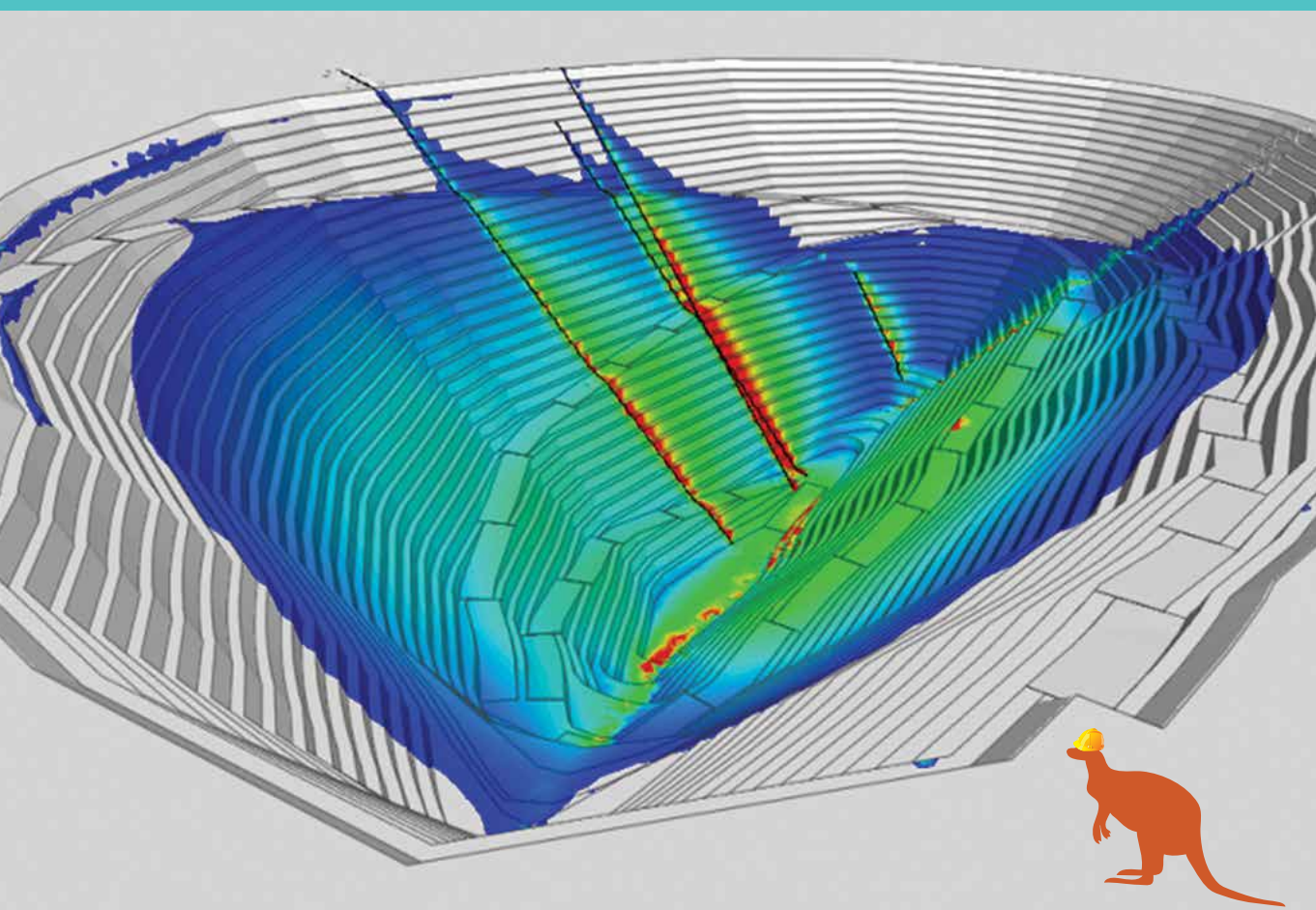


EL DESARROLLO DE PROVEEDORES MINEROS EN AUSTRALIA: IMPLICANCIAS PARA CHILE

Patricio Meller & Joaquín Gana



El desarrollo de proveedores mineros en Australia: Implicancias para Chile

Primera edición: diciembre de 2015

© 2015, Patricio Meller & Joaquín Gana

© 2015, Cieplan

Dag Hammarskjöld N°3269, piso 3, Vitacura

Santiago - Chile

Fono: (56 2) 2796 5660

Web: www.cieplan.org

Edición: Cecilia Barría

Diseño portada y diagramación: Triángulo / www.triangulo.co

ISBN: N° 978-956-204-054-9

Queda rigurosamente prohibida, sin la autorización escrita de los titulares del «Copyright», bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos.

Impreso por: Micopia.cl / Imprenta sustentable y Boutique Creativa.

Impreso en Chile / Printed in Chile



Impreso en Papel Tom & Otto, PEFC certified, libre de ácido, libre de cloro y 100% Fibra Virgen.

**EL DESARROLLO DE PROVEEDORES
MINEROS EN AUSTRALIA:
IMPLICANCIAS PARA CHILE**

Patricio Meller & Joaquín Gana



CONTENIDO

Resumen.....	7
I. Introducción	9
II. Evolución de las METS en Australia	13
A. Estudios australianos y una revisión metodológica de los datos	13
B. Orígenes de las METS australianas	21
III. Instituciones y programas ligados al desarrollo de las METS ...	27
A. Cooperative Research Centres (CRC)	27
B. CSIRO	41
IV. Programas y Organizaciones vinculados a METS y Minería	43
A. Acciones gubernamentales.....	43
B. Establecimiento de vínculos cliente-proveedor	45
C. Programas de colaboración intraindustria	47
D. Austmine, Austrade, AMIRA Internacional y MESCA	47

E. Programas de I+D	49
F. Programas de Comercialización.....	51
G. Capital de Riesgo.....	51
H. Industry Growth Centre	52
V. Implicancias para Chile.....	55
A. Implicancias empíricas	55
B. Evolución de las METS chilenas	59
C. Apoyo Agencias Públicas	61
Bibliografía.....	64
Anexo.....	68

El Desarrollo de Proveedores Mineros en Australia: Implicancias para Chile¹

Patricio Meller y Joaquín Gana

Resumen

El desarrollo de un sector de proveedores competitivo e innovador es una de las principales preocupaciones de los países mineros. ¿Cómo avanzar en esta dirección? ¿Cuán rápido es factible desarrollar un sector de proveedores de clase mundial en torno a la minería?

Australia ha logrado posicionar un sector de proveedores de la minería (METS) competitivo internacionalmente e innovador. Este trabajo examina la evolución de las METS presentando una perspectiva descriptiva de las instituciones y programas vinculados a su desarrollo y al de la minería australiana.

El origen de las METS australianas se debió tanto a factores estructurales como a oportunidades específicas. Los factores estructurales derivan de la mayor externalización de los procesos productivos en la industria minera y de los desafíos propios del sector, como el uso de agua, la relación con el medioambiente, energía, etc. Factores y causas específicos son la diversidad de los desafíos de la minería australiana, capacidades activas y latentes en los

1 Los autores agradecen los comentarios e intervenciones de los participantes del 6º Directorio del Programa Nacional de Minería Alta Ley. Agradecimientos especiales a Elías Arze, Carlos Orlandi y Osvaldo Urzúa. Como es habitual, los autores son los únicos responsables por el contenido de este artículo.

proveedores, el vínculo entre mineras-proveedores y la internacionalización de mineras australianas.

Varias de las METS fueron fundadas por ex profesionales de la gran minería privada y/o de las empresas proveedoras. El vigoroso desarrollo exportador se debe a la internacionalización de grandes mineras domésticas y a distintos programas específicos. Nuestras estimaciones sugieren que las exportaciones de bienes y servicios vinculadas a la minería australiana tienden a duplicarse cada 10 años.

La comparación con la experiencia australiana y con la experiencia de sectores exportadores exitosos en Chile plantea que una meta razonable de exportaciones de METS chilenas al 2035 sería del orden de US\$3.500 millones.

Con todo, los resultados de este estudio revelan una brecha gigantesca entre Chile y Australia en el desarrollo de proveedores. Se requiere un esfuerzo público-privado significativamente mayor para empujar un rol de innovación en minería.

I. Introducción

En Australia hay un clúster minero consolidado. En Chile el cobre constituyó un enclave durante buena parte del siglo XX. En efecto, durante las décadas de 1950 y 1960, menos del 25 % de los insumos de la minería del cobre (i. e., encadenamientos hacia atrás) eran provistos por proveedores locales. Sesenta años después hay más de 6.000 proveedores de la minería, que representan el 60 % de los costos operacionales de las mineras mediante compras de bienes y servicios (Fundación Chile, 2014). Podría decirse que se ha constituido la versión 1.0 del clúster minero. Ahora hay que pasar a la versión 2.0.

El rol de Chile en la producción mundial de cobre aumentó de 16 % del total mundial en 1990 a cerca del 30 % actualmente. El gran sector de producción de cobre (y minería) existente constituye un importante mercado interno que podría ser la base para desarrollar un sector de exportaciones de los requerimientos de insumos y de servicios profesionales (ingeniería) para actividades mineras².

Este mercado está en territorio chileno; no hay que cruzar océanos ni aprender otro idioma ni negociar con personas que tienen una cultura diferente. Esto implica que no hay costos ni de transporte ni de aprendizaje y que los costos de transacción son relativamente inferiores. Si el 30 % de la producción mundial de cobre se genera en Chile, ¿cómo es posible que en 25 años de acelerada expansión cuprífera Chile no haya podido insertarse en las Cadenas Globales de Valor de maquinarias y equipos mineros?

2 Para una mayor discusión sobre este tema, ver Meller y Gana (2015).

El ex Presidente Ricardo Lagos (2000-2006) sugirió recientemente la fórmula 30/30/30 para el cobre, en donde Chile aspiraría a tener el 30 % de la producción mundial, el 30 % de las reservas de cobre y el 30 % del gasto en la innovación minera mundial³. Esta sería la versión 2.0 (o 3.0) del clúster cuprífero.

Esto es lo que ha sucedido en Australia, que ha logrado desarrollar un sector de proveedores para la minería innovador y competitivo internacionalmente. ¿Cuáles son las políticas que favorecen ese desarrollo?

En este artículo se examina la evolución que ha tenido el sector de proveedores de la minería australiana y las lecciones que se inferen para lograr algo similar en Chile.

Existen muchas similitudes entre Australia y Chile (ver Cuadro 1). Si bien Australia duplica el PIB per cápita de Chile, nuestros perfiles demográficos, de socios comerciales y de matriz exportadora son similares, con una alta dependencia del sector minero (60 % de exportaciones totales, aproximadamente).

3 Ricardo Lagos en la XIX Cena CESCO, miércoles 15 de abril de 2015.

Australia ha logrado desarrollar un sector dinámico de Equipos, Tecnologías y Servicios para la Minería (METS). La contribución al PIB australiano de las METS ha crecido a tasas de 15-20 % anual en la última década, lo que implicó avanzar de un 4 % de participación en el PIB en 2002-03 a un 8,4 % en 2011-12, mientras que la minería se mantuvo en torno a 11 % del PIB (Shann, 2012). Las ventas totales de las METS, a 2012, se estiman en AUS\$90.000 millones, de los cuales AUS\$27.000 millones corresponden a exportaciones; AUS\$15.000 millones vinculados a minería (Austmine, 2013).

Cuadro 1

Chile y Australia - Características Generales (2012)

	Chile	Australia
PIB per cápita (US\$ PPP)	21.044	42.872
Población	17.464.814	22.723.900
Población entre 15-64 años	69 %	67 %
Urbanización	89 %	89 %
Principales Socios Comerciales	China, EE.UU., Japón, Corea del Sur, Brasil	China, Japón, Corea del Sur, India, EE.UU.
Exportaciones minerales (% exportaciones totales)	61 %	59 %
Exportaciones minerales (US\$ millones corrientes)	49.856	147.159
Importancia de Exportaciones (% PIB)	34 %	21 %

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Banco Mundial y MIT Atlas de Complejidad Económica.

Este trabajo proporciona una perspectiva descriptiva de la evolución exportadora de las METS australianas y, además, examina los siguientes tópicos: (i) ¿Cuáles son las instituciones relevantes (y su evolución) para el desarrollo de las METS australianas? (ii) ¿Cuáles son los roles de los sectores público

y privado australianos? (iii) ¿Cuáles son las lecciones para que los proveedores de la minería chilena pasen de exportar alrededor de US\$600 millones a US\$4.000 millones en 20 años?

El artículo continúa de la siguiente forma: la primera sección muestra la evolución del sector METS australiano; para esto se efectúa una estimación propia de las exportaciones. La segunda sección detalla el rol de los centros de investigación cooperativos (CRC) y CSIRO en el desarrollo de innovación para el sector minero. La tercera sección discute los distintos programas e instrumentos de política, verticales y horizontales, vinculados al desarrollo de las METS. Finalmente, se infieren las posibles implicancias para el sector de proveedores de la minería chilena.

II. Evolución de las METS en Australia

A. Estudios australianos y una revisión metodológica de los datos

El objetivo central de esta sección es la revisión de la evolución de las exportaciones de las METS australianas. Un aporte de este artículo es la construcción de una serie consistente de las exportaciones de las METS.

¿A qué nos referimos cuando hablamos de METS? Las METS corresponden a un grupo altamente heterogéneo, pero pueden ser clasificadas en tres grandes subgrupos (Scott-Kemmis, 2013): (i) empresas proveedoras de servicios –desde exploración hasta subcontratación–; (ii) empresas proveedoras de equipamiento –desarrollo de las minas, procesamiento, etc.– y (iii) empresas proveedoras de tecnología altamente especializada –equipos, software y relacionados–.

Generalmente, una empresa se clasifica sectorialmente por el tipo de bien que produce (e. g.: Codelco produce cobre, por ende Codelco es una empresa minera); las METS se definen por tener *gran parte de sus ventas vinculadas al sector minero*. Pero, adicionalmente, los proveedores de la minería tienden a abastecer también a otros sectores. En consecuencia, la trazabilidad de las ventas y exportaciones que corresponden fundamentalmente a insumos mineros de las METS es compleja.

Las primeras aproximaciones hacia la cuantificación del sector METS se realizaron sobre la base de encuestas a nivel microeconómico, principalmente llevadas a cabo por el Australian Bureau of Agricultural and Resource Eco-

nomics (ABARE). El levantamiento de datos favoreció la visualización y conciencia acerca del sector, permitiendo nuevas iniciativas como la Action Agenda⁴.

El Cuadro 2 presenta una síntesis de los distintos órdenes de magnitud ofrecidos en la literatura pertinente al sector y sus exportaciones. La complejidad de caracterizar el sector incide directamente en órdenes de magnitud diferentes entre los estudios.

Cuadro 2

Estimaciones Exportaciones de bienes y servicios METS, según diversos estudios

(AUS\$ millones)

	1995-6	2003-4	2008-9	2010	2011	2012	2013
Exportaciones	467	1.110	2.490	6.000	9.000	15.000 minería 27.000 totales	11.400

Fuente: 1995-6, 2003-4, 2008-9 provienen de las encuestas ABARE (Tedesco y Haseltine, 2010); 2010 es estimación de High Grade, citado en Scott-Kemmis (2011); 2011 es Shann (2012); 2012 es Austmine (2013); 2013 es DIS (2015).

Las diferencias en los órdenes de magnitud se pueden atribuir principalmente a cuán amplia es la definición que se considera del sector METS. La definición de ABARE generalmente es más acotada; por ejemplo, en las encuestas 1995-6 y 2003-4 no incluye maquinaria pesada y equipos (Martínez-Fernan-

4 Ver sección IV.A.

dez, 2005; Scott-Kemmis, 2011). En cambio, Austmine incluye a contratistas mineros y fabricantes de equipos y partes.

Lo anterior permite intuir una subestimación de las exportaciones del sector METS en las primeras encuestas, al utilizar la definición más amplia de Austmine como válida.

Por otra parte, los estudios de ANZ Insight (2011) y Shann (2012) estiman ventas totales de las METS por AUS\$86.000 millones, tomando datos de aquellas empresas que cotizan en bolsa y en las cuales parte importante de sus ingresos proviene de ventas al sector minero. Ello es de una magnitud similar a los AUS\$90.000 millones de ventas totales en 2012, según Austmine (2013), y, por ende, consistente con un monto de AUS\$15.000 millones de exportaciones vinculadas a minería.

Sin embargo, el dato de AUS\$11.400 millones en 2013 (DIS, 2015) sugiere matizar y no descartar una sobreestimación en los últimos años; la diferencia en los órdenes de magnitud es muy elevada como para ser atribuible exclusivamente a la definición del sector METS.

Ciertamente, el levantamiento de información del sector siempre ha sido complejo. Martínez-Fernandez (2010) argumenta que hubo pocos reportes gubernamentales y, en general, hay desconocimiento sobre las dinámicas de innovación de las METS.

Examinemos los resultados de Austmine (2013), el cual corresponde al estudio más exhaustivo del sector⁵:

- El sector de las METS está compuesto por 1.200-1.500 empresas, cuyas ventas totales ascienden a AUS\$90.000 millones (2012). El promedio de edad de las empresas es de 27 años.
- La composición del sector se distribuye de la siguiente forma⁶: 41 % bienes tales como manufacturas, equipos, insumos y químicos; 22 % EPCM Ingeniería y Construcción; 18 % Contratistas; 4 % Otros servicios profesionales; 2 % Consultorías; 1 % Desarrollos técnicos y aplicados; 1 % Consultorías y 11 % Otros. En suma, 41 % Bienes, 48 % Servicios y 11 % Otros.
- Las exportaciones de las METS (2012) se estiman en AUS\$27.000 millones, de los cuales AUS\$15.000 millones corresponden a ventas vinculadas al sector minero. Un 55 % de las METS realiza exportaciones y un 17 % declara intenciones de exportar a futuro. De las METS que exportan, el 47 % reporta que las exportaciones representan más del 10 % de sus ventas totales. El 41 % de las METS exportadoras reporta poseer oficinas en el extranjero.
- El 84 % de las METS son de propiedad australiana y el 16 % res-

5 A diferencia de las encuestas de ABARE, que abarcaban una muestra limitada de empresas (n<200), esta encuesta obtuvo más de 850 respuestas completas. Tanto el presupuesto como la definición del sector fueron más amplios que los de ABARE.

6 Por valor en AUS\$; no por N° de compañías.

tante de propiedad extranjera. De las extranjeras, Estados Unidos y Reino Unido abarcan la mitad.

- Los procesos de colaboración en I+D se desarrollan principalmente con: otros proveedores (58 %), empresas mineras (53 %), Universidades (40 %), CRC (37 %) y Entidades Gubernamentales (29 %)⁷.
- Los encadenamientos hacia atrás de las METS son sustanciales, abasteciéndose de la siguiente forma: 56 % regional [24 % locales (<25 km), 19 % regionales (25-200 km), 13% provinciales], 22 % nacional y 22 % desde el exterior. Su desarrollo ha abarcado también a regiones no mineras.

Austmine realizó un segundo estudio en 2015⁸, con énfasis en el proceso de innovación, con los siguientes resultados:

- Los principales motivos para innovar son: Centralidad de la innovación en la estrategia de la empresa (63 %); Competencia (62 %) y Solicitud de empresas para resolución de problemas (60 %).
- Las principales barreras a la innovación reportadas son: Naturaleza conservadora de las empresas mineras (37 %) y Prácticas de Abastecimiento de las empresas mineras (36 %).

7 Las categorías no son excluyentes. Los porcentajes no suman 100 % porque una misma empresa puede colaborar con distintas organizaciones al mismo tiempo. Estos resultados son consistentes con los de la segunda encuesta Austmine (2015).

8 Austmine (2015), sobre la base de 432 empresas encuestadas.

- Las principales acciones consideradas deseables para aumentar la innovación reportadas fueron: Expandir el incentivo fiscal a la I+D (53 %); Crear una plataforma de colaboración a lo largo de la cadena de valor (30 %) y Apoyo para conectar universidades y empresas (29 %).
- La descripción autorreportada por parte de las METS sobre los servicios prestados es altamente heterogénea⁹: Mantenimiento de Equipos y Reparaciones (23 %); Negocios, Operaciones y mejoras en Productividad (16 %); Mantenimiento de Minas (16 %); Manufactura Avanzada (16 %); Equipos y servicios de minería subterránea (15 %); Administración de Proyectos y Consultorías de Ingeniería (15 %); Administración de Activos (13 %); Transportadores, componentes y accesorios (13 %); Manejo de Materiales (13 %); Procesamiento y Separación de Minerales (13 %).
- Las principales estrategias para enfrentar el fin del súper ciclo minero son: Redefinir la relación con sus clientes (56 %) e Intentar proveer a otras industrias distintas de minería (44 %), entre otras¹⁰.
- El 79 % de las METS realizan actividades fuera del sector minero; 64 % proveen también al sector de petróleo y gas.
- La proporción estimada de METS que exportan aumentó de 55 % en 2013 a 66 % en 2015. En efecto, la búsqueda de nuevos mercados

⁹ Una empresa puede proveer distintos tipos de actividades.

¹⁰ Estrategias mencionadas no son excluyentes entre sí.

de exportación fue reportada como una estrategia para enfrentar el fin del súper ciclo minero.

- El principal apoyo deseado para internacionalizarse o fomentar las exportaciones fue: Presentar a nuevos contactos (54 %) y Asistencia en marketing internacional y promoción (37 %).

Ante la diversidad de resultados de los estudios microeconómicos de las METS, proponemos realizar un ejercicio empírico usando los datos disponibles de comercio internacional. Se efectuará una estimación de la evolución de las exportaciones de bienes y servicios de los proveedores de la minería australiana para el período 1990-2014.

La información básica utilizada es UN-COMTRADE. A partir de un estudio de Fundación Chile (2015) se obtiene un número relevante de códigos arancelarios de Bienes y Servicios vinculados a insumos de la minería¹¹.

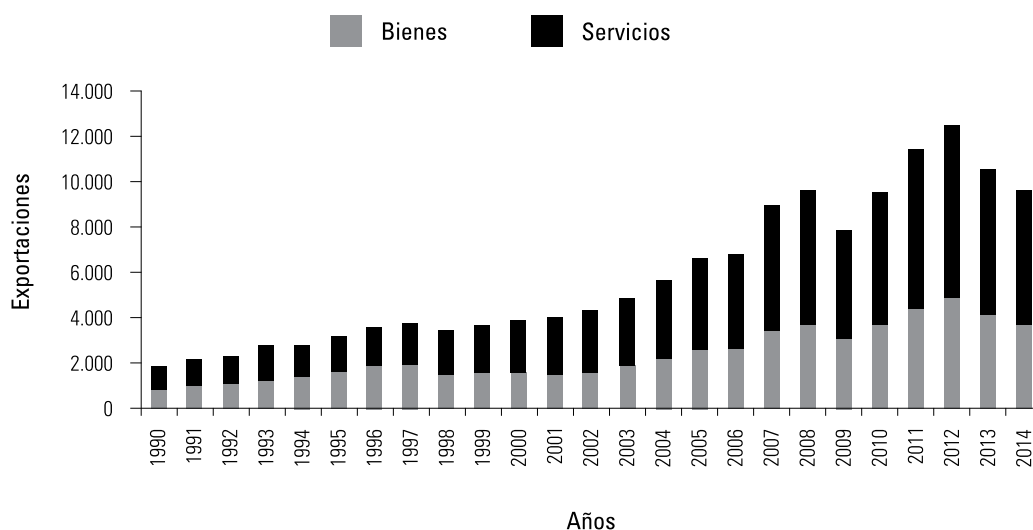
Las categorías se concentran en un 90 % en 73XXXX “Artículos de Hierro y Acero”, 84XXXX “Máquinas y Aparatos, Computadores”, 85XXXX “Maquinaria, Partes y Equipos” y 87XXXX “Vehículos que no son FFCC”. Nuestra estimación considera estas cuatro grandes categorías.

11 Para el caso de Bienes, transformamos los códigos de 8-dígitos de Fundación Chile (2015) a sus agregaciones de 6-dígitos, lo cual corresponde al máximo desglose disponible en UN-COMTRADE. De esta forma, tenemos un conjunto de alrededor de 200 códigos arancelarios en donde sabemos que se encuentran exportaciones de Bienes asociados a minería. Si bien no podemos conocer la proporción exacta de Bienes vinculados a minería dentro de esta desagregación de 6-dígitos, sabemos que están dentro de este conjunto. Este es nuestro *proxy* de bienes e insumos. Ver detalle en Anexo.

Para el caso de Servicios, es más complejo, pues la desagregación de los datos disponibles vía Balanza de Pagos es insuficiente. Por ende, consideramos la distribución del sector de Bienes y Servicios de las METS en 2012 (Austmine, 2013) como la mejor aproximación válida disponible: 41 % Bienes y 59 % Servicios¹². Esta razón se utilizó para calcular una estimación de exportaciones de servicios hasta 2003 (inicio del súper ciclo de *commodities*). Para los años anteriores (1990-2002) se extrapoló de manera lineal a la tasa de crecimiento de los Servicios que pueden estar vinculados a minería en la Balanza de Pagos (UNCTADSTAT)¹³.

Figura 1

Estimación Exportaciones de Bienes y Servicios METS 1990-2014 - US\$ millones



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos (6 dígitos) de UN-COMTRADE.

12 El 59 % de Servicios incluye a Otros.

13 Ver Anexo: Datos y Metodología. Cuadro A.1 presenta los datos de la Figura 1; Cuadro A.2 presenta una comparación entre nuestra estimación y otros estudios.

La Figura 1 presenta los resultados de nuestras estimaciones acorde a la metodología descrita; esta debe ser tomada como una cota superior. Se observa una tendencia bastante estable en la década de 1990-1999, para luego tener un crecimiento sustancialmente mayor en el período 2000-2014. Ello es consistente con la dinámica de los distintos estudios sobre el sector, aunque posiblemente observemos una leve subestimación en la parte de servicios en la última década. Las exportaciones de bienes y servicios vinculadas a la minería tienden a duplicarse cada 10 años (US\$2.000 millones a US\$4.000 millones; US\$4.000 millones a US\$8.000 millones). Este ejercicio empírico sugiere información sobre cuán rápido es factible desarrollar un sector de proveedores de clase mundial vinculado a la minería.

B. Orígenes de las METS australianas

Los orígenes de las empresas METS son multifactoriales. En primera instancia, es fundamental considerar que la industria minera ha sufrido cambios relevantes en las últimas décadas: menores leyes de yacimientos, exigencias ambientales, uso de agua y energía han requerido de continuos avances técnicos para mantener y aumentar los niveles de producción.

Un factor estructural fundamental es la externalización de gran parte del proceso productivo por parte de las empresas mineras (Urzúa, 2011, 2012). Las empresas mineras retienen el núcleo del negocio (exploración y la propiedad de la mina), pero el proceso productivo completo no es operado internamente. Ello genera un mayor espacio para la aparición de proveedores y también les entrega una mayor importancia estratégica. Factores adicionales como

la geografía y el aislamiento también aportaron a la formación de algunas METS¹⁴.

Scott-Kemmis (2013) vincula los distintos desafíos de la minería con la capacidad de las empresas domésticas como el principal motivo por el cual se desarrolló un vigoroso sector de proveedores. En efecto, la minería de Australia es diversa respecto a la producción y con desafíos más complejos. En términos relativos, países emergentes como Chile enfrentaron problemas y desafíos de menor sofisticación al disponer de yacimientos de un mineral (cobre) de alta ley (Urzúa, 2012).

El vínculo entre la empresa minera y las METS aparece constantemente como un factor fundamental para el desarrollo de estos proveedores en términos de crecimiento y capacidades tecnológicas. Las METS reportan consistentemente en las encuestas ABARE la relación cliente-proveedor como el factor fundamental de ventaja competitiva (Scott-Kemmis, 2013).

Urzúa (2011, 2012) sitúa la relación cliente-proveedor como el catalizador fundamental de las capacidades de innovación de los proveedores. Satchwell (2014) resalta el rol de programas que favorecen la entrada y los vínculos de proveedores a los proyectos de la industria minera, tales como los *Australian Industry Participation Plans, Industry Capacity Network y Project Connect*¹⁵.

14 En los clústers mineros australianos de Kalgoorlie y Darwin el aislamiento favoreció la aparición de servicios mineros locales (Satchwell, 2014).

15 Ver sección IV.B para una descripción de estos programas.

Gran parte de las METS fueron formadas por profesionales y trabajadores pertenecientes a la industria minera o a los proveedores de esta (Urzúa 2011, 2012; Scott-Kemmis, 2013).

Urzúa (2012) indica que el desarrollo de servicios intensivos en conocimiento vinculados a la minería (e. g., ingeniería avanzada) fue muy fuerte en Australia y Sudáfrica en comparación con Chile. Esto se debe principalmente a que en la década de 1970, Chile no poseía capacidades profesionales locales adecuadas, mientras que empresas mineras sudafricanas como Anglo-American desarrollaron actividades internas de ingeniería; un fenómeno similar se dio en Australia.

Estas capacidades permitieron la aparición de proveedores METS en la medida en que fueron externalizándose partes del proceso productivo. Satchwell (2014) indica que en los clústers mineros australianos de Kalgoorlie y Darwin algunas operaciones mineras han desarrollado estrategias para que sus empleados se transformen en proveedores de servicios independientes.

Una característica fundamental de las METS es su vocación exportadora: el 55 % de las empresas exportó en 2012 (Austmine, 2013) y 66 % en 2015 (Austmine, 2015). Hay varias explicaciones del proceso de internacionalización de las METS, pero habría una que sería fundamental.

El principal impulso que ayudó a las METS a internacionalizarse fueron las grandes mineras que iniciaron y/o expandieron sus actividades en el extranjero favoreciendo el mismo proceso para sus proveedores (Urzúa, 2011, 2012).

Scott-Kemmis (2012) estudia distintos casos de METS y encuentra también un rol preponderante de la expansión de clientes –mineras australianas– en la internacionalización de proveedores.

Adicionalmente, una empresa reportó la adquisición de otras empresas y *joint ventures* como estrategia de internacionalización¹⁶. Satchwell (2014) indica que en los clústers de Kalgoorlie y Darwin algunas empresas mineras ofrecen acceso a las cadenas globales de suministros para aquellos proveedores con buen desempeño.

Shann (2012) señala que varias METS han seguido a las empresas mineras australianas a África y América Latina buscando nuevos mercados; mientras que otras han abierto oficinas en el extranjero, con el fin de reducir costos y diversificar riesgo. En efecto, la internacionalización aparece como una de las principales estrategias reportadas para hacer frente al fin del *boom* minero (Austmine, 2015).






Varias empresas australianas son grandes actores internacionales. Examinemos, a continuación, algunas de las principales METS de propiedad australiana (ver Cuadro 3)¹⁷.

16 La empresa que reportó esta estrategia indicó que se requerían esfuerzos considerables en términos de dedicar capital humano a desarrollar relaciones y reclutar/gestionar personal local.

17 Shann (2012) destaca a Orica, Incitec Pivot, Worley Parsons, Boart Longyear, Bradken y Campbell Brothers como grandes actores internacionales. También provee una lista exhaustiva de las principales empresas del sector METS por área de negocios.

Cuadro 3

Principales METS australianas (AUS\$ millones)

Empresa	Ingreso Global 2014	Ingreso 2014 División Minera	Número de Empleados Global 2014
 Leighton Holdings	AUS\$24.000 MM	AUS\$4.000 MM (solo Contratistas Minería)	52.000
 Downer Edi	AUS\$7.700 MM	AUS\$2.000 MM	3.500
 ORICA	AUS\$6.800 MM	AUS\$5.700 MM	14.000
 Monadelphous	AUS\$2.300 MM	AUS\$1.670 MM (Ingeniería en Construcción)	5.521
 AUSDRILL	AUS\$826 MM	AUS\$723 MM	4.378

Fuente: DIS (2015) sobre la base de información de Austmine (2013).

Leighton Holdings¹⁸: Empresa contratista líder internacional, activa en las áreas de telecomunicaciones, ingeniería e infraestructura, construcción, minería y recursos y servicios ambientales. Posee operaciones en Australia, Nueva Zelanda, el Este Asiático y Medio Oriente.

Downer Edi: Provee una amplia gama de servicios de ingeniería y administración a través del ciclo de vida de infraestructura física a los sectores de infraestructura, minería y energía, en Australia, Nueva Zelanda y Asia-Pacífico.

18 Actualmente, CIMIC Group.

Orica: Es la mayor proveedora de explosivos y tronaduras para la minería y la infraestructura. Líder global en la provisión de apoyo en minería y túneles.

Monadelphous: Empresa líder de ingeniería que provee servicios de construcción, mantenimiento e industriales a los sectores de recursos naturales, energía e infraestructura.

Ausdrill: Grupo empresarial de servicios de minería y energía que provee exploración, desarrollo de operación minera, minería subterránea y a cielo abierto, manufactura, energía y servicios de infraestructura a nivel global.

En resumen, las principales METS australianas tienen un gran tamaño: (i) número de empleados entre 4 y 5 dígitos; (ii) ingresos globales entre AUS\$800 millones y AUS\$24.000 millones; (iii) ventas a empresas mineras entre AUS\$700 millones y AUS\$5.700 millones. Los niveles de ventas a la minería de algunas de estas METS son muy superiores a las exportaciones totales de todo el sector de proveedores de la minería chilena.

Las empresas australianas del Cuadro 3 son comparables, en términos de magnitud, a varias METS relevantes de otros países¹⁹. Sin embargo, independiente de la presencia de multinacionales relevantes, el 84 % de las METS son de propiedad australiana (Austmine, 2013).

19 Estados Unidos y los países escandinavos son proveedores líderes de la industria minera mundial (Scott-Kemmis, 2011). Ver Cuadro A.3 para una lista de las principales METS escandinavas.

III. Instituciones y programas ligados al desarrollo de las METS

A. Cooperative Research Centres (CRC)

Los Cooperative Research Centres (CRC) son consorcios de I+D con financiamiento público basal que también apalancan recursos desde el sector privado. Representan un espacio fundamental de colaboración público-privada, pues participan empresas, universidades/institutos de investigación y el gobierno. Los CRC son un instrumento de política vertical, al priorizar ciertos sectores para desarrollar innovación involucrando a actores relevantes.

Se han adjudicado 209 CRC desde el inicio del programa en 1991, con un gasto acumulado de más de AUS\$4.000 millones de financiamiento público basal, a lo cual se suman AUS\$12.300 millones de financiamiento en dinero y equivalentes (RR.HH., equipos) por parte de los participantes (Ausindustry, 2015).

En el período 2014-15 hay 35 CRC activos. El financiamiento para cada CRC es variable, pero el financiamiento público promedio anual ha sido de AUS\$3,6 millones (desde 2008)²⁰. Los participantes deben al menos equiparar el aporte gubernamental, aunque frecuentemente lo duplican o triplican en aportes en dinero y/o no monetarios. Adicionalmente, los CRC poseen un componente de formación de capital humano, pues entregan becas a posgraduados con magnitudes que alcanzan 4.400 becas a magíster y doctorado desde la creación del programa.

20 Puede llegar hasta AUS\$36 millones anuales en casos particulares.

En suma, los CRC se enfocan en maximizar los beneficios de la investigación en sectores específicos para transferir tecnología, aplicar productos y comercializar. El impacto económico directo se estima en AUS\$14.500 millones en total –AUS\$1.550 millones en el sector minero²¹–; la razón de beneficio-costo neto por dólar australiano invertido es de 3,1 (ACG, 2012). El éxito del programa ha inspirado iniciativas similares en países emergentes²².

Scott-Kemmis (2013) provee una lista de 16 CRC, de los cuales 10 se vinculan directamente con minería y 6 indirectamente²³. En forma adicional, podemos distinguir entre aquellos que están activos y los que no. Para identificar la cota inferior de aportes a la innovación en minería, consideraremos los centros directamente relacionados tanto activos como inactivos.

El financiamiento público basal a los CRC directamente vinculados a minería ascendió a AUS\$13,4 millones anuales en promedio para el período 1991-2014, con 8 años en los cuales los montos anuales fluctuaron entre AUS\$16 millones y AUS\$19 millones (ver Figura 2)²⁴.

21 Esta cifra es consistente con la proporción de CRC históricamente vinculados a minería (10 %, aproximadamente).

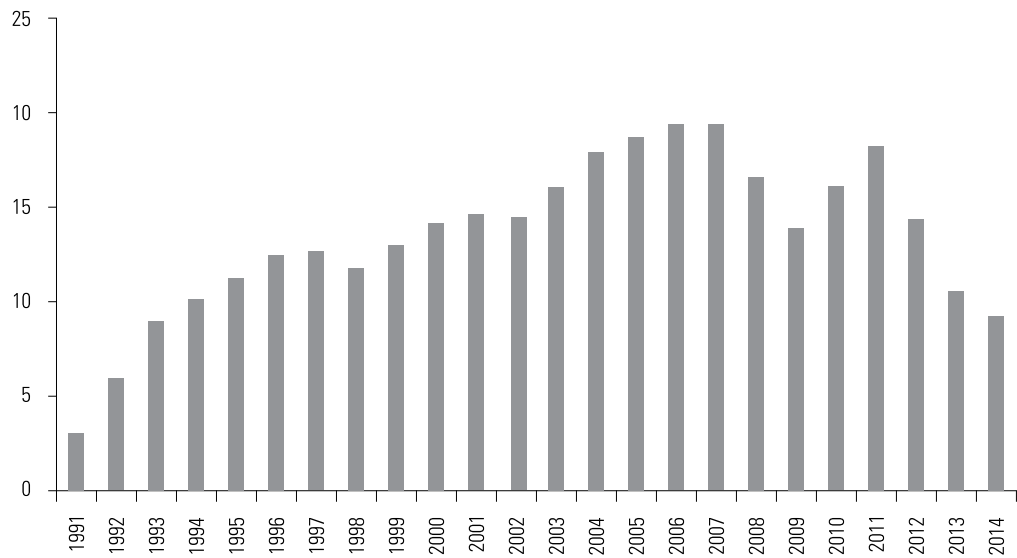
22 En Chile tanto los Centros de Excelencia Internacional como los Consorcios Tecnológicos Empresariales impulsados por CORFO se inspiran en los CRC australianos.

23 De la lista de Scott-Kemmis (2013) los CRC indirectamente relacionados que no consideramos son: CRC for Welded Structures, CRC for Clean Power from Lignite, CRC for Coal in Sustainable Development, Australian Petroleum CRC, CRC for Black Coal Utilisation, CRC for Greenhouses Gas Technologies. Probablemente, existen más CRC con vínculos indirectos a minería.

24 El monto equivalente en US\$ corrientes es de US\$10,3 millones promedio anual.

Figura 2

Total Financiamiento Público Basal a CRC Mineros 1991-2014 (AUS\$ millones)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de Ausindustry (2015).

Cuadro 4

Financiamiento público a CRC relacionados a minería (AUS\$ millones corrientes)

CRC	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Mining	1,2	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,6	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
Sustainable Resource Processing												
Predictive Mineral Discovery											1,3	2,6
Landscape Environments and Mineral Exploration					1,1	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,6	2,9
Deep Exploration Techniques CRC												
Optimising Resource Extraction												
Integrated Hydrometallurgy Solutions		0,8	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,2	2,9	2,9	2,9
Extractive Metallurgy	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	
Australian Geodynamics			1,2	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	1,2		
CAST Metals Manufacturing		1,1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	1,1	1,6	3,3	3,3	3,3
Total Financiamiento	3,0	6,0	9,0	10,2	11,3	12,4	12,6	11,7	13,0	14,2	14,6	14,4

CRC	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Mining	3,1	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,2	2,7	2,7	2,7	1,3
Sustainable Resource Processing	1,3	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	1,3				
Predictive Mineral Discovery	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	1,3						
Landscape Environments and Mineral Exploration	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	1,4						
Deep Exploration Techniques CRC								2,2	4,4	4,4	4,4	4,4
Optimising Resource Extraction								1,8	3,5	3,5	3,5	3,5
Integrated Hydrometallurgy Solutions	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	1,4		
Extractive Metallurgy												
Australian Geodynamics												
CAST Metals Manufacturing	3,3	3,3	4,0	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	2,4		
Total Financiamiento	16,0	17,9	18,6	19,4	19,4	16,6	13,9	16,0	18,2	14,4	10,6	9,2

Fuente: Elaboración propia sobre la base de información de Ausindustry (2015).

Los órdenes de magnitud de financiamiento total deben considerar un presupuesto de, al menos, dos a tres veces mayores al financiamiento público basal, debido a los aportes en dinero y en equivalente por parte de los socios. El Cuadro 4 muestra el desglose de financiamiento anual por CRC minero considerado.

En Australia se han creado alrededor de 10 CRC vinculados directamente a la minería, con financiamiento público promedio anual total de AUS\$13,4 millones. Al incorporar el aporte privado, el financiamiento anual de estos CRC podría superar los AUS\$30 millones anuales con facilidad.

CRC Activos (3)

CRC for Mining²⁵

El CRC más importante de los vinculados a minería. Fue fundado en 1991 y tuvo 24 años de apoyo gubernamental antes de independizarse en 2014. Pinto *et al.* (2015) proveen una excelente revisión de la historia de este CRC con los respectivos cambios organizacionales que ha tenido. En particular, sugieren que: (i) el foco ha cambiado desde uno centrado en investigación a uno centrado en industria, y (ii) el modelo de difusión ha cambiado desde uno basado en *spin-offs* comerciales hacia el licenciamiento directo. Esta última característica surge como la forma de difusión tecnológica más apropiada para la industria minera. Adicionalmente, se destaca que el desarrollo de las innovaciones en minería toma demasiado tiempo (ver Cuadro 5).

25 www.crcmining.com.au

Cuadro 5

CRC Mining. Tecnologías y Tiempo de Desarrollo

Tecnología	Time-to-market
Oscillating Disc Cutter	13 años
Tight-Radius Drilling	7-19 años
Borehole Radar	11 años
Acumine Collision Avoidance Safety System	9 años
Smart Cap	8-9 años
Track Shield	4-6 años
Universal Dig and Dump	4 años
Pegasys Dragline Monitor	2 años

Fuente: Pinto et al. (2015).

ACG (2012) entrega algunos órdenes de magnitud del impacto de este CRC: valor de *spin-offs* creados por AUS\$41 millones²⁶, AUS\$4 millones percibidos por concepto de *royalties* entre 2004-2012, ahorro de AUS\$8 millones anuales en costos por aumentos de productividad, ahorro de AUS\$2,4 millones anuales debido a menores costos de mantención en camiones, ahorro de AUS\$3 millones anuales debido a ganancias en eficiencia, y contratos de investigación por AUS\$34 millones entre 2005-2012.

26 Crearon 56 nuevas empresas entre 2006 y 2011.

Cabe destacar que los distintos *rounds* de financiamiento tuvieron misiones específicas:

2010-2014: Reducir el consumo de energía en todas las etapas de la mina, enfocándose en tecnologías asociadas a los procesos de fragmentación de roca, excavación y transporte.

2003-2010: Desarrollar sensores para la maquinaria minera que monitoreen en tiempo real daños y defectos.

1997-2003: Enfocarse en desarrollar una serie de tecnologías que mejoren la productividad y seguridad de la industria minera.

1991-1997: Responder a las necesidades tecnológicas detalladas por la industria minera a través de encuestas.

CRC for Optimising Resource Extraction (CRC ORE)

Fundado en 2010 por un período de cuatro años. Fue renovado en 2015 para un segundo período, recibiendo financiamiento basal total de AUS\$34,5 millones (AUS\$5,7 millones anuales).

El CRC ORE busca desarrollar métodos avanzados de manufactura de extracción para la minería, reduciendo ineficiencias operacionales, logrando un menor uso de energía y permitiendo la recuperación de depósitos de menores leyes. El enfoque radica en desarrollar un caso de negocio mediante una mirada sistémica de la cadena de valor; ello permite activar numerosas tecnologías

latentes. Las tecnologías desarrolladas debiesen permitir una minería selectiva en operaciones de alto tonelaje, con reducciones significativas potenciales en el gasto en capital y energía.

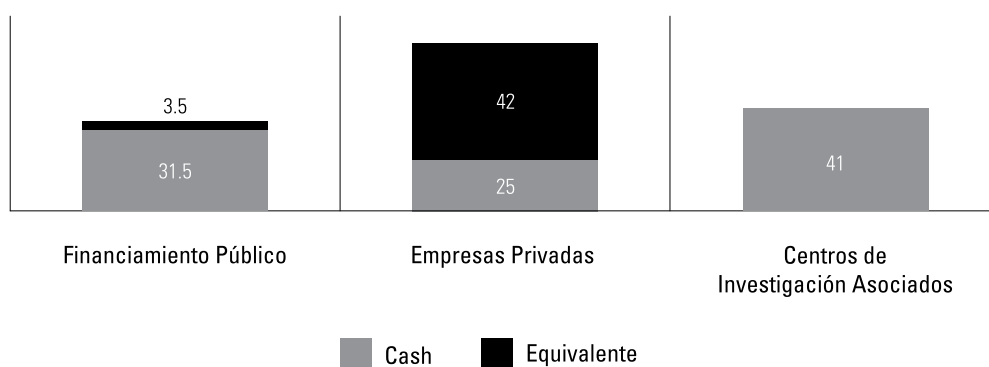
Este CRC posee un vínculo explícito con las METS; las cuales colaborarán en la segunda etapa a través de un memorándum de entendimiento firmado con Austmine (ver sección IV.D). Su rol es fundamental para el éxito del CRC ORE puesto que son las organizaciones que poseen la experiencia y la visión para lograr los objetivos del centro.

Deep Exploration Technologies CRC (DET CRC)

El DET CRC fue establecido en 2010 con un financiamiento público de AUS\$28 millones a 8 años a los cuales se suman aportes del gobierno regional (AUS\$7 millones entre dinero y equivalente). La industria aportó AUS\$25 millones en dinero, AUS\$42 millones en equivalente; los centros de investigación asociados aportan AUS\$41 millones en equivalente. Lo anterior redundaba en AUS\$143 millones de presupuesto para todo el período con un financiamiento público de 25% del total (ver Figura 3).

Figura 3

Financiamiento CRC Deep Exploration Tech. Total Período 2010-2018 (AUS\$ millones)



Fuente: Elaboración propia.

Este centro surgió de la Hoja de Ruta Tecnológica de Perforaciones generada por AMIRA Internacional. El objetivo del centro es desarrollar métodos más exitosos, seguros y económicos de perforar, analizar y enfocar depósitos minerales en profundidad. La reducción de las reservas minerales de Australia, debido al volumen de producción y los bajos niveles de éxito en la fase de exploración, es un desafío fundamental para el futuro de la minería australiana.

CRC Inactivos (7)

GK Williams CRC for Extractive Metallurgy

CRC con dos etapas: 1991-1996 y 1997-2001. El financiamiento público basal ascendió a AUS\$19 millones total. Su objetivo fue investigar tanto el proceso pirometalúrgico, como el de extracción y refinación en altas temperaturas.

Australian Geodynamics CRC

CRC con una etapa: 1993-2000. El financiamiento público basal ascendió a AUS\$16 millones. Su objetivo fue determinar la arquitectura estructural de la corteza de Australia, lo cual conduciría a mayores descubrimientos de depósitos minerales y de energía.

CRC CAST Metal Manufacturing

CRC con tres etapas distribuidas entre 1992 y 2012. El financiamiento público basal ascendió a AUS\$66 millones total.

Los objetivos del CRC por período fueron:

2005-2012: Trabajar en conjunto con el sector de manufactura metálica de Australia con el fin de crear oportunidades de negocio y mejorar los procesos para reducir costos y aumentar la productividad.

1999-2005: Profundizar el desarrollo tecnológico en fundiciones y aleaciones de aluminio y magnesio.

1992-1998: Desarrollar tecnología para la fundición de aleaciones ligeras con el objetivo de proporcionar competitividad a las industrias manufactureras y a las fundiciones de Australia.

Parker CRC for Integrated Hydrometallurgy Solutions

CRC con tres etapas distribuidas entre 1992 y 2012. El financiamiento público basal ascendió a AUS\$47 millones total.

Los objetivos del CRC por período fueron:

1992-1999: Mejorar la eficiencia, la velocidad de procesos y la tecnología de instalaciones hidrometalúrgicas en la industria de procesamiento de minerales.

1999-2005: Mejorar la eficiencia energética, leyes del mineral y la relación costo-efectividad de la extracción y la solución a base de agua de una amplia gama de minerales.

2005-2012: Realizar la investigación sobre el uso de soluciones acuosas para la recuperación de minerales desde las industrias de alumina, metales base, oro y uranio.

ACG (2005) le atribuye a este CRC impactos verificables por dos proyectos particulares, ambos desde 2004. El primero, sobre viscosidad, generó ahorros en costos netos de AUS\$22,3 millones anuales –desde 2002– y un aumento en la producción por AUS\$6,2 millones anuales, utilizando la infraestructura existente en 2003. Un segundo proyecto, sobre extracción, generó ahorros en costos netos por AUS\$0,6 millones anuales y un aumento neto en la producción por AUS\$6,7 millones anuales, empleando la infraestructura existente. En una segunda evaluación, ACG (2012) le atribuye un impacto por AUS\$160 millones, aunque este no es verificable.

CRC for Landscape Environments and Mineral Exploration

CRC con dos etapas: 1995-2001 y 2001-2008. El financiamiento público basal ascendió a AUS\$33 millones total. Ambas etapas tuvieron el mismo objetivo: Mejorar sustancialmente la capacidad de la industria para descubrir yacimientos de clase mundial.

El CRC aplicó geoquímica y otras ciencias al estudio del regolito, que es el manto superficial de rocas erosionadas, sedimentos, suelo, complejos bióticos y agua, que se forma por los procesos naturales de meteorización, erosión, transporte y sedimentación.

CRC for Sustainable Resource Processing (CSRP)

CRC con una etapa: 2003-2010. El financiamiento público basal ascendió a AUS\$18,8 millones. A ello se suman AUS\$57 millones en dinero y aportes equivalentes por parte de la industria y los centros de investigación y otros AUS\$12,9 millones en actividades adicionales aportados por la industria. El centro logró 77 de las 82 metas y *outputs* propuestos.

Su objetivo consistió en eliminar progresivamente desechos y emisiones a lo largo del ciclo minero, permitiendo mejorar el rendimiento de las empresas asociadas y satisfacer las expectativas de la comunidad. Entre sus participantes destacan CSIRO, BHP Billiton, Rio Tinto, Anglo Platinum, entre otros.

Los principales éxitos del CSRP fueron el desarrollo del JKRBT, un instrumento de prueba de perforaciones capaz de producir grandes volúmenes de

datos sobre el rompimiento de minerales; Granulación en seco y recuperación de calor; Concreto de geopolímeros; ReSand, una planta capaz de producir 10 toneladas de arena limpia y neutral; SUStainable OPerations (SUSOP), una herramienta de administración para incorporar principios de sustentabilidad al diseño de plantas y operaciones; desarrollo de varios equipos de análisis minero, entre otros.

Parte de este CRC derivó en el Centre for Sustainable Resource Processing, de la Universidad de Curtin (uno de los integrantes originales). El SUSOP quedó radicado en JKTech, una gran empresa proveedora de servicios a la minería.

Predictive Mineral Discovery CRC²⁷

CRC con una etapa: 2001-2008. El financiamiento público basal ascendió a AUS\$18 millones.

Este CRC buscó vincular a la industria con la comunidad de investigación en geología, con la visión de revolucionar las prácticas y la relación costo-beneficio en la exploración minera mediante una mejor comprensión de los procesos mineralógicos y de la geología de los terrenos con alto contenido mineral.

Los objetivos del centro fueron: (i) Contribuir a resolver la incertidumbre en los modelos actuales para la formación de los principales tipos de depósitos minerales dentro de terrenos mineralizados con alta prioridad de exploración; (ii) Construir imágenes e historias de sistemas mineralizados conocidos 3D y

27 <http://www.pmdcrc.com.au/>

4D; (iii) Crear un ambiente computacional para simular la evolución de los sistemas 4D minerales con el objetivo de desarrollar capacidades predictivas para la ubicación y la calidad de los depósitos de mineral superiores; (iv) Crear un entorno comercial computacional, visualización y comunicación para permitir a las empresas gestionar las actividades de exploración y de explotación más eficiente, y (v) Transferir estos conceptos, habilidades y tecnologías a la industria de exploración mineral para asegurar una ventaja competitiva de largo plazo.

En síntesis, se han desarrollado al menos 10 CRC directamente vinculados a minería. Cada uno de ellos posee un foco en actividades del proceso productivo minero (ver Cuadro 6).

Cuadro 6

Especialización de CRC relacionados a Minería

CRC	Duración (Rounds de Financiamiento)	Especialización
Mining	1991-2014 (4)	Necesidades tecnológicas de la industria; Tecnologías para productividad y seguridad; Sensores en equipos mineros; Reducir consumo energía
Sustainable Resource Processing	2003-2010 (1)	Reducir desechos y emisiones
Predictive Mineral Discovery	2001-2008 (1)	Mejorar prácticas de exploración
Landscape Environments and Mineral Exploration	1995-2008 (2)	Capacidad de descubrir yacimientos clase mundial
Deep Exploration Techniques CRC	2010-2018 (1)	Métodos perforación para depósitos minerales en profundidad
Optimising Resource Extraction	2010-2018 (2)	Métodos avanzados de manufactura de extracción
Integrated Hydrometallurgy Solutions	1992-2012 (3)	Tecnología y procesos hidrometalúrgicos
Extractive Metallurgy	1991-2001 (2)	Procesos pirometalúrgicos
Australian Geodynamics	1992-2000 (1)	Arquitectura estructural de superficie de Australia
CAST Metals Manufacturing	1992-2012 (3)	Tecnología para fundiciones de aleaciones ligeras; Oportunidades de negocios y mejoras de procesos con manufactura metálica

Fuente: Elaboración propia.

B. CSIRO

CSIRO es la agencia gubernamental líder en innovación en Australia. Para el período 2013-2014 recibió del gobierno AUS\$778 millones de financiamiento (CSIRO, 2014), los cuales corresponden a alrededor del 60 % de su presupuesto. La organización posee un equipo de 5.964 personas, y cerca de 4.000 están vinculadas directamente a labores de investigación (CSIRO, 2014).

CSIRO posee distintas líneas principales de investigación llamadas *Flagship*. La de minería, *Minerals Down Under*, implica una inversión basal de más de AUS\$80 millones anuales y también apalanca inversiones del sector privado (Scott-Kemmis, 2013). CSIRO ha participado como socio en más de dos tercios de los CRC desarrollados desde 1990²⁸ y se vincula con las METS principalmente por esta vía, más que por interacción directa²⁹.

Adicionalmente, CSIRO participa con la industria y con AMIRA Internacional en la iniciativa UNCOVER a través del National Resource Sciences Precinct³⁰ en Perth (Western Australia). El objetivo es desarrollar una hoja de ruta para aumentar la tasa de descubrimiento de nuevas reservas de mineral en Australia.

28 El aporte de CSIRO se clasifica como el aporte de cualquier universidad o instituto; no se considera como financiamiento público basal.

29 En las encuestas ABARE no es reportado consistentemente como un colaborador relevante por las METS.

30 Los *Precincts* son básicamente clústers abiertos para negocios, de manera tal que cualquier organización que requiera el conocimiento técnico de una industria particular y/o de más de un centro de investigación pueda tener acceso. La idea es juntar múltiples socios de innovación e investigación en un espacio compartido con una cultura colaborativa.

IV. Programas y Organizaciones vinculados a METS y Minería

A. Acciones Gubernamentales

El hito inicial de la relación del gobierno con las METS fue la *Mining Technology Services Action Agenda* (DITR, 2003). Esta agenda consistió en un acuerdo público-privado entre la industria, el gobierno y agencias federales, con el objetivo de potenciar el sector; no fue la única agenda llevada a cabo³¹. El trabajo se inició en 2001 y el informe final se entregó en 2005.

La *Mining Technology Services Action Agenda* (MTSAA) implica que el gobierno australiano apoya procesos de desarrollo e implementación de un marco estratégico para un sector industrial, a partir de una relación industria-gobierno enfocada en identificar oportunidades y superar barreras al crecimiento de esa industria. También busca delinear las responsabilidades del sector público y del privado.

Los desafíos identificados fueron:

- (I) Unificar el sector: La naturaleza heterogénea y fragmentada del sector perjudica las posibilidades de desarrollo e internacionalización. Una mayor colaboración y visión común permite avanzar en ambas direcciones.

31 El concepto de las Action Agendas sectoriales proviene de la Mortimer Review *Going for Growth* de 1997. El objetivo es siempre lograr un mayor desarrollo del sector específico. No hay un único modelo de Action Agenda; son flexibles acorde a los requerimientos específicos de cada sector.

- (II) Innovar a través de la tecnología: Favorecer el acceso de las METS a servicios de I+D y mecanismos de comercialización.
- (III) Atraer inversión: Mostrar las ventajas de las METS al sector financiero y concientizar a los inversionistas sobre sus bondades.
- (IV) Aprovechar el e-business para crecer: Favorecer el dominio del comercio electrónico para lograr que las METS pequeñas y medianas consigan exportar.

También identificó tres problemas que afectan al sector: (i) Oferta de Profesionales Calificados³², (ii) Propiedad Intelectual y (iii) Problemas legales en las compensaciones profesionales³³.

Parte del apoyo a las iniciativas de las Action Agendas se materializó en financiamiento a través del Industry Cooperative Innovation Program³⁴ (DITR, 2006). Después del informe final en 2005, Austmine, entidad gremial de las METS, tomó el rol de crear un consejo para aumentar la colaboración y compartir información sobre el sector.

Los comentarios sobre la MTSAA en la literatura son escasos. Scott-Kemmis (2011, 2012) sugiere la ineffectividad de la Agenda, al indicar que todos los objetivos y recomendaciones siguen siendo desafíos a la fecha. En tanto, Martínez-Fernández (2010) la destaca como la única política sectorial específica.

32 No es un tema exclusivo de los proveedores, pues la atracción de profesionales calificados y un mayor vínculo entre empresas e instituciones de educación superior es un problema de la minería a nivel mundial.

33 Refiere a los costos legales cuando un proveedor es demandado por servicios que hicieron a su cliente perder dinero.

34 Ver sección IV.C.

Sin embargo, un gran mérito de la MTSAA fue visibilizar el sector y ayudar a crear una identidad conjunta de industria. Su lanzamiento coincide temporalmente con la creación de entidades gremiales como Austmine³⁵. Adicionalmente, el objetivo de lograr exportaciones por AUS\$6.000 hacia 2010 se cumplió con creces.

B. Establecimiento de vínculos cliente-proveedor

Tanto el gobierno como asociaciones gremiales han cultivado la formación de redes de clientes y proveedores. Las principales son las siguientes:

Industry Capability Network³⁶ (ICN): Se trata de una red que busca involucrar a empresas australianas y neozelandesas en proyectos de distinta escala. Ofrece una nueva oportunidad de negocios para los proveedores y un sistema de búsqueda especializado para los encargados de proyectos. Austmine (2013) indica que el 74 % de las METS utilizan la ICN, convirtiéndola en el servicio gubernamental más empleado³⁷.

La ICN es una organización independiente financiada por los gobiernos nacionales de Australia y Nueva Zelanda. Desde sus inicios, en 1984, la ICN ha ayudado a los proveedores locales a recibir contratos por más de AUS\$30.000 millones.

Australian Industry Participation Plan (AIPP): Se han impulsado leyes a nivel nacional con el fin de promover la Participación de la Industria Australia-

35 Ver sección IV.D.

36 <http://www.icn.org.au/>

37 El siguiente es Austrade, la agencia de promoción comercial, con un 30 %.

na respecto a: (i) compras y financiamiento gubernamental (proyectos desde AUS\$20 millones; sujeto a petición del gobierno); (ii) grandes inversiones de capital (AUS\$500 millones; obligatorio de preparar e implementar)³⁸. Estos planes de participación tienen por objetivo otorgar una oportunidad justa de competir a proveedores locales.

El presupuesto del AIPP estipulado en 2013 correspondía a AUS\$98,2 millones para los siguientes cinco años, ello incluye fondos para la Industry Capability Network y para el establecimiento de una agencia encargada de implementar los AIPP. En suma, el gasto gubernamental conjunto es de AUS\$20 millones anuales para el AIPP y para la ICN.

ProjectConnect³⁹: Es un servicio *online* diseñado para presentar proyectos y oportunidades, conectando a empresas australianas con proveedores y/o identificando nuevas oportunidades de negocios. El servicio es provisto por la Cámara de Comercio y la Industria del Estado Federal de Western Australia y es gratuito: no hay costos para las empresas que deseen registrarse y acceder a la información. Si bien se puede acceder a herramientas adicionales vía una suscripción, toda la información del sistema es de libre acceso. ProjectConnect permite a empresas de todos los tamaños involucrarse en grandes proyectos de inversión, sea desde contratistas principales hasta subcontratistas. Al publicar los datos de contacto para las empresas que ya han sido ganadoras en proyectos, se permite que tanto proveedores como empresas puedan establecer nuevas relaciones y redes.

38 Descripción que aplica para 2012 en adelante. No obstante, la presencia de planes de participación de la industria australiana existe al menos desde 2005.

39 <http://www.projectconnect.com.au/>

C. Programas de colaboración intraindustria

El Industry Cooperative Innovative Program (ICIP) busca establecer mayor colaboración empresa-a-empresa mediante un fondo competitivo de AUS\$5 millones anuales para asignar a distintos proyectos de innovación. El fondo se estableció en 2005 hasta su extinción, en 2011.

En términos de financiamiento, su aporte estuvo vinculado a apoyar las distintas Action Agendas sectoriales; varios de los fondos concursados se asocian a proyectos presentados por los líderes de estas agendas o a proyectos alineados con estas prioridades sectoriales (DITR, 2006).

D. Austmine, Austrade, AMIRA Internacional y MESCA

Fundada en 2002, Austmine es la principal organización gremial de las METS.

Las misiones internacionales de Austmine, desde 2002, jugaron un rol fundamental en la expansión productiva y exportadora de las METS. En la actualidad, se realizan aproximadamente seis misiones anuales, de menos de 10 días de duración, en las cuales se visitan las principales ferias internacionales, conferencias relevantes, yacimientos y empresas mineras. Austmine gestiona las misiones de manera tal que las METS se presenten a potenciales clientes para sus productos y servicios. Las misiones permiten acceder a nuevos mercados y crear nuevos contactos. Algunos países por visitar en 2015/2016 son Brasil, Indonesia, Kazajistán, Mozambique, Zambia, Botsuana, Tanzania y Estados Unidos⁴⁰.

40 <http://www.austmine.com.au/Missions>

Lo anterior es producto del trabajo en conjunto con Austrade. Otro logro de la coordinación entre ambas organizaciones es el desarrollo de la Austmine-Asia Smart Mining Network, la cual permite a miembros de Austmine acceder a una base de datos con información detallada de más de 3.000 proyectos mineros en China, India, Indonesia y otros países. Empresas e instituciones no pertenecientes a Austmine pueden ingresar previo pago y cumplimiento de ciertos criterios de selección.

Adicionalmente, la exhaustiva encuesta de Austmine (2013) logró cuantificar la importancia del sector para el país. Esta mayor visibilidad favoreció el desarrollo de nuevas iniciativas para potenciarlo como uno de los cinco sectores priorizados para la creación de un Industry Growth Centre⁴¹.

Austrade es la agencia encargada de la promoción de exportaciones. Acorde a la encuesta de Austmine (2013), Austrade es el segundo apoyo gubernamental más utilizado por las METS, con una prevalencia de 30 %. Lo anterior se puede atribuir parcialmente al trabajo colaborativo entre Austmine como representante de las METS y Austrade como promotor comercial. Scott-Kemmis (2011, 2012) indica que Austrade jugó un rol fundamental en la rápida internacionalización de las METS: al 2008-09 un 27 % de las empresas ya poseía filiales en el extranjero. Este efecto posiblemente se potenció en los últimos años: al 2015 un 52 % reporta tener filiales en el extranjero (Austmine, 2015). Austrade favorece la internacionalización de METS ya impulsada por las operaciones globales de grandes mineras domésticas.

41 Ver sección IV.G.

La Australian Minerals Industry Research Association (AMIRA) es una institución privada sin fines de lucro que articula colaboraciones en investigación a nivel internacional. Coordina un portafolio de AUS\$20 millones de proyectos colaborativos de empresas mineras internacionales (Scott-Kemmis, 2013). Uno de los proyectos emblemáticos fue el Copper Technology Roadmap (AMIRA, 2004), en donde se definió y priorizó la hoja de ruta tecnológica de la minería del cobre en conjunto con la industria. Este tipo de iniciativas es útil para orientar los esfuerzos de I+D de largo plazo. Un ejemplo es el CRC DET, que surgió desde una hoja de ruta tecnológica desarrollada por AMIRA, con enfoque en perforación.

El Mining and Energy Services Council of Australia (MESCA) es una organización gremial de empresas proveedoras que busca generar vínculos entre las empresas mineras y sus proveedores. MESCA provee a sus miembros de información al día de los últimos desarrollos de la industria a nivel global y local. Varias METS líderes participan en la organización.

E. Programas de I+D

El *R&D Tax Concession Program* corresponde al principal programa general de apoyo a la I+D que pueden haber sido utilizados en menor o mayor medida por las distintas METS. Scott-Kemmis (2011, 2012) indica que varias METS aprovecharon uno o más de los programas gubernamentales de I+D⁴².

42 Otro programa fue el *R&D Start Program* durante el período 2001-2006 con financiamiento de AUS\$107 millones anuales.

R&D Tax Concession Program

Su duración se extendió entre 1986 y 2011. El programa consistía en los siguientes beneficios:

- Crédito fiscal de 125 % para gastos en I+D (solo empresas de propiedad australiana).
- Se permite cash-out del gasto en I+D para las empresas pequeñas en caso de utilidades negativas (solo empresas de propiedad australiana).
- Un crédito fiscal incremental (175 %) por inversiones adicionales en I+D australiana.
- Un crédito fiscal incremental (175 %) por inversiones adicionales en I+D extranjera.

En 2011 fue reemplazado por el R&D Tax Initiative, que mantiene características similares, pero es más simple: crédito fiscal de 45 % por dólar gastado en I+D y se necesita un mínimo de AUS\$20.000 dólares para recibir el beneficio. El crédito fiscal es contra los impuestos a pagar y se mantiene el *cash-out* para empresas pequeñas.

F. Programas de Comercialización

El programa *Commercializing Emerging Technologies* (COMET), creado en 1999 y fortalecido en 2004, apoya la comercialización de actividades innovadoras de cualquier sector, mediante asistencia y apoyo en áreas de administración; conseguir fondos e investigación de mercado. El objetivo es reducir las barreras de entrada a nuevas tecnologías. El programa fue evaluado en 2008 y calificado como exitoso. En 2010 se convirtió en el programa unificado de asistencia Commercialisation Australia.

G. Capital de Riesgo

Existe un consenso general en la literatura sobre la relevancia del acceso al financiamiento para las empresas que realizan innovación e I+D (Hall y Lerner, 2009; Kerr y Nanda, 2014). El acceso a capital de riesgo y financiamiento para la innovación es un tema a resolver en el caso de las METS. El desafío es facilitar el financiamiento para que las empresas escalen (crezcan) y desarrollen nuevas tecnologías (innoven). El problema aparece de manera persistente en la literatura del sector.

Martinez-Fernandez (2005) indica que ya en 2001, el Ministerio de Ciencia y Tecnología declaraba la importancia de aumentar el grado de conocimiento del sector financiero sobre las METS y enfatizar sus capacidades técnicas. En 2003 la METS Action Agenda también sugirió avanzar en esta línea (DITR, 2003). Asimismo, 10 años después, Austmine (2013) también realza el rol de concientizar a los inversionistas sobre el valor y las posibilidades de crecimiento del sector METS.

Estos problemas se ven reflejados en las distintas encuestas ABARE. En la encuesta ABARE-BLS 2002, apenas un 44 % de las empresas encuestadas consideraban que el acceso al financiamiento era una fuente de ventaja competitiva de las METS (Tedesco *et al.*, 2002). Scott-Kemmis (2011, 2013) resalta que la encuesta ABARE-BRS 2009⁴³ reveló que la falta de acceso a la innovación era una restricción clave al desarrollo de esta y que pocas empresas han sido exitosas en atraer inversiones desde el capital de riesgo.

Lo anterior puede deberse a la dificultad de estimar el potencial retorno de un proyecto de innovación o del crecimiento prospectivo de la empresa. Las mayores ventajas competitivas de las METS se centran en sus intangibles, los cuales no representan un buen colateral a la hora de buscar financiamiento. En suma, no parece ser que el capital de riesgo sea la solución definitiva para el problema del financiamiento en innovación, tanto a nivel general como para el caso particular de las METS.

H. Industry Growth Centre

Actualmente, el gobierno central australiano ha puesto el foco en crear nuevos Industry Growth Centre (IGC)⁴⁴ para cinco sectores prioritarios, uno de ellos son las METS⁴⁵. Este programa es parte de la Nueva Política Industrial impulsada por el gobierno central y se basa en los Catapult Centres de Reino Unido.

43 Tedesco y Haseltine (2010).

44 Son bastante similares a la política de *Industry Innovation Precincts*, que había impulsado el gobierno anterior en 2014. Esta política buscaba crear *hubs* capaces de acelerar la inserción de las innovaciones australianas en las CGV. En general, la agenda del nuevo gobierno es un retroceso en términos de políticas activas.

45 Los sectores restantes son (i) Alimentos y Agricultura; (ii) Petróleo, Gas y Energía; (iii) Tecnología Médica y Farmacia y (iv) Manufactura Avanzada.

El financiamiento conjunto para los IGC asciende a AUS\$225 millones a cuatro años plazo, los cuales se distribuyen entre (i) fondos para infraestructura y proyectos compartidos entre los centros y (ii) fondos basales específicos para cada centro. Estos últimos ascienden a AUS\$3,5 millones anuales por año. Los centros son consorcios sin fines de lucro y se espera que sean autofinanciados hacia 2018.

Cada IGC debe establecer una estrategia de largo plazo y diseñar actividades en el marco de un plan de competitividad sectorial con cuatro objetivos estratégicos:

1. Identificar regulaciones que son innecesarias o que ahogan parte del crecimiento del sector, con el fin de sugerir posibles reformas.
2. Mejorar la conexión entre investigación e industria y dentro de la misma industria, con el fin de lograr una mayor coordinación y colaboración de las investigaciones y una mayor comercialización de los resultados.
3. Mejorar la capacidad sectorial de insertarse en mercados internacionales y Cadenas Globales de Valor.
4. Mejorar habilidades de gestión y laborales del sector.

La estructura de gobernanza depende de un consejo asesor con un fuerte componente de miembros de la industria y el sector privado. La persona a cargo de liderar el IGC de las METS es Elizabeth Lewis-Gray, quien también es *Chair* de Austmine.

Una interrogante es la relación entre los CRC y los ICG. Aparentemente, algunos CRC se finalizarán, mientras que otros se fusionarán con estos ICG. En general, el destino de los CRC es desconocido, pero se observa que tanto el presupuesto como el número de estos han disminuido en los últimos seis años (CRCA, 2014).

V. Implicancias para Chile

A. Implicancias empíricas

La producción chilena de cobre alcanza 6 millones de toneladas métricas al 2015, con un objetivo al 2035 de 8 millones de toneladas métricas. Los proveedores de la minería serán fundamentales para lograr este objetivo⁴⁶.

El sector de proveedores de la minería chilena está constituido por 6.000 empresas, con ventas totales por US\$20.000 millones anuales (Fundación Chile, 2014). A su vez, las exportaciones de este sector para el período 2010-2014 ascienden a US\$500-650 millones anuales (Fundación Chile, 2015). El Cuadro 7 muestra la brecha entre los proveedores de la minería chilena y las METS australianas.

46 Ver “Minería: Una Plataforma de Futuro para Chile”, informe preparado por la Comisión de Minería y Desarrollo y el Consejo Nacional de Innovación y Competitividad (2014).

Cuadro 7

Principales Indicadores de Proveedores de la Minería (circa 2012)

	Australia	Chile
Ventas totales (estimadas, US\$ millones)	90.000	20.000
Exportaciones totales (estimadas, US\$ millones)	12.500	654
Número de empresas	1.500	5.998
Porcentaje de empresas de propiedad nacional	84 %	n.d.
Porcentaje de empresas que realizan exportaciones	55 %	34 %
Empresas exportadoras cuyas X superan el 10 % de las ventas totales	47 %	28 %
Intención de exportar a futuro*	17 %	8 %
Edad promedio de las empresas	27	17
Empleo generado por la industria minera (Nº de trabajadores)	386.000	700.000

Fuente: Adaptado de Meller y Gana (2015); datos provienen de Austmine (2013) para Australia y de Fundación Chile (2014, 2015) para Chile. Exportaciones de proveedores de Australia es estimación propia.

Notas: En Australia, Ventas considera otros sectores también; Ventas Chile es solo ventas al sector minero.

Exportaciones refieren a ventas al exterior vinculadas directamente a minería / US\$ en TC 2012.

* Intención de exportar para Chile refiere al porcentaje de empresas que lo intentaron sin mayores resultados en 2012.

En 2014, las exportaciones de las METS australianas alcanzaron un rango entre US\$10.000 a US\$12.500 millones estimadas con exportaciones mineras totales por US\$150.000 millones, aproximadamente. La razón de exportaciones proveedores / exportaciones minería en Australia fluctúa entre 6,7 % y 10 %. En 1990, las exportaciones de las METS australianas alcanzaron US\$2.000 millones (cota superior estimada) y las exportaciones mineras lograron US\$15.000 millones, con una razón de exportaciones de 13,3 % (cota superior). Lo anterior implica una expansión de los niveles de las exportaciones australianas en un factor de 5 en proveedores de la minería y 10 en empresas mineras entre 1990-2014. En suma, las exportaciones de las METS australianas representan 6,7 % a 13,3 % de las exportaciones mineras.

En Chile se efectuaron exportaciones METS por US\$650 millones con exportaciones mineras cupríferas por US\$40.000 millones. La razón de exportaciones proveedores / exportaciones minería en Chile es de 1,7 %. Al 2035, el objetivo es lograr una producción minera de 8 toneladas métricas, lo que equivale a exportaciones mineras cupríferas por US\$52.000 millones (estimadas con 8 millones de TM de producción). Manteniendo la razón exportaciones de proveedores a minería en 1,7 %, se esperaría lograr US\$900 millones, aproximadamente; esta sería realmente una cota inferior.

Si los proveedores chilenos imitan exitosamente el modelo australiano, se alcanzaría una razón de exportaciones proveedores entre 6,7 % a 10 %; es decir, las exportaciones de los proveedores (de la minería) estarían en un rango entre US\$3.500 millones y US\$5.200 millones.

El patrón de incremento de las exportaciones de las METS australianas fue duplicar el monto cada 10 años (US\$2.000 millones a US\$4.000 millones, US\$4.000 millones a US\$8.000 millones). Si se imita este patrón, utilizando como base el nivel US\$650 millones para el caso chileno, en 20 años se alcanzaría un nivel de US\$2.600 millones.

¿Qué ocurrió con otros sectores chilenos internacionalmente exitosos? Consideremos el salmón, una de las principales exportaciones chilenas en la actualidad. Este sector alcanzó US\$526 millones en 1996, US\$2.196 millones en 2006 y US\$4.358 millones en 2014. En suma, las exportaciones de salmón y trucha aumentaron desde una base de US\$500 millones, aproximadamente, en un factor de 8,3 en 18 años. Otros sectores exportadores exitosos presentan

ratios similares entre sí, en torno a 5 veces desde bases exportadoras similares (ver Cuadro 8).

Cuadro 8

Una y Dos Décadas de Expansión de los Niveles Exportados por las Principales Exportaciones Chilenas No Cupríferas

Sector	Base Exportadora de Referencia* - US\$ Millones	Nivel de Exportaciones 1 Década post Año Base (Nº de veces de incremento del nivel de X c/r a la base exportadora de referencia)		Nivel Exportaciones 2 Décadas Post Año Base (Nº de veces de incremento del nivel de X c/r a la base exportadora de referencia)	
		US\$MM	Nº de veces	US\$MM	Nº de veces
Frutícola	565	1.393	2,5	3.015	5,3
Salmón y trucha	526	2.196	4,2	4.358	8,3
Forestal y muebles de madera	582	1.753	3,0	2.548	4,4
Celulosa, papel y otros	684	1.116	1,6	3.285	4,8
Vino	528	1.384	2,6	n.a.	n.a.

Fuente: Banco Central de Chile.

* El año base es distinto para cada rubro: Frutícola, 1989; Salmón y trucha, 1996; Forestal, 1994; Celulosa, 1992, y Vino, 1998.

La comparación con la experiencia australiana y con la experiencia de sectores exportadores exitosos en Chile sugiere rangos factibles para la expansión de exportaciones de los proveedores de la minería chilena en un horizonte de dos décadas. A nuestro juicio, una meta razonable de exportaciones de METS chilenas al 2035 sería del orden de US\$3.500 millones. Esta cifra representaría un 6,7 % de las exportaciones mineras (de 2035); por otra parte, implicaría un múltiplo de 6 del nivel actual de exportaciones de las METS chilenas.

B. Evolución de las METS chilenas

El origen de las METS australianas se debió tanto a factores estructurales como a oportunidades específicas. Los factores estructurales derivan de la mayor externalización de los procesos productivos en la industria minera y de los desafíos propios del sector, como el uso de agua, la relación con el medioambiente, energía, etc. Factores y causas específicos son la diversidad de los desafíos de la minería australiana, capacidades activas y latentes en los proveedores, el vínculo entre mineras-proveedores y la internacionalización de mineras australianas. Varias de las METS fueron fundadas por ex profesionales de la gran minería privada y/o de las empresas proveedoras.

La internacionalización de grandes mineras domésticas y distintos programas específicos favorecieron el vigoroso desarrollo exportador. Lo anterior se tradujo en que las exportaciones de las METS australianas alcanzaron un nivel en torno a los US\$12.000 millones, con un 55-66 % de las METS exportando. El mundo no termina en Perth para las METS australianas.

El caso chileno es radicalmente distinto. Lagos *et al.* (2007) ya indicaban que en Chile, apenas el 26 % de los proveedores vinculados a minería exportaban; en 2012 esa proporción alcanzó el 34 %, pero para solo 9 % de los proveedores chilenos las exportaciones representan más del 10 % de sus ventas (Fundación Chile, 2014). En el período 2010-2014, las exportaciones de bienes y servicios de los proveedores chilenos alcanzaron un máximo de US\$650 millones, con apenas cinco empresas que exportan más de US\$25 millones anuales (Fundación Chile, 2015).

Las principales METS australianas tienen un gran tamaño: (i) número de empleados entre 4 y 5 dígitos; (ii) ingresos globales entre AUS\$800 millones y AUS\$24.000 millones; (iii) ventas a empresas mineras entre AUS\$700 millones y AUS\$5.700 millones⁴⁷. Los niveles de ventas a la minería de algunas de estas METS son muy superiores a las exportaciones totales de todo el sector de proveedores de la minería chilena.

Ciertamente, existe una característica estructural que atenta contra las exportaciones y la internacionalización de los proveedores de la minería chilena: un tercio de las reservas de cobre y la producción está en Chile, por lo que las principales mineras domésticas no salen del país. Sin embargo, hoy 2/3 de la minería es privada y dentro de este grupo tenemos varias mineras transnacionales como BHP Billiton, Anglo-American, Mitsui, Glencore y XStrata. Hay dos alternativas complementarias: (i) La internacionalización aprovechada por los proveedores en Australia también debiese ser aprovechada por proveedores chilenos que han generado vínculos con estas empresas; (ii) Un esfuerzo decisivo de ProChile en favorecer misiones comerciales en conjunto con las organizaciones gremiales de proveedores.

¿Cuál es el rol que pueden jugar los proveedores “campeones”? Una mayor colaboración con otros proveedores, como ocurrió con las METS australianas, aportaría al desarrollo del sector; especialmente entre aquellas empresas que participan del Programa de Proveedores de Clase Mundial.

47 Ver sección II.B, Cuadro 3.

C. Apoyo Agencias Públicas

Existe un diagnóstico generalizado de que Chile es un país con retraso en capacidades de innovación y gasto en I+D versus los países desarrollados; inclusive con países eminentemente mineros, como Australia⁴⁸.

El retraso no es solo a nivel país, sino que también a nivel regional. UWA (2015) reporta que el sector minero gastó AUS\$2.430 millones en I+D durante el período 2011-12; el siguiente sector es manufacturas, con AUS\$348 millones. El sector minero de Western Australia también es líder a nivel nacional en gasto en I+D; le siguen el sector financiero y de seguros de New South Wales, con AUS\$2.260 millones, y el sector manufacturero de Victoria, con AUS\$1.660 millones. El gasto de Chile y Antofagasta en I+D está muy lejos de estos montos.

Pero el problema no es simplemente un mayor gasto en I+D. El caso de Australia revela roles fundamentales del sector público a través de los CRC y CSIRO, los cuales representan un mecanismo de asignación específico para los problemas de innovación. A ellos se suma una serie de programas relevantes para el desarrollo de las METS de manera directa e indirecta (ver Cuadro 9).

48 Ver Cuadro A.4 para una comparación de los indicadores de I+D entre Chile y Australia.

Cuadro 9

Lista de Programas y Organizaciones vinculados a las METS

Nombre	Años	Descripción
METS Action Agenda	2001-2005	Agenda sectorial
Industry Capability Network	1984-hoy	Conexión cliente-proveedor
Australian Industry Participation Plan	2005-hoy	Participación empresas domésticas
ProjectConnect	2004-hoy	Conexión cliente-proveedor
Industry Cooperative Innovative Program	2005-2011	Colaboración interempresas I+D
Austmine	2002-hoy	Entidad gremial
Austrade	1985-hoy	Agencia Comercial
AMIRA Internacional	1959-hoy	I+D internacional colaborativa
METS Industry Growth Centre	2014-2018	Política industrial

Fuente: Elaboración propia.

El foco de los CRC está en qué problemas se quieren resolver y en eso es fundamental el sector privado que propone, en conjunto con socios como universidades, un CRC. Si el centro es fundado, adquiere financiamiento basal que apalanca 2-3 veces recursos privados equivalentes. Luego, el financiamiento público representa un 25 % a 33 % del presupuesto total de los CRC. El número de CRC directamente relacionados con Minería es de al menos 10, con financiamientos basales promedio de AUS\$13,4 millones anuales para el período 1990-2014; al considerar recursos privados, el orden de magnitud es de AUS\$27-40 millones anuales.

¿Podría Chile hacer algo similar a Australia? ¿Cuáles serían los principales cuellos de botella? En Chile, la mayor parte de los instrumentos provienen principalmente de CORFO (y en mucha menor magnitud de ProChile). Chile debe aprender de la magra experiencia de los Consorcios Tecnológicos

Empresariales, en donde los objetivos de la academia y los del sector privado divergían considerablemente⁴⁹.

Los Centros de Excelencia Internacional en I+D pertinentes a minería (CSIRO-Chile, Emerson y Sustainable Minerals Institute) aparecen como una buena iniciativa basada en los CRC y es relevante preguntarse si estos CEI están incrementando las exportaciones de las METS chilenas o de las METS australianas (en el caso de CSIRO⁵⁰). Se requiere efectuar mediciones empíricas al respecto.

Con todo, los resultados de este estudio revelan que Chile posee una brecha gigantesca en comparación con Australia en el desarrollo de proveedores. Sin un esfuerzo público-privado significativamente mayor por empujar un rol de innovación en minería, este panorama difícilmente cambiará.

49 Ver Álvarez *et al.* (2012) para una revisión de los Consorcios Tecnológicos Empresariales.

50 El gobierno chileno proporciona un subsidio importante para la instalación de estos CEI en Chile; en el caso de CSIRO ha sido de US\$20 millones a 10 años plazo.

BIBLIOGRAFÍA

Allen Consulting Group (2005). *The Impacts of the CRC Program*.

Allen Consulting Group (2012). *The economic, social and environmental impacts of the CRC Program*.

Álvarez, R.; Contreras, C. y Contreras, J.I. (2012). “Análisis de los Consorcios Tecnológicos Empresariales en Chile”, en *Estudios Públicos*, 126, otoño 2012.

AMIRA (2004). *Copper Technology Roadmap*.

Anz Insight (2011). *Earth, Fire, Wind and Water: Economic Opportunities and the Australian Commodities Cycle*.

AUSINDUSTRY (2015). *Cooperative Research Centres (CRC) Programme - CRC over time*. January 2015.

AUSTMINE (2013). *Australia's New Driver for Growth. Mining Equipment, Technology and Services*.

AUSTMINE (2015). *New Realities, Bigger Horizons. Australian Mining Equipment, Technology and Services (METS) National Survey*. August 2015.

Comisión Minería y Desarrollo de Chile y Consejo Nacional De Innovación y Competitividad (2014). “Minería: Una Plataforma de Futuro para Chile”. Informe a la Presidenta de la República, Michelle Bachelet. Diciembre 2014.

Cooperative Research Centres Association (2014). *2014-2015 Pre-budget submission*.

CSIRO (2014). *Annual Report 2013-2014*.

Department Of Industry And Science (2015). “Industry Growth Centres and the METS Sector”. Presentation by Elizabeth Lewis-Gray, Chair METS Growth Centre. 20 May 2015.

Department Of Industry, Tourism And Resources (2003). *Mining technology services: Australia leading the world. Mining Technology Services Action Agenda, Strategic Leaders Group Report to Government 2003*. Disponible en: <http://citeserx.ist.psu.edu/viewdoc/download?rep=rep1&type=pdf&doi=10.1.1.202.7109>

Department Of Industry, Tourism And Resources (2006). *Annual Report 2005-06*. Chapter 3, Outcome Performance 1.

Fundación Chile (2014). *Proveedores de la Minería Chilena. Segundo Estudio de Caracterización 2014*.

Fundación Chile (2015). *Proveedores de la Minería Chile. Reporte de Exportaciones 2015*. Mimeo.

Hall, B.H. y Lerner, J. (2009). “The Financing of R&D and Innovation”. NBER Working Paper 15325.

Kerr, W.R. y Nanda, R. (2014). “Financing Innovation”. Harvard Business School Working Paper 15-034. November 5, 2014.

Lagos, G.; Lima, M.; Urzúa, O.; Garrido, I. y Guzmán, J.i. (2007). *Caracterización de las Empresas Proveedoras de la Minería y sus Capacidades de Innovación*. Report request by CORFO, Gobierno de Chile.

Martinez-Fernandez, C. (2005). *Knowledge Intensive Service Activities (KISA) in Innovation of the Mining Technology Services Sector in Australia*. AEGIS, University of Western Sydney.

Martinez-Fernandez, C. (2010). “Knowledge-intensive service activities in the success of the Australian mining industry”, en *The Services Industries Journal*, Vol. 30, N° 1, January 2010, pp. 55-70.

Meller, P. y Gana, J. (2015). *El Cobre Chileno como Plataforma de Innovación Tecnológica*. CAF-CIEPLAN.

Pinto, P.; Knights, P. y Hine, D. (2015). “The design of publicly funded R&D consortia: preliminary learnings from a longitudinal field-case study”. Paper presented at DRUID Society Conference, Rome, June 15-17.

Satchwell, I. (2014). “Añadir valor a los minerales y a la energía: Equipos, Tecnologías y Servicios para la Minería (METS)”. Presentación en Fundación Chile, 11 de abril de 2014.

Scott-Kemmis, D. (2011). *Australian’s Story: A pilot study for the University of Sydney*.

Scott-Kemmis, D. (2012). *Enabling Natural-Resource Based Development*.

Scott-Kemmis, D. (2013). “How about those METS? Leveraging Austra-

- lia's mining equipment, technology and services sector". A public policy analysis produced for the Minerals Council of Australia.
- Shann, E. (2012). "Maximising growth in a mining boom". A public policy analysis produced for the Minerals Council of Australia. March 2012.
- Tedesco, L.; Copeland, A. y Hogan, L. (2002). "Mining Technology Services in Australia, ABARE Research". Report 02.9, Canberra, June.
- Tedesco, T. y Haseltine, C. (2010). *An economic survey of companies in the Australian METS*.
- Urzúa, O. (2011). "The emergence and development of knowledge intensive mining suppliers in the late 20th century". DPhil. Dissertation, Science and Technology Policy Research, University of Sussex.
- Urzúa, O. (2012). "Emergence and Development of Knowledge-Intensive Mining Services (KIMS)". Working Papers in *Technology Governance and Economic Dynamics*, N° 41, The Other Canon Foundation, Norway, and Tallin University of Technology.
- University Of Western Australia (2015). "State of Mind Report: Western Australia's new landscape of innovation and opportunity".

ANEXO

Datos y Metodología

Bienes: Proviene de los datos de comercio internacional de UN-COMTRADE. Los códigos arancelarios utilizados corresponden a una lista de 6-dígitos elaborada a partir de una lista de 8-dígitos de 343 códigos de bienes y servicios vinculados a minería.

La lista de 8-dígitos proviene de Fundación Chile (2015) sobre proveedores de la minería. Este estudio consideró información de proveedores y expertos en minería y de ProChile para la elaboración de una lista de códigos vinculados a bienes y servicios relacionados a minería.

La desagregación de datos de comercio a 6-dígitos es estándar y comparable a nivel internacional, mientras que la desagregación a 8-dígitos es específica de cada país acorde a sus necesidades de información en Aduana.

Servicios: Se utilizó un ratio acorde a la distribución de bienes y servicios producidos por las METS en 2012 (a valores de mercado; no número de empresas) propuestos en Austmine (2013): 41 % Bienes y 59 % Servicios. El ratio 59/41 fue utilizado sobre las exportaciones de bienes e insumos para obtener nuestra estimación de exportaciones de servicios de proveedores de la minería australiana para el período 2003-2014.

Para el período 1990-2003 se calculó hacia atrás extrapolando una tasa de crecimiento lineal de 8,3 %. Esta cifra corresponde a la tasa de crecimiento

promedio (período 1990-2003) de aquellos servicios que pueden estar vinculados a minería. Los datos utilizados fueron obtenidos de UNCTADSTAT y corresponden a la Balanza de Pagos. Los servicios que fueron considerados relevantes, es decir, aquellos que pueden estar vinculados al sector minero son: Otros Servicios de Negocios (principalmente consultorías), Servicios de Tecnologías de la Información, Royalties y Licencias, y Servicios de Construcción. En tanto, los servicios que no fueron considerados son Viajes, Telecomunicaciones, Seguros, Servicios Financieros, Personales y Recreacionales, y Servicios Gubernamentales.

Cuadro A.1.

Estimación de Exportaciones de Bienes y Servicios METS australianas (1990-2014) -
US\$ millones

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	
Bienes	852	1.034	1.104	1.191	1.363	1.647	1.867	1.933	1.480	1.554	1.578	1.454	
Servicios	1.054	1.141	1.236	1.339	1.450	1.570	1.700	1.842	1.994	2.160	2.339	2.533	
Total	1.906	2.176	2.340	2.530	2.812	3.218	3.567	3.775	3.474	3.714	3.917	3.988	
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Bienes	1.579	1.888	2.181	2.553	2.628	3.429	3.678	3.050	3.692	4.412	4.873	4.090	3.703
Servicios	2.744	2.971	3.472	4.021	4.217	5.534	5.979	4.846	5.881	7.040	7.645	6.493	5.939
Total	4.322	4.859	5.653	6.574	6.845	8.963	9.657	7.896	9.573	11.452	12.517	10.583	9.641

Fuente: Estimación propia sobre la base de Fundación Chile (2015) y Austmine (2013) con UN-COMTRADE y UNCTADSTAT.

Cuadro A.2.






Comparación entre Estimaciones del nivel de Exportaciones METS australianas (US\$ millones)

	1995	2003	2008	2010	2011	2012	2013
(1) Estudio Meller y Gana	3.218	4.859	9.657	9.573	11.452	12.517	10.583
(2) Estudios Australianos I	365	720	1.942				
(3) Estudios Australianos II				5.504	9.283	15.531	11.006
Tipo de Cambio Promedio AUD x USD	1,35	1,54	1,19	1,09	0,97	0,97	1,04

Fuente: Estudio Meller y Gana es elaboración propia. Para Estudios Australianos I: 1995-6, 2003-4, 2008-9 proviene de las encuestas ABARE (Tedesco y Haseltine, 2010). Para Estudios Australianos II: 2010 es estimación de High Grade, citado en Scott-Kemmis (2011); 2011 es Shann (2012); 2012 es Austmine (2013); 2013 es DIS (2015).

Cuadro A.3.

Principales METS escandinavas en Minería (AUS\$ millones)

Empresa	Ingreso Global 2014	Ingreso 2014 División Minera	Número de Empleados Global 2014	País	Población País
	AUS\$13.000 MM	AUS\$4.000 MM	44.545	Suecia	5 MM
	AUS\$14.400 MM	AUS\$3.900 MM	40.241	Suecia	9,5 MM
	AUS\$5.100 MM	AUS\$3.700 MM	15.644	Noruega	5 MM
	AUS\$3.900 MM	AUS\$1.800 MM	14.765	Dinamarca	5,6 MM
	AUS\$1.900 MM	AUS\$921 MM	4.571	Finlandia	5,4 MM

Fuente: DIS (2015) sobre la base de Austmine (2013).

Cuadro A.4.

Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología (2010*)

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

Fuente: OCDE Stats Main Science and Technology Indicators Database.

Nota: Número de Investigadores refiere al equivalente en jornadas completas.

*2008 o 2010, último año disponible en caso de Australia.

Códigos Arancelarios (6-dígitos UN-COMTRADE)

730441, 730459, 730630, 730640, 730650, 730791, 730799, 730890, 730900, 731811, 731813, 731814, 731815, 731816, 731819, 731821, 731822, 731823, 731824, 731829, 732591, 732599, 732611, 732619, 732620, 732690, 840734, 840790, 840820, 840890, 840991, 840999, 841221, 841229, 841311, 841319, 841320, 841330, 841340, 841350, 841360, 841370, 841381, 841382, 841391, 841392, 841410, 841420, 841430, 841440, 841451, 841459, 841460, 841480, 841490, 841989, 842119, 842121, 842122, 842123, 842129, 842131, 842139, 842191, 842199, 842490, 842833, 842911, 842919, 842920, 842930, 842940, 842951, 842952, 842959, 843010, 843031, 843041, 843049, 843050, 843061, 843069, 843110, 843120, 843131, 843139, 843141, 843142, 843143, 843149, 845530, 846810, 847410, 847420, 847431, 847439, 847480, 847490, 848110, 848120, 848130, 848140, 848180, 848190, 848210, 848310, 848320, 848330, 848340, 848350, 848360, 848390, 850110, 850120, 850131, 850132, 850133, 850134, 850140, 850151, 850152, 850153, 850161, 850162, 850164, 850410, 850421, 850422, 850423, 850431, 850432, 850433, 850434, 850440, 850450, 850490, 851310, 870410, 870421, 870422, 870423, 870431, 870790, 870810, 870821, 870829, 870830, 870840, 870850, 870870, 870880, 870891, 870892, 870893, 870894, 870895, 870899.



PATRICIO MELLER es el director de proyectos de CIEPLAN. Ingeniero civil, Universidad de Chile. Máster en Ciencias y Doctor en Economía, Universidad de California, Berkeley. Ha sido director de la empresa estatal de cobre Codelco, presidente del Consejo Asesor Presidencial sobre Trabajo y Equidad, autor y editor de numerosas publicaciones sobre economía, minería, comercio internacional, innovación tecnológica. Además de su cargo en CIEPLAN, es presidente del Directorio de la Fundación Chile y profesor titular del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile.



JOAQUÍN GANA es investigador asistente en CIEPLAN y economista de la Comisión Nacional de Productividad (CNP). Ingeniero Comercial mención Economía, Universidad de Chile.

El “Programa de Investigación e Innovación Social CIEPLAN-UTALCA” es una alianza estratégica entre La Corporación de Estudios para Latinoamérica (CIEPLAN) y la Universidad de Talca, centrada en la investigación, análisis, debate y difusión de temas relevantes en Chile y Latinoamérica.

Algunas de las áreas temáticas incluyen el diseño y propuesta de políticas públicas en lo social, económico y la administración del Estado; la comprensión de los procesos de modernización y su relación con los contextos regionales y globales; y el análisis de los fenómenos asociados a la llamada “trampa de las economías de ingreso medio”, con el fin de generar condiciones que permitan dar el salto hacia un desarrollo económico y social.

CIEPLAN es una organización privada sin fines de lucro, que inició sus actividades en 1976, con el fin de aportar conocimientos a las políticas públicas en Chile y Latinoamérica. La Universidad de Talca, por su parte, es una corporación de derecho público que busca la excelencia en el cultivo de las ciencias, las artes, las letras y la innovación tecnológica y está comprometida con el progreso y bienestar regional y del país, en permanente diálogo e interacción con el entorno social, cultural y económico, tanto local como global.

Este documento es parte de una serie de trabajos publicados en el marco del PROGRAMA CIEPLAN-UTALCA.

Las ideas y planteamientos contenidos en esta publicación (y en todas las publicaciones del programa) son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no comprometen la posición oficial de CIEPLAN ni de la Universidad de Talca.





PROGRAMA
CIEPLAN|UTALCA