hoy se adolece de una entidad que se encargue de tomar sus emprendimientos y ayudarles a vender y la principal crítica refiere a que nunca nadie va un paso más allá, como conectar a través de una reunión con un potencial cliente minero.

A nivel nacional, el entendimiento de quienes financian estos tipos de emprendimientos, especialmente de organismos del estado, carecen en la comprensión de cómo abordar la especificidad de las startups mineras. Estas empresas, no son cualquier startup. Sí pueden ser emprendimientos nuevos y pequeños, pero en el tamaño de las inversiones necesarias son completamente distintos a los startup de otras industrias, por ejemplo, un fondo semilla de 20 o 30 millones de pesos a una startups minera, no le sirve casi de nada, porque ni siquiera puede comprar una pieza específica de un equipo utilizado en minería o pagar a los ingenieros y técnicos, para que desarrollen completamente un nuevo módulo de software. Entonces cuando se quiere ir a pilotear, a desarrollar estas distintas tecnologías, los montos necesarios para el apoyo a estos distintos emprendimientos son mucho más altos en comparación a otras industrias y esa especificidad en particular, no está siendo cubierta por el ecosistema nacional. Este hallazgo está en completa concordancia por lo planteado por Navarro (2018) quien argumenta que para el caso de los proveedores carecen de un marco para probar y probar sus soluciones en operaciones en tiempo real, lo que restringe las oportunidades de ampliación. El problema según el autor puede estar relacionado con la falta de incentivos por parte de las empresas mineras para facilitar actividades de pruebas de concepto a los proveedores una vez lograda la solución técnica a su desafío operacional.

Para intentar abordar las brechas detectadas en esta etapa se propone desarrollar herramientas para la apertura de la innovación al ecosistema minero nacional, creando nuevos canales de vinculación entre emprendedores e industria y permitiendo ocupación de espacios de oportunidad a los emprendedores locales. También es necesario promover los

encadenamientos productivos entre los distintos proveedores que están consolidados dentro de la industria, irse consorciando y trabajando con ellos para la integración eficaz de los emprendimientos tecnológicos mineros al ecosistema. Por lo mismo es necesario, adoptar estrategias de apertura y trabajo con empresas tecnológicas para disminuir los obstáculos que existen para la adopción de innovación, muchas veces las empresas innovadoras no ven que su cliente no es directamente la compañía minera, sino que puede ser ese gran proveedor que ya está instalado en la compañía bajo un contrato marco, por ejemplo, y que en muchas ocasiones el desarrollo tecnológico apunta a la mejora del desempeño de servicio que presta este proveedor. Consecuentemente, es necesario buscar facilitadores en el ecosistema para que permita la conexión con el cliente. Finalmente, es imprescindible comprender las especificidades que demandan las distintas startups mineras para el involucramiento de apoyos económicos en pos de una articulación del ecosistema que otorgue financiamiento temprano focalizando la entrega de soluciones a los requerimientos que se están presentando en la industria minera.

En cuanto a la etapa propuestas de alto impacto, las recomendaciones de mejora van en diversos sentidos. En el corto plazo, la primera de ellas dice relación con las etapas intermedias de las startups y tienen que ver con el acceso a pruebas más sencillas y a validaciones de prototipos tempranos, que hoy son muy difíciles de acceder, este hallazgo concuerda con lo planteado por González-Meyer y Calderón (2018), quienes señalan que para bosquejar la idea de generar y transferir conocimientos de manera local y formar proveedores tecnológicos capaces de exportar tecnología, necesariamente requiere centros de experimentación y pilotaje de proyectos. En el ecosistema nacional, se han desarrollado dos centros piloto a nivel nacional que permiten realizar validaciones al modelo de negocio que están ofreciendo las distintas Startups, pero en su funcionamiento aún no son muy flexibles y hay una serie de posibilidades de negocios que aún no está siendo explorada a nivel país.

La segunda propuesta tiene que ver con revisar, fondos que hoy existen en la industria. Las compañías mineras, la única manera de incorporar startups de manera tradicional es incluirlas dentro del proceso de compra. Pero las modalidades de contratación existentes son bastante rígidas y están regidas por un modelo de contratación tradicional, con condiciones muy estructuradas. Por lo tanto, se posibilidad de ingreso, es que exista un contrato diferenciado para ellas. Ese contrato es fundamental que dé cuenta de la diferencia que existe en contratar una compra tecnológica a una startups de lo que es comprarle un proveedor tradicional Internacional, Eso definitivamente permitiría diferenciar las características distintas que en el fondo, implica comprar a una empresa que está en una fase de desarrollo, que está partiendo, que todavía tiene deficiencias de capacidades de financiamiento, pero que cuenta con ideas muy disruptiva en el mercado, tiene un desarrollo que está madurando, con posibilidades que son interesantes, pero que requiere para poder seguir su proceso, un esquema distinto de contratación. Lo anterior pareciera parecer bastante idílico, sin embargo existen empresas, como

la brasilera “*Nexa Resources*” (Roman et al., 2018), quién definió que el objetivo de la compañía era apoyar a las startups en el desarrollo o mejora de sus soluciones, y diseñó su modelo Venture Client, un modelo distinto de contratación dependiendo del tipo de proveedor con el que están trabajando y actualmente están apoyando a los futuros proveedores principiantes en pruebas de conceptos para evaluar la viabilidad de sus soluciones, ofreciendo a cambio apoyos económicos y financieros, como recompensa al desarrollo de soluciones innovadoras, capaces de incrementar la competitividad de la empresa y que por lo demás dispone los espacios de prueba idóneos para codesarrollar soluciones en conjunto. Scott-Kemmis (2013), concordantemente señala que los proveedores mineros locales pueden desarrollar soluciones a medida para las operaciones mineras que sean más eficientes, adecuadas o productivas que las estandarizadas disponibles en el mercado o que abordar un tema pendiente.

A largo plazo, las iniciativas más bien tienen que ver en cómo el estado ha tenido una pequeña participación en su rol de mediar y fomentar la innovación, no sólo a través de startups, sino que en las industrias críticas para el país. En un 47% los distintos entrevistados dicen que es necesario una política habilitadora que permita abrir la innovación, concordante a lo abordado por Navarro et al., (2016) quienes plantean diversos argumentos públicos-privados para proporcionar incentivos a la innovación. Durante los últimos años se han creado y cerrado centros o iniciativas que han buscado innovar en la minería, pero frente a la más mínima oscilación del ecosistema han desistido. Esta práctica pareciera ser transversal va en línea a lo expuesto por Job y McAree, (2017) quienes identifican cómo limitante la comprensión de la propuesta de valor tecnológica para la introducción de nuevas innovaciones y emprendimientos. Al respecto comentan que sin métricas claras de desempeño que la gerencia pueda monitorear fácilmente, la implementación de la tecnología corre el riesgo de descarrilarse ante el primer revés. Por lo mismo, se requiere la necesidad de paciencia cuando se innova, porque parte del proceso de innovación es fallar, Entonces apenas han existido “fracasos” en el ecosistema inmediatamente se decide descartar la estructura desarrollada, por citar un ejemplo, Codelco Tech era la filial de desarrollo tecnológico de la empresa estatal, más frente a diversos directrices de la empresa matriz decidió cerrar y parte del desarrollo tecnológico se disolvió. Entonces finalmente se requiere voluntad política tanto dentro de las compañías, como políticas estatales de largo plazo que habiliten la innovación en el ecosistema, la falta de este criterio y la insuficiencia en absorción de I+D minera ha sido descrita como “Inconsistencia dinámica” en la literatura (Pérez-Ojeda et al 2016). Las distintas startups entrevistadas, han demostrado ser capaces de liderar tecnologías de vanguardia para la minería. El acceso de ellas a la industria sin duda ofrece el desarrollo de una nueva industria tecnológica que pueda competir a nivel internacional. Australia es el ejemplo más exitoso en el mundo de una industria que exporta en tecnología lo mismo que exporta en recursos minerales y energéticos. Ellos se han beneficiado de los avances en las tecnologías para desarrollar, por ejemplo, soluciones de

software para la industria minera (Stubrin, 2017). A pesar de que en Chile las startups en etapas industriales son un número reducido frente al enorme mercado de proveedores mineros, con las ayudas estatales pertinentes podrían alcanzar un desarrollo significativo, pues se han especializado en diversos campos de las nuevas tecnologías y han enfocado sus modelos de negocios en diferentes etapas de la cadena de valor de esta industria.

Otra línea por considerar es comenzar a desarrollar la generación de una estrategia, para manejar la innovación, que se sustente en el modelo de capitales de riesgo, que son alternativas que existen en otros países y en nuestro ecosistema no se ve o más bien no de manera muy potente. Frente a la pregunta en específico sobre la opinión frente a la creación de fondos o capitales de riesgos que permitan capturar propuestas tecnológicas novedosas, disruptivas y pertinentes para el rubro minero y que puedan ser apalancados por las corporaciones, más del 90% de los entrevistados sugirió que como herramienta sería interesante para abordar pero siempre en paralelo a la organización matriz y que actualmente no se ha desarrollado con fuerza porque en Chile, el mercado minero, es un mercado muy pequeño en relación con otros y por lo mismo se ha hecho menos atractivo para los capitales de riesgo. La primera aseveración, sin duda refuerza un desconocimiento y por lo tanto una brecha frente a lo que realmente es un CVC, que en esencia es definido como un emprendimiento corporativo externalizado, mediante inversiones minoritarias de capital en empresas innovadoras y normalmente de nueva creación (De los Ríos y Sáen-Diez (2020). A nivel internacional, se comenta que para que la minería encuentre un camino hacia las mejores prácticas en materia de innovación, vale la pena observar otras industrias que también basan su negocio en recursos, como las industrias petroquímicas y de servicios eléctricos. Industrias que han estado desarrollando sus programas de innovación durante más tiempo y dónde prácticamente todas ellas poseen sus propios fondos de capital de riesgo corporativo (CVC) o han invertido en fondos de capital de riesgo independientes (VC) obteniendo resultados similares: consolidando un ecosistema saludable de venture capital y emprendedores que aborden las problemáticas que son importante para la industria (Mawson, 2019). Esta medida ha permitido nutrir continuamente los portafolios de innovación y como el capital está fuertemente apalancado por numerosos inversores tanto financieros como corporaciones, este modelo ha permitido atraer como consecuencia las mejores soluciones e ideas para la industria.

Para disminuir las brechas de acceso a pruebas de pilotaje temprano se es necesario fortalecer las instancias de testeo y prototipado industrial para el potenciamiento del desarrollo y la maduración de la tecnología de las startups utilizando el pilotaje industrial con apoyo de los centros de pilotaje que ya existen en el ecosistema escalando los modelos de negocio a una instancia más realista o impulsando el testeo de nuevas tecnologías en espacios destinados previamente, como, por ejemplo, galerías abandonadas y/o minas en proceso de cierre, adaptadas para estos fines. Además, revisar las modalidades de contratación de startups con la finalidad de la habilitación de su integración dentro del ecosistema

contextualizando las necesidades de innovación en la empresa que requiera de los servicios o productos ofrecidos por la startup. Por parte de las compañías es necesario abrirse a nuevas formas de trabajo con startups y por ejemplo adoptar un enfoque de innovación que considere el *corporate venture capital* como modelo para orientar el desarrollo de la innovación externa y guiar el emprendimiento corporativo en la minería para aumentar el interés por generar iniciativas de innovación.

En la última etapa de alertas sobre transformaciones, se destaca que la aplicación de estas unidades de riesgo permitiría amplificar la generación de innovaciones vía emprendimientos en el ecosistema. Las startups que requieren apoyo en sus etapas más verdes, se verían justamente beneficiadas con la creación de estos fondos que disponen canales de flujo de dinero para desarrollar pruebas de concepto, avanzar rápido y contar con el apoyo y viabilidad económica necesaria para escalar rápido. Al respecto la literatura es concordante en lo que respecta a tener una perspectiva bastante clara de cómo poder orquestar y desplegar exitosamente este mecanismo, para abordar de mejor manera los grados de madurez que surjan de las oportunidades de colaboración, la disponibilidad del capital para conducir estas colaboraciones y el tiempo esperado para lograr los resultados (Prats y Siota 2020).

Mientras que para la empresa patrocinante la creación de estos venture capital permitirían potenciar y ayudar a aumentar la productividad del negocio, capturando ventajas competitivas importantes en temas tecnológicos, siempre que el foco sea mantener una unidad de negocio para levantar emprendimiento y hacerlos escalar y posiblemente comercializar a futuro las soluciones codesarrolladas. Este hallazgo está en línea con lo propuesto por Bilankulu y Van der Lingen (2018) quienes señalan que para las compañías mineras esta herramienta de innovación podría poner mayor énfasis en seguir siendo competitivas, a la vez que rejuvenecen su organización, manteniendo y mejorando su posición competitiva, permitiendo modificar los procesos, estructuras y capacidades internas.

En términos de riesgos se advierte que para las startups un venture capital compromete en cierto sentido la propiedad intelectual de los emprendimientos y dependiendo de las cláusulas de contratación los entrevistados señalan que las startups pueden quedar atadas, como un brazo armado tecnológico, para esa empresa impidiendo la libertad de acción y supeditado a comercializar bajo la estructura organizacional de la compañía. Estos riesgos están de acuerdo con lo expuesto por Fernández (2020) quien en su trabajo concluye que en Chile aún hacen falta mucho por trabajar, en materia de protección de la propiedad intelectual.

Dentro de los riesgos que los entrevistados reconocen que pudiese afectar a la compañía que desarrolle un VC destacan el apoyar y financiar a emprendimientos que pudiesen fracasar en su implementación, puesto que un VC mal estructurado puede implicar una distracción para la operación. Por otro lado, un CVC supone un estado avanzado

de innovación por lo que uno de los riesgos importantes lo constituye la falta de demanda por el capital, en el sentido de que no existan suficientes empresas tecnológicas interesantes que intervengan en este modelo, concordante con lo señalado por Navarro (2017) quien plantea que tanto los factores de oferta como de demanda pueden restringir los programas que toman en consideración los desafíos tecnológicos de la industria.

Los principales factores habilitadores que están permitiendo la entrada de startups al ecosistema de innovación minera tienen relación con el recambio generacional, sinergias y colaboraciones entre proveedores instalados en la industria y la validación de las tecnologías en etapas tempranas. Como contraparte, las principales barreras para las startups siguen siendo la cultura organizacional de una industria muy tradicional y conservadora como es la minería, bastante aversa al riesgo por lo demás, como también las restricciones propias de la industria tales como la estructura administrativa y procesos de compra. Tanto factores habilitadores, como obstructores, resultan congruentes con el estudio efectuado por Gruenhagen y Parker (2020), quienes a pesar de que señalan en primer lugar la búsqueda de innovaciones para mejorar los estándares de salud y seguridad, en segundo lugar, aumentar la productividad y como tercer factor la sostenibilidad, relegan a los últimos lugares factores como, aumentar la eficiencia, capital humano, la colaboración y las presiones del mercado. De la misma forma, plantean que dentro de los obstáculos que tienen mayor relevancia en el sector minero tienen relación con la gestión de operaciones y responsabilidad social corporativa.

Dentro de las principales preocupaciones de integrar startups tecnológicas a la industria los más importantes son de carácter subjetivo, enfocados en aspectos operacionales, como el dimensionamiento de la solución, respuesta operacional y escalabilidad del emprendimiento, esto es concordante con lo planteado por Nuur, et al., (2018) quienes señalan que la industria minera es propensa a efectos de bloqueo, en la que los procedimientos operativos existentes se endurecen, y puede ser complejo implementar nuevas tecnologías cuando implican la interrupción de las rutinas operativas existentes. Otra preocupaciones están enfocadas en aspectos estratégicos, como el potencial de mercado, la factibilidad de desarrollar la tecnología o la especificidad del portafolio de soluciones, concordante con lo descrito por Fordham et al, (2017) quien plantea que las corporaciones mineras deben considerar no solo factores económicos y relacionados con la productividad al implementar la innovación y la tecnología, sino también las preocupaciones de carácter social, empresarial y medioambiental.

Como recomendación para avanzar en la integración de startups a la industria minera, los entrevistados concuerdan en comenzar a generar unidades ágiles para el codesarrollo de tecnologías mineras y promover internamente una gestión del cambio organizacional enfocada en la transformación de los nuevos cambios tecnológicos que ofrece el mercado y comenzar a visibilizar estos temas. Como recomendación a mediano y largo plazo, también apuntan a la creación de

políticas con finalidad de exportar tecnología políticas que deben abordarse a nivel estrategia país, para cumplir con los desafíos enmarcados en la agenda de sustentabilidad, energía y minería 2030, recomendación en línea con el trabajo de Stubrin (2017) quien dice que es necesaria una buena comprensión de las diferentes barreras y oportunidades que enfrentan las diferentes empresas de base tecnológica, parece crucial para el diseño de políticas de apoyo a estos emprendimientos.

Por último, para disminuir las brechas que suponen transformaciones al ecosistema se considera pertinente habilitar políticas estatales para que faciliten la integración de empresas innovadoras dentro del ecosistema. Enfatizar en aspectos de propiedad intelectual, para que no existan vicios en las cláusulas de contrato y escalar los emprendimientos tecnológicos que hoy existen para satisfacer la demanda futura de proveedores tecnológicos para la minería.

3.3 Estrategia de cambio basada en un modelo

Luego de comprender la opinión de los diferentes actores del ecosistema de innovación en minería se permite presentar el siguiente modelo conceptual (Figura 2) que constituye una herramienta a considerar para guiar la efectiva integración de startups o emprendimientos tecnológicos como estrategia de cambio en el ecosistema de innovación minero, de apertura y trabajo con empresas tecnológicas para abordar las necesidades detectadas en la industria, ya sea de manera directa por la compañía o levantadas por consultores externos. Necesidades que básicamente se enfocan en aumentos de productividad, disminución de costo, avance en sustentabilidad y en seguridad, que son los 4 ejes que más impactan, las decisiones de innovar dentro de la industria minera.

- I. Canales: Hay distintos caminos, que están siguiendo las diferentes startups para integrarse a la industria minera. Luego de comprender como se está logrando la interacción emprendimientos tecnológicos - industria minera, el siguiente modelo plantea 3 canales como puntos de comunicación entre la compañía y la startup.
 - 1) Canal I o Licitación y abastecimiento: Es el método de acercamiento más tradicional, aunque el menos común, para una compañía como una startup, que inicialmente no tiene casos de éxito en la industria o tecnologías probadas en la minería industria minera. Corresponde a la postulación a través de licitaciones comunes y corrientes de la minería a través de los departamentos de abastecimiento, que puede en muchos casos resultar bastante difícil. Los emprendimientos deben demostrar un piloto para partir, así como también un respaldo de sus resultados en pruebas anteriores. Se pide normalmente que exista experiencia o casos de éxito en la solución que se está proveyendo o una validación en etapas preindustrial. En esta vía de accesos es fundamental el apoyo en organizaciones de carácter público, como centros de investigación y programas de innovación que nacen desde Corfo para apoyar las distintas secuencias de las etapas de innovación y

maduración de tecnologías. Actualmente se han desarrollado 2 centros nacionales de pilotaje para estos mismos fines. Las principales entidades que articulan este canal son: los centros de pilotaje, organismos públicos que promueven y articulan la innovación en el ecosistema, los institutos dedicados a estudiar la innovación y los centros de investigación y desarrollo al alero de las universidades y centros académicos.

2) Canal II o Proveedores mineros: Se plantea cómo una segunda vía de acceso la creación de encadenamientos productivos o consorcios, vía proveedores que ya están establecidos para permitir el ingreso de startups tecnológicas, este método se considera que sería el más fluido y en la práctica es algo que ya se hace, pero no formalmente. Esta estrategia de vinculación sería efectiva para coordinar e integrar eficazmente la cadena de suministro, porque, se ha demostrado que entre pares existe una mejor comprensión de las especificidades que demandan los distintos problemas detectados en la industria. Quienes actualmente están articulando esta forma de integración son los Proveedores ya instalados en la industria y las asociaciones entre proveedores más pequeños y/o startups.

3) Canal III o Departamentos de innovación: En los distintos departamentos de innovación de las grandes compañías que operan en Chile, han existido una serie de programas especiales para realizar incorporaciones tecnológicas a la industria, como, por ejemplo, el programa de proveedores de clase mundial. Con el tiempo este canal ha ido evolucionando e incorporando capacidades y actualmente esas conexiones se hacen a través convocatorias abiertas, con postulaciones para abordar soluciones específicas levantadas por las mineras y organizadas por entidades públicas-privadas, que se encargan de conectar las problemáticas con la solución, por ejemplo, el programa Expande de la Fundación Chile, que es una plataforma de innovación abierta, donde, se hacen llamados, hay postulaciones y se trabaja con los distintos oferentes de soluciones y/o startups que están implicados. Este canal lo integran verticalmente entidades públicas y/o privadas que fomentan la integración de tecnologías a la industria minera, las distintas plataformas de llamados y concursos de innovación abierta que actualmente existen el ecosistema y los departamentos de innovación que son los encargados de identificar las necesidades a abordar.

II. Entidades de apoyo: Son consideradas importantes para el desarrollo y la creación de un modelo de negocio a partir de una idea o prototipo, entre ellas se tienen:

- Incubadoras y/o Aceleradoras de negocios: Son entidades públicas y/o privadas, quienes buscan el potenciar, construir y desarrollar en conjunto con emprendedores nuevos negocios tecnológicos o acelerar los modelos de startups existentes, vía mentorías y asesorías. Son un buen medio para poder postular a fondos de financiamiento o acercarte a empresas del ecosistema

- Fondos de inversión e inversionistas: Destinadas a otorgar financiamientos, actualmente no existen fondos de inversión dedicados a ninguna industria en específico, más bien son abiertos y atienden a cualquier tipo de innovación que presente una idea de negocio que pueda impactar positivamente los procesos industriales. Entre ellos se pueden encontrar, inversionistas de riesgos, créditos bancarios, venture capital, organismos internacionales, entre otros.

- Agencia del estado o Corfo: que es la agencia que busca el desarrollo económico del país y es el organismo que ejecuta las políticas del Gobierno de Chile en materias de innovación y emprendimiento. Para ello existe la ley de incentivo a la I+D que opera a través de distintas herramientas, que tienen como fin estimular el vínculo con la academia y centros de I+D, el traspaso de capacidades, la creación de conocimientos y la integración de capital humano especializado en la industria.

III. Palancas de cambio:

(1) Centro de pilotaje industrial: Sitio destinado al testeo de prototipos, para ir escalando las tecnologías es necesario iterar como proceso de aprendizaje. La habilitación de estos espacios para las startups se considera como punto de partida para la maduración y el escalamiento de los modelos de negocios a una escala industrial, para testear y anticiparse a las dificultades de su implementación

(2) Encadenamientos productivos: Lograr integrarse verticalmente con proveedores que ya están instalados en la industria para mejorar sus servicios y/o para solucionar dolores internos de la industria. A través de estos encadenamientos se permite conectar la cadena de suministro tecnológico a través de una red virtuosa, donde la conexión de las startups puede considerarse estratégica para mejorar los servicios tanto de los mismos proveedores, como para la industria matriz. Para habilitar esta palanca es necesario examinar las políticas de abastecimiento, o sea, qué incentivos o desincentivos existen dentro de estas políticas que podrían estar bloqueando o generando escollo o barreras para que los startups puedan competir con empresas grandes o empresas que ya están instaladas en la oferta minera y revisar las modalidades de contratación de startups con la finalidad de la habilitación de su integración dentro del ecosistema.

(3) *Corporate venture capital*: Unidad especializada de capitales de riesgo integrada lateralmente por proveedores mineros, departamentos de innovación de la industria y entidades público-privadas, para diseñar programas de innovación abierta en donde puedan participar, emprendedores, pequeñas empresas y startups. Se considera que a través de esta herramienta se logre comenzar a abrir el desarrollo de la innovación externa y guiar el emprendimiento corporativo en la minería para aumentar el interés por generar iniciativas de innovación, de manera especializada, focalizada, técnica y con recursos destinados a fallar

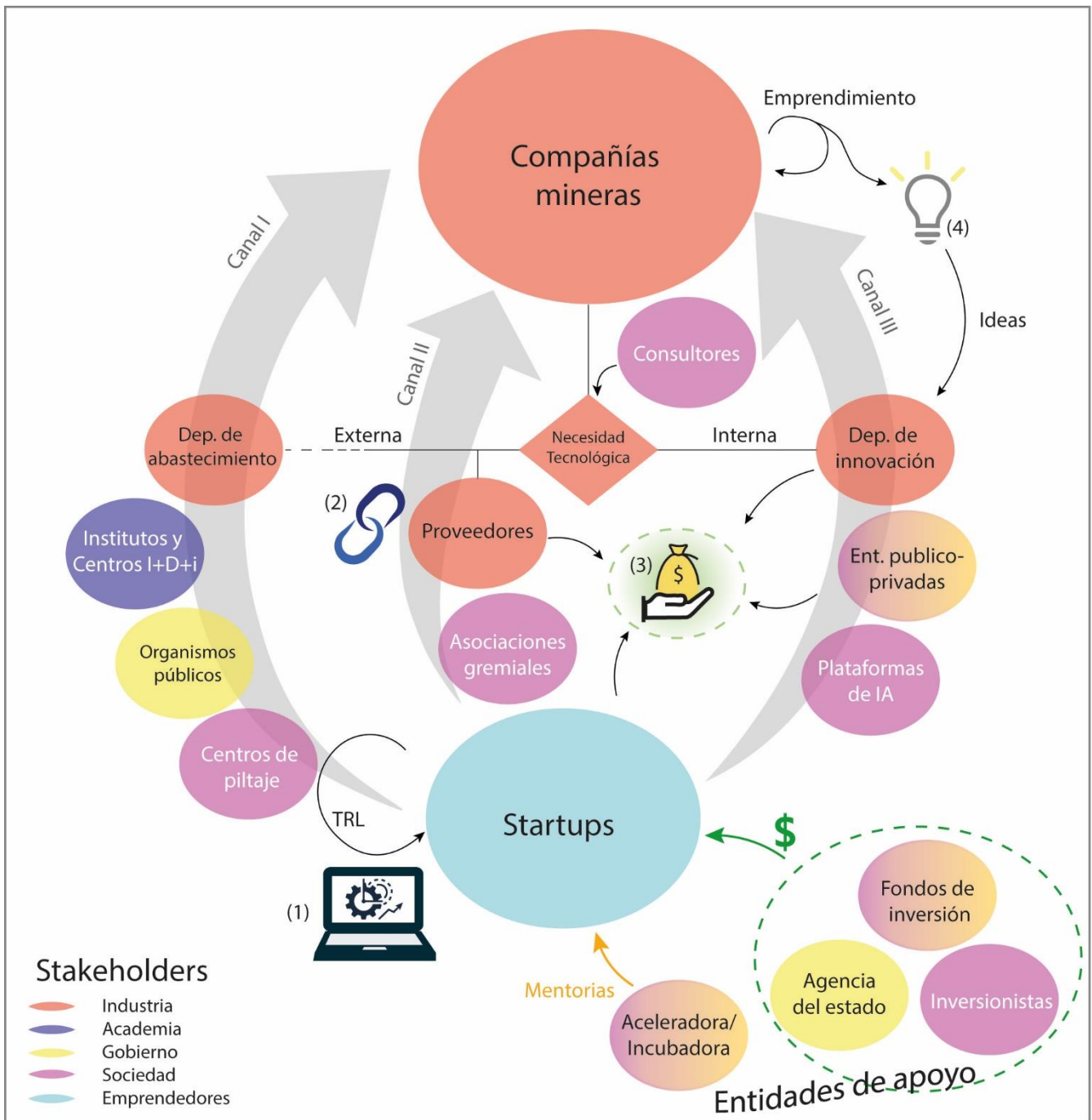


Figura 2: Modelo conceptual propuesto
(Fuente: Elaboración propia)

(4) Unidades ágiles de innovación: Desarrollo de células de trabajo interna formada por recursos internos de la empresa (conocimiento, RRHH) para guiar el (Intra)emprendimiento de la compañía. La disposición de gente preparada dentro de la organización que pueda ayudar a codesarrollar soluciones en conjunto con los departamentos de innovación y startups o personas externas a la

organización, con la finalidad de buscar nuevos dolores y/o necesidades.

Finalmente, como palanca transversal la articulación del ecosistema cruza por una política de estado que existe respecto a la innovación tecnológica, la habilitación del emprendimiento y la creación de valor a partir de una industria primordial para el país como

lo es la minería, es decir, la integración de startups e innovación tecnológica no es solamente una política que deba interesar a las compañías mineras, sino que debe estar respaldada por una estructura estatal que incentiva el desarrollo de conocimiento, innovación y de las capacidades industriales nacionales. Una estructura que viene, por ejemplo, con incentivos tributarios o con incentivos de acceso a financiamiento, habilitando la condición para que las compañías mineras efectivamente vean un trabajo virtuoso de trabajar con las industrias locales.

3.4 Estrategias de evidencias científicas

Con la finalidad de poder dar evidencia sobre las estrategias implementadas y otorgar rigor científico a esta investigación se ha utilizado:

Triangulación de informantes: realizándose entrevistas a distintos actores del ecosistema de innovación en minería, considerando su rol, relación con la innovación y emprendimiento tecnológico, problemática a tratar y los aportes que los actores claves puedan entregar al estudio.

Triangulación de técnicas y fuentes: A través de la consulta de diferentes fuentes de información y técnicas de recolección de los datos. Incluyendo entrevistas y artículos de revistas indexadas que son los principales recursos utilizados y en menor medida reportes empresariales, informes internos de consultoras, seminarios asociados al tema de investigación, charlas y noticias de entidades dedicadas a la innovación.

Criterio del valor de verdad: Con el fin de minimizar el sesgo del investigador, de manera de proteger la validez de la investigación, se vela porque los datos levantados reflejen lo más fielmente posible la realidad estudiada, manteniendo la confidencialidad de los informantes.

4. Conclusiones

Los hallazgos de este estudio concluyen que las variables que impactan la estructura del ecosistema de innovación abierta en la industria minera, y que permiten la integración efectiva de startups, como política de innovación son: En primer lugar, la apertura al testeo de nuevas tecnologías, en los centros de pilotaje necesarios para escalar los diferentes modelos de negocios ofrecidos por las startups. También el encadenamiento productivo con proveedores tradicionales para la minería instalados en la industria como un camino a evaluar y potenciar. La consolidación de capitales de riesgo como una herramienta bastante alentadora para promover la innovación en el ecosistema y la generación de unidades ágiles de innovación que puedan codesarrollar y buscar soluciones en conjunto con el ecosistema externo. Es necesario comenzar a adoptar nuevas herramientas -cómo las propuestas- para la apertura de la innovación que se ha desarrollado en el entorno local. La propuesta basada en una estrategia de cambio en el ecosistema de innovación

minero resume de manera pertinente tres canales para la efectiva integración de emprendimientos de alta capacidad tecnológica: (I) a través de licitación y pilotaje industrial enfocado en el abastecimiento de nuevas tecnologías, (II) el fomento de encadenamientos productivos y (III) el desarrollo de *corporate venturing capital*, para permitir el intercambio de I+D+i+e, el aprendizaje y el trabajo colaborativo para este sector. Efectivamente este modelo, toma cómo eje central el alineamiento de la innovación externa, y plantea distintas herramientas o palancas de valor, como, hitos que permiten agregar valor a los procesos productivos. Es primordial alinear a todos los actores involucrados para promover el ecosistema de innovación minera. Si se quiere desarrollar una industria capaz de resolver necesidades internas y crear valor de manera local. Es necesario involucrar especialmente al estado como ente regulador, articulador y habilitador del ecosistema para incentivar el desarrollo de las capacidades de innovación nacional.

En este sentido este artículo contribuye a la mejor comprensión e identificación de variables que impactan el ecosistema de innovación minero en Chile y que aceleran la integración de empresas de base tecnológica dentro de esta industria y del ecosistema de innovación de las grandes corporaciones que operan en Chile.

Finalmente, para abordar las brechas detectadas en esta investigación se proponen las siguientes acciones futuras:

- Desarrollar herramientas para la apertura de la innovación al ecosistema minero nacional.
- Promover los encadenamientos productivos en el sector industrial minero, agilizando la adopción de innovación.
- Adoptar estrategias de apertura y trabajo con empresas tecnológicas de menor tamaño por parte de las grandes corporaciones mineras.
- Buscar facilitadores en el ecosistema, que permitan la efectiva integración de la innovación en minería.
- Comprender las especificidades que demandan las distintas startups. Con la finalidad de otorgar recursos y beneficios de forma estratégica.
- Fortalecer las instancias de testeo y prototipado industrial, especialmente en las etapas iniciales del desarrollo de nuevos negocios.
- Revisar las modalidades de contratación de startups para habilitar nuevas formas de integración a la industria.
- Habilitar políticas estatales en pro de la innovación, desarrollando un abanico de oferta de nuevos tecnológicos de la industria.
- Enfatizar en aspectos de propiedad intelectual protegiendo y patentando las ideas y negocios disruptivos de las nuevas tecnologías para las industrias.

- Escalar los emprendimientos tecnológicos fortaleciendo la oferta de startups

Referencias

- Bilankulu, C. M., & Van der Lingen, E. (2018, August). Investigation of Corporate Entrepreneurship in South African Mining Companies. In 2018 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET) (pp. 1-10). IEEE. <https://doi.org/10.23919/PICMET.2018.8481861>.
- Bryant, P. (2015). The case for innovation in the mining industry. Clareo: Chicago. Retrieved from: https://www.ceecthefuture.org/wp-content/uploads/2016/01/Clareo_Case-for-Innovation-in-Mining_20150910_lo.pdf
- Budden, P., & Murray, F. (2019). MIT's Stakeholder Framework for Building & Accelerating Innovation Ecosystems. Retrieved from: <https://innovation.mit.edu/assets/MIT-Stakeholder-Framework-Innovation-Ecosystems.pdf>.
- Chesbrough, H., & Tucci, C. L. (2020). The interplay between open innovation and lean startup, or, why large companies are not large versions of startups. Strategic Management Review, 1(2), 277-303 Retrieved from: <https://leeds-faculty.colorado.edu/jere1232/Chesbrough%20and%20Tucci.pdf>
- De los Ríos Sastre, S., & Sáenz-Diez Rojas, R. (2020). Corporate Venture Capital. Repsol Corporate Venturing. from <http://hdl.handle.net/11531/53556>
- Expande (2019). Primera edición "Ruta del emprendimiento en Minería" p. 181. Retrieved from : <https://fch.cl/wp-content/uploads/2019/11/ruta-del-emprendimiento.pdf>
- Fassio, A. (2018). Reflexiones acerca de la metodología cualitativa para el estudio de las organizaciones. Ciencias administrativas, 6. <https://doi.org/10.24215/23143738e028>
- Fernandez, V. (2020). Innovation in the global mining sector and the case of Chile. Resources Policy, 68, 101690. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101690>
- Fordham, A.E., Robinson, G.M., Blackwell, B.D., 2017. Corporate social responsibility in resource companies – opportunities for developing positive benefits and lasting legacies. Resour. Policy 52, 366–376. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2017.04.009>.
- Gcaza, W., & Urban, B. (2015). Beyond the crisis: corporate entrepreneurship in the South African mining industry. Journal of Contemporary Management, 12(1), 20-39. Retrieved from: <http://hdl.handle.net/10520/EJC165217>
- González-Meyer, R., & Calderón Azócar, C. (2018). Pensando la diversificación productiva como alternativa a las especializaciones mineras: el caso de Antofagasta, Chile. Revista De Geografía Espacios, 7(14), 74-99. <https://doi.org/10.25074/07197209.14.910>
- Gruenhagen, J. H., & Parker, R. (2020). Factors driving or impeding the diffusion and adoption of innovation in mining: A systematic review of the literature. Resources policy, 65, 101540. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101540>
- Haines, T. (2016). Developing a startup and innovation ecosystem in regional Australia. Technology Innovation Management Review, 6(6), 24-32. From <http://timreview.ca/article/994>
- Hutchison, C., & Lin, L. W. (2021). The Growth of Vancouver as an Innovation Hub: Challenges and Opportunities. UBC Law Review. From <https://ssrn.com/abstract=3816779>
- Isabelle, D., Horak, K., McKinnon, S., & Palumbo, C. (2020). Is Porter's Five Forces Framework Still Relevant? A study of the capital/labour intensity continuum via mining and IT industries. Technology Innovation Management Review, 10(6). Retrieved from: <https://timreview.ca/article/1366>
- Jang, H., & Topal, E. (2020). Transformation of the Australian mining industry and future prospects. Mining Technology, 129(3), 120-134. <https://doi.org/10.1080/25726668.2020.1786298>
- Jorratt, M. (2021). Renta económica, régimen tributario y transparencia fiscal en la minería del cobre en Chile y el Perú. From <http://hdl.handle.net/11362/46869>
- Leiblein, M. J., Reuer, J. J., & Zenger, T. (2018). What makes a decision strategic?. Strategy Science, 3(4), 558-573. <https://doi.org/10.1287/stsc.2018.0074>
- Lestari, E. (2020). Is Co-working Increase Survivability? Study on how Collaborating and Networking Facilitates Open Innovation Process for Startups. IJNMT (International Journal of New Media Technology), 7(2), 68-75. <https://doi.org/10.31937/ijnmt.v7i1.1288>
- Luaces, T. P. (2018). La innovación corporativa con startups: ¿quién acelera a quién?. Información Comercial Española, ICE: Revista de economía, (904), 157-176. <https://doi.org/https://doi.org/10.32796/ice.2018.904.6670>.
- Mańkowska, N., & Kamińska, K. (2021). A DESCRIPTION OF THE DEVELOPMENT OF HR TECH STARTUPS IN POLAND. Scientific Journal of Gdynia Maritime University, (118), 39. from https://sj.umg.edu.pl/sites/default/files/SJ_118_03.pdf
- Matysek, A. L., & Fisher, B. S. (2016). Productivity and innovation in the mining industry. BAE Economics, April. Retrieved from: <http://www.baeeconomics.com.au/wp-content/uploads/2016/12/Mining-innovation-12Apr2016.pdf>
- Mawson, J. (2019) The future of mining. Global Impact Venturing. from <https://clareo.com/wp-content/uploads/2020/05/GIV-mining.pdf>
- Meller, P., & Parodi, P. (2017). Del programa de proveedores a la innovación abierta en minería. Santiago de Chile: CAF;

- CIEPLAN. Retrieved from <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1074>
- Meller, P. (2019). Cobre chileno: productividad, innovación y licencia social. Santiago, Corporación de Estudios para Latinoamérica (CIEPLAN). Retrieved from: <https://www.cieplan.org/wp-content/uploads/2019/09/PA-PER-PATRICIO-MELLER.pdf>
- Meller, P., & Gana, J. (2015, June). El cobre chileno como plataforma de innovación tecnológica. Innovación tecnológica; Santiago de Chile: CIEPLAN. Retrieved from <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/771>
- Meller, P., & Salinas B. (2019), "Revolución tecnológica 4.0 y capital humano: una mirada desde la minería", *Beauchef Minería*. Retrieved from: <http://www.beauchefmineria.cl/wp-content/uploads/2019/05/Revolucion-Tecnologica-4.0-y-Capital-Humano-VF.pdf>
- Moncada-Paternò-Castello, P. (2016). Sector dynamics and demographics of top R&D firms in the global economy (No. 06/2016). JRC Working papers on Corporate R&D and Innovation. <http://hdl.handle.net/10419/202168>
- Naughtin, C., Horton, J., & Pham, H. (2019). New smarts: Supporting Queensland's knowledge-intensive industries through science, research and innovation. Retrieved from: https://science.des.qld.gov.au/data/assets/pdf_file/0031/97177/DATA61-NewSmart-report.pdf
- Navarro, L. (2018). The world class supplier program for mining in Chile: assessment and perspectives. *Resources Policy*, 58, 49-61. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2017.10.008>
- Nuur, C., Gustavsson, L., Laestadius, S., 2018. Capability creation in the natural resourcebased sector: experiences from Swedish mining. *Innov. Dev.* 8 (1), 103-123. <https://doi.org/10.1080/2157930X.2017.1314813>.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International journal of morphology*, 35(1), 227-232. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Pérez-Ojeda, N., Hidalgo, R., Morales S. M., Del Canto H. R. (2016) Transferencia tecnológica en Chile. "Estudio de caracterización de las actividades y resultados de los procesos de transferencia tecnológica desde los centros de conocimiento en Chile." Santiago de Chile. from <https://docplayer.es/95552641-Transferencia-tecnologica-en-chile.html>
- Ramírez, C. P., Villegas, Y. S. D., Vallejos, L. F. R., Silva, S. S. da, & Amaral, M. G. do. (2020). Modelo de Integración de Grandes Empresas y Startups Mediante Corporate Venture. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*, 12(2), 335-354. <https://doi.org/10.24023/FutureJournal/2175-5825/2020.v12i2.448>
- Roman, V. B., Silva, G., Vieira, M. V. G., De Faria, R. R., & Gomes, R. A. M. (2018) venture client: analysis of the mining lab program. International Association for Management of Technology. Retrieved from: https://www2.aston.ac.uk/migrated-assets/application/pdf/aston-business-school/368373-IAMOT2018_paper_134.pdf
- Scott-Kemmis, D., 2013. How about those METS? Leveraging Australia's Mining Equipment, Technology and Services Sector. Mining Council of Australia, Kingston. Retrieved from: http://cdsr-lx1.cuanta.com/codesser/bases/PEN046_ANEXO_TECNICO.pdf
- Siota, J., & Prats, J. (2020). Corporate venturing latam: Corporate giants' collaboration with start-ups in Latin America. Barcelona: IESE Business School. Retrieved from: <https://media.iese.edu/research/pdfs/ST-0533-E.pdf>
- Spender, J. C., Corvello, V., Grimaldi, M., & Ripa, P. (2017). Startups and open innovation: a review of the literature. *European Journal of Innovation Management*. Retrieved from: <https://doi.org/10.1108/EJIM-12-2015-0131>
- Stubrin, L. (2017). Innovation, learning and competence building in the mining industry. The case of knowledge intensive mining suppliers (KIMS) in Chile. *Resources Policy*, 54, 167-175. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2017.10.009>
- Urzúa, O. (2016). Minería una plataforma de futuro: Una estrategia para desplegar el potencial de desarrollo de una minería sustentable. Presentación en MBA Global-Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Industrial. <https://consejominero.cl/wp-content/uploads/2019/04/Roadmap-miner%C3%Ada.pdf>
- Villegas-Mateos, A. (2021), "Regional entrepreneurial ecosystems in Chile: comparative lessons", *Journal of Entrepreneurship in Emerging Economies*, Vol. 13 No. 1, pp. 39-63. <https://doi.org/10.1108/JEEE-11-2019-0168>

4 CONCLUSIONES GENERALES

Los hallazgos de este estudio concluyen que las variables que impactan la estructura del ecosistema de innovación abierta en la industria minera. y que permiten la integración efectiva de startups, como política de innovación son: En primer lugar, la apertura al testeado de nuevas tecnologías, en los centros de pilotaje necesarios para escalar los diferentes modelos de negocios ofrecidos por las startups. También el encadenamiento productivo con proveedores tradicionales para la minería instalados en la industria como un camino a evaluar y potenciar. La consolidación de capitales de riesgo como una herramienta bastante alentadora para promover la innovación en el ecosistema y la generación de unidades ágiles de innovación que puedan codesarrollar y buscar soluciones en conjunto con el ecosistema externo. Es necesario comenzar a adoptar nuevas herramientas -cómo las propuestas- para la apertura de la innovación que se ha desarrollado en el entorno local. La propuesta basada en una estrategia de cambio en el ecosistema de innovación minero resume de manera pertinente tres canales para la efectiva integración de emprendimientos de alta capacidad tecnológica: (I) a través de licitación y pilotaje industrial enfocado en el abastecimiento de nuevas tecnologías, (II) el fomento de encadenamientos productivos y (III) el desarrollo de *corporate venturing capital*, para permitir el intercambio de I+D+i+e, el aprendizaje y el trabajo colaborativo para este sector. Efectivamente este modelo, toma cómo eje central el alineamiento de la innovación externa, y plantea distintas herramientas o palancas de valor, como, hitos que permiten agregar valor a los procesos productivos. Es primordial alinear a todos los actores involucrados para promover el ecosistema de innovación minera. Si se quiere desarrollar una industria capaz de resolver necesidades internas y crear valor de manera local, es primordial involucrar especialmente al estado como ente regulador, articulador y habilitador del ecosistema para incentivar el desarrollo de las capacidades de innovación nacional y poder externalizar productos y servicios tecnológicos de manera internacional,

El análisis actualizado sobre el estado actual del encadenamiento productivo en torno a startups dentro del mercado minero, especialmente en su integración mediante iniciativas abiertas a la incorporación de nuevas tecnologías a la industria, da cuenta de las deficiencias que tienen el ecosistema. Si bien, casi de la mitad de los entrevistados identifica conocer que existen desafíos dentro de la industria que crean instancias de participación y conexión entre startups y empresas mineras. La realidad es que, en muchos casos estas iniciativas, buscan soluciones que ya están desarrolladas en el mercado y básicamente lo que se promueve en el ecosistema es conectar un problema con una solución preexistente. No obstante, la innovación tecnológica se plantea como una oportunidad para desarrollar soluciones en conjunto con la industria y que permiten el perfeccionamiento de nuevas tecnologías y la aceleración de mejoras en el proceso productivo interno de la minería. De esta manera, las operaciones mineras que superen los desafíos de implementación de la innovación tecnológica estarán en la mejor posición para el éxito a largo plazo.

Respecto de la identificación de los principales factores facilitadores para adoptar una integración y crecimiento de startups al ecosistema esta investigación destaca en primer lugar, la validación de prototipos en etapas tempranas y el acceso más temprano a pruebas de pilotaje, para ir generando y transfiriendo conocimientos de manera local y formar proveedores tecnológicos capaces de exportar tecnología. También considera el recambio generacional, las sinergias y las colaboraciones para agilizar y/o mejorar los mecanismos de contratación, entre proveedores instalados en la industria y las nuevas startups desarrolladas. Y por último la creación de fondos de inversión (externos o corporativos), que son alternativas que existen en otros países y en el ecosistema chileno aún no se desarrolla de manera muy potente.

Como contraparte entre los obstáculos identificados mayoritariamente se orientan a procesos internos descritos en las modalidades de compra de tecnología por parte de las mineras, los tiempos operacionales, y la interferencia operacional que provoquen dichos cambios. Otras barreras, también tienen que ver con la estructura administrativa, al intentar de moverse fuera del *core bussiness*, la comunicación en el

ecosistema de innovación minero, así como la resistencia al cambio y la cultura organizacional. Por parte de las *startups*, las principales barreras tienen que ver con el modelo mismo de negocio, la respuesta estratégica y especificidad de las soluciones ofrecidas y la consolidación y respaldo operativo ofrecido por esta empresa emergente. En el corto plazo, propuestas de alto impacto que pueden acelerar la integración de *startups* al ecosistema dicen relación con el acceso a pruebas más sencillas de validación y prototipos tempranos en etapas intermedias de startups y revisar las modalidades de contratación existentes.

Los resultados generales expuestos permitieron formular un modelo de integración de startups tecnológicas en el ecosistema de innovación minero. Este esquema, que considera tres canales efectivos para la posible vinculación de empresas tecnológicas a la industria, reconoce también palancas de cambio que son variables e iniciativas, que según la mayoría de los informantes podrían impactar, fomentar y acelerar la innovación y emprendimiento en el sector analizado, dando lugar a una nutrida y consistente fuente de recomendaciones para concretar un efectivo trabajo con *startups* mineras.

En este sentido este artículo contribuye a la mejor comprensión e identificación de variables que impactan el ecosistema de innovación minero en Chile y que aceleran la integración de empresas de base tecnológica dentro de esta industria. ecosistema de innovación de las grandes corporaciones que operan en Chile.

Finalmente, para abordar las brechas detectadas en esta investigación se proponen las siguientes acciones a considerar:

- Desarrollar herramientas para la apertura de la innovación al ecosistema minero nacional.
- Promover los encadenamientos productivos en el sector industrial minero, agilizando la adopción de innovación.

- Adoptar estrategias de apertura y trabajo con empresas tecnológicas de menor tamaño por parte de las grandes corporaciones mineras.
- Buscar facilitadores en el ecosistema, que permitan la efectiva integración de la innovación en minería.
- Comprender las especificidades que demandan las distintas startups. Con la finalidad de otorgar recursos y beneficios de forma estratégica.
- Fortalecer las instancias de testeo y prototipado industrial, especialmente en las etapas iniciales del desarrollo de nuevos negocios.
- Revisar las modalidades de contratación de startups para habilitar nuevas formas de integración a la industria.
- Habilitar políticas estatales en pro de la innovación, desarrollando un abanico de oferta de nuevos tecnológicos de la industria.
- Enfatizar en aspectos de propiedad intelectual protegiendo y patentando las ideas y negocios disruptivos de las nuevas tecnologías para las industrias.
- Escalar los emprendimientos tecnológicos fortaleciendo la oferta de startups

4.1 Propuesta para trabajos futuros

Como continuación de este trabajo de tesis, hay varias líneas de desarrollo que quedan pendientes, y en las que es posible continuar trabajando; algunas de ellas, están más directamente relacionadas con este trabajo de tesis y son el resultado de preguntas que han ido surgiendo durante el proceso de investigación, como otras que son más tangenciales a la investigación. A continuación, revisaremos trabajos futuros que pueden investigarse como conclusión de esta investigación:

- Aumentar el tamaño de la muestra, a un número que permita generalizar los resultados obtenidos.
- Realizar una nueva investigación, incluyendo a otros actores importantes y transversales de la industria minera del país, como el caso de altos ejecutivos de las grandes corporaciones que operan en Chile, lo que permitiría conocer detalles de la implementación del modelo
- Diseñar un plan de desarrollo para la innovación 2030, conversando con personalidades administrativas y políticas, con el fin de implementar un plan para impulsar la innovación tecnológica a nivel legislativo.
- Extender este estudio a otras industrias, como el caso del ecosistema de innovación en empresas energéticas, forestales, agroindustriales y/o acuicultoras, para el definir un plan nacional de acción en materia de innovación.
- Ampliar la muestra de datos, incluyendo otros métodos de recolección de datos como *focus group*, encuestas, estudios de casos, entre otros.
- Una propuesta importante para un trabajo futuro sería revisar la legislación vigente actual, específicamente mejoras a la Ley de incentivo tributario a la Investigación y Desarrollo.
- Ampliar los métodos utilizados para dar validez estadística a la propuesta, utilizando además otras técnicas cuantitativas.
- Avanzar en cualquiera de estos temas, a través de coquiar una nueva tesis del programa de Magíster en Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad del Desarrollo.
- Entrevistar inversionistas nacionales y extranjeros, para conocer sus reparos a este proyecto de investigación

5 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bilankulu, C. M., & Van der Lingen, E. (2018, August). Investigation of Corporate Entrepreneurship in South African Mining Companies. In 2018 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET) (pp. 1-10). IEEE. <https://doi.org/10.23919/PICMET.2018.8481861>.
- Bryant, P. (2015). The case for innovation in the mining industry. Clareo: Chicago. Retrieved from: https://www.ceecthefuture.org/wp-content/uploads/2016/01/Clareo_Case-for-Innovation-in-Mining_20150910_lo.pdf
- Budden, P., & Murray, F. (2019). MIT's Stakeholder Framework for Building & Accelerating Innovation Ecosystems. Retrieved from: https://innovation.mit.edu/assets/MIT-Stakeholder-Framework_Innovation-Ecosystems.pdf.
- Ciudad, J. C.; Lardé, J.; Rebolledo, A. y Picozzi, A. (2005). Situación y tendencias recientes del mercadodel cobre. Santiago de Chile: CEPAL. Retrieved from: <http://hdl.handle.net/11362/6455>
- Consejo minero (2020) Estadísticas de la industria minera en el mercado mundial y su importancia para el país: Cifras actualizadas de la minería Retrieved from: <https://consejominero.cl/mineria-en-chile/cifras-actualizadas-de-la-mineria/>
- Correa, D. (2008). "La globalización del cobre: Patrones geopolíticos y neoeconómicos de su producción y comercio en latinoamérica y el mundo". *Globalization, Competitiveness & Governability*, Vol. 2, N. 1, pp. 88-99. Retrieved from: <https://www.redalyc.org/pdf/5118/511851317006.pdf>
- Chesbrough, H., & Tucci, C. L. (2020). The interplay between open innovation and lean startup, or, why large companies are not large versions of startups. *Strategic Management Review*, 1(2), 277-303 Retrieved from: <https://leeds-faculty.colorado.edu/jere1232/Chesbrough%20and%20Tucci.pdf>
- De los Ríos Sastre, S., & Sáenz-Diez Rojas, R. (2020). Corporate Venture Capital. Repsol Corporate Venturing. from <http://hdl.handle.net/11531/53556>

- Expande (2019). Primera edición "Ruta del emprendimiento en Minería" p. 181.
Retrieved from : <https://fch.cl/wp-content/uploads/2019/11/ruta-del-emprendimiento.pdf>
- Fassio, A. (2018). Reflexiones acerca de la metodología cualitativa para el estudio de las organizaciones. *Ciencias administrativas*, 6.
<https://doi.org/10.24215/23143738e028>
- Fernandez, V. (2020). Innovation in the global mining sector and the case of Chile. *Resources Policy*, 68, 101690. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101690>
- Fordham, A.E., Robinson, G.M., Blackwell, B.D., 2017. Corporate social responsibility in resource companies – opportunities for developing positive benefits and lasting legacies. *Resour. Policy* 52, 366–376.
<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2017.04.009>.
- Gcaza, W., & Urban, B. (2015). Beyond the crisis: corporate entrepreneurship in the South African mining industry. *Journal of Contemporary Management*, 12(1), 20-39. Retrieved from: <https://hdl.handle.net/10520/EJC165217>
- González-Meyer, R., & Calderón Azócar, C. (2018). Pensando la diversificación productiva como alternativa a las especializaciones mineras: el caso de Antofagasta, Chile. *Revista De Geografía Espacios*, 7(14), 74-99.
<https://doi.org/10.25074/07197209.14.910>
- Gruenhagen, J. H., & Parker, R. (2020). Factors driving or impeding the diffusion and adoption of innovation in mining: A systematic review of the literature. *Resources policy*, 65, 101540.
<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101540>
- Haines, T. (2016). Developing a startup and innovation ecosystem in regional Australia. *Technology Innovation Management Review*, 6(6), 24-32. From <http://timreview.ca/article/994>

- Hutchison, C., & Lin, L. W. (2021). The Growth of Vancouver as an Innovation Hub: Challenges and Opportunities. UBC Law Review. From <https://ssrn.com/abstract=3816779>
- Isabelle, D., Horak, K., McKinnon, S., & Palumbo, C. (2020). Is Porter's Five Forces Framework Still Relevant? A study of the capital/labour intensity continuum via mining and IT industries. *Technology Innovation Management Review*, 10(6). Retrieved from: <https://timreview.ca/article/1366>
- Jang, H., & Topal, E. (2020). Transformation of the Australian mining industry and future prospects. *Mining Technology*, 129(3), 120-134. <https://doi.org/10.1080/25726668.2020.1786298>
- Jorratt, M. (2021). Renta económica, régimen tributario y transparencia fiscal en la minería del cobre en Chile y el Perú. From <http://hdl.handle.net/11362/46869>
- Leiblein, M. J., Reuer, J. J., & Zenger, T. (2018). What makes a decision strategic?. *Strategy Science*, 3(4), 558-573. <https://doi.org/10.1287/stsc.2018.0074>
- Lestari, E. (2020). Is Co-working Increase Survivability? Study on how Collaborating and Networking Facilitates Open Innovation Process for Startups. *IJNMT (International Journal of New Media Technology)*, 7(2), 68-75. <https://doi.org/10.31937/ijnmt.v7i1.1288>
- Luaces, T. P. (2018). La innovación corporativa con startups: ¿quién acelera a quién?. *Información Comercial Española, ICE: Revista de economía*, (904), 157-176. <https://doi.org/https://doi.org/10.32796/ice.2018.904.6670>.
- Mańkowska, N., & Kamińska, K. (2021). A DESCRIPTION OF THE DEVELOPMENT OF HR TECH STARTUPS IN POLAND. *Scientific Journal of Gdynia Maritime University*, (118), 39. from https://sj.umg.edu.pl/sites/default/files/SJ_118_03.pdf
- Matysek, A. L., & Fisher, B. S. (2016). Productivity and innovation in the mining industry. *BAE Economics*, April. Retrieved from: <http://www.baeconomics.com.au/wp-content/uploads/2016/12/Mining-innovation-12Apr2016.pdf>

- Mawson, J. (2019) The future of mining. Global Impact Venturing. from <https://clareo.com/wp-content/uploads/2020/05/GIV-mining.pdf>
- Meller, P., & Parodi, P. (2017). Del programa de proveedores a la innovación abierta en minería. Santiago de Chile: CAF; CIEPLAN. Retrieved from <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1074>
- Meller, P. (2019). Cobre chileno: productividad, innovación y licencia social. Santiago, Corporación de Estudios para Latinoamérica (CIEPLAN). Retrieved from: [https://www.cieplan.org/wp-content/uploads/2019/09/PA PER-PATRICIO-MELLER.pdf](https://www.cieplan.org/wp-content/uploads/2019/09/PA_PER-PATRICIO-MELLER.pdf)
- Meller, P., & Gana, J. (2015, June). El cobre chileno como plataforma de innovación tecnológica. Innovación tecnológica; Santiago de Chile: CIEPLAN. Retrieved from <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/771>
- Meller, P., & Salinas B. (2019), “Revolución tecnológica 4.0 y capital humano: una mirada desde la minería”, Beauchef Minería. Retrieved from: <http://www.beauchefmineria.cl/wp-content/uploads/2019/05/Revolucion-Tecnologica-4.0-y-Capital-Humano-VF.pdf>
- Moncada-Paternò-Castello, P. (2016). Sector dynamics and demographics of top R&D firms in the global economy (No. 06/2016). JRC Working papers on Corporate R&D and Innovation. <http://hdl.handle.net/10419/202168>
- Naughtin, C., Horton, J., & Pham, H. (2019). New smarts: Supporting Queensland’s knowledge-intensive industries through science, research and innovation. Retrieved from: https://science.des.qld.gov.au/_data/assets/pdf_file/0031/97177/DATA61-NewSmart-report.pdf
- Navarro, L. (2018). The world class supplier program for mining in Chile: assessment and perspectives. Resources Policy, 58, 49-61. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2017.10.008>
- Nuur, C., Gustavsson, L., Laestadius, S., 2018. Capability creation in the natural resourcebased sector: experiences from Swedish mining. Innov. Dev. 8 (1), 103–123. <https://doi.org/10.1080/2157930X.2017.1314813>.

- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International journal of morphology*, 35(1), 227-232. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Pezoa Fuentes, C. A. (2010). Elementos competitivos en base a la eficiencia colectiva de las empresas pertenecientes a un clúster emergente: El Clúster Minero de Antofagasta (Doctoral dissertation, Universitat Rovira i Virgili).
- Pérez-Ojeda, N., Hidalgo, R., Morales S. M., Del Canto H. R. (2016) Transferencia tecnológica en Chile. "Estudio de caracterización de las actividades y resultados de los procesos de transferencia tecnológica desde los centros de conocimiento en Chile." Santiago de Chile. from <https://docplayer.es/95552641-Transferencia-tecnologica-en-chile.html>
- Ramírez, C. P., Villegas, Y. S. D., Vallejos, L. F. R., Silva, S. S. da, & Amaral, M. G. do. (2020). Modelo de Integración de Grandes Empresas y Startups Mediante Corporate Venture. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*, 12(2), 335-354. <https://doi.org/10.24023/FutureJournal/2175-5825/2020.v12i2.448>
- Roman, V. B., Silva, G., Vieira, M. V. G., De Faria, R. R., & Gomes, R. A. M. (2018) venture client: analysis of the mining lab program. *International Association for Management of Technology*. Retrieved from: https://www2.aston.ac.uk/migrated-assets/application/pdf/aston-business-school/368373-IAMOT2018_paper_134.pdf
- Sánchez, J. (2005). Gran atlas de Chile: Histórico, geográfico y cultural. Santiago de Chile: Ediciones Turiscom.
- Scott-Kemmis, D., 2013. How about those METS? Leveraging Australia's Mining Equipment, Technology and Services Sector. Mining Council of Australia, Kingston. Retrieved from: http://cdsr-lx1.cuanta.com/codesser/bases/PEN046_ANEXO_TECNICO.pdf

- Siota, J., & Prats, J. (2020). Corporate venturing latam: Corporate giants' collaboration with start-ups in Latin America. Barcelona: IESE Business School. Retrieved from: https://media.iese.edu/research/pdfs/_ST-0533-E.pdf
- Spender, J. C., Corvello, V., Grimaldi, M., & Rippa, P. (2017). Startups and open innovation: a review of the literature. *European Journal of Innovation Management*. Retrieved from: <https://doi.org/10.1108/EJIM-12-2015-0131>
- Stubrin, L. (2017). Innovation, learning and competence building in the mining industry. The case of knowledge intensive mining suppliers (KIMS) in Chile. *Resources Policy*, 54, 167-175. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2017.10.009>
- Urzúa, O. (2016). Minería una plataforma de futuro: Una estrategia para desplegar el potencial de desarrollo de una minería sustentable. Presentación en MBA Global-Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Industrial. <https://consejominero.cl/wp-content/uploads/2019/04/Roadmap-miner%C3%Ada.pdf>
- Villegas-Mateos, A. (2021), "Regional entrepreneurial ecosystems in Chile: comparative lessons", *Journal of Entrepreneurship in Emerging Economies*, Vol. 13 No. 1, pp. 39-63. <https://doi.org/10.1108/JEEE-11-2019-0168>

6 ANEXO: REPORTE DE PLAGIO

El reporte de posibilidad de plagio de este trabajo, con otros trabajos publicados entrega un porcentaje de similitud de: 3%



Similarity Found: 3%

